

УДК 621.311

АХМЕДОВ Н.Э., диспетчер. (ГУ НДЦ МЭРУз)
г. Ташкент**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
МОЩНОСТЬЮ 500 МВт**

Введение. Устойчивое развитие и экологическая безопасность являются одними из приоритетных направлений современной энергетической политики в Республике Узбекистан. Ветряные электростанции (ВЭС) резко сокращают выбросы парниковых газов за счет использования возобновляемых источников энергии, повышают эффективность использования природных ресурсов и способствуют энергетической независимости [1]. Кроме того, изменение скорости и направления ветра напрямую влияет на стабильность производства [2]. По этой причине изучение зависимости мощности ВЭС от скорости ветра имеет важное значение для оценки экологической и экономической эффективности.

Целью исследования является определение взаимосвязи между скоростью ветра (v , m/s) и производимой электрической мощностью (P , MW) на примере ВЭС мощностью 500 МВт, получение математического выражения с использованием корреляционного и регрессионного анализа, а также разработка научно обоснованных рекомендаций для устойчивого производства.

Материалы и методы исследования. Для анализа были взяты данные Узгидромета о погоде за сентябрь 2025 года и показатели почасовой выработки ВЭС “А”. Регрессионная модель Power-Law была использована для определения взаимосвязи между скоростью ветра и мощностью, генерируемой в ВЭС:

$$P = a \cdot v^b,$$

где: P - мощность ВЭС (МВт), v - скорость ветра (м/с), a и b - параметры модели. Параметры определялись с помощью линейной регрессии с помощью логарифмического преобразования ($\ln P = \ln a + b \ln v$) и оценивались по соответствию модели R^2 . Также был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона (R) между скоростью ветра и генерируемой мощностью.

Полученные результаты и их обсуждение. По результатам анализа установлено, что мощность ВЭС сильно зависит от скорости ветра. В проведенном логарифмическом регрессионном анализе уравнение модели сформулировано следующим образом:

$$P \approx 23,559 \cdot v^{1,088}$$

Доля, которую модель могла интерпретировать (R^2), составила $\approx 0,251$, что означает, что скорость ветра объясняет почти 25,1% изменений мощности. Коэффициент корреляции Пирсона (R) $\approx 0,559$, что подтверждает сильную положительную корреляцию. Результаты показывают, что мощность ВЭС

относительно резко увеличивается с увеличением скорости ветра, но на скоростях выше 12-14 м/с наблюдается эффект насыщения мощности из-за управления турбиной и аэродинамических ограничений.

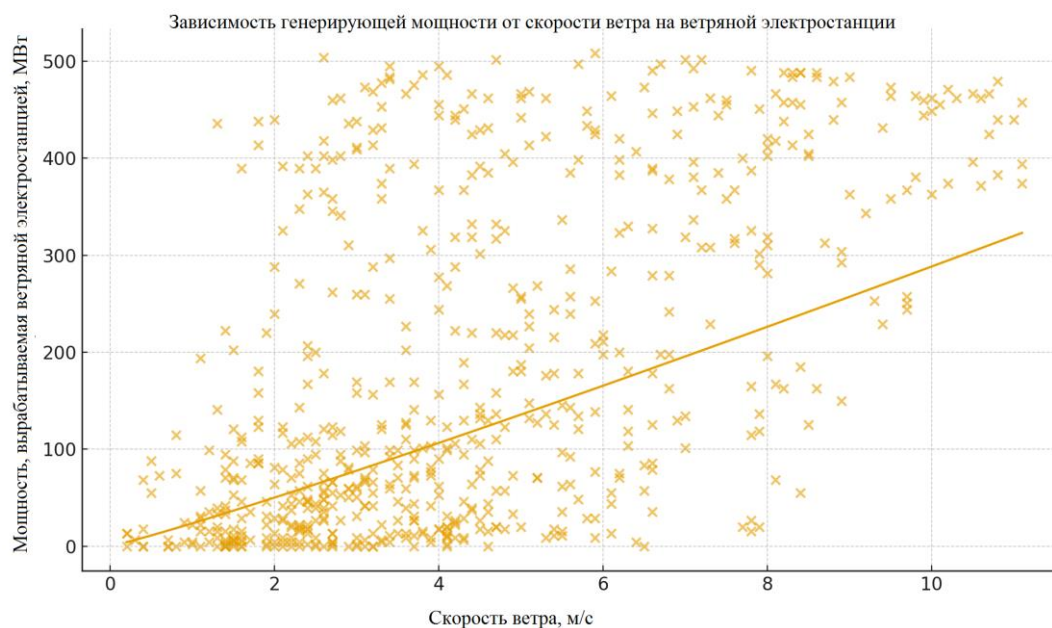


Рисунок 1. График зависимости скорости ветра от мощности ВЭС

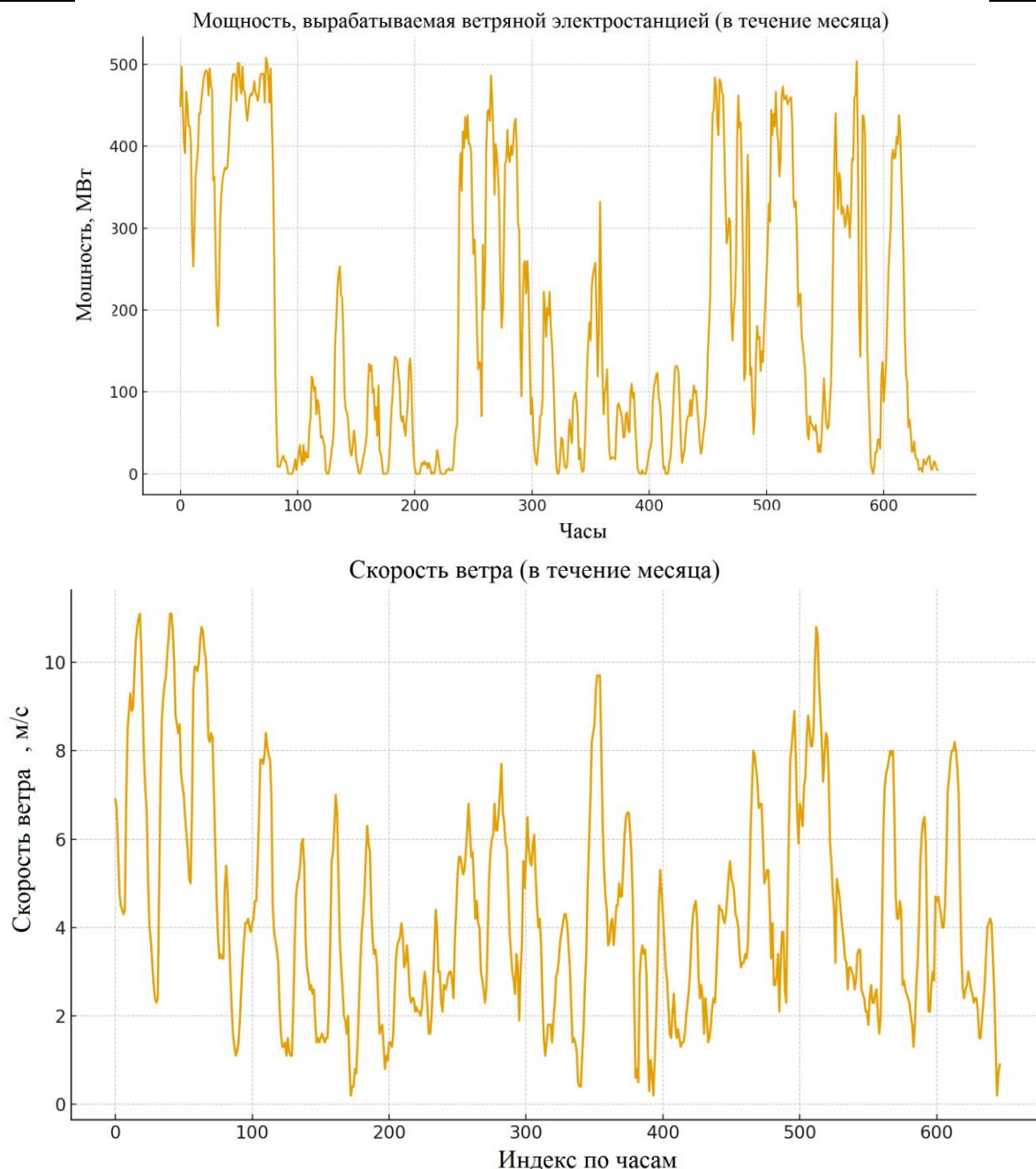


Рисунок 2. Ежемесячные почасовые изменения скорости ветра и мощности ВЭС

Исходя из полученных результатов, можно констатировать, что в периоды снижения скорости ветра наблюдается значительное сокращение добычи. Это указывает на необходимость интеграции аккумуляторных систем ESS/BESS для обеспечения стабильности производства энергии в ветроэнергетике. С экологической точки зрения, ВЭС служит для улучшения качества воздуха в регионе и усиления стабильности атмосферы за счет сокращения выбросов углерода при производстве электроэнергии [1].

Выводы

- 1) Мощность ВЭС сильно зависит от скорости ветра, и модель Power-Law оказалась эффективной для определения этой взаимосвязи.
- 2) Корреляционный анализ показал высокую степень положительной корреляции между скоростью ветра и генерируемой мощностью.
- 3) Рекомендуется внедрить системы ESS / BESS для сглаживания выработки энергии, оптимизации управления шагом турбины и политики сцепления.
- 4) С точки зрения экологической эффективности целесообразно, чтобы энергия ветра использовалась вблизи населенных пунктов в качестве сокращающего углеродный след и устойчивого источника энергии.

Список литературы:

1. International Energy Agency (МЭА). World Energy Outlook 2024. Париж: публикации МЭА, 2024.
2. Гулямов С., Абдурахманов А. Вопросы повышения эффективности ветроэнергетических систем.- Ташкент, 2023.
3. IPCC. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Издательство Кембриджского Университета, 2022.
4. Министерство энергетики Республики Узбекистан. Annual Wind Resource Assessment Report, 2025.
5. Узгидромет. Метеорологическая база данных (сентябрь 2025 г.).