

СОСТОЯНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ КАМЧАТСКОГО КРАЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

О.А. Белов

*Камчатский государственный технический университет,
г. Петропавловск-Камчатский, Россия*

Устойчивое социально-экономическое развитие любого региона определяется эффективностью его системы энергоснабжения. Для изолированных энергосистем, к которым относится и Камчатский край, актуальным вопросом является обеспечение энергетической независимости за счет максимального использования внутренних энергоресурсов в производстве электроэнергии. В статье проведен анализ структуры электроэнергетики Камчатского края. Представлен состав генерирующих мощностей в системе электроснабжения региона и дана оценка их влияния на формирование стоимости тарифа электроэнергии. Рассмотрена динамика потребления электрической энергии и структура потребителей, определены наиболее крупные потребители в Центральном энергоузле на Камчатке и дана оценка эффективности данной структуры. Представлены данные по состоянию электроснабжения в отдаленных изолированных энергоузлах Камчатского края. Представлен обзор количественного и типового состава парка турбинного оборудования камчатских ТЭЦ с оценкой остаточного ресурса. На основании выполненного анализа структуры электроснабжения проведена оценка перспективы развития электроэнергетики региона с учетом технического состояния энергетического оборудования и опыта эксплуатации основных генерирующих мощностей. Представлен подход перевода основных энергетических мощностей на внутренние гидроресурсы для обеспечения надежности, безопасности и эффективности энергетики Камчатского края.

Ключевые слова: гидроэнергетика, электроснабжение, электростанции, энергоузел, электроэнергетика, энерготариф, энергоресурсы.

Введение

На современном этапе развития общества электроэнергетика является наиболее значимой инфраструктурной отраслью, обеспечивающей функционирование национальной экономики и определяющей инвестиционную привлекательность страны в целом и ее отдельных регионов. Эффективность электроэнергетики тесным образом связана с перспективами социально-экономического развития, эволюцией структуры экономики, изменениями уклада и качества жизни населения. Учитывая эту специфику, во всех странах большое внимание уделяется вопросам производства и эффективного использования электроэнергии [1].

Вопросы эффективного производства электроэнергии, ресурсного обеспечения данной отрасли, а также проблемы ресурсосбережения и энергосбережения широко обсуждаются в научной среде. Так, в трудах по данной теме [2–5] неоднократно отмечалось о целесообразности и необходимости развития альтернативных, возобновляемых источников энергии. Наиболее перспективным направлением отмечается гидроэнергетика, мировой потенциал которой оценивается в пятьдесят миллиардов киловатт в год.

Система энергообеспечения Камчатского края является изолированной от системы электроснабжения Дальнего Востока и осуществляет электроснабжение только потребителей полуострова. Для таких изолированных территорий вопросы надеж-

ного и эффективного электроснабжения являются особенно актуальными [6, 7]. Любой сбой в изолированной системе приводит к возникновению опасных кризисных явлений и существенным экономическим потерям, что неоднократно наблюдалось в энергетике Камчатки.

Для стабилизации системы электроснабжения полуострова и повышения ее надежности была проведена большая работа. В первую очередь для производства энергии были задействованы внутренние энергоресурсы путем ввода в действие геотермальных электростанций и гидроэлектростанций, а также перевода ТЭЦ на местный природный газ. Однако при этом не удалось решить главную задачу по снижению энерготарифа, из-за чего стоимость электрической энергии на Камчатке остается одной из самых высоких в России.

Данную проблему неоднократно озвучивал в своих публикациях и предлагал пути ее решения почетный житель Петропавловск-Камчатского городского округа, заслуженный энергетик России В.А. Семчев [8, 9].

В качестве альтернативного подхода в работах В.А. Семчева обоснованно предлагается переход в Камчатском крае на гидроэнергетику как основной энергетический ресурс, позволяющий обеспечить стабильное экономическое развитие и инвестиционную привлекательность региона.

Для комплексной оценки состояния электроэнергетики Камчатского края и определения перспективы ее развития необходимо провести анализ

ее структуры как в части генерации электрической энергии, так и в составе ее основных потребителей.

Структура системы генерации

Система энергообеспечения Камчатского края состоит из Центрального энергоузла и тринадцати локальных изолированных энергоузлов, сформированных в процессе развития градообразующих муниципальных образований. Помимо этого, на территории Камчатского края также функционируют осуществляющие электроснабжение потребителей в пределах одного населённого пункта малые энергоузлы, суммарное потребление электроэнергии в которых составляет порядка 7 % от общего потребления электроэнергии на полуострове.

Центральный энергоузел является базовым элементом системы энергообеспечения Камчатки и включает в себя основные крупные генерирующие источники: ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, Мутновские ГеоЭС, каскад Толмачевских ГЭС, каскад ветровых электростанций Усть-Большерецка мощностью 3,5 МВт, а также дизель-электростанции Усть-Большерецкого и Мильковского районов [10].

Общий состав генерирующих мощностей Центрального энергоузла представлен в табл. 1.

Основными генерирующими источниками в изолированных энергоузлах являются дизельные и

газодизельные электростанции, Паужетская ГеоЭС, малая Быстринская ГЭС, а также ветровые электростанции (в п. Октябрьский, с. Усть-Камчатск, с. Никольское). Основными источниками теплоснабжения на этих территориях являются местные котельные.

Структура потребления электроэнергии

За последние пять лет в Камчатском крае наблюдается прирост потребления электроэнергии, который за этот период составил 117 млн кВт·ч (7,3 %). В 2020 г. в целом по энергосистеме потребление достигло 1728,4 млн кВт·ч. В Центральном энергоузле потребление электроэнергии выросло на 7,7 % и его удельный вес в общей энергосистеме составил 90 %. Остальная доля около 10 % приходится на локальные энергоузлы северной части Камчатки [10].

Динамика изменения показателей потребления электроэнергии по энергосистеме и Центральному энергоузлу в течение рассматриваемого периода характеризуется положительным трендом, при котором среднегодовой темп прироста потребления за пять лет составил 1,5 %. В табл. 2 приведена динамика и структура потребления электрической энергии по Камчатскому краю за последние пять лет.

Таблица 1

Состав генерирующих мощностей Центрального энергоузла

Наименование	Принадлежность и правовой статус	Место расположения	Установленная мощность, МВт (на 01.01.2021)	Топливо
Камчатская ТЭЦ-1	ПАО «Камчатскэнерго»	г. Петропавловск-Камчатский	204	Газ, мазут
Камчатская ТЭЦ-2	ПАО «Камчатскэнерго»	г. Петропавловск-Камчатский	160	Газ, мазут
ДЭС-5 Мильково	ПАО «Камчатскэнерго»	п. Мильково	4	Дизель
ДЭС-6 Усть-Большерецк	ПАО «Камчатскэнерго»	с. Усть-Большерецк	4,6	Дизель
ДЭС (КТЭЦ-2)	ПАО «Камчатскэнерго»	г. Петропавловск-Камчатский	3,2	Дизель
Мутновская ГеоЭС	ПАО «Камчатскэнерго»	Елизовский муниципальный район	50	Пароводяная смесь из геотермальных скважин
Верхне-Мутновская ГеоЭС	ПАО «Камчатскэнерго»	Елизовский муниципальный район	12	Пароводяная смесь из геотермальных скважин
Каскад Толмачевских ГЭС	ПАО «Камчатскэнерго»	с. Усть-Большерецк, Большерецкий муниципальный район, р. Толмачева	45,4	Гидроресурсы
Электростанции АО «Камчатские электрические сети им. И.А. Пискунова»	АО «Камчатские электрические сети»	п. Октябрьский, Большерецкого муниципального района	7,3	Дизель/ветроресурсы
Всего: 490,5 МВт				

Динамика потребления электрической энергии по энергосистеме Камчатского края за 2016–2020 гг.

Наименование	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднегодовой темп прироста за 2016–2020 гг., %
Камчатский край, млн кВт·ч	1781	1811	1861	1918	1934	
Годовой темп, %	2,7	1,7	2,8	3,1	0,8	2,2
В т. ч. Центральный энергоузел, млн кВт·ч	1452	1441	1492	1531	1556	
Годовой темп, %	0,6	-0,8	3,6	2,6	1,6	1,5
Удельный вес Центрального энергоузла от энергосистемы Камчатского края, %	91,4	90,0	90,3	90,3	90,0	
Изолированные энергоузлы, млн кВт·ч	329	370	369	387	379	
Годовой темп, %	12,9	12,6	-0,3	5,0	-2,3	5,4

Анализ структуры потребления электрической энергии в Камчатском крае по видам экономической деятельности, представленной на рис. 1, отражает особенности социально-экономического развития региона на протяжении рассматриваемого периода и характеризуется преобладанием сферы услуг и домашних хозяйств. Их суммарная доля превышает 55 % от общего объема потребления электроэнергии.

Доля промышленного производства как наиболее энергоемкого элемента в этой структуре незначительна, и отсутствует какая-либо динамика ее увеличения. Одним из факторов, сдерживающих рост и развитие промышленного производства, является высокая стоимость электроэнергии. Даже с учетом субсидирования тариф на электро-

энергию на шинах Камчатских ТЭЦ составляет 5,5 руб./кВт·ч. При этом по данным Минвостокразвития для сохранения инвестиционной привлекательности Камчатского края энерготариф не должен превышать 2,5 руб./кВт·ч. Только в этом случае возможно устойчивое развитие промышленного производства в регионе [11, 12].

Показатели потребления электрической энергии наиболее крупными предприятиями Камчатского региона за период с 2016 по 2020 г. приведены в табл. 3.

Таким образом, высокий энерготариф является основным «тормозом» экономики Камчатского края, так как инновационный бизнес предполагает непрерывные и программные изменения в технологиях производства, требует сбалансированности

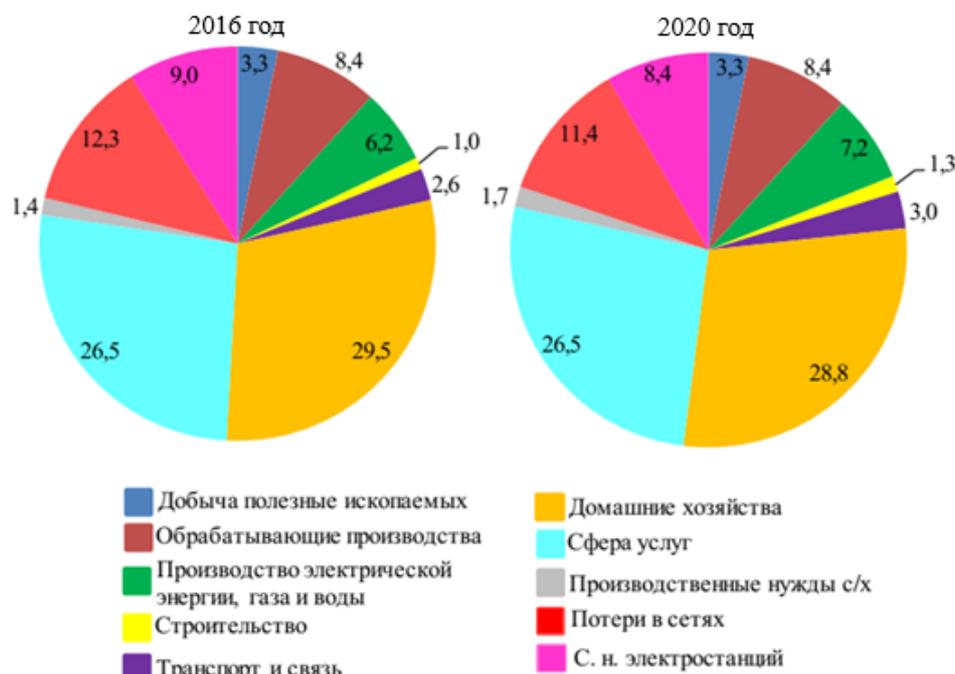


Рис. 1. Структура потребления электроэнергии в энергосистеме Камчатского края, %

Таблица 3

Динамика потребления электрической энергии наиболее крупными потребителями
Камчатского края, млн кВт·ч

Наименование показателя	Годы				
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
АО «Северо-Восточный ремонтный центр»	10,170	10,484	10,81	11,664	10,086
ООО «Рыболовецкая артель «Народы Севера»	–	5,327	5,446	8,267	8,771
ЗАО «Агротек Холдинг»	5,650	6,795	8,566	9,452	6,075
АО «Международный аэропорт Петропавловск-Камчатский»	–	4,148	4,766	6,685	6,164
ООО «Свинокомплекс «Камчатский»	–	2,49	4,996	5,573	6,162
ООО «Комета»	4,589	4,796	4,686	5,111	4,614
Рыболовецкий колхоз им. В.И. Ленина	5,219	5,936	5,37	4,06	4,159
ООО «Жестяно-баночная фабрика и Ко»	4,656	4,052	4,348	4,109	3,759
АО «Петропавловск-Камчатский морской торговый порт»	7,935	7,827	5,572	3,769	3,578

ресурсов и эффективности производственных факторов. Снижение прибыльности резко сокращает возможности развития производства [13, 14].

Оценка перспективы развития

Установленная мощность электростанций Центрального энергоузла составляет 490,5 МВт (с учетом ветровых и дизельной электростанции в п. Октябрьский). В структуре установленной мощности Центрального энергоузла преобладают ТЭЦ – 75,4 % от суммарной установленной мощности данного энергоузла, доля ГеоТЭС при этом составляет 12,8 %, а ГЭС составляет только 9,4 % от суммарной установленной мощности.

На рис. 2 представлена структура установленной мощности Центрального энергоузла энергосистемы Камчатского края по типам электростанций.

Таким образом, основными энергетическими объектами при формировании среднего тарифа на электроэнергию в Камчатском крае являются ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, базовая генерация в Центральном энергоузле и доля в структуре установленной мощности которых составляет 75,4 % по данным, представленным на 01.01.2021 г. Учитывая дина-

мику роста стоимости углеводородного топлива и нестабильность обеспеченности Камчатки данным видом ресурса, преобладание теплоэнергетики в структуре электроснабжения Камчатского края является критическим.

Установленная мощность электростанций изолированных энергоузлов Камчатского края составила 104,3 МВт. Характерной особенностью этих территорий является их большая удаленность как от Центрального энергоузла, так и друг от друга. Электроснабжение изолированных энергоузлов осуществляется в основном от дизельных электростанций, а также ГеоЭС (Паужетская ГеоЭС – в Озерновском энергоузле), малой ГЭС (Быстринской ГЭС-4). Учитывая большие ресурсы ветроэнергетики на побережье Камчатки, в с. Никольском и с. Усть-Камчатск, а также частично и в других энергоузлах используют ВЭС.

Структура установленной мощности электростанций изолированных энергоузлов по типам генерирующего оборудования представлена на рис. 3.

Из представленной диаграммы видно, что в изолированных энергоузлах 78 % базовой генерации обеспечивают ДЭС и соответственно они



Рис. 2. Структура установленной мощности Центрального энергоузла энергосистемы Камчатского края по типам электростанций

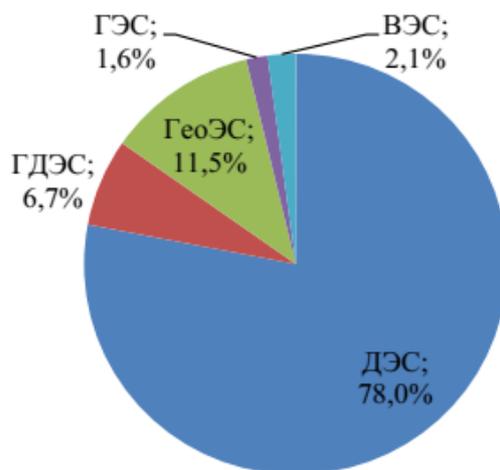


Рис. 3. Структура установленной мощности электростанций изолированных энергоузлов Камчатского края по типам генерирующего оборудования

формируют средний тариф электроэнергии на удаленных территориях. С учетом стоимости дизельного топлива и сложностей его доставки в северные районы Камчатского края фактическая себестоимость электроэнергии в изолированных энергоузлах значительно превышает те же показатели в Центральном энергоузле. Поэтому высокая себестоимость энерготарифов в локальных энергосистемах Севера Камчатки нивелируется дополнительными субсидиями из бюджета края до среднего общекамчатского тарифа.

Из представленных на рис. 2 и 3 видов генерации электроэнергии, используемых в Камчатском крае, наименьшую себестоимость, имеет электроэнергия, произведенная гидроэлектростанциями. Это подтверждается как мировым опытом эксплуатации различных видов гидроэнергетических объектов, так и эксплуатацией каскада Толмачевских ГЭС, входящих в систему энергообеспечения Камчатки, где себестоимость электроэнергии на шинах по-прежнему остается самой дешевой среди всех генерирующих источников. В странах и отдельных регионах, где базовая генерация опирается на ГЭС, наименьшая цена энерготарифа, которая находится в пределах 2 руб./кВт·ч, что соответствует заданному уровню инвестиционной привлекательности региона [15–19].

Для Камчатского края развитие гидроэнергетики является особенно актуальным, так как полуостров обладает уникальными гидроресурсами. Строительство каскада ГЭС на реке Кроноцкая («жемчужина энергетики Камчатки», по определению министра энергетики СССР П.С. Непорожнего) или каскада из двух ГЭС на реке Жупаново позволяет в перспективе заместить дорогую электроэнергию ТЭЦ гораздо более дешевой энергией гидроэлектростанций. Также в качестве мощного гидроресурса Камчатки можно рассматривать Пенжинскую губу с перспективой строительства

мощной приливной электростанции. Кроме того, большое количество рек на территории Камчатки позволяет рассматривать вопрос о развитии малой гидроэнергетики с целью замещения и снижения общего количества ДЭС в изолированных энергоузлах.

Необходимо понимать, что перспектива развития гидроэнергетики и строительства гидроэлектростанций на Камчатке не имеет целью наращивания электрической мощности. Этот проект направлен на поэтапное замещение генерации сжигания углеводородного топлива, дорогого по себестоимости, на возобновляемую, более дешевую и экологически чистую энергию. Предварительные расчеты показали, что в случае реализации проекта строительства каскада из двух Жупановских ГЭС как наиболее перспективного себестоимость электроэнергии на шинах электростанции составит 0,24 руб./кВт·ч. Таким образом, даже с учетом сетевой и сбытовой надбавки стоимость электроэнергии будет находиться в пределах 2 руб./кВт·ч.

Располагаемая мощность электростанций в Центральном энергоузле превышает максимальную нагрузку почти в 2 раза. Из-за этого менее экономичная Камчатская ТЭЦ-1 эксплуатируется с низким коэффициентом использования установленной мощности.

С вводом в работу каскада Толмачевских ГЭС пиковая часть графика нагрузки покрывается за счет гидроэнергетики, что позволяет обеспечивать для агрегатов Камчатской ТЭЦ-1 базовый режим работы и повысить их экономичность.

Важным фактором для определения стратегии развития энергетики Камчатского края является остаточный ресурс основного оборудования базовой генерации в Центральном энергоузле. Оценка остаточного ресурса и состояния турбинного оборудования Камчатских ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 приведены в табл. 4.

Таблица 4

Состав и состояние парка турбинного оборудования Камчатских ТЭЦ

Ст. номер	Тип (марка) оборудования	Завод-изготовитель	Год ввода	Установленная мощность, МВт	Тепловая мощность, Гкал/ч	Нормативный срок службы (парковый ресурс), ч	Наработка на 01.01.2021
ТЭЦ-1							
4	Р-44-9,0/1,2	Ленинградский МЗ	1970	44	90	270 000	203 676
5	К-50-90-4	Ленинградский МЗ	1975	55	0	270 000	150 336
6	Т-50-90	Ленинградский МЗ	1977	50	55	270 000	239 240
7	К-50-9045	Ленинградский МЗ	1980	55	0	270 000	140 870
ТЭЦ-2							
1	ПТ-80/100-130-13	Ленинградский МЗ	1985	80	180	220 000	219 073
2	ПТ-80/100-130-13	Ленинградский МЗ	1987	80	180	220 000	206 716

Основное турбинное оборудование ТЭЦ-1 было установлено в период с 1970 по 1980 г. Существующий избыток генерирующих мощностей и малая загрузка агрегатов этой электростанции приблизят основное турбинное оборудование к парковому ресурсу к 2040 г.

На Камчатской ТЭЦ-2 парковый ресурс фактически выработан и для обеспечения дальнейшей эксплуатации уже в 2022 г. потребуются проведение экспертизы промышленной безопасности основного турбинного оборудования. По результатам данного обследования будет принято решение о продлении индивидуального ресурса на какой-то период или необходимости замены агрегатов.

Принятие решения о модернизации энергетического оборудования тепловых электростанций и дальнейшее использование их мощности в качестве базовой в структуре электроэнергетики Камчатского края несомненно приведет к интенсивному росту энерготарифов. Такая позиция препятствует развитию эффективной энергетики и экономики в регионе и откладывает решение проблемы электроснабжения Камчатского края на долгие годы.

Заключение

Для обеспечения стабильного электроснабжения потребителей Камчатского края в бли-

жайшие годы предстоит решить вопрос о стратегии развития энергетики в регионе. Следует учитывать, что наряду с надежностью и устойчивостью в современных условиях к энергетическим системам предъявляются жесткие требования по безопасности, экологичности и эффективности [20, 21].

Опыт использования гидроэнергетических ресурсов показывает, что там, где есть мощные ГЭС, обеспечивается дешевая энергетическая база для наращивания экономического потенциала и создаются лучшие условия для роста экономики в регионе. Это видно на примере экономически развитых стран мира с мощными гидроэнергетическими системами.

Для Камчатки перспективный каскад ГЭС на реке Кроноцкая и реке Жупанова может стать настоящим «рубильником» всей энергосистемы полуострова. Созданные природой эти места в регионе настолько удобны для реализации проектов строительства ГЭС, как будто сама природа Камчатки позаботилась о том, чтобы экономика края была эффективной, а электроэнергия дешевой по себестоимости и при этом экологически чистой в ее производстве не только на Дальнем Востоке России, но и в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Литература

1. Вагин, Г.Я. Состояние и перспективы развития электроэнергетики в России / Г.Я. Вагин // Интеллектуальная электротехника. – 2021. – № 2. – С. 4–14.
2. Федоров, О.В. Топливо-энергетические ресурсы электроэнергетики / О.В. Федоров, Н.В. Голубцов. – М.: Кнорус, 2013. – 183 с.
3. Федоров, О.В. Энергосберегающая политика / О.В. Федоров, А.Б. Дарьенков. – М.: Кнорус, 2015. – 294 с.
4. Федоров, О.В. Ресурсосбережение в энергетике / О.В. Федоров, Н.В. Голубцов, И.И. Гребенюк. – М.: Инфра-М, 2011. – 247 с.

5. Федоров, О.В. Ресурсное обеспечение новых технологических укладов в промышленности / О.В. Федоров, А.С. Сарваров, Ю.В. Шевырев. – М.: Кнорус, 2016. – 142 с.
6. Tyagunov, M.G. Determining the optimal placements of renewable power generation systems using regional geographic information system / M.G. Tyagunov, Z.Y. Lin // 2017 2nd International Conference on the Applications of Information Technology in Developing Renewable Energy Processes & Systems (IT-DREPS). – 2017. – P. 1–6. DOI: 10.1109/IT-DREPS.2017.8277823
7. Тягунов, М.Г. Особенности работы установок на основе возобновляемых источников энергии в изолированных энергосистемах / М.Г. Тягунов // Альтернативная энергетика в регионах России: материалы молодежной научной конференции «АЭР-2018». – 2018. – С. 40–44.
8. Семчев, В.А. О перспективах и проблемах развития гидроэнергетики в Камчатском крае / В.А. Семчев // Горный вестник Камчатки. – 2017. – № 2 (38). – С. 36–43.
9. Анализ перспективного развития энергообеспечения Камчатского края / Д.С. Кротенко, В.А. Семчев, О.А. Белов, С.А. Жуков // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2020. – № 51. – С. 6–11.
10. Схема и программа развития электроэнергетики Камчатского края на 2021–2025 годы. Распоряжение губернатора Камчатского края № 299-Р от 29.04.2021. – Петропавловск-Камчатский.
11. Руководство по энергетической статистике / Международное энергетическое агентство. Евростат, L-2920. – Люксембург: Стеди, 2007. – 192 с.
12. Федоров, О.В. Стратегии инновационной деятельности / О.В. Федоров. – М.: Инфра-М, 2012. – 275 с.
13. Федоров, О.В. Промышленные технологии / О.В. Федоров. – М.: Инфра-М, 2008. – 237 с.
14. Максимов, Б.К. Теоретические и практические основы рынка электроэнергии / Б.К. Максимов, В.В. Молодюк. – М.: Издат. дом МЭИ, 2008. – 292 с.
15. Антонов, Н.В. Возобновляемая энергетика за рубежом и в регионах России / Н.В. Антонов, М.Ю. Евдокимов, В.А. Шилин // Географическая среда и живые системы. – 2020. – № 1. – С. 85–99.
16. Зайченко, В.М. Перспективные направления развития энергетики России в условиях перехода к новым энергетическим технологиям / В.М. Зайченко, Д.А. Соловьев, А.А. Чернявский // Окружающая среда и энерговедение. – 2020. – № 1. – С. 33–47.
17. Никитин, А.Т. Перспективы развития малой энергетики как экологичной технологии / А.Т. Никитин, О.А. Белов // Образование, наука и молодежь – 2017: материалы науч.-практ. конф. – Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2017. – С. 268–272.
18. Белов, О.А. Перспективы автономного электроснабжения удаленных объектов с использованием бесплотинных ГЭС / О.А. Белов // Наука, образование, инновации: пути развития: материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2016. – С. 109–111.
19. Белов, О.А. Анализ возможности автономного энергообеспечения биостанции на реке Коль / О.А. Белов, А.И. Пантина // Наука, образование, инновации: пути развития: материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2016. – С. 115–118. DOI: 10.18101/978-5-9793-1632-1-16-20
20. Безруких, П.П. Нетрадиционно возобновляемые источники энергии / П.П. Безруких. – М.: Топливо-энергетический комплекс, 2002. – 120 с.
21. Bezrukih, P.P. On Some Issues Assessing the Efficiency of Renewable Energy Power Plant and the Share of Renewables in the World's Electricity Generation / P.P. Bezrukih // Journal of Electrical Engineering. – 2018. – No. 6. – P. 85–89. DOI: 10.17265/2328-2223/2018.02.004

Белов Олег Александрович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой энергетических установок и электрооборудования судов, Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский; belof.oa@gmail.com.

Поступила в редакцию 12 октября 2021 г.

THE STATE OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY OF THE KAMCHATKA REGION AND ITS DEVELOPMENT PROSPECTS

O.A. Belov, belof.oa@gmail.com

Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russian Federation

Sustainable socio-economic development of any region is determined by the efficiency of its energy supply system. For isolated power systems, which include the Kamchatka region, it is particularly important to ensure energy independence by maximizing the use of domestic energy resources in electricity production. The article deals with the structure of the electric power industry of the Kamchatka region, presents the composition of generating capacities in the power supply system of the region and assesses the impact they have on the electricity tariff. The dynamics of electric energy consumption and the structure of consumers are considered. The largest consumers in the Main Energy hub of the region are identified and the efficiency of this structure is assessed. Data on the power supply in remote isolated energy hubs of the Kamchatka region are presented. An overview of the quantitative and typical composition of the turbine equipment of Kamchatka power plants is presented, and an assessment of the residual resource is made. Based on the analysis of the power supply structure and taking into account the technical condition of the power equipment and the experience of operating the main generating capacities the article assesses the regional energy system development prospects. The article also presents an approach based on transferring the main energy capacities to internal hydro resources to ensure the reliability, safety and efficiency of the Kamchatka Territory's energy.

Keywords: hydropower, power supply, power plants, energy hub, electric power industry, energy rate, energy resources.

References

1. Vagin G.Ya. [The State and Prospects of the Electric Power Industry in Russia Development]. *Intellektual'naya elektrotekhnika* [Intelligent Electrical Engineering], 2021, no. 2, pp. 4–14. (in Russ.)
2. Fedorov O.V., Golubtsov N.V. *Toplivno-energeticheskie resursy elektroenergetiki* [Fuel and Energy Resources of the Electric Power Industry]. Moscow, Knorus Publ., 2013. 183 p.
3. Fedorov O.V., Dar'enkov A.B. *Energoberegayushaya politika* [Energy Saving Policy]. Moscow, Knorus Publ., 2015. 294 p.
4. Fedorov O.V., Golubtsov N.V., Grebenyuk I.I. *Resursosberezhenie v energetike* [Resource Conservation in the Energy Sector]. Moscow, Infra-M Publ., 2011. 247 p.
5. Fedorov O.V., Sarvarov A.S., Shevyrev Yu.V. *Resursnoe obespechenie novykh tekhnologicheskikh ukладov v promyshlennosti* [Resource Provision of New Technological Structures in Industry]. Moscow, Knorus Publ., 2016. 142 p.
6. Tyagunov M.G., Lin Z.Y. Determining the optimal placements of renewable power generation systems using regional geographic information system. *2017 2nd International Conference on the Applications of Information Technology in Developing Renewable Energy Processes & Systems (IT-DREPS)*, 2017, pp. 1–6. DOI: 10.1109/IT-DREPS.2017.8277823
7. Tyagunov M.G. [Features of Operation of Installations Based on Renewable Energy Sources in Isolated Power Systems]. *Al'ternativnaya energetika v regionakh Rossii: Materialy molodezhnoy nauchnoy konferentsii "AER-2018"* [Alternative Energy Systems in the Regions of Russia: Materials of the Youth Scientific Conference "AER-2018"], 2018, pp. 40–44. (in Russ.)
8. Semchev V.A. [About Prospects and Problems of Hydropower Industry Development in the Kamchatka Region]. *Gornyy vestnik Kamchatki* [Mining Bulletin of Kamchatka], 2017, no. 2 (38), pp. 36–43. (in Russ.)
9. Krotenko D.S., Semchev V.A., Belov O.A., Zhukov S.A. Analysis of Future Energy Supply Development in Kamchatka. *Bulletin of Kamchatka State Technical University*, 2020, no. 51, pp. 6–11. (in Russ.)
10. *Skhema i programma razvitiya elektroenergetiki Kamchatskogo kraya na 2021–2025 gody. Rasporyazheniye gubernatora kamchatskogo kraya № 299-R ot 29.04.2021* [The Scheme and Program for the Development of the Electric Power Industry of the Kamchatka Territory for 2021–2025. Order of the Governor of the Kamchatka Territory no. 299-P, 29.04.2021]. Petropavlovsk-Kamchatsky.
11. Guide to Energy Statistics. *International Energy Agency. Eurostat, L-2920*, Luxembourg, Stedi, 2007. 192 p.
12. Fedorov O.V. *Strategii innovatsionnoy deyatelnosti* [Innovation Strategies]. Moscow, Infra-M Publ., 2012. 275 p.

13. Fedorov O.V. *Promyshlennye tekhnologii* [Industrial technologies]. Moscow, Infra-M Publ., 2008. 237 p.
14. Maksimov B.K. *Teoreticheskie i prakticheskie osnovy rynka elektroenergii* [Theoretical and Practical Foundations of the Electric Energy Market]. Moscow, Publishing House MEI, 2008. 292 p.
15. Antonov N.V., Evdokimov M.Yu., Shilin V.A. Renewable Energy Abroad and in Russian Regions. *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical Environment and Living Systems], 2020, no. 1, pp. 85–99. (in Russ.)
16. Zaychenko V.M., Solov'ev D.A., Chernyavskiy A.A. [Prospective Directions of the Energy Sector Development in Russia in the Context of Transition to New Energy Technologies]. *Okruzhayushaya sreda i energovedenie* [Environment and Energy Science], 2020, no. 1, pp. 33–47. (in Russ.)
17. Nikitin A.T., Belov O.A. [Prospects for the Development of Small-scale Energy as an Eco-friendly Technology]. *Obrazovanie, nauka i molodezh' – 2017: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Education, science and youth – 2017: materials of the scientific and practical conference]. Kerch', 2017, pp. 268–272. (in Russ.)
18. Belov O.A. [Prospects for Autonomous Power Supply of Remote Facilities Using Damless Hydroelectric Power Plants]. *Nauka, obrazovanie, innovatsii: puti razvitiya. Materialy Sed'moy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Science, Education, Innovations: Ways of Development. Materials of the 7th All-Russian Scientific and Practical Conference]. Petropavlovsk-Kamchatsky, Kamchatka State Technical University, 2016, pp. 109–111. (in Russ.)
19. Belov O.A., Pantina A.I. [Analysis of the Possibility of Autonomous Power Supply of a Biostation on the Kol River]. *Nauka, obrazovanie, innovatsii: puti razvitiya. Materialy Sed'moy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Science, Education, Innovations: Ways of Development. Materials of the 7th All-Russian Scientific and Practical Conference]. Petropavlovsk-Kamchatsky. Kamchatka State Technical University, 2016, pp. 115–118. (in Russ.) DOI: 10.18101/978-5-9793-1632-1-16-20
20. Bezrukih P.P. *Netraditsionno vozobnovlyaemye istochniki energii* [Unconventionally Renewable Energy Sources]. Moscow, TEK Publ., 2002. 120 p.
21. Bezrukih P.P. On Some Issues Assessing the Efficiency of Renewable Energy Power Plant and the Share of Renewables in the World's Electricity Generation. *Journal of Electrical Engineering*, 2018, no. 6, pp. 85–89. DOI: 10.17265/2328-2223/2018.02.004

Received 12 October 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Белов, О.А. Состояние электроэнергетики Камчатского края и перспективы ее развития / О.А. Белов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 48–56. DOI: 10.14529/power210406

FOR CITATION

Belov O.A. The State of the Electric Power Industry of the Kamchatka Region and Its Development Prospects. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Power Engineering*, 2021, vol. 21, no. 4, pp. 48–56. (in Russ.) DOI: 10.14529/power210406
