

ТРАНСПОРТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Давыдов Г.И., Хоютанов А.М., Васильев П.Ф.

Ключевые слова: гибкие системы, тиристорный стабилизатор параметров, FACTS, «нулевая» длина, Арктика.

Аннотация. Для обеспечения надежности и экономичности электроснабжения с максимальным использованием преимуществ централизованного электроснабжения необходимо расширять зону влияния электроэнергетической системы Якутии. Для этого, наравне с широкомасштабной интеграцией солнечных и ветровых электростанций, следует реализовать до сих пор неизвестные задачи транспорта электрической энергии в условиях Севера и Арктики на базе гибких систем передачи электроэнергии с применением тиристорного стабилизатора напряжения. В будущем электроэнергетическая система должна быть гибкой, надежной, экономически эффективной и экологически безопасной. Такую комбинацию задач можно решить с помощью интеллектуальных технологий, и в данном контексте, значимость гибких систем передачи электрической энергии переменным током (Flexible Alternation Current Transmission System – FACTS) будет все больше возрастать при развитии электроэнергетических систем.

ELECTRIC ENERGY TRANSPORT IN THE ARCTIC

Davydov G.I., Khoiutanov A.M., Vasilyev P.F.

Keywords: flexible systems, thyristor parameter stabilizer, FACTS, «zero» length, Arctic.

Abstract. To ensure reliability and economy of power supply with the maximum use of the advantages of centralized power supply, it is necessary to expand the zone of the electric power system of Yakutia. To this end, along with the large-scale integration of solar and wind power stations, it is necessary to realize until now unknown tasks of transporting electric energy in the conditions of the North and the Arctic on the basis of innovative technologies. In the future, the electric power system must be flexible, reliable, cost-effective and environmentally safe. Such a combination of tasks can be solved with the help of intelligent technologies, and in this context the significance of Flexible Alternative Current Transmission System (FACTS) will increase more and more with the development of electric power systems.

Сегодня одним из приоритетов внутренней политики государства является развитие арктических территорий – создание новой инфраструктуры, развитие транспортного сообщения, расширение социальной, образовательной и научной сфер, укрепление арктических границ и обороноспособности. Арктика – особая территория, отличающаяся богатейшими природными ресурсами, хрупкой экосистемой, крайне дискомфортными климатическими условиями для проживания населения. Освоение и разработка месторождений полезных ископаемых в районах Крайнего Севера и Арктики при необходимости сохранения экологического баланса являются важнейшими задачами современности.

При объединении энергосистем Восточной Сибири, Дальнего Востока, Республики Саха (Якутия) и Магаданской области будут вовлечены электрические мощности кластера гидроэлектростанций: Братской ГЭС, Усть-Илимской ГЭС, каскада Вилюйских ГЭС, Колымской ГЭС, Усть-Среднеканской ГЭС, Зейской и Бурейской ГЭС, выработка электроэнергии на

которых значительно дешевле выработки тепловых, дизельных, солнечных и ветровых электростанций. Поэтому для обеспечения надежности и экономичности электроснабжения с максимальным использованием преимуществ централизованного электроснабжения необходимо расширять зону влияния электроэнергетической системы (ЭЭС) Якутии. Для этого, наравне с широкомасштабной интеграцией солнечных и ветровых электростанций, следует реализовать до сих пор неизвестные задачи транспорта электрической энергии с учетом условий Севера и Арктики России на базе инновационных внедряемых технологий.

Дальнейшее развитие транспортных систем электроэнергии должно сопровождаться разработками на базе интеллектуальных технических решений, направленных на совершенствование элементов линий электропередачи; автоматизацией процессов передачи электроэнергии, позволяющих в конечном итоге получить более экономичные и надежные линии, обеспечивающие требуемое качество напряжения, пропускную способность и устойчивую работу в замкнутом цикле.

Участвуя в разработке «Инвестиционной стратегии Республики Саха (Якутия) на период до 2016 года и основных направлений до 2030 года» нами разработан и предложен вариант альтернативного электроснабжения промышленных центров арктической зоны суммарной мощностью 140 МВт от магистральной межсистемной связи, объединяющей Восточную Сибирь, Дальний Восток, Республику Саха (Якутию) и Магаданскую область путем строительства линии электропередачи (рис. 1) «Хандыга – Усть-Куйга» протяженностью 825 км на напряжении 220 кВ пропускной способностью 203 МВт [1].

Для передачи электроэнергии переменным током на дальние и сверхдальние расстояния предпочтение следует отдать полуволновым электропередачам, поскольку они, по условию устойчивости, не требуют дополнительных затрат на компенсацию реактивной мощности, при этом обладают повышенной пропускной способностью. Однако целесообразность настройки на полуволну возникает при длине линии 1500 км и более. Линию, длина которой меньше 1500 км, целесообразно привести к линии «нулевой длины» [2].

Поскольку рассматриваемая линия, протяженность которой меньше граничной длины 1500 км, то ее реактивное сопротивление следует скомпенсировать и привести, с помощью разработанного в Институте физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН тиристорного стабилизатора параметров (ТСП), к линии «нулевой» длины для повышения пропускной способности и стабилизации режима напряжения вдоль линии.

ТСП состоит из устройства тиристорного стабилизатора напряжения с искусственной коммутацией ключей и стабилизатора реактивных параметров, управляемых общей системой (СУ) для создания режима линии «нулевой длины» электропередачи Хандыга – Усть-Куйга. Устройство ТСП обеспечивает достаточную амплитуду ($\pm 20\%$) стабилизации напряжения и

быстродействие 0,25Т. Искусственная коммутация необходима для ограничения токов короткого замыкания (или сверхперегрузки) в аварийных ситуациях на линии [3].

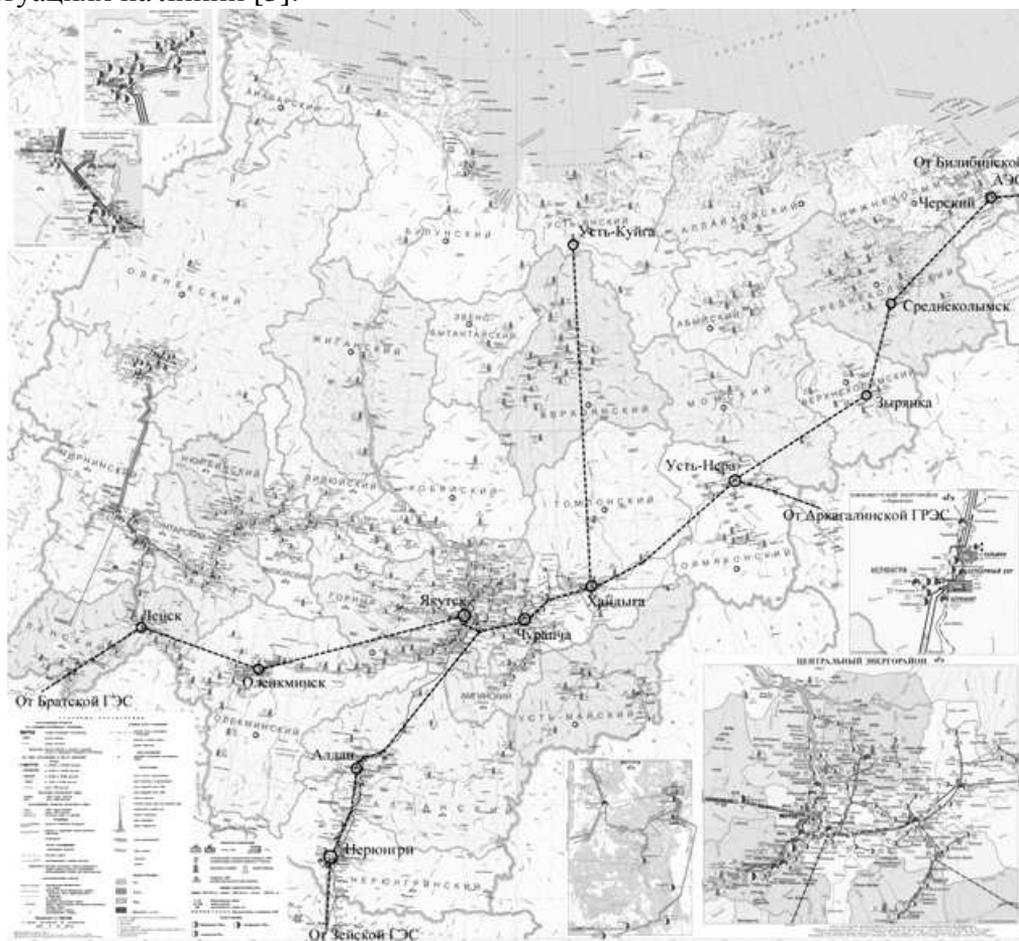


Рис. 1. Магистральная линия электропередачи Северного направления для электроснабжения арктических районов

В будущем, электроэнергетическая система должна быть гибкой, надежной, экономически эффективной и экологически безопасной. Такую комбинацию задач можно решить с помощью интеллектуальных технологий, и в данном контексте, значимость гибких систем передачи электрической энергии переменным током (Flexible Alternation Current Transmission System – FACTS) будет все больше возрастать при развитии ЭЭС.

Список литературы

1. Давыдов Г.И., Кобылин А.В., Ли-Фир-Су Р.П., Седалищев В.А., Нестеров А.С. Альтернативные источники электроэнергии для снабжения предприятий промышленных центров Арктической зоны Якутии // Электротехника. 2017. № 9. С. 84-88.

2. Давыдов Г.И. Хоютанов А.М., Васильев П.Ф. Кобылин В.П. Гибкие системы передачи электрической энергии на северо-востоке России // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т.22. №5(136). С. 115-121.
3. Davydov G.I., Vasilyev P.F. Flexible Systems for the Transmission of Electrical Energy Over Long Distances. // 2019 International Science and Technology Conference "EastConf". IEEE, 2019. DOI 10.1109/EastConf.2019.8725423

References

1. Davydov G.I., Kobylin A.V., Li-Fir-Su R.P., Sedalishchev V.A., Nesterov A.S. Alternative sources of electric power for supplying enterprises of industrial centers of the Arctic zone of Yakutia // Electrical Engineering. 2017. Vol. 9. P.84-88.
2. G.I. Davydov, A.M. Khoiutanov, P.F. Vasilyev, V.P. Kobylin. Flexible electric energy transmission system in the north-east of Russia // Proceedings of ISTU. 2018. Vol. 22. No 5(136). P. 115-121.
3. Davydov G.I., Vasilyev P.F. Flexible Systems for the Transmission of Electrical Energy Over Long Distances. 2019 International Science and Technology Conference "EastConf". IEEE, 2019. DOI 10.1109/EastConf.2019.8725423

Давыдов Геннадий Иванович – научный сотрудник, dav_gen@mail.ru	Davydov Gennady Ivanovich – researcher, dav_gen@mail.ru
Хоютанов Александр Михайлович – научный сотрудник, shuriklater@mail.ru	Khoiutanov Alexander Mikhailovich – researcher, shuriklater@mail.ru
Васильев Павел Филиппович – кандидат технических наук, заведующий отделом электроэнергетики, kb-8@mail.ru	Vasilyev Pavel Filippovich – candidate of technical sciences, Head of the Department of Electricity, kb-8@mail.ru
Институт физико-технических проблем Севера имени В.П. Ларионова СО РАН, г. Якутск, Российская Федерация	Larionov Institute of the Physical-Technical Problems of the North SB RAS, Yakutsk, Russia

Received 25.11.2020