

Асанов А.К., Суеркулов М.А., Эсеналиева Ч.Т.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ГОРОДА БИШКЕК

A.K. Asanov, M.A. Suerkulov, Ch.T. Esenalieva

CURRENT STATE AND MAIN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF ELECTRICAL NETWORKS IN BISHKEK

УДК:621.311

Рассмотрено современное состояние электросетей и располагаемых мощностей г. Бишкек. Проведен анализ, выведены модели электропотребления, электросети и нагрузки города для решения задач эффективного функционирования и развития электрической сети города.

Examined the current state of electric networks and power spaced of BishketAn analysis, the energy consumption model and electric nets model are derived for solving problems of effective functioning and development electrical network of the city.

В настоящее время электрические сети г. Бишкек, является самой нагруженной и насыщенной электрической нагрузкой на квадратный километр по всей территории страны (площадь около 170 км² - 0,11 % территории Кыргызстана, жителей более 1 млн. чел. или 20% населения страны). Общее электропотребление в городе, включая полезный отпуск и потери в электрических сетях, составило в 2011 г. более 2,6 млрдкВтч, в том числе: в быту и сфере коммунальных услуг - 65%, промышленностью - 12%, бюджетные организации - 9%, прочие потребители - 14%. Доля коммунально-бытовой нагрузки в Бишкеке почти в 4 раза выше, а промышленности в 3 раза ниже, по сравнению с периодом 1990 годов. В Бишкеке насчитывается по числу точек коммерческого учета более 200 тыс. бытовых и более 15 тыс. промышленных потребителей электроэнергии [1, 2, 5].

Существующая нагрузка города составляет около 200 МВт летом и 600 МВт зимой, которые на 100% летом и 70 % зимой покрываются двумя подстанциями (ПС) 220 кВ: «Главная» и «Ала-Арча». Эти ПС, получают питание по воздушным линиям (ВЛ) 220 кВ Фрунзенская - Кара- Балта - Главная и Фрунзенская - Ала-Арча от ПС 500/220 кВ «Фрунзенская». ПС 220/110/10 кВ «Главная» введена в эксплуатацию в 1969 г. На ПС установлены два АТ 220/110/10 кВ мощностью по 125 МВА. ПС

220/110/10 кВ «Ала- Арча»введена в эксплуатацию в 2005 г. На ПС установлены два АТ 220/110/10 кВ мощностью по 125 МВА. Следует отметить, что ПС «Главная»; также имеет межсистемную связь с энергосистемой южного Казахстана по ВЛ 220 кВ Главная - Алматы и Главная - Чу. Указанные ВЛ обеспечивают 40% годового электропотребления северного региона Кыргызстана за зимний период времени. Этот объем электроэнергии генерируется мощностью, составляющей 30% от располагаемой мощности региона в зимний период. Летом по этим же ВЛ, избыток мощности экспортируется обратно в республику Казахстан.

Кроме того, для покрытия необходимой мощности в г. Бишкек действует ТЭЦ-1, которая в основном несет нагрузку во время отопительного сезона, обычно с середины ноября до середины марта (вследствие своего изношенного состояния может выработать только около 200-300 МВт фактической мощности из 666 МВт установленной мощности), а также частично от каскада Аламундунских малых ГЭС (установленной мощностью каскада 29 МВт)[3].

Фактическое потребление по городу Бишкек превышает установленный лимит, принятый в ОАО «Северэлектро» (рис. 1). По их данным, максимум нагрузки электропотребления за 2011 год был зафиксирован в декабре, и составил 827 МВт (15 млн. кВтч/сут)при лимите 590 МВт (9,5 млн. кВтч/сут).Таким образом, существующие ПС и ТЭЦ города не покрывают зимнюю нагрузку. В связи с этим представляет интерес график потребления электроэнергии г. Бишкек в зависимости от температуры наружного воздуха. Для этого проведен регрессионный анализ на предмет выявления зависимости между электропотреблением и температурой окружающего воздуха (с января по декабрь месяцы 2011 г. табл. 1).

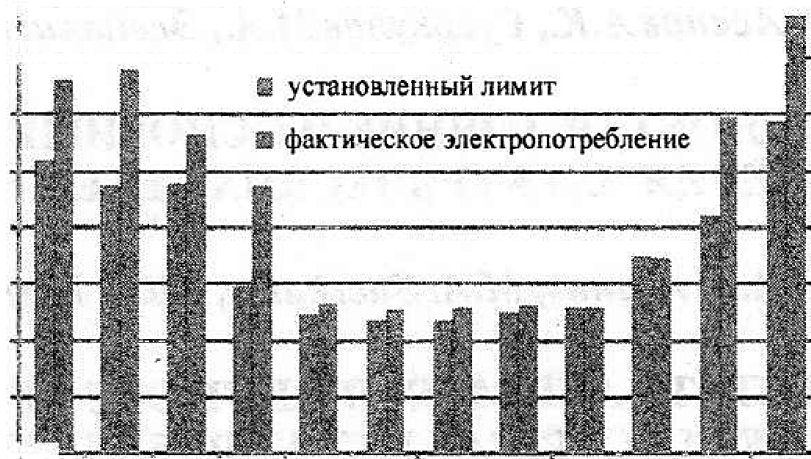


Рис. 1. Потребление электроэнергии г. Бишкек по месяцам за 2011 год (млн. кВт*ч).

Таблица 1

Температуры наружного воздуха в г. Бишкек за 2011 год

Месяцы 2011 года	январь	февраль	март	апрель	5	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Среднемесячная температура, °С	-7	-1,8	3,9	15,1	19,5	23,9	26,2	25,3	19,9	12,1	2,2	-6,1

Регрессионный анализ выявил значительное влияние среднемесячной температуры на величину электропотребления в целом, которое представляется моделью, описываемой функцией вида $\Delta(1) = -7,7447t + 310,37$, графическое изображение которой представлено на рис. 2. Данная модель может быть выбрана для нормирования электропотребления г. Бишкек.

Таким образом, неуправляемый рост пиковых нагрузок в период похолодания, неравномерность графиков нагрузки энергосистемы, дефицит регулирующих мощностей суточного графика нагрузки - ухудшают качество электроэнергии [4]; создаются высокие риски нарушения электроснабжения в условиях низких зимних температур наружного воздуха. Такой рост электрической нагрузки обусловлен, в основном, использованием электроэнергии для обогрева. В этом случае, техническое состояние электрических сетей находится на пределе своих возможностей.

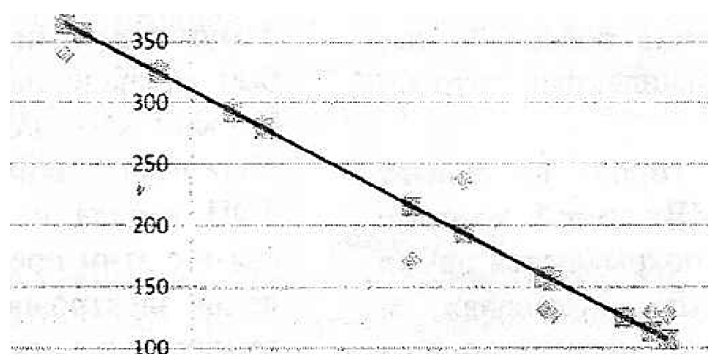


Рис. 2. Зависимость электропотребления населения от среднемесячной температуры в Бишкеке

Основные причины этому:

- морально и физически устаревшее электрооборудование (износ сетей составляет более 50%) [1];
- увеличение городского населения, повлекшее к существенным изменениям городских электрических сетей, подключение новых городских объектов и многочисленных новостроек производилось к существующим сетям без развития самих сетей;
- отсутствие на практике проектирования и эксплуатации городских сетей, научно-обоснованных методик и рекомендаций по рациональному формированию их структуры и реконструкции сети;

- повышение цен на энергоносители и низкие тарифы на электроэнергию, которые стимулировали быстрый рост электропотребления в коммунально-бытовом секторе.

В электрические сети города Бишкек входят* (*- по состоянию на 2011г.) линии электропередач напряжением от 0,38 до 220 кВ, общей протяженностью около 5 тыс. км, в том числе ВЛ и кабельные линии (КЛ) 35-0,4 кВ составляют - 2,9 тыс. км, 1,7 тыс. км соответственно, а остальное приходится на ВЛ напряжением 220-110 кВ; трансформаторные ПС напряжением 35-220 кВ составляют 46 ед.; более 3 тыс. трансформаторных подстанций (ТП) 6-10/0,4 кВ (суммарной мощностью 1220 МВ А). Распределение протяженности ВЛ и КЛ по уровням напряжения показана на рисунке 3.

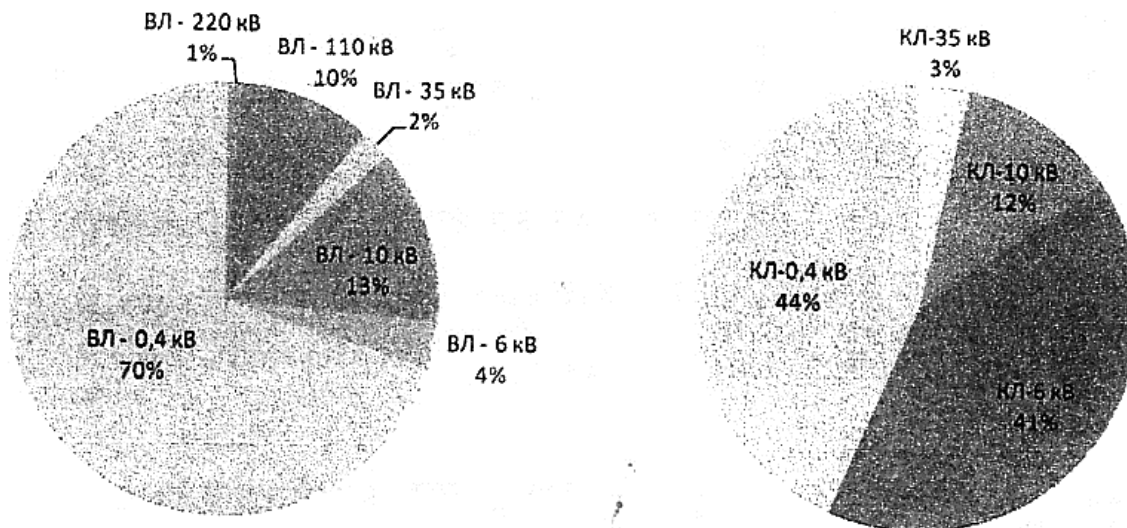


Рис. 3. Распределение протяженности ВЛ (а) и КЛ (б) по уровням напряжения

Основная сеть сформирована линиями 110 и 35 кВ. Распределение электроэнергии осуществляется по сетям 6-10 кВ. Низковольтные сети и потребители работают при номинальном напряжении 380/220 В с частотой 50 Гц.

Проведенный анализ состояния и перспектив развития электрических сетей города показал, что питающая сеть выполняется на высшем напряжении 110, 35 кВ. Основные распределительные подстанции имеют напряжение 10-6 кВ, мощности трансформаторов варьируются от 2*2,5 до 2*40 МВ-А, напряжения указанных трансформаторов соответствуют сочетаниям 110/35/10-6 кВ, 35/10-6 кВ и 110/10-6 кВ (рис. 4). На ТП широко применяются трехфазные двухобмоточные трансформаторы с напряжением 10-6/0,4 кВ мощностью от 25 до 1000 кВА (рис. 5). На рисунке показаны процентные соотношения существующих ТП по г. Бишкек.

Типовыми схемами распределительных сетей 6-10 кВ являются радиальные, замкнутые, с двухсторонним питанием, и широко применяются петлевые схемы городских потребителей, которые выполнены воздушными и кабельными линиями, проложенными в земле. Состав современных кабельных сетей показан на рисунке 6

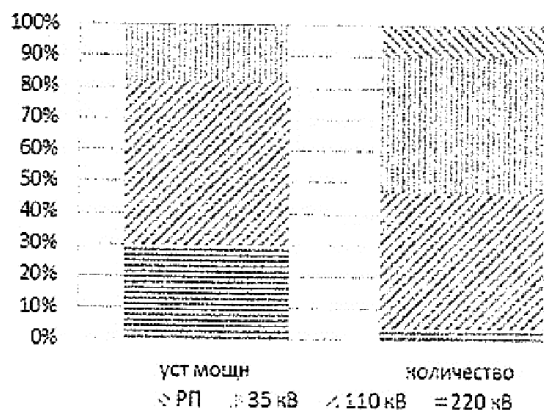


Рис. 4. Распределение высоковольтных силовых трансформаторов по напряжению г. Бишкек

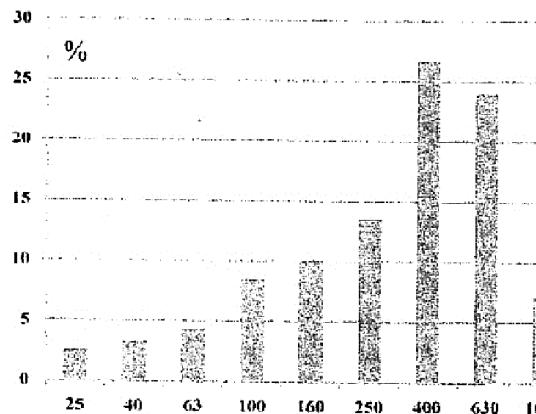


Рис. 5. Располагаемые ТП по мощности в г. Бишкек

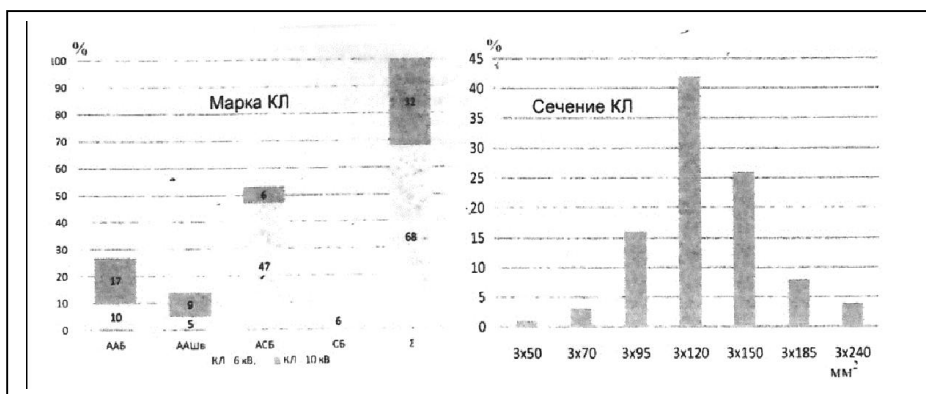


Рис. 6. Технические характеристики КЛ 6-10 кВ по г. Бишкек

По результатам анализа и исследований, можно выделить характерную электрическую сеть г. Бишкек (табл. 2). Выведенные статистические модели электросети, определяют современное состояние сетей 0,4-6-10 кВ селитебного района и района новостроек и частного сектора г. Бишкек.

Таблица 2.

Данные статических исследований действующей электросети г. Бишкек

Сети 0,4 кВ				
Наименование	Селитебный район города			примечание
	мах	мин	характерный	
1	2	3	4	5
Мощность ТП	1000	250	2x630	
Число отходящих линий	25	5	12	
Сечение и марка кабелей	АВВГ 4x240	АВВГ 3x35+ 1x25	АВВГ 3x95+1x70	
Протяженность линий, км	1,5	0,01	0,5	
Число абонентов на ТП с характерной мощностью	1200	300	950	Газифицирован, центральное отопление
Среднемесячное потребление на 1го абонента, кВт*ч/мес	См. табл. 3			
Расчетные технические потери в линии, %	16,0	0,1	5,5	
Расчетные технические потери на км длины линии, кВт/км	80,0	0,001	2,8	
Район новостроек и частного сектора города				
Мощность ТП	1000	25	1x250 2x400	
Число отходящих линий	15	1	5	
Сечение и марка проводов"	A95	A3 5	A50	
Протяженность линий, км	2,0	0,01	0,7	
Число абонентов на ТП с характерной мощностью	600	50	250	Пищеприготовление и отопление преимущественно электрическое
Среднемесячное потребление на 1го абонента, кВт*ч/мес	См. табл. 3			
Расчетные технические потери в ВЛ, %	17,0	0,1	9,5	
Расчетные технические потери на км длины линии, кВт/км	104,0	0,001	7,8	
* - Сечение нулевого провода на один номинал ниже стандартной шкалы сечений фазного в существующих, и одинаковы для нововводимых сетей. Заземление нулевого провода линии выполнена на всем протяжении линии через 100 - 150 м (повторное заземление) или в начале линии, поворотах и в конце.				
Сети 6-10 кВ				

Мощность ПС110/35/10-6, МВА	2x40	2x10	2x25	
Мощность ПС 35/10-6, МВА	2x16	2x2,5	2x6,3 2x10	
Число отходящих фидеров	60	5	25	
Сечение и марка магистральных проводов	АС95	АС50	АС70	
Сечение и марка проводов отпаяк	АС70	АС25	АС35	
Сечение и марка кабелей	3x240	3x50	3x120 3x150	АСБ, ААБ
Протяженность ВЛ, км	40,0	0,1	1,5-10,0	
Протяженность КЛ, км	6,0	0,03	0,5-1,6	
Число присоединений	30	5	6-10	

Для определения среднемесячного потребления одного абонента (табл. 2) было проведено анкетирование по сбору данных месячного электропотребления жилых домов г. Бишкек среди студентов в апреле месяце 2011 года. Результаты обработки анкетных данных представлены в табл. 3. В данной обработке представлены все жилые дома, по которым удалось собрать наиболее полную и объективную статистику по месячному электропотреблению.

Таблица 3

Данные статистических исследований по электропотреблению жилых домов г. Бишкек

Тип дома	Количество домов		Электропотребление кВтч за месяц			кВт*ч/чел	Чел/ кв (дом)
			Мин	Мак	Среди		
частный сектор с использованием электрических плит и электрического водонагревателя	18	15%	618	3076	1022	227	4,5
частный сектор с использованием электрических плит	50	42%	165	1322	450	115	3,9
типовые квартиры этажных застроек на газовых плитах	52	43%	50	1229	236	67	3,5
Итого:	120		-	-	-	-	

Из приведенных данных видно, что максимальное электропотребление жилого сектора приходится на дома с использованием электрических плит и водонагревателей, которые составляют 15% от общего числа анкетированных. На втором месте идут дома с электрическими плитами, с - 42% от общего количества домов. На третьем месте типовые квартиры с газовыми плитами с 43% от общего числа домов. Полученный результат отражает статистические данные среднемесячного потребления одного абонента без электро отопления.

По результатам проведенных исследований, проблемы энерго дефицита, качества и надежности электроснабжения должны решаться за счет целенаправленного энергосбережения, развития генерации и электрических сетей.

На стороне потребителя существуют значительные резервы покрытия дефицита активной мощности, которые могут быть задействованы по многим направлениям: через техническое перевооружение энергохозяйства потребителей, использование потребителей-регуляторов нагрузки, учет в тарифах показателя cost)) и т.д. Для реального осуществления этих программ необходимо, провести серьезный анализ и определить условия мотивации, при которых заниматься энергосбережением стало бы выгодно и энерго снабжающим организациям, и потребителям.

Для развития генерации необходима модернизация ТЭЦ-1 г. Бишкек, предусматривающая увеличение мощности до 500 МВт.

Для развития электрических сетей, необходима реконструкция и техническое перевооружение сети, которые предусматривают строительство новых ПС 110 кВ; переход от напряжения 6 кВ к 10 кВ в центральной части города; постепенный переход городских распределительных сетей 35 кВ - на напряжение 110 кВ (система образующее), усиление функции система образующей сети 110 кВ радиально-кольцевой структурой, сокращение радиусов электрических линий; применение автоматических регуляторов напряжения (РПН), вольто добавочных трансформаторов, конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности у потребителей и в распределительной электрической сети; выравнивание электрических нагрузок и т.д.

Надежность электроснабжения должна соответствовать возросшим требованиям потребителей, которая достигается на основе применения нового электрооборудования, новых конструкций проводов и силовых кабелей, линейной арматуры, соединительных муфт, новых типов изоляторов и других элементов, а также применение усовершенствованных конструкций РУ, РП 6-10 кВ, ТП 6-10/0,4 кВ.

Особое внимание надо уделять плану развития инфраструктуры электроэнергетики с планами развития территорий города и области.

Заключение

1. Получена линейная модель для нормирования электропотребления г. Бишкек в зависимости от температуры наружного воздуха.

2. Исследования электрической сети г. Бишкек, питающей жилые дома и общественные здания, выявили статистически достоверные результаты данных этих электросетей и нагрузки.

3. Энергосбережение со стороны потребителя может дать большой вклад в снижение энерго-дефицита в зимний период.

4. Снижение качества и надежности электроснабжения диктует незамедлительного развития электрических сетей - реконструкцией и техническим перевооружением, применением современных технологий и усовершенствование конструкций городских распределительных сетей.

Список литературы:

1. Оценка себестоимости электроэнергии КР, ОТ4еТTetraTechES, Inc., март, 2011;
2. Статистический ежегодник Кыргызской республики, Бишкек, 2010.
3. Диагностический анализ управленческой деятельности ОАО «Электрические станции», ОТ4еТTetraTechES, Inc., март, 2011.
4. Асанов А.К., Насыров Р.Р., Тульский В.Н. Современное состояние качества электрической энергии в сетях г. Бишкек Кыргызской Республики // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тез.докл. XIII МНТК студентов и аспирантов. В 4 т. М.: Издательский дом МЭИ, 2012, Т.3. С. 356.
5. Данные технико-экономических показателей ОАО «Северэлектро» за 2010 г.

Рецензент: к.тех.н., доцент Ниязов Н.Т.
