

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАМКАХ РАЗРАБОТКИ РЕГИОНАЛЬНЫХ  
СХЕМ И ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ НА  
ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

**ANALYSIS OF THE QUALITY OF FORECASTING DEMAND FOR  
ELECTRIC POWER IN THE FRAMEWORK OF DEVELOPING  
REGIONAL SCHEMES AND PROGRAMS FOR THE DEVELOPMENT OF  
ELECTRIC POWER INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC  
OF SAKHA (YAKUTIA)**

**ЗАХАРОВ ВАСИЛИЙ ЕГОРОВИЧ,**

*научный сотрудник,*

*Институт физико-технических проблем Севера им В.П. Ларионова СО РАН.*

**ПЕТРОВА ТАТЬЯНА НИКОЛАЕВНА,**

*лаборант-исследователь,*

*Академия наук РС(Я).*

**ZAKHAROV VASILIIY EGOROVICH,**

*Researcher,*

*V.P. Larionov Institute of physical and technical problems of the North SB RAN.*

**PETROVA TATIANA NIKOLAEVNA,**

*research laboratory assistant,*

*Academy of Sciences of the Republic of Sakha Yakutia.*

*В статье приводится сравнение прогнозов потребления электроэнергии в Республике Саха (Якутия), выполненных в 2015-2020 гг. в рамках разработок схем и программ развития электроэнергетики региона, с фактическими уровнями электропотребления. Сравнение дает оценку точности и раскрывает уязвимые места применяемой методике прогнозирования. Централизованная система электроснабжения Республики Саха состоит из трех энергорайонов, принципиально отличающихся по структуре потребления электроэнергии. Западный энергорайон в 2020 г. ощутил значительное падение потребления электроэнергии, из-за отраслевого кризиса у крупнейшего потребителя - алмазной промышленности. В это время, в южно-якутском энергорайоне происходит быстрый рост потребления электроэнергии в связи с мощным развитием угольной промышленности. Центральный энергорайон, не имеющий крупных якорных промышленных отраслей экономики, подвержен большему влиянию глобальных медленных трендов в потреблении электроэнергии населением, в сфере строительства, жилищно-коммунального хозяйства и сферы услуг. Указанные особенности рассмотренного периода позволяют изучить методику прогнозирования электропотребления из разных ракурсов.*

*The article compares the forecasts of electricity consumption in the Republic of Sakha (Yakutia), made in 2015-2020, as part of the development of schemes and programs for the development of the electric power industry in the region, with the actual levels of power consumption. The comparison provides an assessment of the accuracy and reveals the vulnerabilities of the applied forecasting methodology. The centralized power supply system of the Republic of Sakha consists of three power districts, which are fundamentally different*

*in terms of the structure of electricity consumption. The Western Energy Region in 2020 experienced a significant drop in electricity consumption due to the sectoral crisis in the largest consumer - the diamond industry. At this time, in the South-Yakut energy region, there is a rapid increase in electricity consumption due to the powerful development of the coal industry. The Central energy region, which does not have large anchor industrial sectors of the economy, is more influenced by global slow trends in electricity consumption by the population, in the construction sector, housing and communal services and in the service sector. The specified features of the period under review make it possible to study the methodology for predicting power consumption from different angles.*

**Ключевые слова:** прогнозирование, электропотребление, системный оператор, электроэнергетика, Республика Саха (Якутия).

**Key words:** forecasting, power consumption, system operator, power industry, Republic of Sakha (Yakutia).

Схемы и программы развития электроэнергетики субъектов Российской Федерации (СиПР) разрабатываются ежегодно на основании Постановления Правительства РФ от 17.10.2009 N 823 [1]. Документ уточняет и конкретизирует развитие электроэнергетики субъекта на 5-летний период, отраженное в Схеме и программе развития электроэнергетики Единой электроэнергетической системы России. Исходным пунктом планирования является прогноз потребления электроэнергии и мощности. Соответствие, в рамках допустимого коридора, прогнозных уровней электропотребления фактическим гарантирует, при выполнении предусмотренных в СиПР мероприятий, надежность электроэнергетических режимов. Согласно [1] прогноз спроса на электроэнергию и мощность предоставляет АО «Системный оператор», при этом в открытом доступе методика прогнозирования отсутствует. Источник [1] также предполагает возможность разработки дополнительного прогноза правительствами субъектов РФ. Обоснование необходимости дополнительного прогноза требует тщательной оценки точности методики системного оператора. В данной статье приводится предварительная оценка точности прогнозирования спроса на электроэнергию на примере Республики Саха (Якутия) с 2015 по 2020 гг.

Исторически электроэнергетическая система Якутии начала развиваться из трех изолированных энергоузлов: Западной, Южной и Центральной. Позднее эти узлы получили название энергорайонов. Появление и развитие Западного энергорайона связана с развитием алмазодобывающей отрасли и позднее с началом освоения крупных нефтегазовых месторождений и строительством нефтепровода «ВС-ТО» и газопровода «Сила Сибири». Южно-якутский энергорайон исторически и по настоящее время является частью инфраструктуры угольной промышленности. Центральный энергорайон – единственный энергорайон не имеющий якорные промышленные объекты и снабжающий наиболее густонаселенную территорию Якутии и ее административный центр г. Якутск.

На рисунке 1 приведено графическое отображение прогнозных уровней и фактические объемы потребления электроэнергии в энергосистеме Республики Саха (Якутия) в составе ОЭС Востока. До 2019 г. в составе ОЭС Востока функционировал только Южно-якутский энергорайон. Резкий скачок фактического потребления электроэнергии в 2019 году обусловлен присоединением Западного и Центрального энергорайонов в ОЭС Востока. Завышенные значения прогнозов на 2017-2018 гг., выполненных в 2015-2016 гг. связаны с первоначальными сроками по объединению энергорайонов. Данный фактор не позволяет корректно проанализировать качество прогнозного инструментария на примере объединенной энергосистемы Якутии. Прогнозные уровни на 2019-2020 гг имеют минимальные отклонения от факта в пределах 1,4-9,0% в зависимости от горизонта (табл. 1).

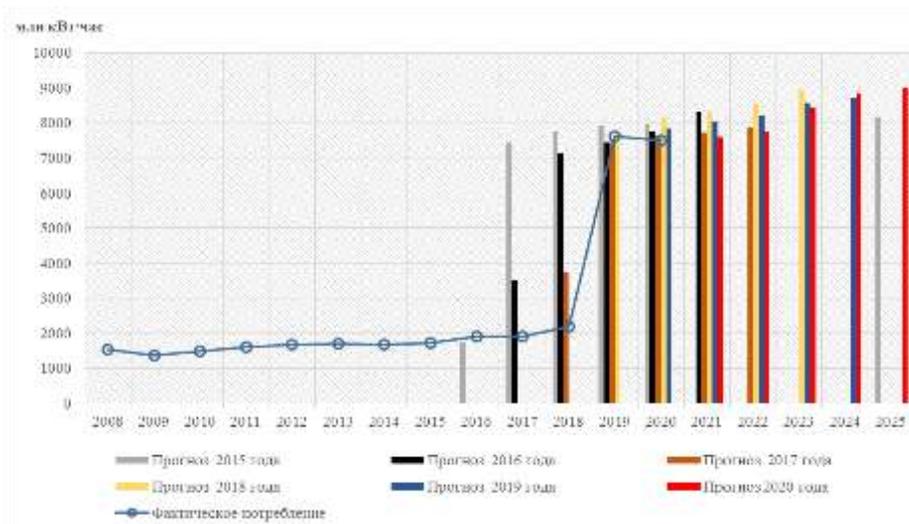


Рис.1. Прогнозы и фактическое потребление электроэнергии энергосистемы Республики Саха (Якутия) [2-7].

Таблица 1. Отклонения прогнозов от фактического потребления электроэнергии в энергосистеме РС(Я) в %.

	2016	2017	2018	2019	2020
Прогноз 2015 года	-9,3	289,9	254,7	4,1	6,4
Прогноз 2016 года		84,6	225,2	-2,3	3,4
Прогноз 2017 года			70,1	-2,1	1,9
Прогноз 2018 года				1,4	9,0
Прогноз 2019 года					4,6

Крупнейшими потребителями Западного энергорайона, подключенными к энергосистеме являются АО «АК АЛРОСА», специализирующаяся на добыче алмазов, и нефтеперерабатывающие станции трубопровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» ПАО «Транснефть». В связи с наличием долгосрочных контрактов по поставкам нефти электропотребление «Восточная Сибирь – Тихий океан» относительно стабильно и зависит от пропускной мощности нефтепровода на рассматриваемый период. Снижение электропотребления в 2020 г. (рис.2) связано со снижением производственных показателей АК АЛРОСА в связи с кризисом в отрасли в 2019 г. и ограничений по COVID-19 в 2020 г. На примере 2020 года отчетливо видна уязвимость методики – не готовность к возможным кризисным явлениям. С технической точки зрения завышенность прогнозов, появляющаяся в период резкого снижения потребления, особых рисков не несет, благодаря ежегодному пересмотру и обновлению прогнозов. Прогноз 2020 года, выполненный для периода 2021-2025 гг., откорректирован с учетом наступивших кризисных событий (рис.2). Прогноз 2015 г. имеет значительные отклонения от фактических показателей: 15-32 %. Последующие прогнозы значительно точнее (табл. 2).

Прогнозы по центральному энергорайону оказались наиболее точными (рис.3, табл.3). Причем, наблюдается повышение точности на горизонте прогнозирования до 3 лет от 4-8% в прогнозе 2015 г. и до 0,2-0,8% в прогнозах 2017-2019 гг. В данный период по энергорайону не наблюдалось ввода новых крупных потребителей и повышение потребления существующих крупных предприятий. Соответственно, динамика уровня потребления была близка к долгосрочному ретроспективному тренду.

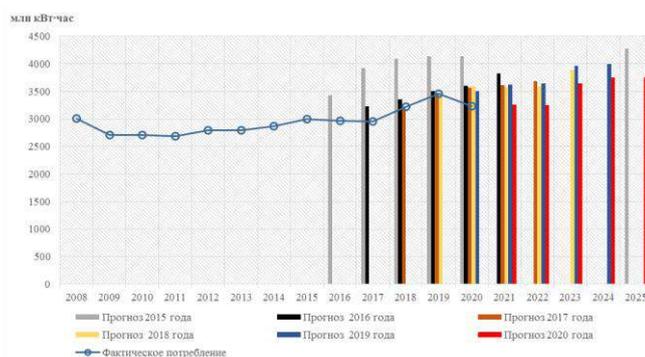


Рис.2. Прогнозы и фактическое потребление электроэнергии в Западном энергорайоне [2-7].

Таблица 2. Отклонения прогнозов от фактического потребления электроэнергии в Западном энергорайоне, в %.

	2016	2017	2018	2019	2020
Прогноз 2015 года	15,787	32,737	27,019	19,824	28,165
Прогноз 2016 года		9,315	3,922	1,4228	11,521
Прогноз 2017 года			-0,605	0,466	10,653
Прогноз 2018 года				0,235	11,397
Прогноз 2019 года					8,762

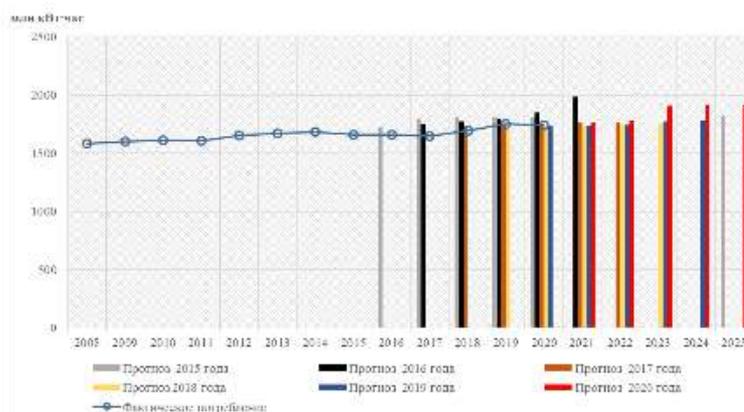


Рис. 3. Прогнозы и фактическое потребление электроэнергии в Центральном энергорайоне [2-7].

Таблица 3. Отклонения прогнозов от фактического потребления электроэнергии в Центральном энергорайоне, в %.

	2016	2017	2018	2019	2020
Прогноз 2015 года	4,061	8,773	7,014	3,531	4,161
Прогноз 2016 года		5,984	4,650	2,048	5,997
Прогноз 2017 года			2,523	-0,405	0,775
Прогноз 2018 года				-1,660	-0,201
Прогноз 2019 года					-0,201

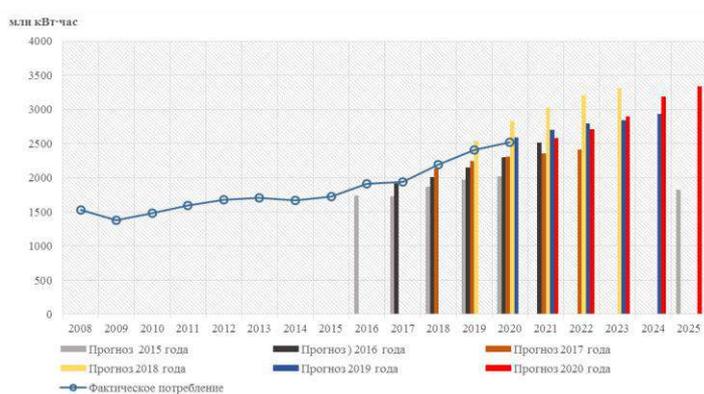


Рис.4. Прогнозы и фактическое потребление электроэнергии в Южно-якутском энергорайоне [2-7].

Таблица 4. Отклонения прогнозов от фактического потребления электроэнергии в Южно-Якутском энергорайоне, в %.

	2016	2017	2018	2019	2020
Прогноз 2015 года	-9,324	-10,453	-14,581	-18,057	-19,978
Прогноз 2016 года		-1,204	-8,337	-10,917	-8,886
Прогноз 2017 года			-2,913	-6,932	-8,450
Прогноз 2018 года				5,438	12,427
Прогноз 2019 года					2,722

Все уровни прогнозов в Южно-якутском энергорайоне получились ниже фактического потребления электроэнергии, кроме прогнозов, выполненных в 2018 году (рис. 4). Благодаря тому, что рост потребления в основном происходил за счет развития крупных долгосрочных проектов по добыче каменного угля, сопровождавшихся с большим объемом опережающего электросетевого строительства, а также изначальной избыточностью энергорайона по генерации и наличием связи также с избыточным центральным энергорайоном, более быстрый темп роста потребности не вызвал дефицита электроэнергии. Но данный пример также показывает слабость методики в части прогнозирования спроса на электроэнергию в точках экономического роста.

Отклонения прогнозов от факта в данном энергорайоне самые высокие: 7-12% на двух-летний период, 8,5-14,5% на трехлетний период, 9-18 % на четырехлетний период.

Исходя из того, что электросетевая инфраструктура является ограничителем роста электропотребления, при заниженных прогнозах, и соответственно при несоответствии темпов электросетевого строительства темпам роста спроса на электроэнергию, спрос может быть удовлетворен только в рамках резервов пропускной способности существующих сетей. Отсутствие обоснованных резервов несет экономические риски снижения конкурентоспособности, связанных с невозможностью быстрого запуска производства, оперативного реагирования на меняющиеся рынки. Также значительные отклонения прогнозов в низкую сторону могут иметь отрицательные последствия при обеспечении надежности электрических режимов сетей.

На основе прогнозов потребления электроэнергии и мощности принимаются решения по модернизации и новому строительству электросетевых объектов, а также противоаварийной автоматики. СиПР имеют горизонт прогнозирования 5 лет, соответственно на основе данных документов не определяются объекты стратегического характера. Задача СиПР-ов заключается в недопущении электросетевых ограничений при снабжении существующих и

новых потребителей, имеющих действующие технические условия на технологическое присоединение. При этом завышенные прогнозы могут привести к избыточным техническим решениям и, соответственно, необоснованным затратам.

Исследованные примеры отражают два интересных момента: не соответствие методики прогнозирования системного оператора в условиях экономического падения и роста. Если в условиях падения спроса на электроэнергию техническая надежность электроэнергетической системы не падает. Недостаточность технических решений в развитии электросетевой инфраструктуры и соответственно снижение ее надежности может наблюдаться при превышении темпов роста спроса на электроэнергию от ранее спрогнозированных. Либо с целью сохранения уровня надежности электроснабжения могут быть введены ограничения на экономическое развитие, что крайне нежелательно в условиях высокой конкуренции на мировых рынках.

Так, в условиях экономического подъема на примере быстрого роста угольной промышленности в Южной Якутии, методика показывала приемлемые результаты только на годовые уровни, а на более длительный период прогноз на 7-12% оказался ниже фактического. В результате анализа, выявлено, что методика прогнозирования уровней потребности в электроэнергии, применяемая системным оператором при разработке СиПР-ов слабо учитывает возможные экономические колебания и связанные с ними изменения спроса на электроэнергию. Данный фактор формирует риски возможного торможения экономического развития в крупных промышленных узлах.

Выходом из сложившейся ситуации может быть внедрение вариативной системы прогнозирования спроса на электроэнергию и мощность. Постановления Правительства РФ от 17.10.2009 N 823 [1] допускает предоставления органами государственной власти субъектов дополнительных прогнозов потребления электроэнергии, при необходимости. Но при этом в Постановлении Правительства РФ от 17.10.2009 N 823 [1] не прописаны подходы по принятию решений по электросетевому строительству, при сильных расхождениях прогнозов от системного оператора и правительств субъектов, что делает дополнительный прогноз только информативным. Методический инструментарий разработки схем и программ развития электроэнергетики субъектов в указанном вопросе следует расширить.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановления Правительства РФ от 17.10.2009 N 823 «О схемах и программах перспективного развития электроэнергетики». URL: <https://base.garant.ru/196473/>
2. Схема и программа развития электроэнергетики Республики Саха (Якутия) на 2015-2019 годы. Утверждено Приказом Министерства жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Республики Саха (Якутия) от 29.04.2015г. №193-п. URL: <https://docs.cntd.ru/document/553273832>
3. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 29.06.2016 №1248 «О схеме и программе развития электроэнергетики Республики Саха (Якутия) на 2016-2020 годы». URL: <https://glava.sakha.gov.ru/ot-29-iyunya-2016-g-----1248>
4. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 19.05.2017 №1908 «О схеме и программе развития электроэнергетики Республики Саха (Якутия) на 2017-2021 годы». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/1400201705230001>
5. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 23.09.2018 №2515 «О схеме и программе развития электроэнергетики Республики Саха (Якутия) на 2018-2022 годы». URL: <https://docs.cntd.ru/document/446688734>
6. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 23.09.2018 №2515 «О схеме и программе развития электроэнергетики Республики Саха (Якутия) на 2019-2023 годы». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/1400201905070013>

7. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 23.09.2018 №2515 «О схеме и программе развития электроэнергетики Республики Саха (Якутия) на 2020-2024 годы». URL: <https://base.garant.ru/73990522/>

© Захаров В.Е., Петрова Т.Н., 2021.