

Схема выдачи мощности Балтийской АЭС 2x1150 МВт

Николай Васильевич Степанов

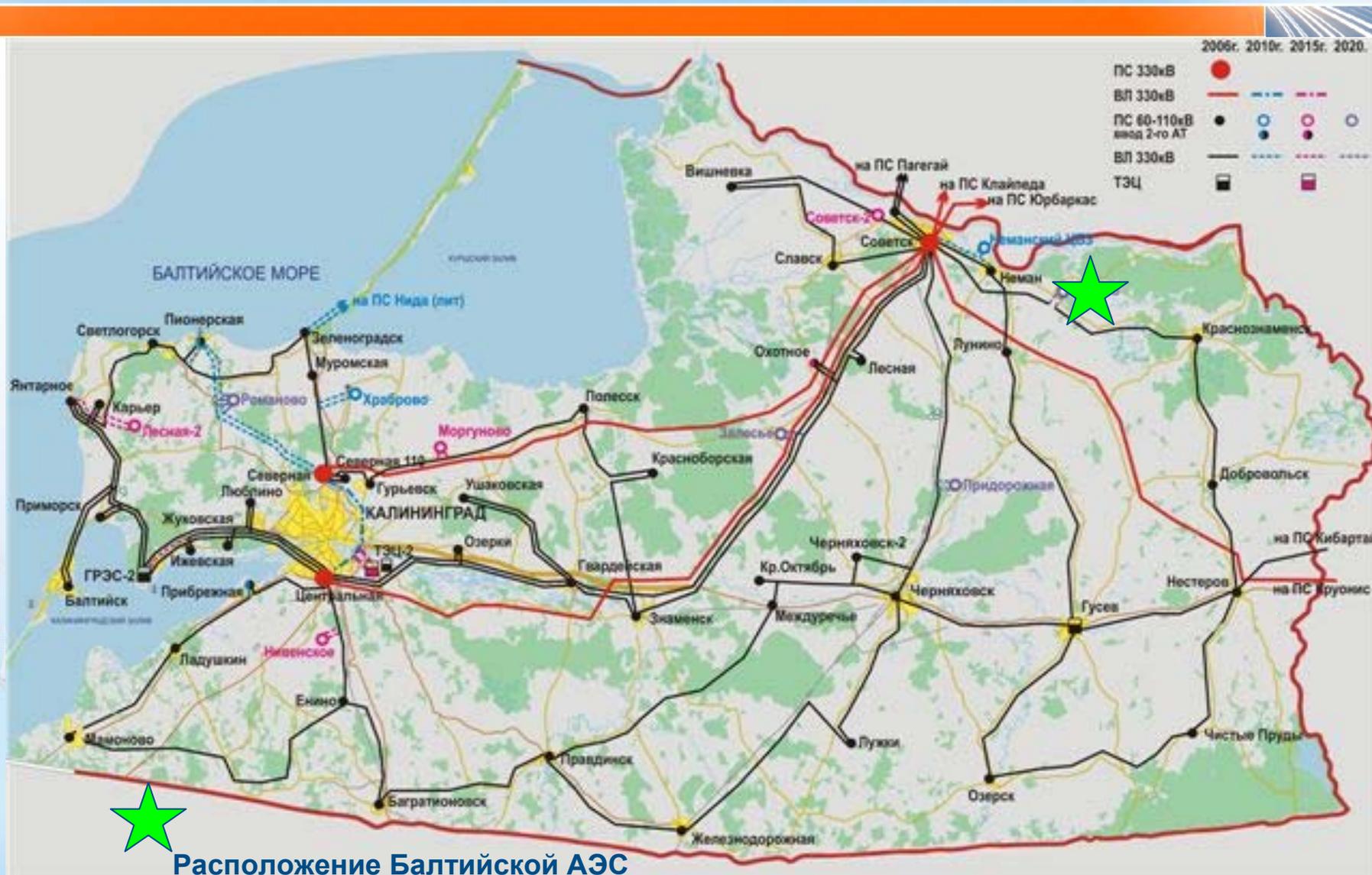
**Руководитель Департамента оперативно-
технического сопровождения торговой
деятельности**

www.interrao.ru

Схема основной сети энергетического кольца БРЭЛЛ (Беларусь–Россия–Эстония–Латвия–Литва)

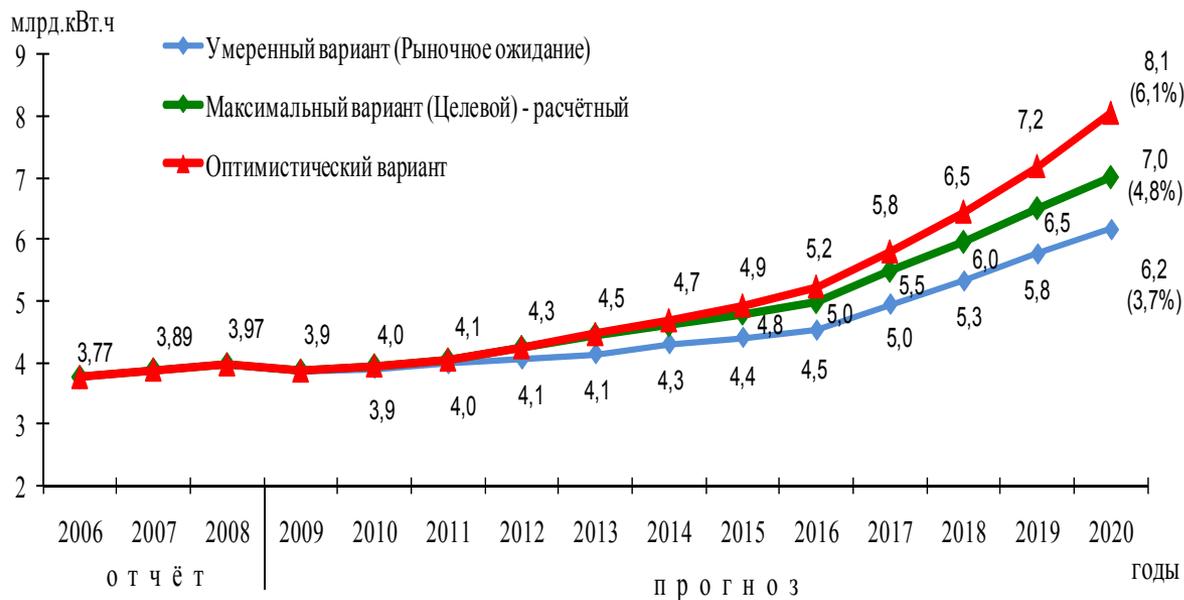


Энергетическая система Калининградской области



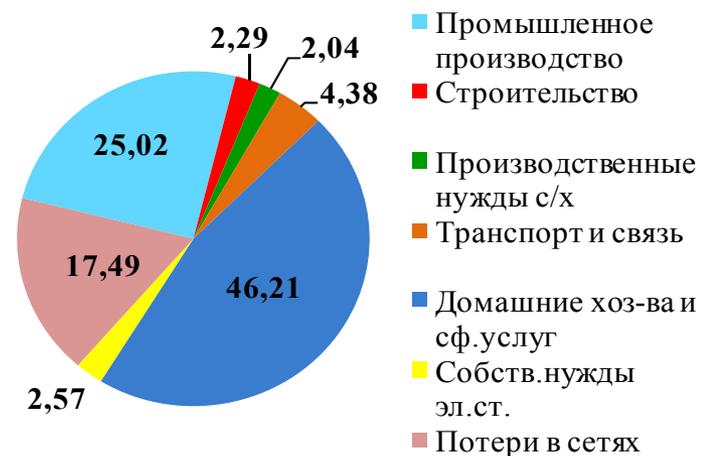
Расположение Балтийской АЭС

Электропотребление Калининградской области на период до 2020 г.



Примечание: В скобках приведены среднегодовые темпы прироста за 2009-2020 гг.

Структура электропотребления по видам экономической деятельности за 2008 г., %



Максимальные нагрузки Калининградской энергетической системы на период до 2020г.



Числа часов использования максимальной электрической нагрузки

Варианты электропотребления	отчет			прогноз											
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Умеренный (рыночное ожидание)	5550	5745	5902	5900	5790	5780	5770	5750	5750	5750	5750	5750	5750	5750	5750
Максимальный (целевой) - расчетный	5550	5745	5902	5900	5800	5790	5780	5770	5760	5750	5755	5760	5765	5770	5775
Оптимистический	5550	5745	5902	5900	5800	5790	5780	5770	5760	5750	5760	5770	5780	5790	5800

Базовые условия для разработки схемы выдачи мощности (СВМ) Балтийской АЭС



- ❁ Сооружение Балтийской АЭС обусловлено необходимостью обеспечения электроэнергией потребителей Калининградской области в долгосрочной перспективе и повышения надёжности Калининградской энергосистемы.
- ❁ Избыточная электроэнергия (мощность) Калининградской ЭС передаётся в энергообъединение ОЭС/ЕЭС.
- ❁ Избыточная электроэнергия (мощность) Калининградской ЭС передаётся в энергообъединение ОЭС/ЕЭС (ЭК БРЭЛЛ) и в энергосистемы ENTSO-E через ВПТ/ППТ по долгосрочным контрактам.

Внестадийная работа «Разработка схемы выдачи мощности Балтийской АЭС установленной мощностью 2x1150 МВт»



Основная цель внестадийной работы - разработка и обоснование вариантов схемы выдачи мощности Балтийской АЭС установленной мощностью 2x1150 МВт на перспективу до 2020 г. с учетом экспорта электроэнергии в энергосистемы ENTSO-E с возможным сооружением электропередач и вставок постоянного тока.

Заказчик ОАО «ИНТЕР РАО ЕЭС»



Исполнитель ОАО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»



Техническое задание на выполнение работы согласовано ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «СО ЕЭС». Работа выполнена в период июль 2009 г. – май 2010 г.

В ходе выполнения работы:

- разработаны предложения по схеме выдачи мощности Балтийской АЭС;
- рассчитаны статическая и динамическая устойчивость по выбранным вариантам;
- проведены расчеты трех- и однофазных токов КЗ на шинах Балтийской АЭС и в примыкающих узлах Калининградской энергосистемы на годы ввода энергоблоков и 2020 год;
- разработаны основные технические решения по оснащению устройствами РЗ, ПА, связи, АСДУ, АИИСКУЭ Балтийской АЭС и модернизации комплексов РЗ и ПА на иных энергообъектах для рекомендуемого варианта схемы выдачи мощности станции.

Развитие межгосударственных электрических связей в Балтийском регионе



1. Литва – Швеция, кабель постоянного тока 1000 МВт.

2. Эстония – Финляндия, кабель постоянного тока 650 МВт.

3 Алитус (Литва)–Эльк (Польша), ППТ 1000 МВт.

4. Рось(Беларусь)–Нарев (Польша), ППТ 600 МВт

Возможные направления передачи избытка электроэнергии (мощности) Балтийской АЭС



- **В ЕЭС России;**
- **В энергосистемы стран Балтии;**
- **В энергосистемы Польши и Германии (с созданием сетевой инфраструктуры);**
- **В энергосистемы Финляндии и Швеции (при достижении договорённости с Литвой и Эстонией о пользовании ППТ).**

Необходимо усиление электрических связей Калининград–Литва:

- сооружение второй ВЛ 330 кВ Советск–Клайпеда (с заходом на Балтийскую АЭС),
- сооружение второй ВЛ 330 кВ Советск–Юрбаркас (с заходом на Балтийскую АЭС).

Рассматривается сооружение:

- вставки постоянного тока (ВПТ) в районе г.Мамоново (электрическая связь Калининград–Польша);
- передачи постоянного тока (ППТ кабельная линия) по дну Балтийского моря (электрическая связь Калининград–Германия).

Схема основной сети энергетической системы Калининградской области на конец 2010 года

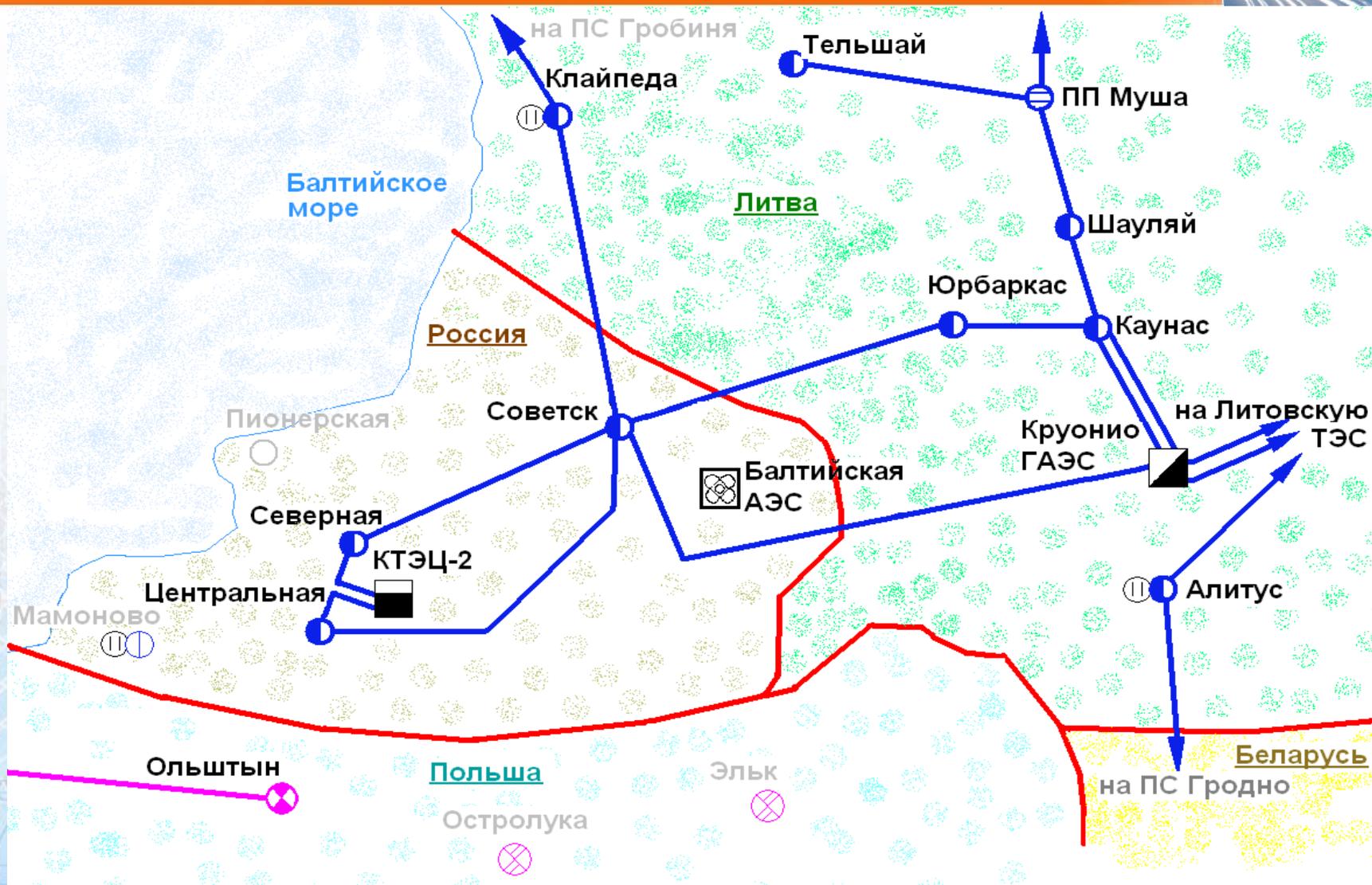


Схема основной сети энергетической системы Калининградской области на 2016 год

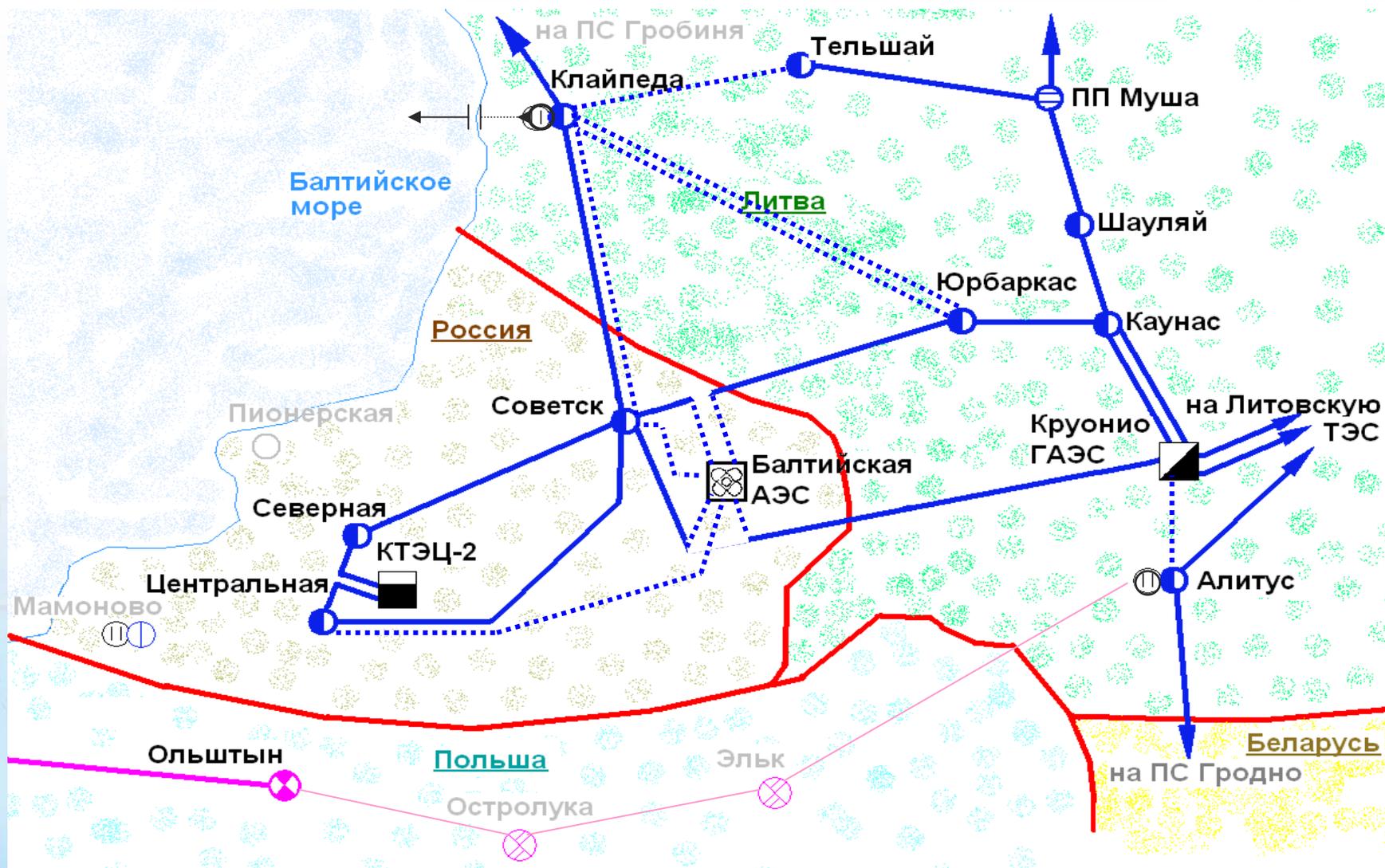
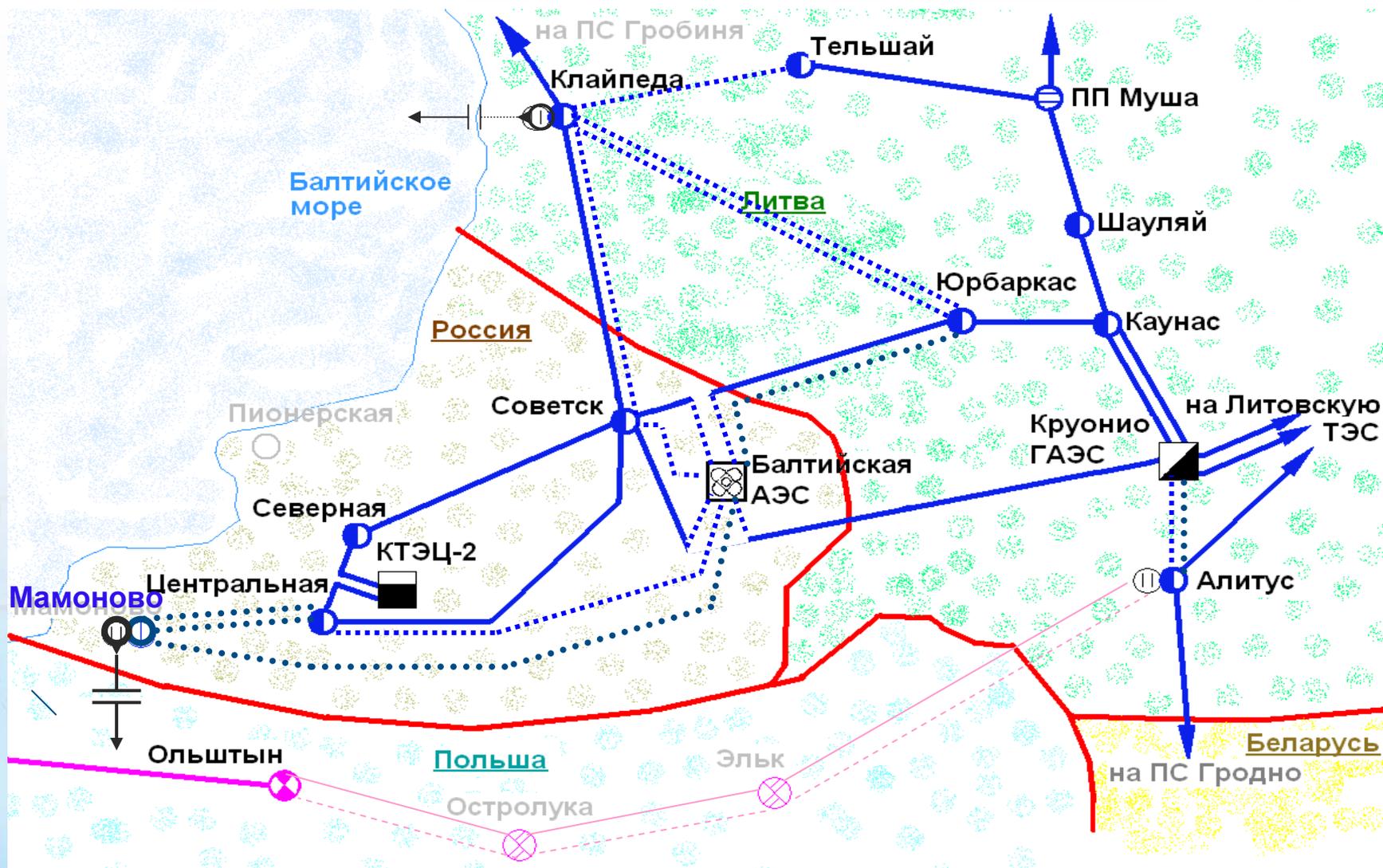


Схема основной сети энергетической системы Калининградской области на 2018 год



Результаты исследования устойчивости Калининградской энергосистемы (после ввода Балтийской АЭС) (1)



Статическая устойчивость

- ☀ При условии прохождения трасс новых ВЛ 330 кВ Советск-Клайпеда и Балтийская АЭС-Юрбаркас в разных коридорах с существующими ВЛ, пропускная способность сечения Калининград-Литва не ограничивает мощность электростанций Калининградской энергосистемы при выдаче избытков в направлении Литвы в нормальной схеме, на обоих этапах развития АЭС, вне зависимости от сезона года. В ремонтной схеме ограничения мощности составят от 260 МВт (зима) до 650 МВт (лето).
- ☀ В случае сооружения вторых цепей ВЛ 330 кВ Советск-Клайпеда и Балтийская АЭС-Юрбаркас (на общих опорах), новые двухцепные ВЛ рассматриваются, как один элемент. Мощности электростанций Калининградской энергосистемы ограничиваются исходя из возможности отключения двухцепной линии при выдаче избытков мощности в направлении Литвы, как в нормальной, так и ремонтной схемах. Ограничения мощности электростанций Калининградской энергосистемы составят в нормальной схеме - до 210 МВт (зима) / 620 МВт(лето), в ремонтной схеме - до 420 МВт(зима) / 880 МВт (лето).
- ☀ В ремонтной и послеаварийной схемах поддержание допустимых перетоков мощности в сечении Калининград-Литва осуществляется за счёт разгрузки Калининградской ТЭЦ-2 до технического минимума и изменения загрузки блоков Балтийской АЭС в диапазоне 50-100 % от установленной мощности блока.

Результаты исследования устойчивости Калининградской энергосистемы (после ввода Балтийской АЭС) (2)



Динамическая устойчивость

- ❁ Расчеты динамической устойчивости Балтийской АЭС проводились на год ввода каждого из энергоблоков АЭС для нормальной и ремонтной схем при полной мощности Калининградской ТЭЦ-2.
- ❁ Для каждого варианта схемы выдачи мощности определялся максимально допустимый переток в сечении Калининград–Литва, по условию динамической устойчивости системы. Проверка производилась при наиболее тяжелых возмущениях в нормальной схеме – неуспешных АПВ и КЗ с отказом выключателя, а также в ремонтной схеме, характеризующейся наибольшим ослаблением внешней сети.
- ❁ Анализ результатов расчетов показал, что динамическая устойчивость Балтийской АЭС обеспечивается при всех нормативных возмущениях для схемы выдачи мощности Балтийской АЭС на обоих этапах ее развития.
- ❁ Хорошие показатели динамической устойчивости Балтийской АЭС обусловлены, в основном, большими значениями постоянной инерции блоков Балтийской АЭС, которые определяют ход переходного процесса в системе, а также наличием на электростанциях автоматических регуляторов возбуждения сильного действия.

Результаты расчета токов короткого замыкания



№ пп.	Наименование подстанций	Наименование систем шин	J _{откл.} выключателя	Ток, к.з., кА			
				2016 год		2018 год	
				Трехфазный J ⁽³⁾	Однофазный J ⁽¹⁾	Трехфазный J ⁽³⁾	Однофазный J ⁽¹⁾
1	БАЭС	шины РУ 330 кВ		31,6	30,6	42,6	44,3
2	Советск	шины РУ 330 кВ	31,5	29,2	25,6	33,7	29,7
		шины РУ 110 кВ	40	23,1	24,8	23,7	25,4
3	Северная	шины РУ 330 кВ	31,5	12,6	12,3	13,7	13,0
		шины РУ 110 кВ	40	29,3	34,0	30,7	35,3
4	Центральная	шины РУ 330 кВ	20	14,8	14,8	17,1	16,8
		шины РУ 110 кВ	40	30,6	34,6	32,1	36,0
5	КТЭЦ-2	шины РУ 330 кВ	31,5	14,6	15,9	16,4	17,5
		шины РУ 110 кВ	40	29,2	34,4	30,2	35,5
6	ПС ПТ Мамоново	шины РУ 330 кВ				12,0	10,6

Отключающая способность выключателей 330 кВ РУ Балтийской АЭС должна быть не менее 50 кА.

При реконструкции ПС 330 кВ Советск (к вводу блока №1 Балтийской АЭС) рекомендуется установка выключателей с отключающей способностью не менее 40 кА.

Перспективный баланс Калининградской энергосистемы, выдача избытков



Параметр	При вводе первого энергоблока 2017 г.				При вводе второго энергоблока 2019г.			
	Зима макс	Зима мин	Лето макс	Лето мин	Зима макс	Зима мин	Лето макс	Лето мин
Располагаемая мощность электрических станций Калининградской ЭС, МВт	2110				3270			
в т.ч. Балтийская АЭС	1150				2300			
Нагрузка Калининградской ЭС, МВт	990	680	660	460	1210	860	840	610
Избытки Калининградской ЭС, МВт	1120	1430	1450	1650	2060	2410	2430	2660
- в синхронное объединение	1120	1430	1450	1650	1260	1610	1630	1860
- в ENTSO-E (ВПТ/ППТ)	(320)	(630)	(650)	(850)				
	(800)	(800)	(800)	(800)	800	800	800	800
Максимально допустимый переток в сечении Калининградская энергосистема-Литва (без учета действия ПА), МВт								
<i>нормальная схема:</i>								
зимнего периода	1220				2750			
летнего периода	1030				2260			

Возможности резервирования энергоблоков Балтийской АЭС и регулирования избытков мощности Калининградской энергосистемы



Для резервирования аварийного отключения энергоблока 1150 МВт Балтийской АЭС возможны следующие решения:

- получение резерва мощности из ЕЭС России;
- загрузка генерирующих источников в Балтийском регионе (покупка резерва);
- автоматическое отключение передачи постоянного тока Калининградская энергосистема-ENTSO-E.

Для регулирования мощности возможны следующие решения:

- приём/отдача мощности в/из ЕЭС России;
- использование регулировочных возможностей энергоблоков Калининградской ТЭЦ-2;
- использования регулировочных возможностей энергоблоков Балтийской АЭС;
- использование регулировочных возможностей генерирующих источников БРЭЛЛ.

Целесообразно рассмотреть возможность сооружения в Калининградской энергосистеме ГАЭС.

Предложения о сотрудничестве нашим зарубежным партнёрам



- ☀ Совместное инвестирование в развитие межгосударственной сетевой инфраструктуры для:
 - обеспечения устойчивой и надёжной работы Калининградской энергосистемы в ЭК БРЭЛЛ;
 - увеличения возможностей в обмене электроэнергией с синхронно работающим объединением ОЭС/ЕЭС;
 - создания сетевой инфраструктуры для обеспечения торговли электроэнергией с ENTSO-E через ВПТ/ППТ.
- ☀ Совместное обеспечение технологических условий функционирования Балтийской АЭС:
 - поддержание (приобретение) аварийных резервов;
 - регулирование графиков экспортных поставок;
 - адаптация АЭС к действующим в ЭК БРЭЛЛ нормативным требованиям.
- ☀ Организация совместных торговых проектов по реализации избытка электроэнергии (мощности) Калининградской энергосистемы.

**БЛАГОДАРЮ ЗА
ВНИМАНИЕ!**