

*Р.Г. Кулагин,  
начальник службы перспективного развития ОДУ Сибири*

## **Развитие электросетевой инфраструктуры Байкальского региона**

Развитие электросетевой инфраструктуры Байкальского региона во многом связано с реализацией программы модернизации Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей, запуском инвестиционных проектов по освоению минерально-сырьевых ресурсов на востоке Сибири, а также строительством трубопроводов «Восточная Сибирь – Тихий океан» и «Сила Сибири».

Для обеспечения потребностей электроснабжения, обеспечения инфраструктурных возможностей экономического развития территорий на севере Иркутской, Бурятской и Забайкальской энергосистем, «Схемой и программой развития ЕЭС России» (СиПР ЕЭС России) и инвестиционными программами субъектов электроэнергетики предусмотрены мероприятия по модернизации существующих и строительству новых электросетевых объектов, которые необходимы в настоящее время и потребуются в перспективе для подключения новых потребителей.

Специалисты Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири при подготовке исходных данных для разработки СиПР ЕЭС России формировали предложения по включению мероприятий, направленных на развитие инфраструктуры Байкальского региона, а при рассмотрении инвестиционных программ субъектов электроэнергетики контролировали наличие соответствующих мероприятий в них. В ряде случаев были даны предложения по корректировке сроков реализации некоторых мероприятий в целях соблюдения установленных Правительством сроков завершения работ по формированию сетевой инфраструктуры энергорайона.

### **Особенности энергорайона, расположенного вдоль Байкало-Амурской железнодорожной магистрали**

До 2016 года включительно электрическая сеть, проходящая вдоль Байкало-Амурской магистрали (БАМ) по территории Сибири, состояла из двухцепного транзита 220 кВ от ПС Якурим (Звездная) до ПС 220 кВ Чара (рис.1). Параллельная работа ОЭС Сибири с ОЭС Востока не осуществляется. Перенос границ раздела (с целью резервирования питания нагрузки до 12 МВт) всегда осуществляется с кратковременным погашением нагрузки.

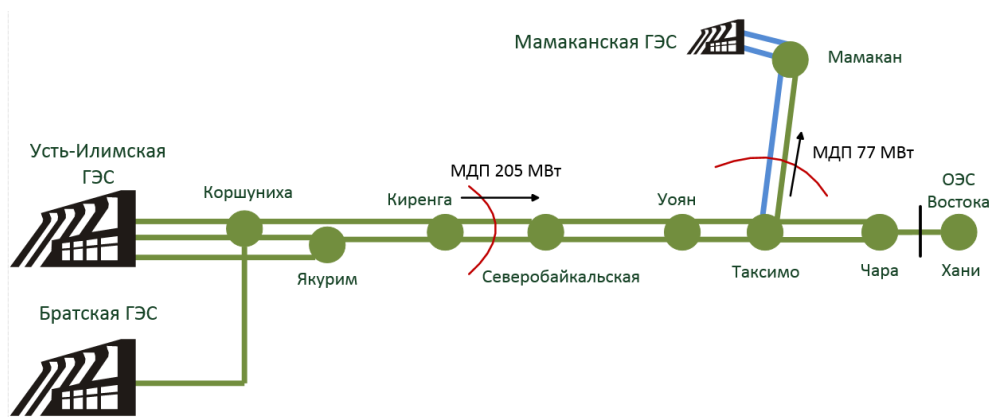


Рисунок 1. Схема электрической сети вдоль БАМа в период до 2016 г.

От электрической сети вдоль БАМа осуществляется также электроснабжение Бодайбинского энергорайона, связанного с основной частью энергосистемы Иркутской области через энергосистему Республики Бурятия по двум линиям: ВЛ 220, 110 кВ Таксимо – Мамакан.

В Бодайбинском энергорайоне расположена единственная (не учитывая дизель-генераторные установки) на всем Северобайкальском участке железной дороги и Бодайбинском энергорайоне электростанция, работающая параллельно с ОЭС Сибири – Мамаканская ГЭС установленной мощностью 86 МВт. В зимний период приточность реки Мамакан снижается, что приводит к снижению располагаемой мощности Мамаканской ГЭС до 7-15 МВт.

Основными потребителями, расположенными в районе Байкало-Амурской магистрали, являются тяговые нагрузки подстанций ОАО «РЖД» и потребители Бодайбинского и Мамско-Чуйского районов Иркутской области.

Максимум нагрузки потребителей, электроснабжение которых осуществлялось от электрической сети 220 кВ вдоль БАМа, составляло порядка 235 МВт (зафиксировано кратковременно 10.01.2014). Часть данной нагрузки покрывалась за счет генерации Мамаканской ГЭС (в указанный день – 13,3 МВт).

Пропускная способность рассматриваемой электрической сети вдоль БАМа, а также электрических связей Бодайбинского энергорайона с ОЭС Сибири исчерпаны. Из-за ограниченной пропускной способности электрической сети в Бодайбинском энергорайоне неоднократно вводились ограничения потребителей на величину до 20 МВт.

## **Развитие электрических сетей на Северобайкальском участке Байкало-Амурской железнодорожной магистрали**

### **1-й этап развития Бодайбинского кольца**

Появление новых потребителей на Северобайкальском участке Байкало-Амурской железнодорожной магистрали и прилегающих энергорайонах потребовало развития электрических сетей.

Начиная с 2012 года в рассматриваемом энергорайоне начали поступать первые заявки на технологическое присоединение (ТП) новых потребителей. Первая заявка была подана ЗАО «Витимэнерго» в ПАО «ФСК ЕЭС» на увеличение перетока мощности в Бодайбинский энергорайон.

В 2014 и 2015 году, после заключения долгосрочных межгосударственных контрактов на поставку нефти между правительствами Российской Федерации и Китайской Народной Республики, ООО «Транснефть-Восток» были поданы заявки на ТП на территории ОЭС Сибири нефтеперекачивающих станций НПС-2,3,4,5,6,7,8,9, ставших впоследствии участком нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан».

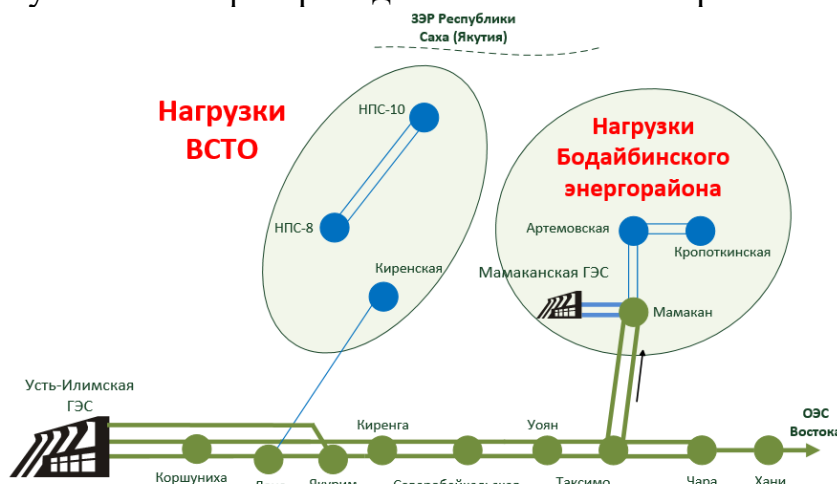


Рисунок 2. Схема расположения новых потребителей в районе БАМа

Расположение нефтеперекачивающих станций в направлении Западного энергорайона (ЗЭР) Республики Саха (Якутия) и, соответственно, развитие схемы внешнего электроснабжения (СВЭ) нефтеперекачивающих станций (НПС), предопределило топологию вновь сооружаемой электрической сети 220 кВ в рассматриваемом энергорайоне, в том числе для целей покрытия растущих нагрузок Бодайбинского энергорайона.

В результате были сформированы планы по сооружению так называемого «Бодайбинского кольца (треугольника)» (рис. 3). Левое «плечо» которого было сформировано схемой внешнего электроснабжения НПС в составе двух ВЛ 220 кВ Усть-Кут – НПС-6 – НПС-7 – НПС-9 – Пеледуй, правое «плечо» должно быть построено силами ПАО «ФСК ЕЭС» в составе двух ВЛ 220 кВ Пеледуй – Сухой Лог – Мамакан – Таксимо. При этом параллельная работа с Западным энергорайоном Республики Саха (Якутия) не предполагалась.

Кроме того, был предусмотрен перевод ВЛ 220 кВ Усть-Илимская ГЭС – Якурим, построенной в габаритах 500 кВ, на номинальное напряжение с сооружением нового центра питания – ПС 500 кВ Усть-Кут и заходом на нее вновь образованной ВЛ 500 кВ Усть-Илимская ГЭС – Усть-Кут.

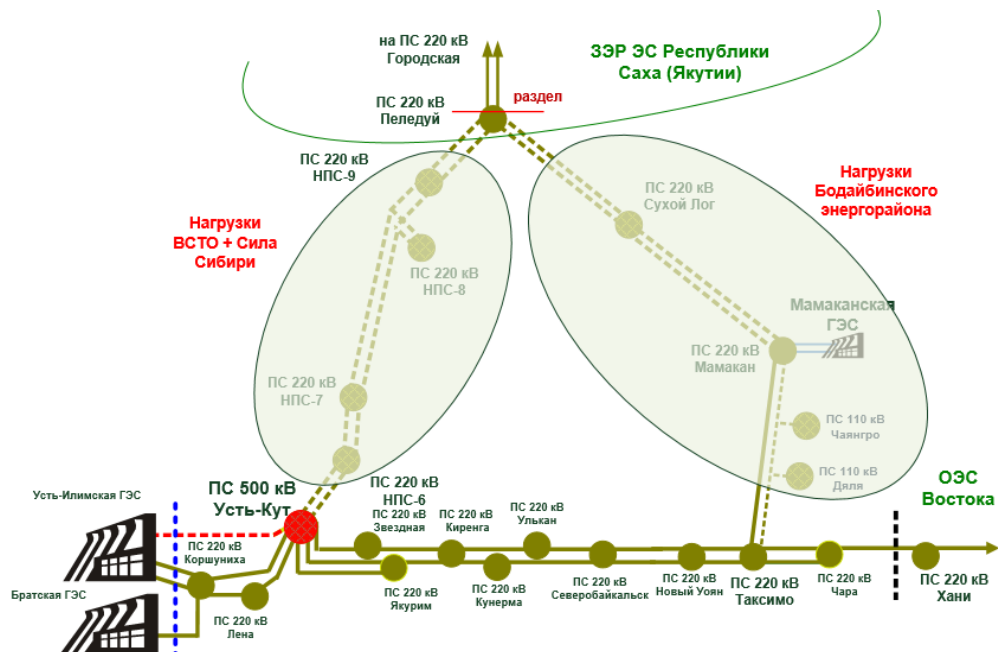


Рисунок 3. Схема внешнего электроснабжения объектов нефтепровода и Бодайбинского энергорайона с учетом образования Бодайбинского кольца

Запланированное строительство электросетевых объектов позволяло обеспечить присоединение дополнительных нагрузок Бодайбинского энергорайона при условии реализации противоаварийного управления на транзите. Для обеспечения противоаварийного управления была спроектирована противоаварийная автоматика ограничения перегрузки оборудования (ПА) на линиях 220 кВ, отходящих от шин Усть-Илимской ГЭС с реализацией управляющих воздействий на отключение нагрузки новых потребителей в послеаварийных режимах.

В условиях невыполнения решений по ПА на транзите возможность присоединения новых потребителей на БАМе и в Бодайбинском энергорайоне **отсутствует**.

В дальнейшем, в период 2014 – 2016 годов, в рассматриваемом энергорайоне от ОАО «РЖД» поступили заявки на ТП для увеличения мощности на тяговых подстанциях от Братской ГЭС до ПС 220 кВ Таксимо.

Для обеспечения возможности технологического присоединения объектов ОАО «РЖД» необходимо дополнительное усиление сети вдоль БАМа. В результате в инвестиционной программе ПАО «ФСК ЕЭС» было предусмотрено сооружение ВЛ 220 кВ Усть-Илимская ГЭС – Усть-Кут №2 (в габаритах 500 кВ) и ВЛ 500 кВ Усть-Кут – Нижнеангарская с ПС 500 кВ Нижнеангарская.

Таблица 1

Перечень основных потребителей, подавших заявки на технологическое присоединение в районе БАМ в период 2012-2016 гг.

Объект присоединения	Сроки ТП	Мощность в соответствии с заявкой на ТП, МВт

Потребители Бодайбинского ЭР	2014-2018 гг.	137
Нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий океан»	2017-2019 гг.	144
ОАО «РЖД» (увеличение перевозок на участке Коршуниха – Таксимо)	2019	154
Итого		435

Вместе с тем, необходимое развитие электрической сети и, соответственно, обеспечение возможности техприсоединения потребителей Бодайбинского энергорайона, ПАО «ФСК ЕЭС» планировало обеспечить не ранее 2018 года.

В этих условиях были разработаны **альтернативные варианты электроснабжения**. Отдельными потребителями, территориально расположенными в Бодайбинском энергорайоне, было принято решение об опережающем сооружении электрической сети 110 кВ со стороны Западного энергорайона (ЗЭР) Республики Саха (Якутия) для обеспечения электроснабжения собственных нагрузок. В результате в 2015 – 2016 году было выполнено сооружение ВЛ 110 кВ Пеледуй – Полюс (с головным участком в габаритах 220 кВ) с РП 110 кВ Полюс и обеспечено питание части нагрузок ГОК Вернинский и ГОК Угаханский от ЗЭР Республики Саха (Якутия) с отдельной работой от ОЭС Сибири.

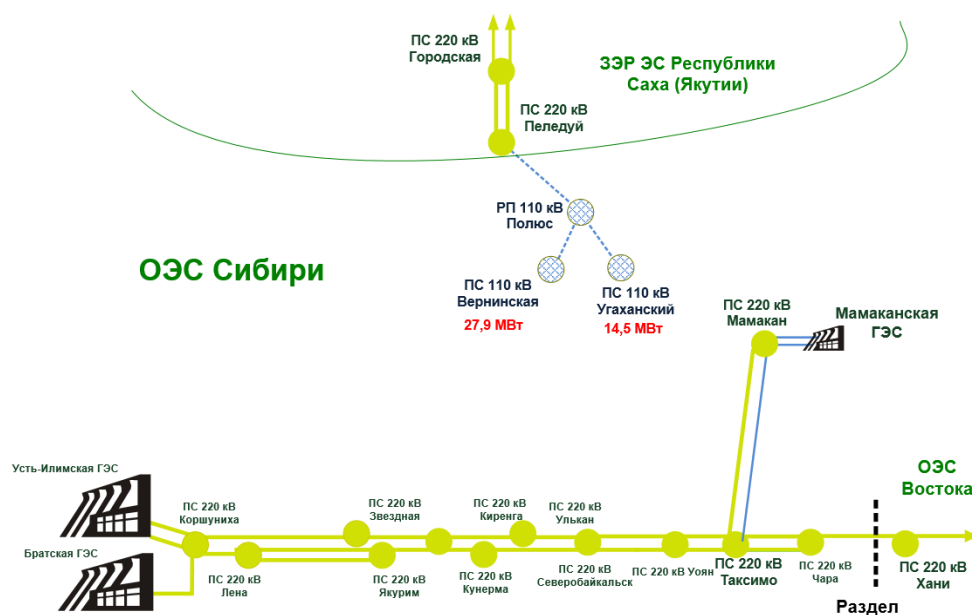


Рисунок 4. Схема альтернативного варианта электроснабжения потребителей Бодайбинского энергорайона

## 2-й этап развития Бодайбинского кольца

К намеченному на 2018 год сроку образования «Бодайбинского кольца» не все из запланированных мероприятий своевременно реализованы. Фактическая схема электрической сети на конец 2018 – начало 2019 года представлена на рис. 5.

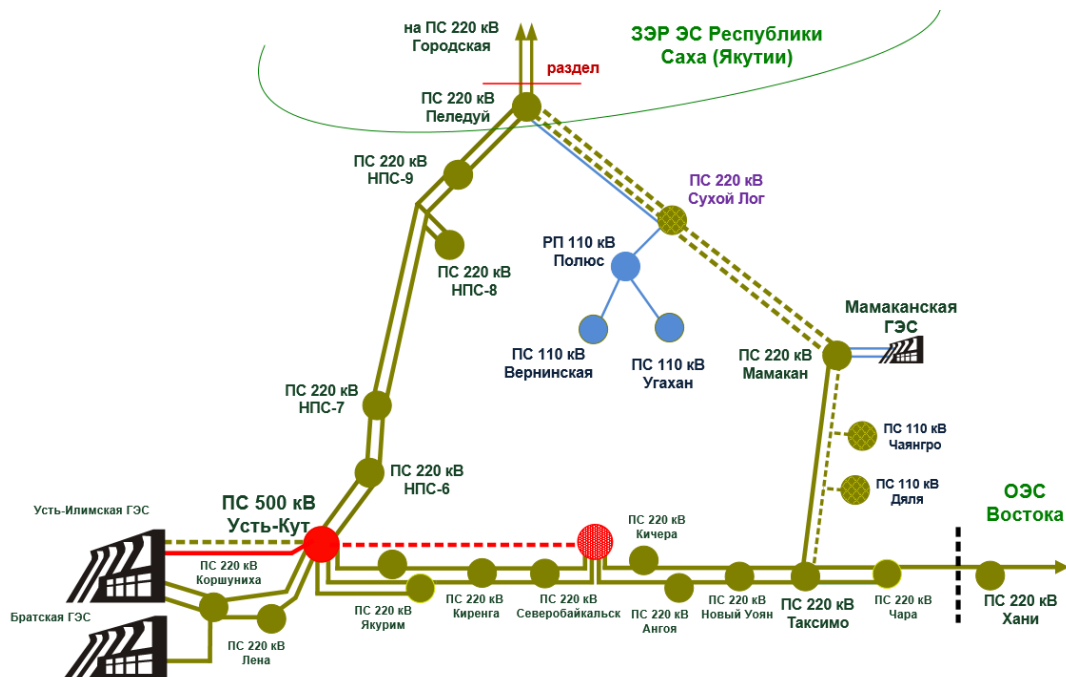


Рисунок 5. Схема развития сети в районе БАМа на конец 2018 – начало 2019 г.

С 2017 года начали поступать заявки от так называемой «второй волны» (группы) потребителей, планирующих подключение в северной части Иркутской и Бурятской энергосистем в районе БАМ.

Первые заявки были поданы в конце 2017 и начале 2018 года Иркутской нефтяной компанией на подключение:

- Усть-Кутского завода полимеров мощностью 150 МВт;
- завода неорганической химии с максимальной мощностью нагрузки более 200 МВт, часть которой предполагается покрывать за счет собственной генерации мощностью 144 МВт.

Также в 2018 году была получена заявка от ООО «СЛ Золото» на разработку золоторудного месторождения на участке Чертово Корыто с максимальной мощностью нагрузки на первоначальных этапах на уровне 49 МВт (с перспективой набора нагрузки до 200 МВт).

В 2019 году поступила заявка от ООО «Газпром энерго» на технологическое присоединение объектов схемы внешнего электроснабжения Ковыктинского месторождения, являющегося частью газопровода «Сила Сибири», с максимальной мощностью 57 МВт и планами частичного покрытия собственной нагрузки за счет собственной генерации.

Подробные данные по потребителям с указанием величины нагрузки и сроков присоединения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Перечень основных потребителей, подавших заявки на технологическое присоединение в районе БАМ в период 2017 – 2019 гг.

Объект присоединения	Сроки ТП	Мощность в соответствии с заявкой на ТП,
----------------------	----------	--

		МВт
Усть-Кутский завод полимеров	1 этап – 2020 2 этап – 2023	150
Завод неорганической химии	2020	65
СЛ Золото	2023	49 (200)
Газопровод «Сила Сибири»	2023	57
Итого		321

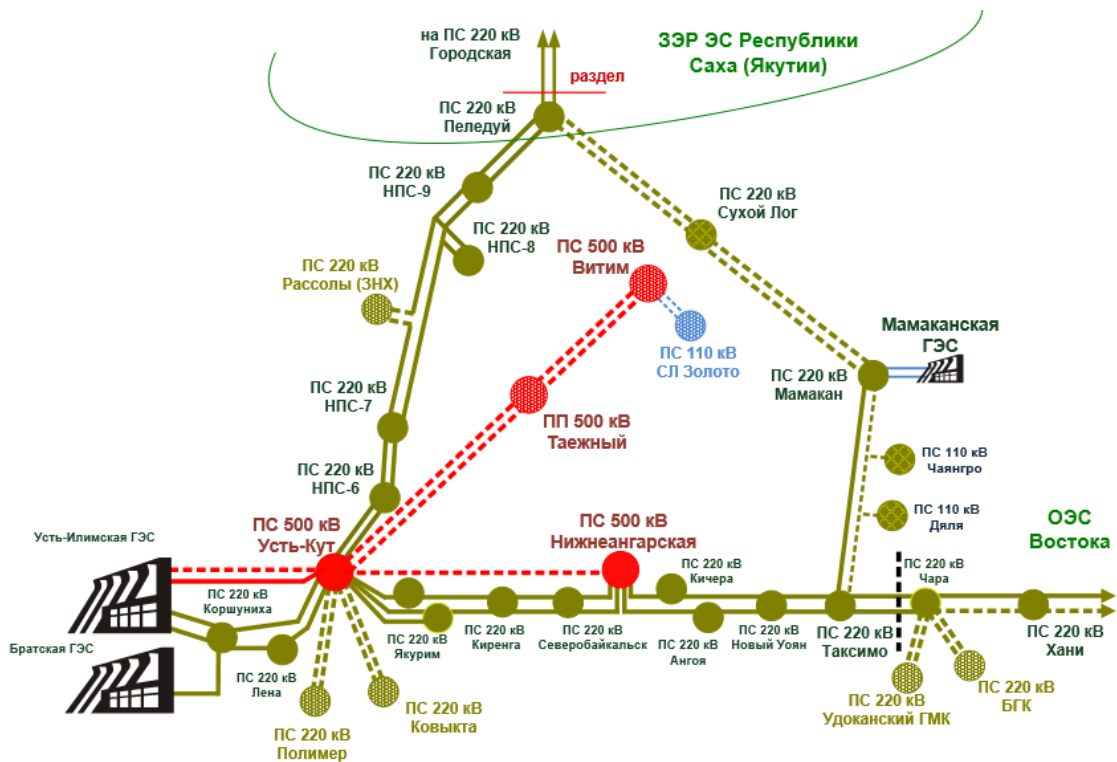
Для обеспечения возможности технологического присоединения данных потребителей инвестиционными программами сетевых компаний предусмотрено электросетевое строительство.

Таблица 3

Объекты электросетевого строительства для обеспечения технологического присоединения по заявкам потребителей «второй волны»

Мероприятие	Срок ввода	Ответственный исполнитель
Перевод на напряжение 500 кВ ВЛ Усть-Илимская ГЭС – Усть-Кут №2	2020	ПАО «ФСК ЕЭС»
Строительство двух ЛЭП 500 кВ Усть-Кут – Витим с ПС 500 кВ Витим и ПП 500 кВ Таежный	срок не определен	ПАО «ФСК ЕЭС»
ВЛ 220 кВ Усть-Кут – Полимер № 1,2 с ПС 220 кВ Полимер	2020	ООО «ИНК»
ВЛ 220 кВ Усть-Кут – Ковыкта I, II цепь с ПС 220 кВ Ковыкта	2020	ПАО «ФСК ЕЭС»

Рассмотренные мероприятия по развитию электрической сети 500-220 кВ, предусмотренные СиПР ЕЭС России и инвестиционными программами субъектов электроэнергетики на период до 2021 года, позволят обеспечить электроснабжение потребителей Бодайбинского энергорайона и ОАО «РЖД» при условии реализации противоаварийного управления на транзите. Наличие нового центра питания ПС 500 кВ Усть-Кут позволяет обеспечить технологическое присоединение новых потребителей Иркутской нефтяной компании и газопровода «Сила Сибири», расположенных в районе данной подстанции. При этом в послеаварийных режимах при ремонте/аварийном отключении ЛЭП 500 кВ на головном участке Усть-Илимская ГЭС – Усть-Кут потребуются действие противоаварийной автоматики на отключение нагрузки потребителей. Комплекс технических решений по созданию противоаварийной автоматики на транзите планируется завершить в 2019-2020 гг. В настоящее время (2019 г.) на Усть-Илимской ГЭС установлены шкафы автоматики ограничения перегрузки оборудования (АОПО), которые в дальнейшем будут защищать головные участки транзита от перегрузки в послеаварийных режимах.



**Рисунок 6.** Схема внешнего электроснабжения потребителей «второй волны» в районе БАМа

ОАО «ИЭСК» завершаются работы по организации каналов ПА для передачи управляющих воздействий от АОПО от устройств отключения нагрузки (УОН), которые будут установлены у новых потребителей Бодайбинского энергорайона, ОАО «РЖД» и др.

В целях определения наиболее эффективных и экономически целесообразных мероприятий по обеспечению электроснабжения новых нагрузок по заказу ОАО «РЖД» и ООО «СЛ Золото» выполняется разработка технико-экономических обоснований, с проработкой различных вариантов электроснабжения, в т.ч. вариантов с обеспечением параллельной работы ОЭС Сибири и ОЭС Востока, сооружением генерирующих объектов в узлах, приближенных к центрам нагрузки (ПС 500 кВ Усть-Кут, ПС 220 кВ Таксимо, Бодайбинский энергорайон, район размещения Удоканского ГОКа).