

5. Дильман М.Д. Необходимость системного подхода к развитию традиционной и возобновляемой энергетики/Материалы IV Международного конгресса REENCON-XXI «Возобновляемая энергетика XXI век: Энергетическая и экономическая эффективность», Сколково, 5-6 ИЮНЯ 2018 г: ОИВТ РАН. 2018. - 25.

Научный руководитель: А.М. Антонова, к.т.н., доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ ТПУ.

## **ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

Н.А. Толмачев,<sup>1</sup> А.В. Филимоненко<sup>1</sup>, М.Р. Шлапак<sup>1</sup>, Н.М. Космынина<sup>2</sup>  
Томский политехнический университет<sup>1,2</sup>  
ИШЭ, ОЭЭ<sup>1,2</sup>, группа 5А93<sup>1</sup>

На нынешний момент Единая энергетическая система России, начало которой знаменуется декабрем 1992 года [2], образует 7 объединенных энергетических систем: Востока, Сибири, Урала, Средней Волги, Юга, Центра и Северо-Запада. Данная система включает в себя семьдесят одну энергетическую систему.

Историю Сибирской энергетики, по сути, можно начать со строительства в 1895 году первой городской электростанции [1]. Примечательно, что данная электростанция была возведена в Томске и имела паровую машину мощностью 66,88 кВт. Уже в 1899 году пришлось установить вторую паровую машину с мощностью 135 кВт. В 1926 году на территории города Новониколаевск была построена первая крупная электростанция ТЭЦ № 1, мощность которой достигала в 1928 году 3000 кВт.

Объединенная энергетическая система Сибири располагается на территории Сибирского Федерального Округа, а также частично на территории Дальневосточного Федерального Округа. По сути, данная местность включает в себя двенадцать субъектов Российской Федерации. Площадь, которую охватывает ОЭС Сибири, составляет практически пять миллионов квадратных метров, а суммарное количество человек чуть не доходит до двадцати миллионов человек.

Данная ОЭС имеет ряд своих особенностей и, очевидно, играет серьезную роль в энергетическом обеспечении государства. Примечательно, что на долю гидроэлектростанций приходится практически пятьдесят процентов общей установленной мощности ОЭС, а на долю атомных станций вовсе не приходится установленной мощности.

На сегодняшний день в работу Объединённой Энергосистемы Сибири (ОЭС Сибири) вносят вклад четыре типа электростанций: ТЭС, ГЭС, СЭС и ЭСПП [7]. Ветряные и атомные электростанции (ВЭС и АЭС соответственно) не входят в её состав. Энергия ветра не используется из-за нерентабельности сооружения ветряных установок ввиду отсутствия в данном регионе воздушных масс высокой скорости. (Рис. 1) [3]. В свою очередь, причина, по которой

не эксплуатируются АЭС, довольно закономерна: самым распространённым топливом для атомных электростанций, в основном, является уран U-235. Ядерное топливо обладает достаточно высокой теплопроводностью, ведь один килограмм U-235 заменяет 2900 тонн угля [6]. Учитывая, что на территории Сибири находится Кузнецкий угольный бассейн, который один обеспечивает 56% каменного и до 80% коксующегося угля, добываемого в России [4], размещение атомных электростанций в данном регионе является не совсем рациональным решением.

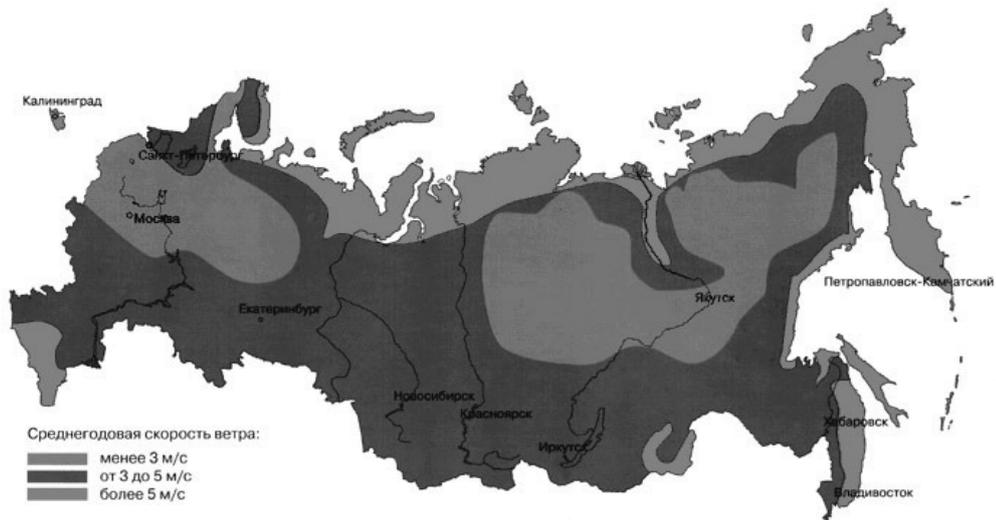


Рис. 1. «Средняя скорость ветра на территории России»

Помимо угольных запасов, на территории Сибирского края протекает множество крупнейших рек России, таких как Иртыш, Ангара, Енисей, Лена, Обь. Примечательно, что три последних входят в пятёрку самых полноводных рек нашей страны [5]. Именно поэтому на долю ГЭС приходится самый большой процент выработки электроэнергии – приблизительно 56,9 %, согласно данным на 2020й год [7]. Это связано с принципом работы гидроэлектростанции, основанном на принципе падения воды: с помощью плотины создаются верхний и нижний бьефы. Вода, падая по специальным трубам через плотину на лопасти вертикально расположенного генератора, приводит его ротор во вращение, что влечёт за собой выработку электроэнергии. Ротор генератора ГЭС достаточно широкий и имеет довольно малую, по сравнению с ротором ТЭС, частоту вращения. Такая гидроэлектростанция называется высоконапорной плотинной. Яркий пример такого сооружения - Саяно-Шушенская, расположенная на реке Енисей.

Выделяют ещё 2 вида ГЭС: русловые, в которых ротор турбогенератора устанавливается горизонтально, по течению реки, с небольшим перепадом высот, и гидроаккумулирующие электростанции, принцип работы которых похож на высоконапорные плотинные: между двумя озёрами строят плотину, по которой из нижнего озера на верхнее генераторы, раскручивая турбины, перегоняют воду. Преимущества ГАЭС в том, что для генераторов используется излишнее электричество, генерируемое электростанциями, например, в ночное время суток. Однако, когда энергия потребляется в большом количестве,

гидроаккумулирующая электростанция может сбрасывать воду и работать по принципу высоконапорной плотинной ГЭС. Таким образом, они обратимы, и позволяют запасать излишки вырабатываемой электроэнергии. Именно поэтому она и называется гидроаккумулирующими.

Второе место по количеству выработанной электроэнергии за 2020 год [7] приходится на ТЭС (около 38,5%). Теплоэлектростанция – это сооружение, которое преобразует энергию сжигания топлива (как правило, каменного угля или природного газа) в тепловую энергию горячего пара, а затем в механическую. Пар, попадая на лопасти турбины, раскручивает её, а она, в свою очередь, приводит во вращение вал генератора, в результате чего вырабатывается электроэнергия. Помимо угля и газа, в качестве топлива используются дрова, торф, горючие сланцы и даже мусор.

Тепловые электростанции бывают двух видов: конденсационные (КЭС) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Задача конденсационной электростанции, как правило, вырабатывать только электроэнергию. Она строится за городом, в основном рядом со скоплением топлива и воды [6]. ТЭЦ же, в отличие от КЭС, находится в городах, потому что их задача – отдать потребителям пар и горячую воду, и попутно выработать электроэнергию. Поэтому данный тип электростанций получил распространение в районах с большим потреблением электричества и тепла. Однако тепловое оборудование требует большей мощности в сравнении с электрическим. Это повышает требования к охране окружающей среды, поэтому целесообразно использовать высококачественное топливо для уменьшения выбросов в окружающую среду [6].

Меньшую долю от общего объема выработки электроэнергии составляют СЭС (1,3%) и ЭСПП (4,5%). В Сибирском округе ОЭС России на СЭС приходится 277 млн кВт·ч по данным 2020 года [7], 154 млн кВт·ч из них вырабатываются в республике Алтай, где в прошедшем году была запущена крупнейшая в Сибири солнечная электростанция мощностью 40 МВт в селе Амур Усть-Коксинского района [8]. Также были введены в эксплуатацию станции на 10 и 25 МВт в Чемале и селе Иня Онгудайского района, что свидетельствует о быстром развитии данной отрасли энергетики в отдаленных районах страны, способствуя не только обеспечению надежного электроснабжения, но и созданию новых рабочих мест.

Выработка электроэнергии от ЭСПП ежегодно колеблется около 9000 млн кВт·ч, что в отдельных регионах составляет до 10% потребления, являясь ценным участником энергосистемы Сибирского округа, в котором 7 из 10 субъектов имеют отрицательное сальдо.

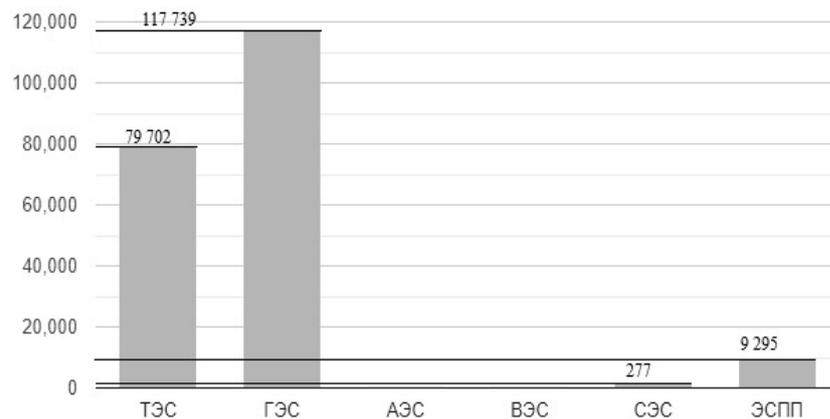


Рис. 2. «Диagramма распределения типов станций ОЭС Сибири»

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бутаков И.Н. К истории развития сибирской энергетики: // Известия Томского ордена трудового красного знамени Политехнического Института имени С.М. Кирова. 1957. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-istorii-razvitiya-sibirskoy-energetiki/viewer>. (Дата обращения: 05.11.2021)
2. Россети ФСК ЕЭС | История отрасли: [Электронный ресурс]. URL: [https://www.fsk-ees.ru/about/history\\_industry/](https://www.fsk-ees.ru/about/history_industry/) (Дата обращения: 05.11.2021)
3. Карта ветров России: [Электронный ресурс] // Портал энергосберегающих технологий. URL: <http://verdit.ru/finansing/karta-vetrov-rossii.html>. (Дата обращения 05.11.2021)
4. Расположение угольных бассейнов России: [Электронный ресурс] // Мониторинг цен металлопроката и стройматериалов от сотен поставщиков в г.Москва. URL: <https://www.mcena.ru/blog/metal/ugolnye-bassejny-rossii>. (Дата обращения: 05.11.2021)
5. Самые полноводные реки России: [Электронный ресурс] // Все реки - Информационный сайт о реках России. URL: <http://vsereki.ru/interesnoe-o-rekax/samye-polnovodnye-reki-rossii>. (Дата обращения 05.11.2021)
6. Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ. 1987 изд. М.: Альянс, 2021. 16 с.
7. Единая энергетическая система России: [Электронный ресурс] // АО "Системный оператор Единой энергетической системы". URL: <https://www.so-ops.ru/functioning/ees/ops2021/>. (Дата обращения: 05.11.2021)
8. Крупнейшую в Сибири солнечную электростанцию открыли в регион: [Электронный ресурс] // Республика Алтай. URL: [https://altai-republic.ru/news\\_lent/news-archive/32071/](https://altai-republic.ru/news_lent/news-archive/32071/). (Дата обращения: 05.11.2021)

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ.