

Никифоров М.М.

студент группы ИВТ-2203-М

*Научный руководитель: Доцент кафедры ВТИСИТ – Куделин А.Г.
Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия*

E-mail: nikiforov1601@yandex.ru

Перспективы развития мировой ветроэнергетики

Nikiforov M.M.

student of group ИВТ-2203-М

*Supervisor: Associate Professor – A.G. Kudelin
Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia*

E-mail: nikiforov1601@yandex.ru

Prospects for the development of global wind energy

Аннотация. Данный доклад посвящен исследованию и анализу перспектив развития ветроэнергетики в мировом масштабе. Особый акцент делается на применении различных моделей диффузии инноваций для прогнозирования и понимания динамики внедрения ветроэнергетических технологий.

Annotation. This report is devoted to the study and analysis of the prospects for the development of wind energy on a global scale. Particular emphasis is placed on the application of various innovation diffusion models to predict and understand the dynamics of wind energy technology adoption.

Ключевые слова: инновация, диффузия инноваций, ветроэнергетика, ветрогенерация, модель Басса.

Keywords: innovation, diffusion of innovation, wind energy, wind generation, Bass model.

Введение

В последние годы произошли заметные изменения климата на Земле, проявляющиеся в форме аномальной жары и суровых зим в различных странах. Эти изменения вызвали дисбаланс в природных системах, приведя к нарушению режима осадков, температурным аномалиям и увеличению частоты экстремальных явлений, таких как ураганы, наводнения и засухи. Доминирующей причиной этого является влияние человека, особенно за счет выбросов парниковых газов. Эффективное противодействие изменению климата требует значительного и устойчивого сокращения этих выбросов, что может быть достигнуто отказом от ископаемых источников энергии и переходом к использованию возобновляемых источников.

В области развития возобновляемых источников энергии наблюдается значительный прогресс, прежде всего в солнечной и ветровой генерации. Эти направления становятся ключевыми в борьбе с изменением климата и способствуют повышению конкурентоспособности стран на мировом рынке. Статья фокусируется на ветроэнергетике как перспективной технологии в сфере возобновляемых источников энергии, предлагая оценку возможных тенденций в будущем.

Статистический обзор мировой энергетики от BP[1] демонстрирует оптимистичную глобальную тенденцию разворачивания ветроэнергетики, хотя ее текущая доля в общем производстве электроэнергии составляет всего 6%. Прогнозы от IRENA предвещают, что к 2050 году до 35% потребляемой электроэнергии будет производиться ветром, но некоторые исследователи выражают более пессимистичные предсказания, ограничивая долю

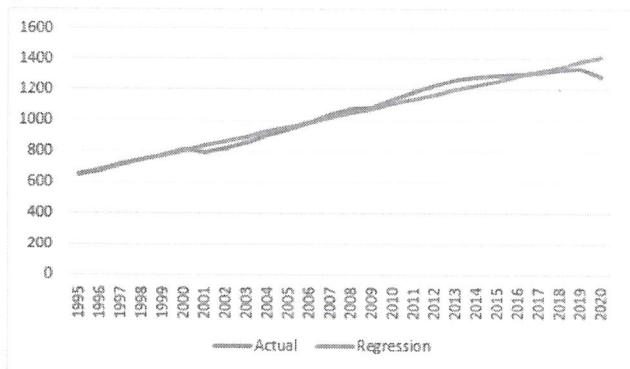
ветроэнергии до 15%. Цель данного доклада - прояснение прогнозов с применением моделей "Диффузии инноваций", чтобы лучше понять пути инноваций и анализировать тенденции развития ветроэнергетики к 2050 году.

Методика исследования

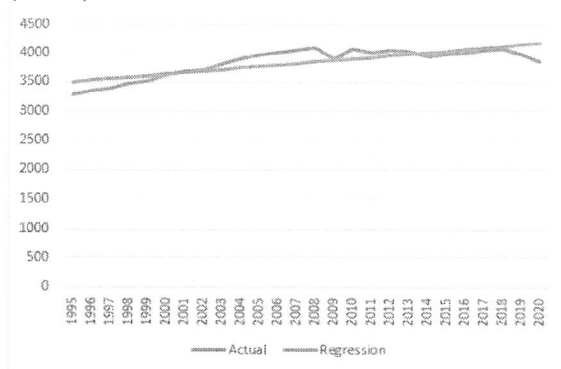
Мы проведём оценку регрессии на мировых данных, разделив анализ на пять ключевых регионов: Весь мир, Европа, Северная Америка, Южная и Центральная Америка, Азиатско-Тихоокеанский регион. По графикам мы покажем наличие линейного роста производства электроэнергии с течением времени в каждом из этих регионов.

Наша используемая модель регрессии выглядит следующим образом: $E(t) = a \cdot t + b$. Где E - это общая генерация электроэнергии, t - время, a и b - коэффициенты линейной регрессии. Эта модель позволяет нам не только оценить текущую динамику производства электроэнергии, но и предсказать будущий тренд в каждом из рассматриваемых регионов.

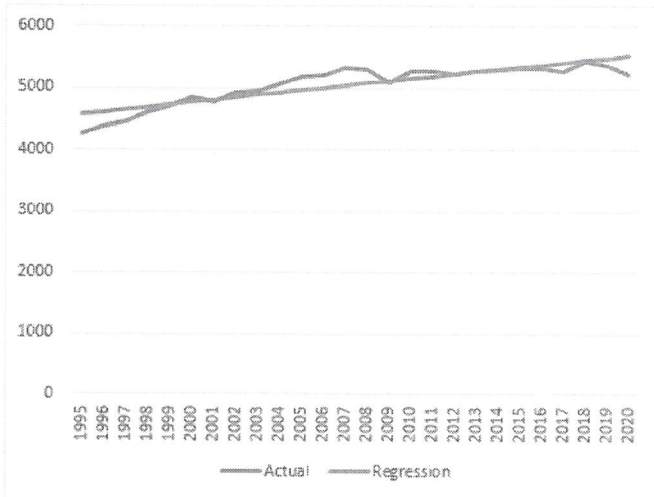
Генерация электроэнергии по всему миру (TWh)



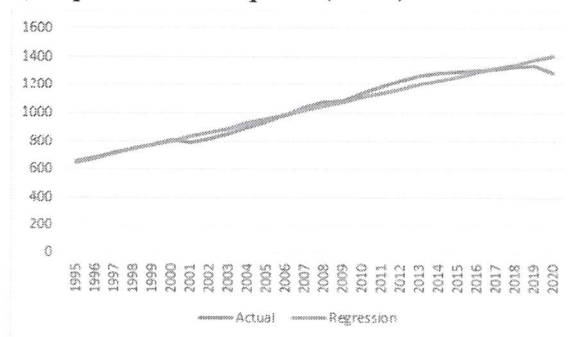
Генерация электроэнергии по Европе (TWh)



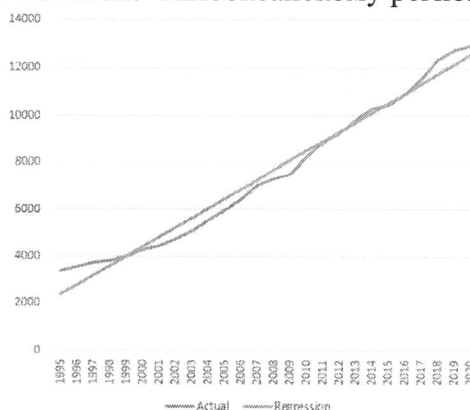
Генерация электроэнергии по Северной Америке (TWh)



Генерация электроэнергии по Южной и Центральной Америке (TWh)



Генерация электроэнергии по Азиатско-Тихоокеанскому региону (TWh)



Ветроэнергетика, признанная экологической инновацией, представляет собой ключевую область для применения моделей диффузии инноваций. Этот подход к анализу распространения новых идей и технологий в социальных системах становится ценным инструментом для прогнозирования будущего развития ветроэнергетики. Рассматривая эту отрасль с точки зрения инноваций, мы можем более точно определить ее перспективы и влияние на энергетический сектор, способствуя более эффективным стратегическим решениям и устойчивому развитию.

Для проведения исследования были использованы три стандартные модели Басса[2]:

Базовая модель:

$$S(t) = p * m + (q - p) * Y(t - 1) - \frac{q}{m} Y^2(t - 1) \quad (6)$$

Где $S(t)$ – продажи в период t ; $Y(t - 1) = \sum_{x=1}^{t-1} S(x)$ – совокупные продажи за период $[0 \dots t - 1]$; p – коэффициент инновации, q – коэффициент имитации, m – общее количество всех покупок.

Модель с переменным верхним пределом:

$$S(t) = p * M(t - 1) * k + (q - p) * Y(t - 1) - \frac{q}{(M(t - 1) * k)} Y^2(t - 1) \quad (7)$$

Где $S(t)$ – продажи в период t ; $Y(t - 1) = \sum_{x=1}^{t-1} S(x)$ – cumulative sales through the period $[0 \dots t - 1]$; p – коэффициент инновации, q – коэффициент имитации, M_i – общее производство электроэнергии в предыдущем году, k – предельная доля ветровой энергии в общем производстве электроэнергии.

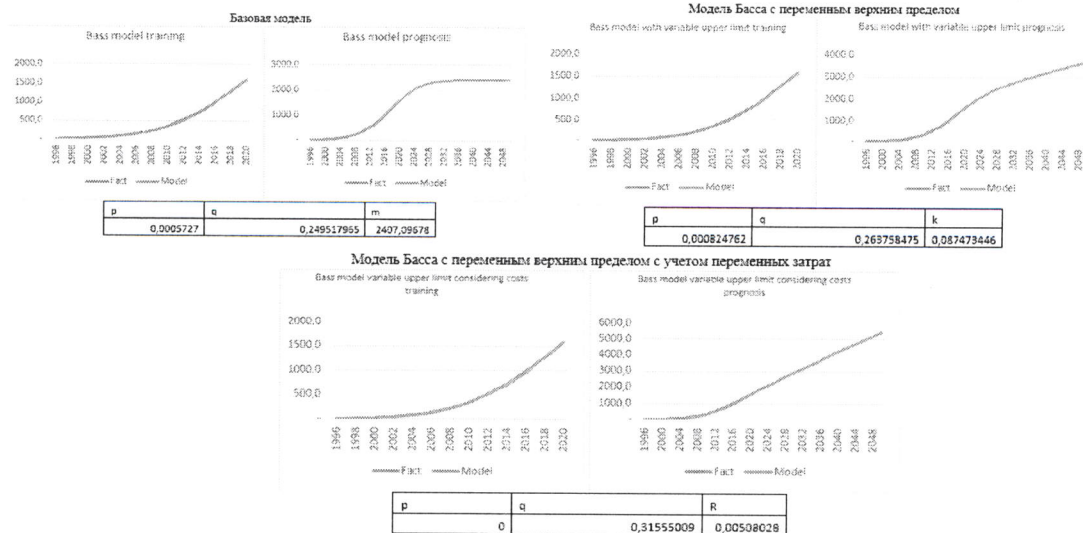
Модель с переменным верхним пределом с учетом переменных затрат:

$$S(t) = p * M(t - 1) * \frac{R}{R + c(t - 1)} + (q - p) * Y(t - 1) - \frac{q}{M(t - 1) * \frac{R}{R + c(t - 1)}} * Y^2(t - 1) \quad (8)$$

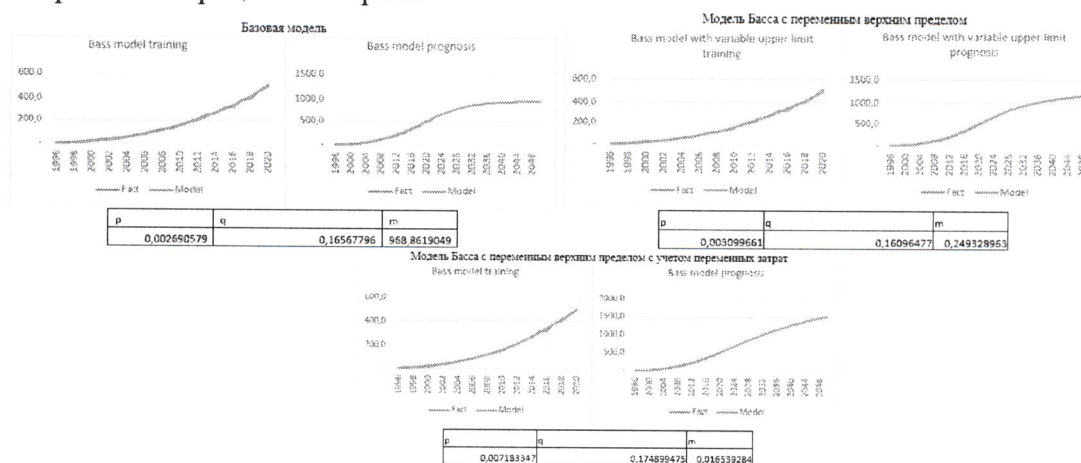
Где $S(t)$ – продажи в период t ; $Y(t - 1) = \sum_{x=1}^{t-1} S(x)$ – кумулятивные продажи за период $[0 \dots t - 1]$; p – коэффициент инновации, q – коэффициент имитации, $M(t-1)$ – общее производство электроэнергии в предыдущем году, R – коэффициент кривой цен, c_{t-1} – затраты на 1 кВт/ч в предыдущем году

В дальнейшем рассмотрим, как каждая из моделей покажет себя для каждого из набора данных и попробуем смоделировать прогноз до 2050 года.

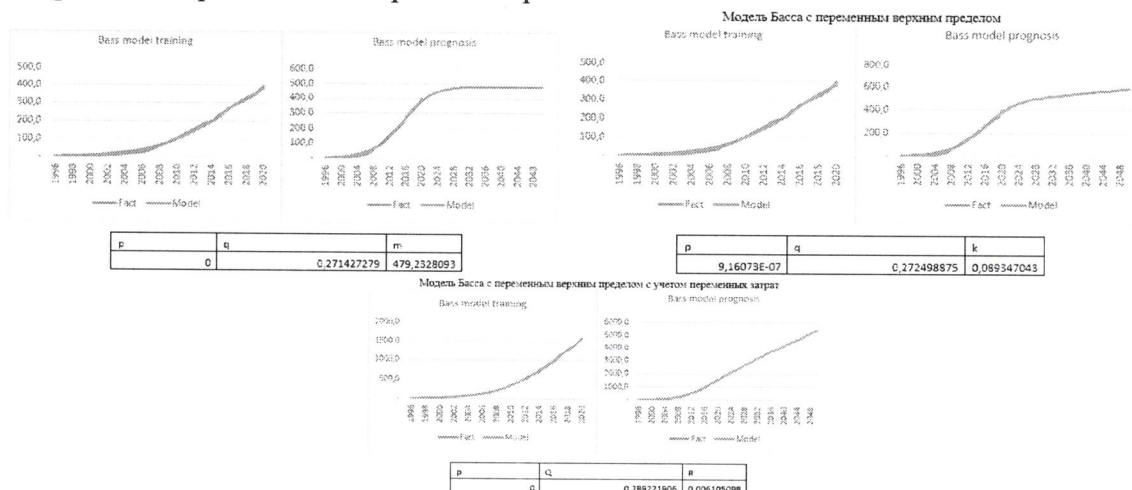
Ветровая генерация по всему миру



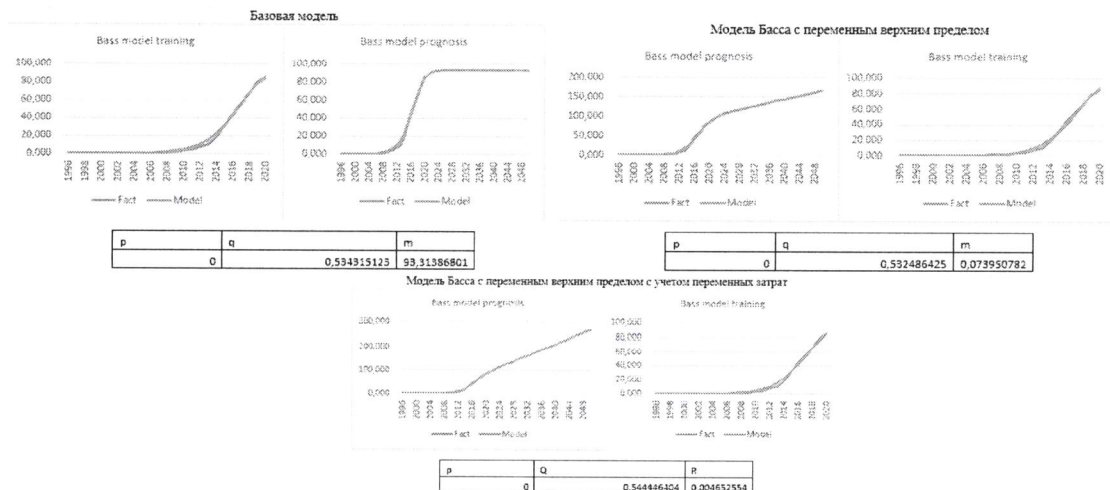
Ветровая генерация по Европе



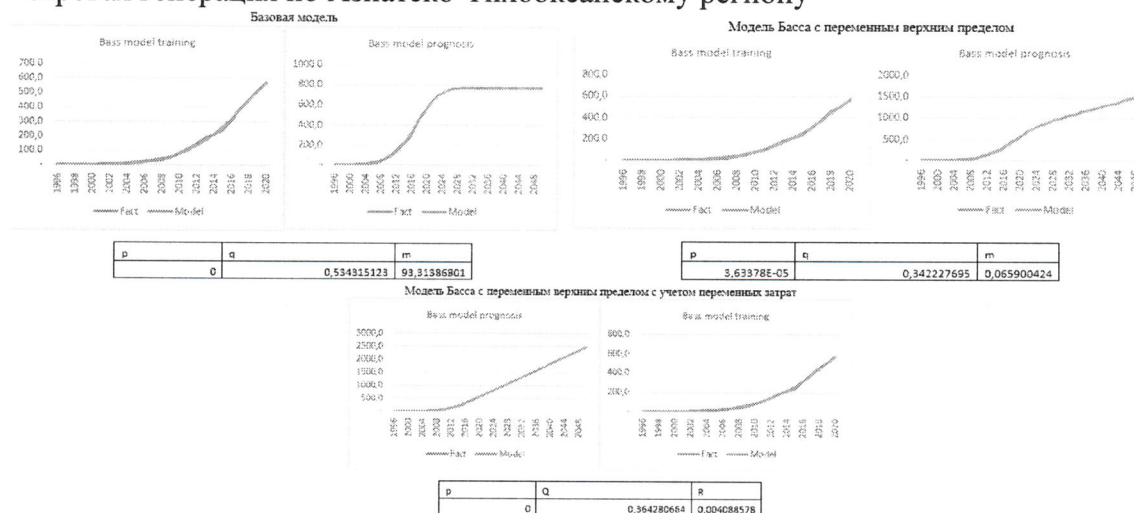
Ветровая генерация по Северной Америке



Ветровая генерация по Южной и Центральной Америке

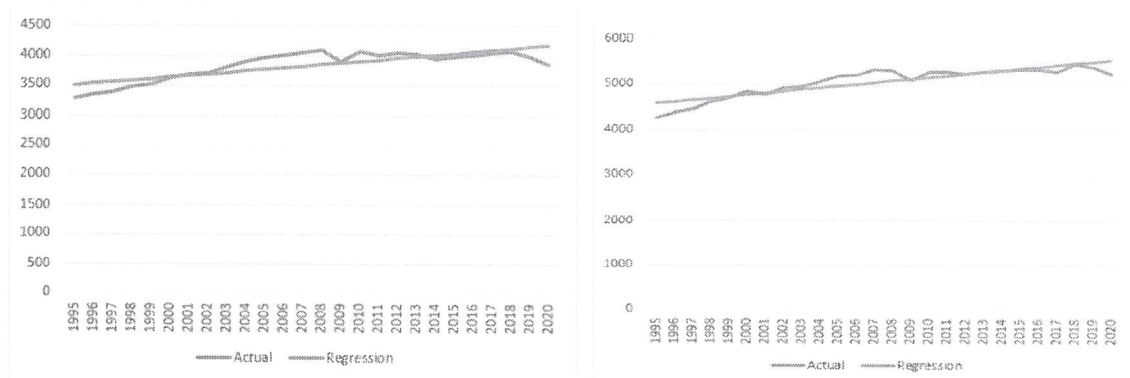


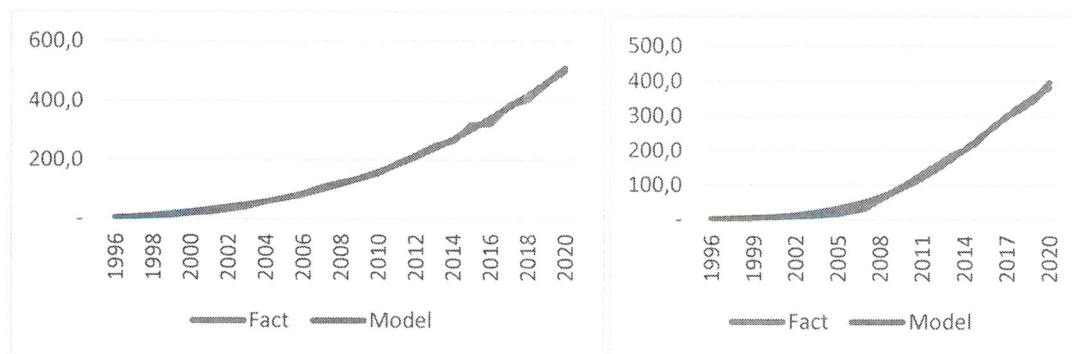
Ветровая генерация по Азиатско-Тихоокеанскому региону



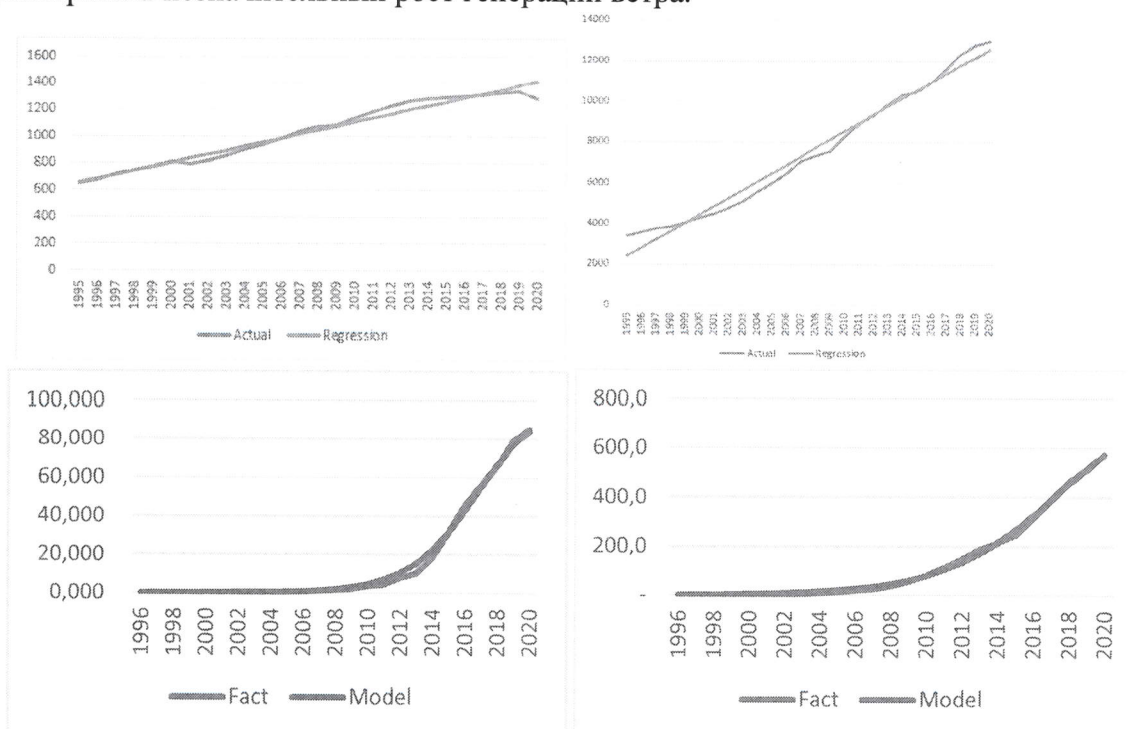
Заключение

Проанализировав производство электроэнергии и генерации ветра в Европе и Северной Америке в период 1995-2020 гг., учитывая развитие прогресса в данных регионах, можно предположить, что прогресс обеспечивается за счет замены традиционных источников на "зеленые"





Проанализировав производство электроэнергии и генерацию ветра в Южной Америке и Азиатско-Тихоокеанском регионе, наблюдаем двойной и тройной рост производства электроэнергии и незначительный рост генерации ветра.



Развитие мировой ветроэнергетики представляет собой перспективное направление в сфере возобновляемых источников энергии. Благодаря технологическим инновациям, увеличению эффективности ветрогенераторов и снижению стоимости производства, ветровая энергия становится все более конкурентоспособной. Перспективы ветроэнергетики также связаны с ее способностью обеспечивать устойчивое энергетическое будущее и создавать новые рабочие места, способствуя экономическому росту.

Список литературы

- [1] BP, Statistical Review of World Energy globally consistent data on world energy markets, (2020) 66. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>.
- [2] F.M. Bass, Bass 1969 New Prod Growth Model.pdf, Manage. Sci. 15 (1969) 215–227.