

Развитие возобновляемых источников энергии в региональных энергосистемах

В. А. Вербникова¹, В. А. Голубев²

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

¹verbvika@mail.ru, ²doveva@mail.ru

Аннотация: За последние 20 лет тренд развития возобновляемых источников энергии в целом по миру дает основания рассмотреть перспективы для страны и региона с учетом существующей традиционной системы энергоснабжения и потенциала развития других технологий и принципов. Регионализация в рассмотрении развития ВИЭ является одним из ключевых аспектов для анализа и прогнозирования динамики отрасли.

Ключевые слова: ВИЭ, регионализация, математическое моделирование, прогнозирование, энергетические системы

I. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наблюдается тренд на увеличение доли генерации с использованием возобновляемых источников энергии в европейских странах, США и Канаде. Так, в энергосистеме Калифорнии 30% электроэнергии генерируется с использованием ВИЭ, преимущественно на солнечных электростанциях (СЭС) и ветряных электростанциях (ВЭС). В России темпы развития ВИЭ [1] в силу обширности территорий сильно зависят от вида источника и региона рассмотрения, что усложняет задачу анализа и прогнозирования развития отрасли. Поэтому для решения задачи прогнозирования авторами была разработана математическая модель, при помощи которой было оценено региональное развитие ВИЭ и её взаимовлияние на существующую энергосистему.

II. АНАЛИЗ

При анализе развития технологий были проанализированы открытия в технологиях ВИЭ, после чего была выявлена корреляция, что всем пикам в росте ВИЭ предшествуют крупные открытия в рамках отраслей ВИЭ, а также завершения крупных проектов в отраслях. К примеру, в 2013 году компанией Sharp был совершён прорыв в области солнечных фотоэлементов, что позволило повысить их КПД до 44 % [2]. В 2014 году был реализован проект по строительству БиоЭС. В 2017 году был открыт крупный завод по производству инновационных солнечных панелей «HEVEL».

В связи с тем, что ВИЭ является наукоёмкой отраслью, то предлагается рассмотреть связь развития ВИЭ и развития технологий отраслей ВИЭ. Но так как при развитии технологии существует большое число разработок, которые не получают какого-либо развития. В связи с этим предлагается ввести связь между развитием технологий и проектами, которые действительно удалось реализовать.

Основываясь на данных суждениях, предполагается оценить корреляцию между статьями, написанными по технологиям в какой-либо из отраслей ВИЭ и реальными проектами, использующими описанную в статьях технологию или использующие результат статьи в

реальном проекте. Кроме того, предлагается оценить общую тенденцию развития проектов в рамках выбранной отрасли ВИЭ через стоимость разрабатываемых проектов. Последним критерием будет являться вероятность открытия. Данный критерий основывается на корреляции между технологиями реальных проектов и технологиями, описанными в высоко значимых статьях, которые можно считать неким фундаментальным трудом для отрасли.

В рамках проведённого исследования было выявлено, что основными сферами развития ВИЭ являются СЭС, ВЭС и БиоЭС. При этом в сфере СЭС намечается существенный рост количества проектов в разработке, что опять же связано с недавним развитием технологий в этой сфере. Приливные электростанции являются перспективными в плане развития, но на данный момент реализованных и функционирующих проектов нет.

В рамках разработки прогноза для оценки развития ВИЭ в различных регионах РФ было произведено расширение математической модели, представленной в статье «Energy Evolution: Forecasting the Development of Non-Conventional Renewable Energy Sources and Their Impact on the Conventional Electricity System». Там же проведены принцип её работы и математическое обоснование [3].

III. РЕГИОНАЛИЗАЦИЯ

На основе математической модели требуется сделать прогноз развития ВИЭ по регионам. Для этого были проанализированы сроки реализации проектов и было выявлено, что срок их реализации не превышает 5 лет, что позволяет сделать вывод о том, что текущий вектор развития ВИЭ останется прежним, как минимум на 5 лет, из чего следует, что прогнозные значения можно распределять по регионам в соответствии со значениями текущего развития ВИЭ.

В дальнейшем планирование проектов будет учитывать новые исследования по эффективности размещения объектов, что означает постепенное смещение распределения прогнозных значений в сторону значений пропорциональных потенциалу развития ВИЭ. В связи с реализацией проектов в среднем за 5 лет предполагается линейное смещение распределения процентных значений по региону.

Линейные смещения были найдены исходя из потенциалов, которые были оценены, исходя из исследований Географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова [4]. Использование этих коэффициентов позволяет получить региональный прогноз отраслей ВИЭ.

Полученные региональные прогнозы представлены ниже. Так как в рамках развития ВИЭ наблюдается

серьёзное влияние определённых регионов, на графиках будут представлены 3 региона с наибольшим развитием отрасли ВИЭ на прогнозируемый период.

В рамках ветроэнергетики кардинально ситуация не изменится, так как основным потенциалом в рамках РФ обладают южные регионы России, а также Дальневосточный округ. В связи с необходимостью многочисленных инвестиций для функционирования объектов ВЭС, большого распространения в рамках удалённых энергосистем, кроме Камчатской энергосистемы, данная отрасль не получит (рис. 1).

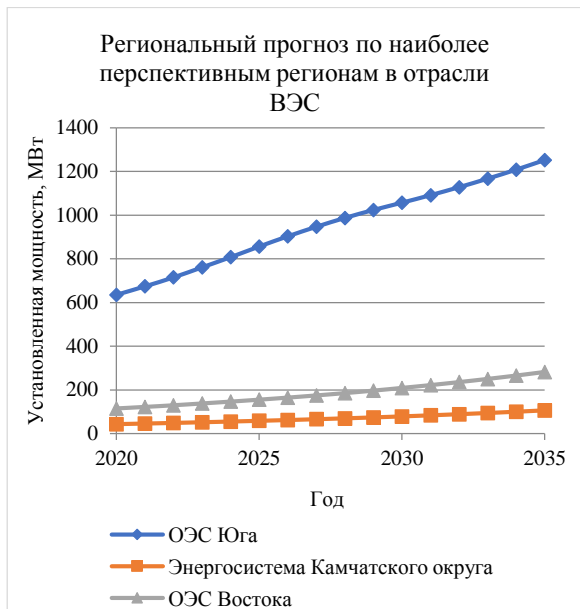


Рис. 1. Перспективные регионы по развитию ВЭС

Развитие солнечной энергетики в рамках регионов пойдёт по схожему сценарию, что и развитие ВЭС, т. е. будут развиваться регионы, в которых уже достаточно сильно представлена данная отрасль. Но есть и характерное отличие от отрасли ВЭС – это пик в районе 2028 года. Данную ситуацию можно объяснить тем, что сейчас формируется большое число работ и статей, посвящённых солнечной энергетике, которые находят своё отражение в пилотных проектах. При анализе методом Монте-Карло ввиду нормального распределения вероятности данный пик должен был сформироваться. Также на данный момент реализуется большое число долгосрочных проектов, которые могут завершиться именно к этому периоду (рис. 2).

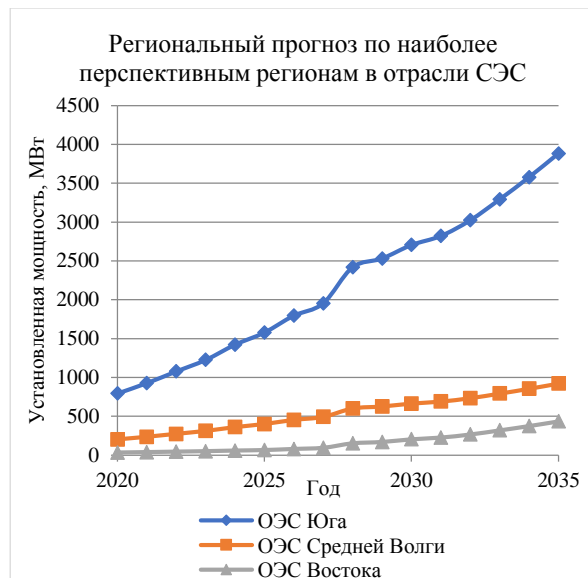


Рис. 2. Перспективные регионы по развитию СЭС

Для малых ГЭС отличительной особенностью станет высокая динамика развития данного вида ВИЭ. Данное направление является перспективным для развития отрасли ГЭС, и проекты малых ГЭС будут реализовываться, в том числе и в тех регионах, где это имеет ограничения с точки зрения масштаба, как например в OЭС Востока, где большая доля удалённых районов, для которых строительство крупной ГЭС не является экономически целесообразным (рис. 3).

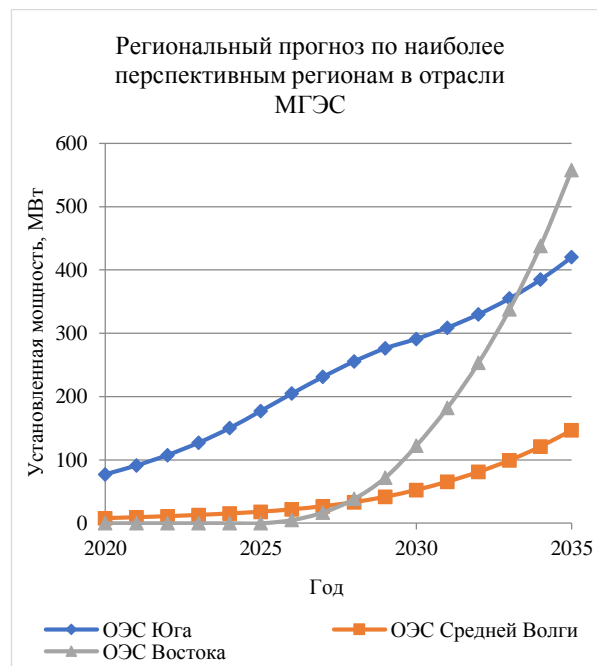


Рис. 3. Перспективные регионы по развитию МГЭС

На данный момент запущено несколько крупных проектов по переработке отходов биологического происхождения. Эти пилотные проекты показали свою высокую эффективность, в связи с чем, уже находятся в разработке новые масштабные проекты. Данная отрасль может с большой вероятностью стать ведущей отраслью ВИЭ в РФ, так как большое число регионов обладает высоким потенциалом для развития (рис. 4).

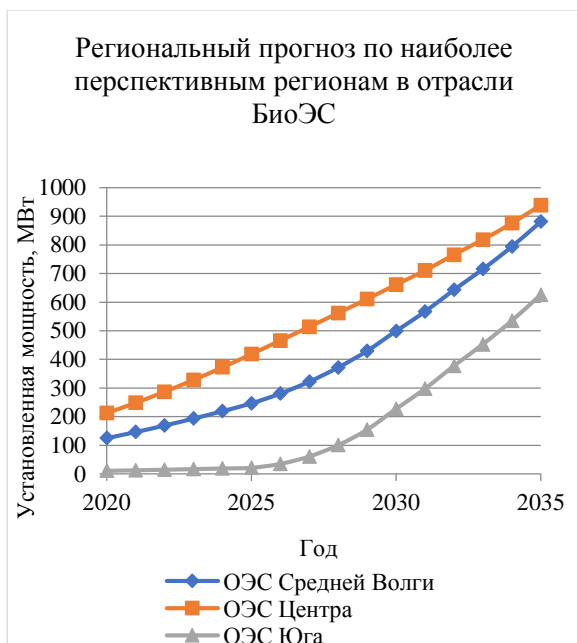


Рис. 4. Перспективные регионы по развитию БиоЭС

IV. ВЫВОДЫ

ВИЭ – это перспективная и динамично-развивающаяся часть энергетики, которая претерпит существенные изменения в ближайшей перспективе. В рамках моделирования была выявлена и подтверждена зависимость между развитием отраслей ВИЭ и развитием науки, а также сформирован прогноз развития. Ведущими, с точки зрения развития ВИЭ, на ближайшие 15 лет станут:

1. ОЭС Юга, как имеющая наибольшую долю ВИЭ на данный момент и обладающая потенциалом роста в дальнейшем;
2. ОЭС Востока – перспективная энергосистема с точки зрения развития ВИЭ, в связи с высоким потенциалом развития, а также определёнными региональными особенностями, как например рассредоточенность потребителей электроэнергии;
3. Энергосистема Камчатки является уникальной изолированной системой с высокой долей ВИЭ в балансе генерации электроэнергии. Обладая высоким потенциалом для развития различных отраслей ВИЭ, данный регион становится одним из наиболее перспективных;
4. ОЭС Северо-Запада, как система, обладающая средними параметрами по развитию всех отраслей ВИЭ, и обладая высоким потенциалом развития ПЭС, так как на данный момент единственный проект реализован именно на Северо-Западе РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Российский статистический ежегодник. Росстат. 2020, 686 с.
- [2] SHARP. Official site. [Электронный ресурс] URL: <https://global.sharp/solar/en/> (Дата обращения 09.06.2021)
- [3] Golubev V.A., Verbnikova V.A., Lopyrev I.A., Voznesenskaya D.D., Alimov R.N., Novikova O.V., Konnikov E.A. Energy Evolution: Forecasting the Development of Non-Conventional Renewable Energy Sources and Their Impact on the Conventional Electricity System. Sustainability 2021, 13, 12919. <https://doi.org/10.3390/su132212919>
- [4] Проект ГИС Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] URL: <https://gisre.ru/> (Дата обращения 13.06.2021)