Лубков А.С., Сухонос О.Ю.

О потенциале использования ветроэнергетических ресурсов Крымского полуострова

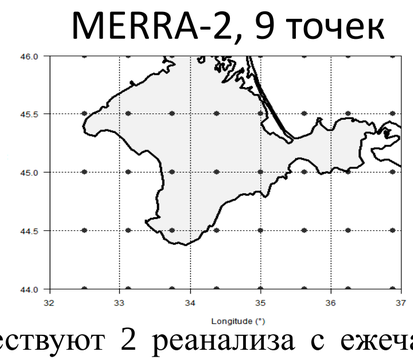
Предпосылки к исследованию

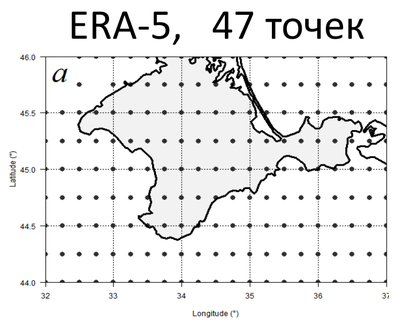
• Мировые тенденции.
В отчете Всемирной сети по энергетической политике 21 века за 2020 год утверждается, что мировая доля ввода в эксплуатацию объектов генерации на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) в период 2012–2014 гг. составила 50%, а в 2019 г. – 75%.

• Внутриэнергетическая политика России.
По распоряжению Правительства РФ к 2024 году в России планируется повысить вклад генерации ВИЭ в общую вырабатываемую энергию до 4.5%, что будет соответствовать 5,9 ГВт. При этом вклад ветровой энергии составит 3,4 ГВт. На начало 2020г. вклад ветроэнергетики составлял 184 МВт (или 0.08% от единой энергетической системы)

• Низкая изученность и высокий потенциал Крымского полуострова.
На начало 2020г. в Крыму сконцентрировано практически 50% всей вырабатываемой ветровой электроэнергии России. В то же время ветроэнергетические ресурсы полуострова не изучались.

Выбор данных





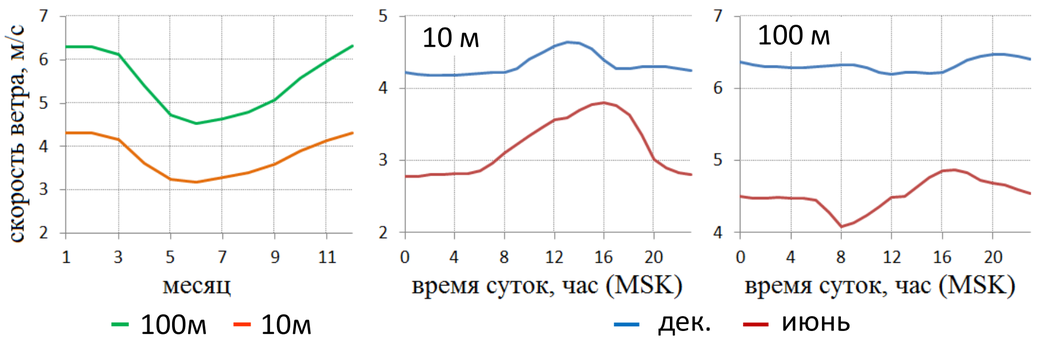
•На сегодня существуют 2 реанализа с ежечасным временным разрешением: MERRA2 и ERA5. Пространственное разрешение этих реанализов различно. За счет высокого разрешения реанализа ERA5 (0,25°×0,25°) территория Крымского полуострова представлена 47 узловыми точками, в то время как в реанализе MERRA2 (0,5°×0,625°) – всего девятью, что не позволяет учесть физико-географические особенности Крыма, в частности горный массив и Керченский полуостров.

•Также, сравнение ветроэнергетических характеристик по рассматриваемым реанализам выполнено в модельном исследовании электрогенерации на 1051 турбине в Швеции (*Olauson*, 2018). Авторами показано, что данные ERA5 более применимы для расчетов ветрогенерации (корреляция между модельными данными генерации энергии по ERA5 и наблюдаемыми на турбинах составляет 0,87, а по данным MERRA2 – 0,80).

Olauson J. ERA5: The new champion of wind power modelling? // Renewable Energy. 2018. V. 126 (October). P. 322–331. DOI: 10.1016/j.renene.2018.03.056

РЕЗУЛЬТАТЫ

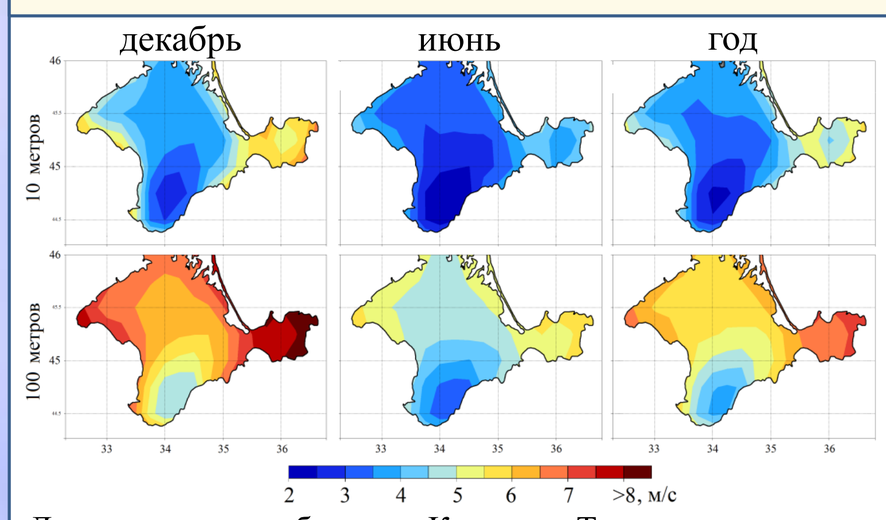
Сезонная и суточная изменчивость



• **Сезонная изменчивость.** Скорость ветра в зимнее время выше на 31% на10 м и 35% на 100 м, чем в летнее. При этом максимальные скорости ветра наблюдаются в декабре, а минимальные в июне.

• **Суточный ход.** Дневные скорости заметно выше относительно ночных. В дневное время суток наблюдается увеличение скорости ветра на 6% в декабре и 21% в июне. На высоте 100 м отмечается незначительный суточных ход. В декабре скорость ветра практически не зависит от времени суток, а в июне минимальные скорости наблюдаются в 8 часов (MSK), а максимальные – в 17.

Оценки многолетней скорости ветра

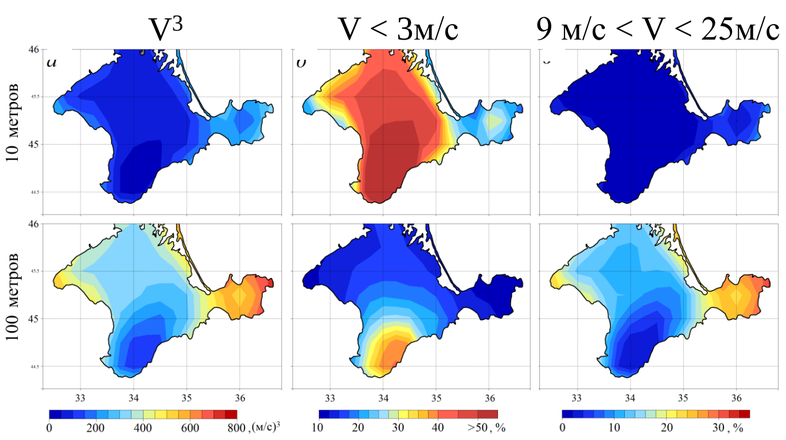


На основе ежечасных данных реанализа ERA5 выполнена климатическая оценка ветровых ресурсов Крымского полуострова за 40-летний период (1980-2019). Для центральной части Крыма свойственны ветра со скоростью 3–4 м/с в среднем за год на высоте 10 м и 4–6 м/с на 100 м. Горный массив и ЮБК характеризуются наиболее низкими скоростями ветра 2–3 м/с на высоте 10 м и 3–5 м/с на 100 м.*

Для западного побережья Крыма и Тарханкутского полуострова свойственны более высокие скорости ветра, равные 4–6 м/с на 10 м и 5–8 м/с на 100 м. При этом в декабре скорости заметно выше, чем в июне. На территории Керченского полуострова скорость ветра в среднем в декабре на высоте 10 м равна 5–7 м/с, а на высоте 100 м – 7–9 м/с. В июне же для Керченского полуострова характерны скорости ветра 4–5 м/с на 10 м и 5–7 на 100 м.

*(*по данным региональных моделей на вершинных плато скорости ветра могут достигать в среднем за год более 10 м/с).*

Оценки повторяемости эффективных/неэффективных ветровых условий

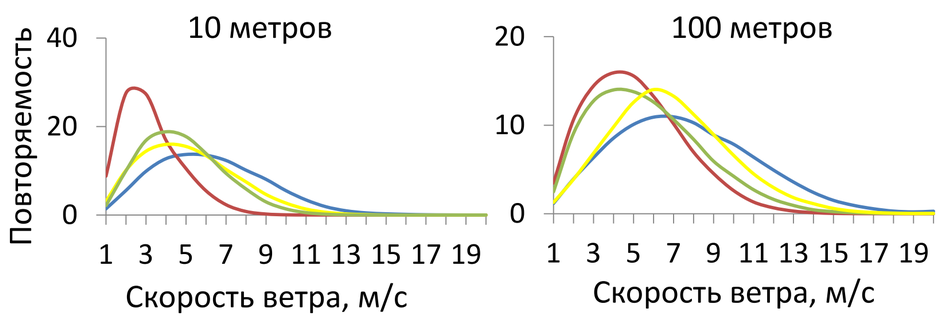


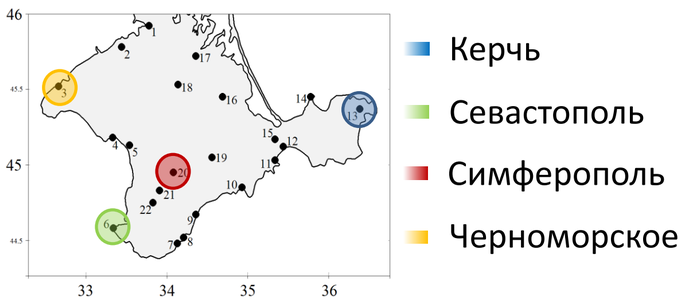
•**Эффективные ветровые условия.** Условия, при которых ветроустановка вырабатывает номинальную (заявленную) мощность, диапазон ветра от 9 м/с до 25 м/с

•**Неэффективные ветровые условия.** Условия, при которых ветроустановка не работает (ветер менее 3 м/с)

На территории Керченского полуострова наблюдаются наиболее благоприятные условия для использования ветроэнергетических установок.

Повторяемость скоростей ветра





Ветровой режим центрального Крыма (Симферополь) заметно отличается от прибрежного (Севастополь, Керчь и Черноморское): на высоте 10 м чаще повторяются скорости ветра 2-3 м/с, на 100 – 4-5 м/с. Несмотря на прибрежное расположение Севастополя, ветровой режим в городе имеет некоторые отличия от керченского и черноморского: пик повторяемости скоростей ветра смещен в сторону более медленных ветров (10 м – 4-5 м/с, 100 м – 4-6 м/с). Для Черноморского свойственна максимальная повторяемость скоростей ветра на высоте 10 м – 4-5 м/с, 100 м – 6-7 м/с. Пик повторяемости в Керчи на высоте 10 м находится в диапазоне 5-6 м/с, 100 м – 6-8 м/с., при этом скорости ветра более 10 м/с повторяются заметно чаще, а кривые распределения более «сглажены».

Заключение

• Величины скоростей ветра в среднем в центральной части Крыма равны 2–6 м/с, что заметно ниже, чем на западном побережье (4–8 м/с) и на территории Керченского полуострова (5–9 м/с). При этом ветровые условия Керченского полуострова – наиболее эффективны для ветрогенерации. Повторяемость скоростей ветра, характерных для номинальной выработки ветроэнергетических установок, тут составляет 15–17% на высоте 10 м и 37–38% на высоте 100 м. При этом повторяемость неблагоприятных ветровых условий для ветрогенерации, когда скорость ветра недостаточная для запуска ветроустановки, не превышает 17–22% на 10 м и 11–12% на 100 м. В центральной части Крыма и ЮБК повторяемость неэффективных ветровых условий, при которых ветроустановка не вырабатывает энергию, на высоте 10м превышает 40% в год.

• В результате анализа суточного хода установлено, что на высоте 10 м скорость ветра в дневные часы, по сравнению с ночными, в среднем выше на 21% в июне и на 6% в декабре. На высоте 100 м суточный ход заметно не выражен.

• Выявленные сезонные особенности изменения скорости ветра на высотах 10 и 100 м характеризуют увеличение на 31–35% рассматриваемого климатического параметра в зимний сезон, относительно летнего.

Контакты

E-mail: andrey-ls2015@yandex.ru
Профиль RG: researchgate.net/profile/Andrey_Lubkov