

Методика определения потребности в средствах электроснабжения для социального развития села (утв. Минсельхозом РФ 27 декабря 2001 г., протокол N 41) (извлечение)

По состоянию на 25 сентября 2006 года

Введение

Выбор оптимальной схемы электроснабжения, в том числе и электроснабжения сельских населенных пунктов, представляет собой очень сложную задачу.

Данная методика позволяет проектировщику объективно выбрать электрические нагрузки, связанные с социальным развитием и жизнедеятельностью сельского населения, и рассчитать оптимальную мощность требуемых трансформаторных подстанций.

Методика предназначена для использования как при строительстве новых объектов жилого сектора в сельской местности с необходимой социальной инфраструктурой, так и при реконструкции и расширении существующих сельских поселений.

В методике изложены удельные показатели (нормативы) расхода электрической энергии для определения суммарных объемов электропотребления и приведен метод определения потребности в средствах электроснабжения.

Методика рекомендуется для работников проектных организаций и специалистов сельского хозяйства.

1. Общие положения

Методика предназначена для определения потребности в электроэнергии и средствах электроснабжения как для действующих, так и вновь создаваемых сельских энергопотребителей (объектов быта, приусадебных и фермерских хозяйств, жилого сектора на селе) на разных уровнях организации:

- потребность в электроэнергии и расчетная мощность для конкретного объекта (дома, усадьбы, предприятия и т.д.);
- потребность в электроэнергии и расчетная мощность для поселка, хозяйства;
- потребность в электроэнергии и мощность трансформаторных подстанций для района, области, региона.

Нормирование электропотребления в быту села состоит в установлении меры потребления электрической энергии для заданных условий функционирования объектов.

Последовательность расчета норм:

- определение нормативов расхода электрической энергии по каждому электроприемнику, процессу на принятый показатель (м² площади, гол. животного, сельский житель);
- сумма нормативов является нормой для более обобщенного показателя - расхода электроэнергии по каждому дому, предприятию, хозяйству, которая в свою очередь служит нормативом для более высокого уровня (поселок, район, область, регион).

Таким образом, норма (норматив) расхода электрической энергии в быту села - величина расхода электроэнергии в расчете на принятый удельный показатель.

В методике представлены дифференцированные нормы (нормативы) для следующих сельских бытовых потребителей:

- жилой сектор;
- личное приусадебное хозяйство (ЛПХ);
- сфера культурно-бытового обслуживания;
- фермерские (крестьянские) хозяйства.

Расход электроэнергии в жилом секторе, ЛПХ и фермерских хозяйствах зависит от ряда факторов, обусловленных:

- спецификой формирования сельских населенных пунктов;
- условиями их планировки и застройки;
- особенностями энергоснабжения (наличие или отсутствие сетевого газа, централизованного теплоснабжения, водоснабжения, канализации);
- формами и методами ведения ЛПХ;
- наличием предприятий и учреждений сферы культурно-бытового обслуживания;
- специализацией фермерских хозяйств и объемами их производства.

Для максимального учета влияющих факторов необходимы:

- абсолютные и удельные показатели установленной мощности, число часов использования и объемы электропотребления для различных уровней электропотребления в жилом, общественном секторе, ЛПХ и фермерских хозяйствах.

Эти удельные показатели позволяют рассчитать пропускную способность сельских электрических сетей и мощность трансформаторных подстанций фактически для любых вариантов электрификации жилого сектора села;

- разработанные средние нормы (нормативы) электропотребления для вышеуказанных потребителей по стране.

В этом случае для расчета норм необходимо использовать математические ожидания (средние значения) влияющих факторов.

Отсутствие ограничений на установленные мощности, на объемы потребляемой электроэнергии и прочее делает невозможным жесткое нормирование расхода электрической энергии в жилом секторе села.

Поэтому приведенные в разделе 2 показатели названы удельными, а в аналитических выражениях для их расчета, в связи с широким колебанием влияющих факторов, приведены их средние значения (математические ожидания), которые использованы для определения потребности в электроэнергии для различных уровней электропотребления.

При разработке удельных показателей (нормативов) в зависимости от наличия исходной информации использовались расчетно-аналитический, расчетно-статистический, опытный методы и их сочетания.

При разработке удельных показателей и определении потребности в электрической энергии использовались данные Госкомстата России.

Некоторые экономические показатели развития бытового сектора села по годам приведены в табл. 1.

Таблица 1

Экономические показатели развития бытового сектора села по годам

Показатель	1985	1990	1995	1999
Численность сельского населения, млн чел.	39,7	38,8	40,0	39,6
Потребление электроэнергии в быту села, млрд кВт х ч	19,1	29,1	35,5	37,85*
Количество личных приусадебных хозяйств (ЛПХ) населения, млн ед.	15,7	16,3	16,3	16,4
Доля ЛПХ в производстве сельскохозяйственной продукции, %	23,1	26,3	46,6	47,9
Количество фермерских хозяйств, тыс. ед.	-	-	280,1	273,0
Доля фермерских хозяйств в производстве сельскохозяйственной продукции, %	-	-	1,9	2,2

-----+-----+-----+-----+-----
* Данные за 2000 г.

2. Нормативные ссылки

В методике использованы ссылки на следующие документы:

СНиП II-3-79. Строительная теплотехника.

СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий.

СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

СНиП 2.04.07-86*. Тепловые сети.

СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов.

СНиП 23-01-99. Строительная климатология.

СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.

НТП-АПК 1.10.01.001-00. Нормы технологического проектирования ферм крупного скота крестьянских хозяйств.

НТП-АПК 1.10.02.001-00. Нормы технологического проектирования свиноводческих ферм крестьянских хозяйств.

НТП-АПК 1.10.03.001-00. Нормы технологического проектирования овцеводческих предприятий.

НТП-АПК 1.10.05.001-01. Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий.

Справочник по применению электрической энергии в сельскохозяйственном производстве (Москва, 1986).

Статистические сборники Госкомстата России.

3. Модели электрических нагрузок сельских бытовых потребителей и фермерских хозяйств

3.1. Жилой сектор

Для всех наиболее типичных (характерных) электропотребителей определены основные характеристики электрических нагрузок:

- установленная мощность электробытовых машин, приборов и оборудования ($P_{уст}$, кВт);

- число часов их использования ($Ч_{исп}$, ч);

- годовое потребление электроэнергии ($W_{год}$, кВт х ч);

- суточные графики электропотребления каждым прибором для наиболее тяжелых зимних условий и суммарные графики электропотребления.

Рассмотрены следующие модели электропотребления.

1-я модель (табл. 2) предполагает наиболее низкий уровень электрификации быта сельского населения (наличие 4-6 электробытовых приборов). Как правило, это постройки старого типа с количеством проживающих в них сельских жителей 1-3 человека.

Таблица 2

Первый уровень электрификации быта

Процесс, прибор	P _{уст} , кВт	Ч _{исп} , ч	W _{год} , кВт х ч	P _{мах} , кВт
Освещение	0,25	400	100	
Телевизор	0,18	600	110	
Кипятильник	0,6	110	66	
Утюг	1,0	52	52	
Электроплитка	1,0*	365	140	
Итого	3,0		468	1,2

* Коэффициент использования - 0,38.

2-я модель (табл. 3) предполагает уровень электрификации, предусматривающий традиционный сельский дом, оснащенный основными электробытовыми машинами и приборами.

Таблица 3

Второй уровень электрификации быта

Процесс, прибор	P _{уст} , кВт	Ч _{исп} , ч	W _{год} , кВт х ч	P _{мах} , кВт
Освещение	0,6	860	516	
Приемник	0,02	1000	20	
Телевизор	0,18	2000	360	
Магнитофон	0,025	1000	25	
Холодильник-морозильник	0,15	3200	480	
Электрический насос для воды	0,22	180	40	
Пылесос	0,55	160	88	
Кипятильник	1,0	100	100	
Стиральная машина	1,0	150	150	
Кухонный комбайн	0,2	30	6	
Утюг	1,0	150	150	
Соковыжималка	0,13	180	23	

Электроплитка	1,0	548	548	
Итого	6,075		2506	2,8

3-я модель (табл. 4) включает уровень электрификации жилого сектора, предполагающий оснащение современными бытовыми машинами и приборами (стиральная машина с подогревом, мощный пылесос и др. приборы и машины с дополнительными операциями), а также наличие нескольких одноименных приборов (телевизоры, приемники и пр.).

4-я модель (табл. 5) предполагает уровень электрификации жилого сектора, включающий наряду с современными машинами и приборами напольную электроплиту.

Таблица 4

**Третий уровень электрификации быта
(новая застройка, современное оборудование)**

Процесс, прибор	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт x ч	P_мах, кВт
Освещение	0,7	1000	700	
Приемник	0,04	1000	40	
Телевизор	0,25	2000	500	
Магнитофон	0,025	1000	25	
Холодильник-морозильник	0,2	3200	640	
Электрический насос для воды	0,4	180	72	
Пылесос	1,3	80	104	
Кипятильник	1,0	100	100	
Стиральная машина	2,7	150	405	
Кухонный комбайн	0,2	30	6	
Утюг	1,0	150	150	
Соковыжималка	0,13	180	23	
Электроплитка	2,0	350	700	
Итого	9,94		3465	5,5

Таблица 5

**Четвертый уровень электрификации быта
(третий уровень + напольная электроплита)**

Процесс, прибор	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт x ч	P_мах, кВт
Освещение	0,7	1000	700	
Приемник	0,04	1000	40	

Телевизор	0,25	2000	500	
Магнитофон	0,025	1000	25	
Холодильник-морозильник	0,2	3200	640	
Электрический насос для воды	0,4	180	72	
Пылесос	1,3	80	104	
Кипятильник	1,0	100	100	
Стиральная машина	2,7	150	405	
Кухонный комбайн	0,2	30	6	
Утюг	1,0	150	150	
Соковыжималка	0,13	180	23	
Электроплита	5,0	314	1570	
Итого	12,945		4335	8,0

Наибольшая установленная мощность электрооборудования в 3 и 4 моделях (соответственно 9,94 и 13,0 кВт) образуется за счет освещения, пылесоса, стиральной машины, электроплитки и электроплиты.

Наибольший объем электропотребления приходится на:

- освещение (500 - 700 кВт х ч);
- холодильники (500 - 650 кВт х ч);
- электроплиты (в зависимости от числа членов семьи 800 - 1600 кВт х ч).

Потребление электроэнергии в усадебных застройках коттеджного типа рассматривается как пятый уровень электрификации.

Коттеджная застройка характеризуется рядом особенностей:

- разнообразием архитектурно-планировочных решений;
- различными объемами, этажностью застройки;
- схемами электротеплоснабжения;
- целевым использованием (для постоянного или сезонного проживания);
- насыщением электробытовыми приборами.

Предложены следующие модели коттеджной застройки:

- 5.А - централизованное газоснабжение, сезонное проживание, площади помещений - 100, 200, 300 м²;
- 5.Б - централизованное газоснабжение, постоянное проживание, площади помещений - 100, 200, 300 м²;
- 5.В - полная электрификация тепловых процессов, сезонное проживание, площади помещений - 100, 200, 300 м²;
- 5.Г - полная электрификация тепловых процессов, постоянное проживание, площади помещений - 100, 200, 300 м².

Сезонное проживание предусматривает проживание в летний период и в выходные дни зимнего сезона.

Модели коттеджной застройки 5.А и 5.Б предусматривают наличие электробытовых машин и приборов повышенной комфортности и широкого ассортимента.

Перечень приборов и их характеристики приведены в табл. 6 и 7.

Основные тепловые процессы - горячее водоснабжение и отопление помещений - обеспечиваются централизованным газоснабжением.

Установленная мощность приборов в этих моделях в пределах указанных площадей меняется незначительно: от 13,9 кВт для 100м2 до 17 кВт для 300 м2.

Таблица 6

**Коттеджи - сезонное проживание
(летний период и выходные дни зимнего периода)
при наличии централизованного газоснабжения**

Процесс, прибор	S = 100 м2			S = 200 м2			S = 300 м2		
	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч
Освещение	1,5	400	600	3,0	350	1050	4,5	300	1350
Приемник	0,04	1000	40	0,04	1000	40	0,04	1000	40
Телевизор	0,25	1000	250	0,3	1000	300	0,4	1000	400
Магнитофон	0,025	500	12,5	0,025	500	12,5	0,025	500	12,5
Холодильник-морозильник	0,2	3200	640	0,2	3200	640	0,2	3200	640
Электронасос для воды	0,2	120	48	0,4	120	48	0,4	120	48
Пылесос	1,3	80	104	1,3	90	117	1,3	100	130
Стиральная машина	2,7	90	243	2,7	100	270	2,7	110	297
Кухонный комбайн	0,2	30	6	0,2	30	6	0,2	30	6
Утюг	1,0	100	100	1,0	100	100	1,0	120	120
Соковыжималка	0,13	180	23	0,13	180	23	0,13	180	23
Шашлычница	1,0	180	180	1,0	180	180	1,0	200	200
Фритюрница	2,0	100	200	2,0	100	200	2,0	120	240
Гриль	1,0	100	100	1,0	100	100	1,0	150	150
Ростер	0,65	100	65	0,65	100	65	0,65	120	78
Печь СВЧ	1,5	100	150	1,5	100	150	1,5	100	150
Итого	13,9		2774	15,4		3302	17,0		3884,5

Таблица 7

Коттеджи - постоянное проживание, централизованное газоснабжение

Процесс, прибор	S = 100 м2			S = 200 м2			S = 300 м2		
	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч
Освещение	1,5	1220	1830	3,0	1000	3000	4,5	900	4050

Приемник	0,04	2500	100	0,04	2500	100	0,04	2500	100
Телевизор	0,25	2000	500	0,3	2000	600	0,4	1500	600
Магнитофон	0,025	1000	25	0,025	1000	25	0,025	1000	25
Холодильник-морозильник	0,2	3200	640	0,2	3200	640	0,2	3200	640
Электронасос для воды	0,4	250	100	0,4	250	100	0,4	250	100
Пылесос	1,3	80	104	1,3	90	117	1,3	100	130
Стиральная машина	2,7	150	405	2,7	160	432	2,7	170	459
Кухонный комбайн	0,2	30	6	0,2	30	6	0,2	30	6
Утюг	1,0	150	150	1,0	150	150	1,0	170	170
Соковыжималка	0,13	180	23	0,13	180	23	0,13	180	23
Шашлычница	1,0	180	180	1,0	180	180	1,0	200	200
Фритюрница	2,0	100	200	2,0	100	200	2,0	120	240
Гриль	1,0	100	100	1,0	100	100	1,0	150	150
Ростер	0,65	100	65	0,65	100	65	0,65	120	78
Печь СВЧ	1,5	100	150	1,5	100	150	1,5	100	150
Итого	13,9		4578	15,4		5888	17,0		7121

Объемы потребления электроэнергии изменяются в больших пределах:

- для сезонного проживания - от 2774 до 3884 кВт х ч;

- при постоянном проживании - от 4578 до 7121 кВт х ч.

Основной фактор, влияющий на объемы электропотребления, - число часов использования установленной мощности.

Тип проживания (сезонное или постоянное) на максимальную мощность фактически не влияет.

Модели 5.В, 5.Г предусматривают, наряду с наличием электробытовых машин и приборов повышенной комфортности и широкого ассортимента, использование электроэнергии для всех энергоемких процессов, включая приготовление пищи, горячее водоснабжение, отопление. Также предусмотрено наличие сауны (табл. 8 и 9).

Мощность осветительных и отопительных установок существенно зависит от площади помещений.

Количество и мощность других бытовых приборов от площади помещений зависят значительно меньше.

Установленная мощность для коттеджей:

$S = 100 \text{ м}^2 - 40,9 \text{ кВт};$

$S = 200 \text{ м}^2 - 50,4 \text{ кВт};$

$S = 300 \text{ м}^2 - 59 \text{ кВт}.$

Объемы электропотребления при сезонном проживании возрастают с 18,4 МВт х ч в год при $S = 100 \text{ м}^2$ до 39,5 МВт х ч при $S = 300 \text{ м}^2$. При постоянном проживании $W_{\text{год}}$ изменяется от 34,1 до 72 МВт х ч.

**Коттеджи - сезонное проживание
(летний период и выходные дни зимнего периода),
полная электрификация**

Процесс, прибор	S = 100 м2			S = 200 м2			S = 300 м2		
	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч
Освещение	1,5	400	600	3,0	350	1050	4,5	300	1350
Приемник	0,04	1000	40	0,04	1000	40	0,04	1000	40
Телевизор	0,25	1000	250	0,3	1000	300	0,4	1000	400
Магнитофон	0,025	500	12,5	0,025	500	12,5	0,025	500	12,5
Холодильник-морозильник	0,2	3200	640	0,2	3200	640	0,2	3200	640
Электронасос для воды	0,4	120	48	0,4	120	48	0,4	120	48
Пылесос	1,3	80	104	1,3	90	117	1,3	100	130
Стиральная машина	2,7	90	243	2,7	100	270	2,7	110	297
Кухонный комбайн	0,2	30	6	0,2	30	6	0,2	30	6
Утюг	1,0	100	100	1,0	100	100	1,0	120	120
Соковыжималка	0,13	180	23	0,13	180	23	0,13	180	23
Шашлычница	1,0	180	180	1,0	180	180	1,0	200	200
Фритюрница	2,0	100	200	2,0	100	200	2,0	120	240
Гриль	1,0	100	100	1,0	100	100	1,0	150	150
Ростер	0,65	100	65	0,65	100	65	0,65	120	78
Печь СВЧ	1,5	100	150	1,5	100	150	1,5	100	150
Напольная электроплита	5,0	200	1000	5,0	210	1050	5,0	220	1100
Электроводонагреватель	6,0	150	900	6,0	160	960	6,0	170	1020
Сауна	6,0	130	780	6,0	160	960	6,0	180	1080
Отопление	10,0	1296	12 960	18,0	1296	23 328	25,0	1296	32 400
Итого	40,9		18 402	50,4		29 599	59,0		39484

Таблица 9

Коттеджи - постоянное проживание, полная электрификация

Процесс, прибор	S = 100 м2			S = 200 м2			S = 300 м2		
	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч
Освещение	1,5	1220	1830	3,0	1000	3000	4,5	900	4050
Приемник	0,04	2500	100	0,04	2500	100	0,04	2500	100
Телевизор	0,25	2000	500	0,3	2000	600	0,4	1500	600

Магнитофон	0,025	1000	25	0,025	1000	25	0,025	1000	25
Холодильник-морозильник	0,2	3200	640	0,2	3200	640	0,2	3200	640
Электронасос для воды	0,4	250	100	0,4	250	100	0,4	250	100
Пылесос	1,3	80	104	1,3	90	117	1,3	100	130
Стиральная машина	2,7	150	405	2,7	160	432	2,7	170	459
Кухонный комбайн	0,2	30	6	0,2	30	6	0,2	30	6
Утюг	1,0	150	150	1,0	150	150	1,0	170	170
Соковыжималка	0,13	180	23	0,13	180	23	0,13	180	23
Шашлычница	1,0	180	180	1,0	180	180	1,0	200	200
Фритюрница	2,0	100	200	2,0	100	200	2,0	120	240
Гриль	1,0	100	100	1,0	100	100	1,0	150	150
Ростер	0,65	100	65	0,65	100	65	0,65	120	78
Печь СВЧ	1,5	100	150	1,5	100	150	1,5	100	150
Напольная электроплита	5,0	314	1570	5,0	314	1570	5,0	330	1650
Электроводонагреватель	6,0	280	1680	6,0	300	1800	6,0	350	2100
Сауна	6,0	130	780	6,0	160	960	6,0	180	1080
Отопление	10,0	2550	25 500	18,0	2500	45 000	25,0	2400	60 000
Итого	40,9		34 108	50,4		55 218	59,0		71 951

Наряду с указанными показателями разработаны графики сезонных нагрузок, которые сведены в табл. 10, 11 и 12.

Графики разработаны для наиболее тяжелых зимних условий электропотребления и учитывают очередность включения приборов исходя из сложившихся ритмов и традиций жизни сельских электропотребителей.

Таблица 10

Потребляемая мощность для зимнего периода нагрузок 1 - 4-й моделей

Часы суток	Модель электропотребления			
	1	2	3	4
0-1	0	0,6	0,64	0,64
1-2	0	0,6	0,64	0,64
2-3	0	0,6	0,64	0,64
3-4	0	0,6	0,64	0,64
4-5	0	0,6	0,64	0,64
5-6	0,1	0,74	0,94	0,94
6-7	0,2	2,04	2,64	3,06
7-8	0,5	1,92	2,28	2,96
8-9	0,7	0,84	1,12	1,34
9-10	0,1	0,74	0,84	1,14

(кВт х ч)

10-11	0,1	0,6	0,64	0,64
11-12	0	0,6	0,64	0,64
12-13	0	1,62	2,64	2,64
13-14	0,4	0,60	0,64	0,64
14-15	0	0,60	0,64	0,64
15-16	0	0,6	0,64	0,64
16-17	0,1	0,74	0,94	0,94
17-18	1,1	2,02	3,42	2,68
18-19	1,2	2,5	4,44	8,54
19-20	0,3	3,24	5,94	6,16
20-21	0,9	2,94	4,74	4,74
21-22	0,2	2,14	4,24	4,34
22-23	0	0,74	1,14	1,24
23-24	0	0,6	0,64	0,64

Таблица 11

**Потребляемая мощность домов коттеджного типа
с централизованным газоснабжением (модели 5.А, 5.Б)**

(кВт х ч)

Часы суток	S = 100 м2	S = 200 м2	S = 300 м2
1	2	3	4
0-1	0,7	0,8	0,9
1-2	0,7	0,8	0,9
2-3	0,5	0,5	0,5
3-4	0,5	0,5	0,5
4-5	0,5	0,5	0,5
5-6	0,5	0,5	0,5
6-7	0,7	0,8	0,9
7-8	2,4	2,6	2,8
8-9	1,5	1,8	2,1
9-10	1,5	1,9	2,3
10-11	0,9	1,1	1,3
11-12	1,8	1,8	1,8
12-13	2,5	2,5	2,5
13-14	1,1	1,1	1,1
14-15	3,2	3,2	3,2
15-16	3,6	3,6	3,6
16-17	3,6	3,8	4,0

17-18	1,1	1,4	1,7
18-19	2,1	2,4	2,7
19-20	4,3	4,8	5,3
20-21	2,7	3,3	3,9
21-22	1,6	2,1	2,7
22-23	1,3	1,7	2,1
23-24	0,9	1,1	1,3

Таблица 12

**Потребляемая мощность домов коттеджного типа
с электротеплоснабжением и сауной (модели 5.В, 5.Г)**

(кВт х ч)

Часы суток	S = 100 м2	S = 200 м2	S = 300 м2
1	10,7	18,8	4
0-1	10,7	18,8	25,9
1-2	10,5	18,5	25,9
2-3	10,5	18,5	25,5
3-4	10,5	18,5	25,5
4-5	10,5	18,5	25,5
5-6	10,5	18,5	25,5
6-7	17,7	25,8	32,9
7-8	13,5	21,7	28,9
8-9	11,5	19,8	27,1
9-10	11,5	19,9	27,3
10-11	10,9	19,1	26,3
11-12	11,8	19,8	26,8
12-13	13,5	21,5	28,5
13-14	11,7	19,7	26,7
14-15	13,2	21,2	28,2
15-16	13,6	21,6	28,6
16-17	13,6	21,8	29,0
17-18	18,1	26,4	33,7
18-19	19,2	27,5	34,8

Анализ потребляемой мощности по времени суток (табл. 10) для сельского жилого дома показывает, что для:

- 2-й модели зимний суточный график электропотребления имеет 2 пика электрической нагрузки - утренний и вечерний.

Утренний пик - с 6 до 8 ч - равен 2 кВт. Наряду с постоянной нагрузкой (холодильник) его определяют приборы - электрокипятильник (электрочайник), электроплитка, насос для подачи воды.

Вечерний максимум - с 19 до 21 ч - составляет примерно 3,3 кВт.

Наряду с указанными приборами его создают освещение, работа стиральной машины или утюга;

- 3-й модели имеется ярко выраженный вечерний максимум, а также утренний и дневной пики нагрузок.

Утренний пик - с 6 до 8 ч - составляет 3,4 кВт, дневной может достигать 2,8 кВт в период с 12 до 13 ч.

Вечерняя нагрузка растет с 17 ч, и максимум достигается в период с 19 до 20 ч - 6,8 кВт.

Максимум создается работой основных тепловых приборов - кипятильника (чайника, водонагревателя), плитки, а также включением силового оборудования - электронасоса для воды, пылесоса, стиральной машины (утюга);

- 4-й модели имеется ярко выраженный вечерний максимум нагрузки - 8,54 кВт - за счет совместного включения электроплиты, водонагревателя и насоса для подачи воды.

Для коттеджной застройки моделей 5.А и 5.Б наибольший максимум приходится на вечерние часы (18 - 20 ч).

Модели 5.В и 5.Г имеют два ярко выраженных максимума - утренний пик нагрузки с 6 до 8 ч и вечерний - с 18 до 20 ч.

3.2. Личные приусадебные хозяйства

Личные приусадебные хозяйства (ЛПХ) различаются объемами производства, количеством и видами домашних животных и птицы, объемами используемой земли, наличием теплиц, количеством и мощностью используемого оборудования.

Нормы (нормативы) разработаны для наиболее характерных моделей ЛПХ.

Число хозяйств (семей), имевших приусадебные участки в 1990 и 1999 г., является довольно стабильным и характеризуется следующими цифрами:

- 1990 г. - 16,3 млн;

- 1999 г. - 16,4 млн.

Земельная площадь, приходящаяся на одно хозяйство, составляла:

- 1990 г.- 20 соток;

- 1999 г.- 36 соток.

Доля ЛПХ в производстве всей продукции сельского хозяйства в процентах составила:

- 1990 г. - 26,3;

- 1999 г. - 47,9;

в том числе в 1999 г. по видам продукции:

- растениеводческой - 53,6;

- животноводческой - 46,4.

В 1999 г. по сравнению с 1990 г. в ЛПХ резко возросло поголовье скота и птицы (табл. 13).

Поголовье скота и птицы в ЛПХ по годам

Вид животного	1990 г.		1999 г.		2000 г.
	млн голов	% от общего поголовья в стране	млн голов	% от общего поголовья в стране	млн голов
КРС, в т.ч.:	9,9	17	9,9	34,7	9,6
Коровы	5,2	20,8	6,0	44,4	5,8
Свиньи	7,1	18,5	7,4	43	7,9
овцы и козы	16,1	27,7	9,3	60	8,4
Птица	195	29,6	142	39	145

В животноводстве ЛПХ широко используются инкубаторы, облучатели, брудеры, различные типы электрокорнеплодорезок, косилки и другое электрооборудование.

В растениеводстве электроэнергия расходуется на облучение рассады, обогрев парников, теплиц, полив огорода.

По энергонасыщенности (обеспечению электрооборудованием) можно выделить три типа (группы) ЛПХ:

1-й тип - с минимальным количеством машин и приборов - подворье.

В ЛПХ содержатся в среднем: 1 корова, 2 свиньи, 5 кур.

Суммарная мощность $P_{уст}$ меньше 0,8 кВт, с годовым потреблением электроэнергии $W_{год}$ менее 100 кВт х ч.

Необходимые приборы для этого типа ЛПХ указаны в таблице 14.

Таблица 14

Оборудование для ЛПХ 1-го типа

Процесс, прибор	$P_{уст}$, кВт	$\Sigma_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт х ч
Освещение	0,04	100	4
Сепаратор	0,13	45	6
Кипятильник	0,6	100	60
Итого	0,77	-	70

2-й тип (наиболее распространенный) - в ЛПХ содержатся: 2 коровы, 1 теленок на откорме, 2 - 3 поросенка на откорме, 4 - 5 овец, 12 - 15 кур.

Расчет потребления электроэнергии в животноводстве произведен с учетом следующих условий:

- хозблок освещается в отопительный сезон в темное время года;
- инкубатор используется 1 раз в год в течение 21 сут;
- облучатель-брудер работает в течение 30 дней на полную мощность и 30 дней используется на мощность не более 30% P_n ;

- стригальный аппарат используется летом и на пиковые нагрузки не влияет;

- электрокорнеплодорезка производительностью 200 кг/ч используется каждый день.

Расход корнеплодов на 1 голову домашних животных принят в соответствии с НТП-АПК 1.10.01.001-00, НТП-АПК 1.10.02.001-00, НТП-АПК 1.10.03.001-00, НТП-АПК 1.10.05.001-01.

Время работы электрокорнеплодорезки в сутки - 20-30 мин.

Устройство для подогрева почвы применяется в пленочных теплицах для получения рассады в марте - апреле.

Средний размер теплиц принят 10 м².

Мощность обогревательного устройства для обогрева почвы - 0,1 кВт/м².

Первые 5 суток размораживание и обогрев почвы происходит круглосуточно. С увеличением солнечной радиации работа подпочвенного электронагревателя прерывистая. Для принятых условий расход электроэнергии на размораживание, обогрев и выращивание рассады составляет 300 кВт х ч.

Перечень приборов в ЛПХ, их установленная мощность, число часов использования, годовое электропотребление приведены в табл. 15. В целом P_уст для ЛПХ 2-ого типа - 3,3 кВт и W_год - 1023 кВт х ч.

3-й тип развитого ЛПХ включает 3-5 коров, 3-5 телят, 8-10 свиней, до 30-50 голов птиц.

Таблица 15

Оборудование для ЛПХ 2-го типа

Процесс, прибор	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч
Освещение хоз. блока	0,1	513	51,3
Инкубатор	0,19	504	95,8
Облучатель-брудер	0,25	936	234
Стригальный аппарат	0,27	0,4	0,11
Электрокорнеплодорезка	0,35	86	30
Почвенный обогрев теплицы (10 м ²)	1,0	300	300
Кипятильник	1,0	200	300
Сепаратор	0,13	90	12
Итого	3,29	-	1023,2

Как правило, это большие семьи, где получил распространение "семейный подряд" и имеется большое поголовье животных и птицы. Эти хозяйства производят продукцию в объемах для личного потребления двух-трех родственных семей и являются промежуточным этапом от ЛПХ к фермерам, которые производят товарную продукцию. В этих хозяйствах, кроме названного для 2-го типа электрооборудования, могут быть:

- проточный водонагреватель мощностью 1,0 - 1,25 кВт;

- зернодробилка, доильная установка, маслобойка, холодильник-морозильник;

- силовое оборудование - пила, точило, электродрель, электрорубанок.

Все показатели по хозяйствам 3-го типа сведены в табл. 16.

Таблица 16

Оборудование для ЛПХ 3-го типа

Процесс, прибор	P_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч
Освещение хоз. блока	0,2	1025	205
Инкубатор	0,19	504	95,76
Облучатель-брудер	0,25	720	180
Электрокорнеплодорезка	0,35	300	84
Зернодробилка	0,6	240	122,6
Доильная установка	0,6	730	438
Маслобойка	0,12	52	6,2
Пила-точило	1,1	52	57,2
Электродрель	0,8	26	20,8
Электрорубанок	1,2	104	124,6
Водонагреватель проточный	1,0	730	730
Сепаратор	0,13	150	20
Холодильник-морозильник	0,2	1000	200
Почвенный обогрев теплицы (10 м2)	1,0	300	300
Итого	7,74	-	2584

В целом для ЛПХ 3-го типа:

- суммарная мощность P_уст - 7,74 кВт;

- годовое потребление электроэнергии W-год - ~ 2500-2800 кВт х ч.

Почасовые нагрузки для рассмотренных типов ЛПХ приведены в табл. 17.

Таблица 17

Потребляемая мощность для зимнего периода нагрузок ЛПХ 1-го, 2-го, 3-го типа, кВт х ч

Часы суток	Тип ЛПХ		
	1	2	3
0-1	0	0,10	1,64

1-2	0	0,44	1,64
2-3	0	0,44	1,64
3-4	0	0,44	1,64
4-5	0	0,44	1,64
5-6	0	0,44	1,64
6-7	0,04	1,54	1,84
7-8	0,64	0,44	2,24
8-9	0,13	0,44	1,64
9-10	0	0,44	1,64
10-11	0	0,44	2,84
11-12	0	0,44	1,84
12-13	0	0,44	1,74
13-14	0	0,44	1,76
14-15	0	0,44	1,64
15-16	0	0,44	1,64
16-17	0	0,44	1,64
17-18	0,6	0,82	2,12
18-19	0,4	0,54	2,44
19-20	0,13	1,94	2,34
20-21	0	0,44	1,64
21-22	0	0,44	1,64
22-23	0	0,44	1,64
23-24	0	0,44	1,64

3.3. Предприятия и учреждения сферы культурно-бытового обслуживания

В сельской местности действует множество различных предприятий и учреждений сферы обслуживания, учебных заведений, торговых, медицинских учреждений, предприятий бытового обслуживания, которые оснащены разнообразным электрифицированным оборудованием.

Наряду с освещением повсеместно используются электродвигатели для привода насосов, вентиляторов, различных рабочих машин.

В столовых, комбинатах питания школ, детских садов, лечебных учреждений используется следующее электросиловое оборудование: мясорубки, картофелечистки, овощерезки, хлеборезки с установленной мощностью оборудования от 0,2 - 0,3 до 2,0 - 2,5 кВт.

На этих предприятиях используется также электротепловое оборудование:

- разнообразные электрические плиты мощностью от 4 до 25 кВт;
- электрические котлы - от 6 до 30 кВт;
- электросковороды, жарочные шкафы - от 6 до 12 кВт;
- разнообразное кухонное оборудование - фритюрницы, кипяtilьники, мармиты и др. мощностью от 3 до 15 - 18 кВт.

Во многих предприятиях установлены холодильники от обычных небольшой мощности 150 - 220 Вт до мощных холодильных шкафов, камер, прилавков мощностью от 0,55 до 2 кВт.

В школах, кроме электрифицированного оборудования пищеблоков, могут иметься компьютерные классы, классы, оборудованные установками для трудового воспитания - токарными, фрезерными, деревообрабатывающими станками, швейными машинами и пр. Мощность этого оборудования колеблется от 0,5 до 1 кВт.

В комбинатах бытового обслуживания могут быть установлены электрифицированные машины для пошива обуви, одежды.

В сельских поликлиниках и амбулаториях могут быть установлены электростерилизаторы, рентгеновские аппараты.

В домах культуры и клубах значительной мощности могут достигать осветительные установки.

Установленная мощность электрифицированного оборудования, расчетная мощность, число часов использования максимальной нагрузки для предприятий и учреждений сферы культурно-бытового обслуживания в сельской местности приведены в табл. 18.

Таблица 18

Установленная мощность электрифицированного оборудования в предприятиях и учреждениях коммунально-бытового обслуживания

Наименование предприятия, учреждения	Установленная мощность, Р _{уст} , кВт	Расчетная мощность, Р _м , кВт	Число часов использования максимальной нагрузки, Т _ч . м, ч
1	2	3	4
Начальная школа:			
- на 40 учащихся	10	6	900
- на 80 учащихся	12	7	1200
- на 160 учащихся	20	12	1200
Общеобразовательная школа с мастерской:			
- на 190 учащихся	55	33	1600
- на 320 учащихся	80	48	2000
То же с электроплитой:			
- на 480-540 учащихся	115	69	2350
Детские ясли-сад:			
- на 25 мест	7	4,2	900
- на 50 мест	15	9	900
- на 90 мест	20	12	1200
То же с электроплитой:			
- на 50 мест	30	18	1200
- на 90 мест	40	24	1600
Административное здание на 15-25 рабочих мест	25	15	1200
Клуб со зрительным залом:			
- на 150-200 мест	15	9	900
- на 300-400 мест	30	18	1200

Сельская поликлиника на 150 посещений в смену	100	50	2000
Сельская амбулатория	30	15	1200
Столовая:			
- на 25 мест	10	6	900
- на 35-50 мест	15	9	900
Столовая с электронагревательным оборудованием и электроплитой:			
- на 35 мест	65	39	1600
- на 50 мест	100	60	2000
Магазин:	5	3	900
- на 2 рабочих места			
- на 4 рабочих места продовольственный	15	9	900
- промтоварный	7	4,2	900
Комбинат бытового обслуживания:			
- на 6 рабочих мест	5	3	900
- на 10 рабочих мест	8	4,8	900
Баня:			
- на 5 мест	3	1,8	900
- на 10 мест	10	6	900
Прачечная производительностью:			
- 0,125 т белья в смену	20	12	1200
- 0,25 т белья в смену	32	19,2	1200

3.4. Фермерские хозяйства

Фермерские хозяйства, как правило, являются специализированными, различного размера и способов ведения производства.

Рассмотрены следующие типы фермерских хозяйств:

а) скотоводческие:

- молочного направления на 10, 15 и 30 коров;
- мясного направления (скот на выращивании и на откорме) на 15, 20 и 30 голов КРС;

б) свиноводческие:

- с законченным производственным циклом на 4, 6 и 8 свиноматок;
- репродукторные и откормочные с поголовьем поросят на выращивании и откорме 40, 60 и 80 голов.

Перечисленные типы хозяйств находятся, как правило, на значительном расстоянии от жилого помещения и часто располагаются в зданиях бывших небольших ферм.

Основными электропотребляющими процессами для фермерских хозяйств молочного направления являются доение и первичная обработка молока, кормоприготовление, водоснабжение и подогрев воды на технологические нужды, освещение и вентиляция помещений.

На фермерских хозяйствах мясного направления электроэнергия расходуется для кормоприготовления, водоснабжения.

На фермах свиноводческого направления электроэнергия используется для кормоприготовления, в отдельных случаях для кормораздачи, водоснабжения, кроме того, для обогрева и облучения молодняка.

Для всех типов хозяйств предусмотрено максимальное оснащение всех производственных процессов электрифицированным оборудованием и содержание животных в условиях, соответствующих нормам технологического проектирования. Поэтому рассчитанные показатели $P_{уст}$ и $W_{год}$ могут превышать фактические данные действующих объектов.

Установленная мощность электрооборудования в фермерских хозяйствах в зависимости от объемов производства колеблется на фермах:

- молочного направления - от 8 до 13 кВт;

- по откорму КРС - 5-6 кВт;

- свиноводческих - от 12 до 19 кВт.

В свиноводческих фермерских хозяйствах наиболее энергоемкими процессами являются нагрев воды, получение пара и обогрев молодняка.

В фермерских хозяйствах молочного направления и по откорму КРС, кроме подогрева воды, наиболее энергоемким является процесс приготовления кормов.

Показатели установленной мощности, числа часов использования и годового потребления электроэнергии рассмотренных хозяйств приведены в табл. 19, 20 и 21.

Таблица 19

Показатели установленной мощности, числа часов использования и годового потребления электроэнергии в фермерских хозяйствах молочного направления

Процесс, агрегат	Количество коров, гол.								
	10			15			30		
	$P_{уст}$, кВт	$\Sigma_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт х ч	$P_{уст}$, кВт	$\Sigma_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт х ч	$P_{уст}$, кВт	$\Sigma_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт х ч
Освещение	0,3	800	240	0,5	1000	500	0,7	1060	742
Приготовление кормов:									
- малогабаритная мойка корнеклубнеплодов МК-Ф-2	1,1	183	200	1,1	183	200	1,1	365	400
- корморезка "Фермер"	1,5	1095	1650	1,5	1460	2190	1,5	1460	2190
- электроводонагреватель ВЭП	1,25	700	875	1,25	900	1125	1,25	1100	1375
Микроклимат:									
- вентиляция	0,33	1572	519	0,33	1572	519	0,66	1572	1038
- брудер (ИНФ и УФ)	0,3	1000	300	0,4	1000	400	0,5	1000	500
Водоснабжение, насосная установка ВЦНМ	0,44	365	160	0,44	548	240	0,44	730	320

Доение, (10-50)	УПВ	1,5	250	375	1,5	375	563	1,5	500	750
- резервуар-охла- дитель МКЦ		0,5	1140	570	2,5	1140	2850	5	1140	5700
Переработка молока:										
- сепаратор "Сатурн-2"		0,06	500	30	0,06	1000	60	0,06	1500	90
- маслобойка МЭ-6		0,18	90	16	0,18	180	33	0,18	270	50
- расфасовка молока "Фемапак-300"		0,2	150	30	0,2	180	36	0,2	250	50
Итого		7,66		4965	9,96		8716	13,09		13163

Таблица 20

Показатели установленной мощности, числа часов использования и годового потребления электроэнергии в фермерских хозяйствах по откорму КРС

Процесс, агрегат	Количество КРС на выращивании и откорме, гол.									
	15			20			30			
	Р_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	Р_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	Р_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	
Освещение	0,3	360	108	0,4	360	144	0,5	360	180	
Приготовление кормов:										
- малогабаритная мойка корнеклубнепло- дов МК-Ф-2	1,1	183	200	1,1	183	200	1,1	365	400	
- корморезка "Фермер"	1,5	1095	1650	1,5	1460	2190	1,5	1460	2190	
- электрокорнеп- лодорезка ЭКР-2	1,25	300	375	1,25	350	438	1,25	380	475	
Вентиляция	0,33	1572	519	0,33	1572	519	0,66	1572	1038	
Водоснабжение	0,44	183	80	0,44	365	160	0,44	730	320	
Итого	4,92		2932	5,02		3651	5,45		4603	

Графики нагрузок (табл. 22, 23 и 24) разработаны для условий наиболее холодных суток зимнего периода.

Наибольшая потребляемая мощность присуща свиноводческим хозяйствам. Она характеризуется двумя максимумами электрической нагрузки: утренним - примерно с 7 до 9 ч.

Таблица 21

Показатели установленной мощности, числа часов использования и годового потребления электроэнергии фермерскими свиноводческими хозяйствами с законченным циклом, репродукторными и откормочными

Процесс, агрегат	Количество свиноматок, гол.								
	4			6			8		
	Количество свиней на выращивании и откорме, гол.								
	40			60			80		
	Р_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	Р_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч	Р_уст, кВт	Ч_исп, ч	W_год, кВт х ч
Освещение	0,3	360	108	0,4	360	144	0,5	360	180
Приготовление кормов:									
- малогабаритная мойка корнеклубнеплодов МК-Ф-2	1,1	183	200	1,1	183	200	1,1	365	400
- корморезка "Фермер"	1,5	1095	1650	1,5	1460	2190	1,5	1460	2190
- электрокорнеплодорезка ЭКР-2							0,28	365	100
- запарник-смеситель	2,2	183	400	2,2	183	400	2,2	365	800
- электроводонагреватель ВЭП	1,0	800	800	1,0	1000	1000	1	1200	1200
Микроклимат:									
- брудер (Инф. ИУФ)	0,3	1680	500	0,4	1680	670	0,5	1680	840
- отопление	5	1340	6700	7	1340	9400	9	1340	12000
- вентиляция	0,33	1572	519	0,33	1572	519	0,66	1572	1038
Водоснабжение	0,4	365	146	0,4	548	220	0,4	730	290
Итого	12,13		11023	14,33		14743	17,14		19038

и вечерним - с 16 до 18 ч, когда наряду с обогревательными приборами работает кормоприготовительное оборудование.

Фермерские хозяйства молочного направления и по откорму КРС характеризуются более равномерной нагрузкой.

Потребляемая мощность в них может изменяться от 0,3 до 6,2 кВт для молочных ферм и от 0,3 до 2 кВт для ферм по откорму КРС.

Таблица 22

Потребляемая мощность для зимнего периода нагрузок фермерского хозяйства молочного направления в зависимости от размера хозяйства, кВт х ч

Часы суток	Размер хозяйства, гол.
------------	------------------------

	10	15	30
1	2	3	4
0-1	1,55	1,65	1,75
1-2	1,55	1,65	1,75
2-3	1,55	1,65	1,75
3-4	1,55	1,65	1,75
4-5	1,55	1,65	1,75
5-6	1,55	1,65	1,75
6-7	0,6	0,9	1,5
7-8	2,1	2,4	2,7
8-9	1,2	1,9	2,2
9-10	2,9	3,4	6,2
10-11	0,3	0,4	0,5
11-12	0,3	0,4	0,5
12-13	0,3	0,4	0,5
13-14	0,8	1,34	1,7
14-15	0,3	0,4	0,5
15-16	0,3	0,4	0,5
16-17	2,1	2,4	2,7
17-18	2,5	2,8	3,2
18-19	0,3	0,4	0,5
19-20	1,55	1,65	1,75
20-21	1,55	1,65	1,75
21-22	1,55	1,65	1,75
22-23	1,55	1,65	1,75
23-24	1,55	1,65	1,75

Таблица 23

Потребляемая мощность для зимнего периода нагрузок фермерского хозяйства по выращиванию и откорму крупного рогатого скота в зависимости от размера хозяйства, кВт х ч

Часы суток	Размер хозяйства, гол.		
	15	20	30
1	2	3	4
0-1	1,25	1,25	1,25
1-2	1,25	1,25	1,25
2-3	1,25	1,25	1,25
3-4	1,25	1,25	1,25

4-5	1,25	1,25	1,25
5-6	1,25	1,25	1,25
6-7	1,8	1,9	2,0
7-8	0,74	0,84	0,94
8-9	0,33	0,33	0,66
9-10	0,0	0	0
10-11	0,0	0	0
11-12	0,0	0	0
12-13	0,33	0,33	0,66
13-14	0,0	0	0
14-15	0,0	0	0
15-16	1,8	1,9	2,0
16-17	1,4	1,5	1,6
17-18	0,33	0,33	0,66
18-19	0,44	0,44	0,44
19-20	0	0	0
20-21	0	0	0
21-22	0	0	0
22-23	1,25	1,25	1,25
23-24	1,25	1,25	1,25

Таблица 24

Потребляемая мощность для зимнего периода нагрузок репродукторного и откормочного фермерских свиноводческих хозяйств с законченным циклом в зависимости от размера хозяйства, кВт х ч

Часы суток	Размер хозяйства, гол.		
	4 (40) *	6 (60) *	8 (80) *
1	2	3	4
0-1	5,0	7,4	9,5
1-2	5,0	7,4	9,5
2-3	5,0	7,4	9,5
3-4	5,0	7,4	9,5
4-5	5,0	7,4	9,5
5-6	5,0	7,4	9,5
6-7	6,5	9,3	10,5
7-8	7,5	9,8	13,0
8-9	8,7	12,0	15,2
9-10	5,3	7,4	9,5

10-11	5,3	7,4	9,5
11-12	5,3	7,4	9,5
12-13	7,8	10,0	12,8
13-14	7,8	10,0	12,8
14-15	5,3	7,4	9,5
15-16	5,3	7,4	9,5
16-17	6,5	9,5	12,5
17-18	7,4	8,9	11,1
18-19	5,6	7,8	10,0
19-20	5,3	7,4	9,5
20-21	5,3	7,4	9,5
21-22	5,3	7,4	9,5
22-23	5,3	7,4	9,5
23-24	5,3	7,4	9,5

* Без скобок указано количество голов свиноматок, в скобках - количество голов молодняка.

4. Удельные показатели (нормативы) расхода электрической энергии для определения суммарных объемов электропотребления

4.1. Жилой сектор

4.1.1. Удельные показатели расхода электрической энергии на освещение

Удельный показатель на освещение рассчитывается по выражению:

$$W = \frac{dT_k}{1000} \left[\frac{E_{\alpha_n} Z_n}{k_n L_n} + \frac{E_{\alpha_l} Z_l}{k_l L_l} \right], \text{ кВт} \times \text{ч/семья} \times \text{год или} \text{ кВт} \times \text{ч/чел.} \times \text{год}, \quad (1)$$

где: d - показатель жилой площади на 1 сельскую семью или одного сельского жителя, м² (в настоящее время эта величина в среднем по стране составляет не ниже 47 м² на семью или 13 м² на жителя); T - годовое число часов использования установленной мощности осветительных установок (принимается дифференцированно по световым поясам; для расчета среднероссийского показателя принято 1000 ч); k₀ - коэффициент одновременности включения ламп, равный 0,36 (в квартирах с большей площадью и большим количеством комнат значение k₀ снижается на 8-10%); E - освещенность, лк (минимальную освещенность в расчетном периоде следует принимать для ламп накаливания (E_н) 90 лк, люминесцентных (E_л) - 120 лк 120 - лм/м²); альфа - коэффициент запаса ламп, учитывающий реальные условия эксплуатации ламп и светильников (принят: для ламп накаливания (альфа_н) - 1,3, люминесцентных (альфа_л) - 1,5); k - коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от светораспределения, типа КПД арматуры, характера окраски окружающих световой поток поверхностей, высоты подвеса светильника, размеров освещаемых помещений (для средних условий его величина составит: для ламп накаливания (k_н) - 0,34; люминесцентных (k_л) - 0,42); L - средняя светоотдача ламп (зависит от технических характеристик, КПД источников света; у люминесцентных ламп средняя светоотдача значительно превышает среднюю светоотдачу ламп накаливания и составляет: для ламп накаливания (L_н) - 13,0; люминесцентных (L_л) - 59 лм/Вт); Z - охват лампами накаливания (Z_н) и люминесцентными лампами (Z_л) сельских домов (зависит от масштабов производства различных типов ламп и от индивидуальных вкусов, моды и пр.; в среднем это соотношение при отсутствии точных данных можно принять соответственно 95 и 5%).

С учетом приведенных показателей годовой расход электрической энергии на освещение составляет 120 кВт х ч, в т. ч. лампами накаливания - 118, люминесцентными лампами - 2 кВт х ч на одного сельского жителя.

4.1.2. Расход электрической энергии отдельными бытовыми приборами

Расход электрической энергии отдельными бытовыми приборами зависит от установленной мощности прибора, времени его эксплуатации, охвата сельских семей электробытовыми машинами и приборами, соотношения (доли) различных типов выпускаемых в стране электробытовых приборов.

Расход электроэнергии электробытовыми приборами культурно-бытового и хозяйственного назначения, тепловыми приборами малой мощности и различными мелкими электробытовыми приборами следует определять по формуле:

$$W_{\text{эxпр}} = 10^{-3} \times \sum_i P_i \times T_i \times Z_i, \text{ кВт} \times \text{ч} \quad (2)$$

где: P_i - установленная мощность, Вт (принимается из паспортных данных приборов); T_i - годовое число часов использования прибора (зависит от местных природно-климатических условий, численности семьи, духовных наклонностей и других факторов; определяется на основании расчетов, опытного изучения или же экспертной оценки с использованием различных методов математической статистики); Z_i - уровень обеспеченности сельских семей приборами различного типа, %.

В табл. 25 приведены показатели расхода электрической энергии отдельными электробытовыми приборами.

Средние значения установленной мощности приборов и число часов их использования (T) приведены в табл. 26.

Таблица 25

Показатели расхода электрической энергии электробытовыми машинами и приборами

Прибор	Индивидуальный расход, кВт х ч/семья (прибор)	Охват, %	Средневзвешенный расход на семью, кВт х ч/семья (прибор)
Приборы культурно-бытового назначения			
Радиоприемник	20-40	100	30
Телевизор	180-250	90	194
Магнитофон	5,0	30	1,5
Компьютер	360	10	36
Приборы хозяйственного назначения с электродвигателями			
Холодильник-морозильник	416-640	80	422
Пылесос	40-128	20	17
Стиральная машина	150-405	55	153
Электронасос для воды	40-72	30	17
Кухонный комбайн	30-70	50	25
Тепловые приборы малой мощности			
Утюг	150-225	80	150
Электрочайник	100	50	50
Шашлычница	100	2	2
Фритюрница	200	2	4
Гриль, тостер, роoster	65-100	2	1,6

Печь СВЧ	150	2	3
Итого	-	-	1106

Таблица 26

Средняя установленная мощность (P_{cp}) и число часов использования (T) электроприборов в течение года

Прибор, тип	P_{cp} , Вт	T , ч
Радиоприемник	20-40	1000
Телевизор	180	1000
Магнитофон	25	200
Холодильник-морозильник	130-200	3200
Пылесос	500-1600	80
Стиральная машина	1000-2700	150
Утюг	1000-1500	150
Электрокипятильник, электрочайник, электрокофеварка	300-1500	100
Электронасос для воды	220-400	180
Кухонный комбайн	200	30
Соковыжималка	130	180
Шашлычница	1000	100
Фритюрница	2000	100
Гриль, роoster-тостер	650-1000	100
Печь СВЧ	1500	100
Электроплиты:	-	-
- 1-2-конфорочные	600-2000	250-350
- напольные	3000-5000	100-300
Электроводонагреватель	1000-6000	100-300

4.1.3. Расход электрической энергии на энергоемкие тепловые процессы и кондиционирование

Расход электроэнергии на электрифицированные процессы приготовления пищи, горячее водоснабжение, отопление, кондиционирование воздуха рассчитан для условий частичного и полного осуществления этих процессов на электроэнергии.

Приготовление пищи

Удельный расход электрической энергии на приготовление пищи зависит от качества и количества применяемых продуктов, национальных традиций, индивидуальных вкусов, технических показателей энерготеплового оборудования, времени его использования и других факторов.

Для приготовления пищи в сельских домах используют электрические настольные плитки мощностью 0,6-2,0 кВт с КПД 0,35-0,4. Как правило, их включают в неотапливаемый период, продолжительность использования составляет 250-350 ч/год. Следовательно, потребление электроэнергии в расчете на одного сельского жителя не превышает 90-110 кВт х ч/год.

При приготовлении пищи на напольных электроплитах единичной мощности 5 кВт и выше с КПД - 0,7-0,72 расход электрической энергии зависит от количества членов семьи и применяемого оборудования для горячего водоснабжения. В зависимости от этих факторов расход электрической энергии на приготовление пищи приведен в табл. 27.

Горячее водоснабжение

Для подогрева небольшого количества воды применяются электрифицированные приборы мощностью 300-1000 Вт - электрокипятильники. Расход электрической энергии в этом случае не превышает 100 кВт х ч на жителя в год.

Таблица 27

Расход электрической энергии на приготовление пищи

Вид процесса приготовления пищи	Индивидуальный расход, кВт ч/семья (прибор)	Охват, %	Средневзвешенный расход на семью, кВт х ч/семья (прибор)
Частичное (переносные электрические плиты)	100	20-40	20-40
Полное (напольные электроплиты) :	-	2-3	5,9-8,8
- при отсутствии централизованного горячего водоснабжения и ЭВН	300	1,5-2	4,5-6
- при наличии централизованного горячего водоснабжения и ЭВН	276	0,5-1	1,4-2,8
Итого расход электрической энергии на приготовление пищи	-	-	26-49

Частичный электроводонагрев воды (12-15 л в сутки) для нужд семьи на кухне осуществляется также проточными электроводонагревателями (ЭВН).

Для полного горячего водоснабжения применяются ЭВН различного типа. Расход электрической энергии при использовании ЭВН рассчитывается по формуле:

$$W_{г.в.} = \frac{1,16 \times 10^{-3}}{\eta} \times c \times \rho \times b \times [(55 - t_{хз}) \times n_o + (365 - n_o) \times (55 - t_{хл})], \quad \text{кВт х ч/семья х год или кВт х ч/чел. х год}, \quad (3)$$

где: $1,16 \times 10^{-3}$ - коэффициент перевода ккал в кВт х ч; c - теплоемкость воды, ккал/(кг х °С); ρ - плотность воды при $t = 55^\circ\text{C}$ (986 кг/м³); b - суточная норма расхода горячей воды, м³/сут; $t_{хз}$, $t_{хл}$ - температура холодной воды зимой и летом, °С (при отсутствии данных принимается равной зимой - 5, летом - 10 °С); n_o - продолжительность отопительного периода, сут.; η - КПД

электроводонагревателей: аккумуляторного типа - 0,82; проточного типа - 0,93; быстродействующих электроводонагревателей кухонного типа - 0,8.

При расчете групповых норм расхода электрической энергии на горячее водоснабжение следует учитывать обеспеченность сельского населения электроводонагревателями различного типа (табл. 28).

Таблица 28

Расход электрической энергии на горячее водоснабжение

Тип горячего водоснабжения	Индивидуальный расход, кВт х ч/семья (прибор)	Охват, %	Средневзвешенный расход на семью, кВт х /семья (прибор)
Горячее водоснабжение (электрокипятильники)	100	13-15	13-15
Частичное (кухонные ЭВН)	375	1,5-2	5-7
Полное, в т.ч.:	840	0,5-1,5	4,2-12,5
- аккумуляторные ЭВН	854	0,4-1,2	3,4-10,2
- проточные ЭВН	753	0,1-0,3	0,8-2,3

Обогрев помещений и кондиционирование воздуха

Применяемый в настоящее время частичный электрообогрев жилых помещений производится переносными отопительными приборами небольшой мощности: электрокалориферами, электрорадиаторами и др. Расход электрической энергии в этом случае не превышает 70-80 кВт х ч на жителя в год.

Расход электроэнергии для полного обогрева помещений составляет 3-5 тыс.кВт х ч/чел, в год и применяется в очень редких случаях.

Расход электрической энергии на кондиционирование воздуха следует определять расчетным методом, исходя из установленной мощности кондиционеров (1,0-1,6 кВт) и числа часов их использования, которое колеблется:

- от 300-400 - в центральных районах страны;
- до 500-600 - на юге страны.

Расход электрической энергии на этот процесс не превышает 10-20 кВт х ч на жителя в год.

Удельный расход электрической энергии в жилом секторе приведен в табл. 29.

Таблица 29

Удельный расход электрической энергии в жилом секторе

Потребитель, процесс	Расход электроэнергии в жилом секторе, кВт х ч	
	на 1 семью	на 1 сельского

		жителя
Освещение	420	120
Электробытовые машины и приборы	1106	316
Приготовление пищи	91-171,5	26-49
Горячее водоснабжение	78,8-120,8	22,2-34,5
Отопление и кондиционирование	280-350	80-100
Итого	1976-2170	564-620

4.2. Личные приусадебные хозяйства

Расход электрической энергии зависит от организации, ведения ЛПХ, его размеров, насыщенности электрооборудованием и пр.

В расчетах приняты усредненные показатели влияющих факторов, а количество животных и птицы на одно хозяйство принято на основании данных Госкомстата России.

Электроэнергия в ЛПХ может применяться довольно широко. В животноводстве электроэнергия используется наряду с освещением в кормоприготовлении (резка соломы, силоса, мойка и резка корнеплодов, дробление жмыха), а также для доения коров, стрижки овец.

В тепловых процессах животноводства электроэнергия используется на подогрев воды, обмыв вымени, промывку доильных аппаратов, сепараторов и т.д., а также для инкубации яиц, обогрева молодняка животных и птицы.

В растениеводстве электроэнергия используется на обогрев теплиц, облучение рассады, тепловую обработку сельскохозяйственной продукции.

Отечественная промышленность в настоящее время выпускает широкий ассортимент электробытовых приборов для электрификации ЛПХ:

- измельчители кормов, зернодробилки, соломорезки (мощностью 0,4; 0,6; 1,0 кВт);
- инкубаторы бытовые, брудеры, облучатели (мощностью 0,1-0,25 кВт);
- доильные установки, сепараторы, маслобойки (мощностью 0,6-0,7 кВт);
- широкую номенклатуру электробытовых насосов (мощностью 0,22-0,75 кВт).

Перечень электрифицированных процессов и годовой расход электроэнергии на хозяйство, одну голову скота и птицы приведен в табл. 30.

Таблица 30

Годовой расход электроэнергии на содержание одного животного (птицы) в ЛПХ

Процесс	(кВт х ч/год)			
	Коровы	Свиньи	Овцы	Птица
Освещение	10	10	2	4
Приготовление кормов	27	27	-	-
Подогрев воды	40	42	-	-
Обогрев молодняка	-	12,5	-	4
Доение коров, сепарирование, стрижка овец	3	-	2	-

Инкубация	-	-	-	10
Водоснабжение	15	7	5	2
Итого	95	98,5	9	20

В растениеводстве электроэнергия применяется пока ограниченно. Это связано со значительным удельным расходом электроэнергии - при облучении рассады на 1 м² грунта расходуется 65 кВт х ч, такой же расход электроэнергии при обогреве парников.

На обогрев теплиц в зависимости от климатического пояса расход электроэнергии может колебаться от 100 до 400 кВт х ч на 1 м².

Наиболее распространено использование электроэнергии для полива сада-огорода. На полив 100 м² расход электроэнергии составляет ~ 20-25 кВт х ч.

На все указанные процессы в среднем приходится 70 кВт х ч/год на семью, на 1 сельского жителя - 20 кВт х ч/год.

Данные по расходу электроэнергии в среднем в год на одну семью и одного сельского жителя в ЛПХ животноводческого направления приведены в табл. 31.

Таблица 31

Удельные показатели расхода электрической энергии в ЛПХ

Отрасль	(кВт х ч/год)	
	На ЛПХ (на семью)	На 1 сельского жителя*
Животноводство, в т.ч.:	282,6	80
- скотоводство	55	15,7
- свиноводство	47	13,4
- овцеводство	4,6	1,3
- птицеводство	176	50
Растениеводство	70	20
Итого	352,6	100

* При коэффициенте семейности 3,5 человека.

Таким образом, суммарный расход электроэнергии на ведение ЛПХ на 1 сельского жителя в среднем составляет 100 кВт х ч/год.

4.3. Предприятия и учреждения сферы культурно-бытового обслуживания

Перечень коммунальных предприятий и общественных учреждений, расчетные показатели обеспеченности предприятиями и учреждениями в сельской местности на 1000 жителей приняты в соответствии с нормативными данными, фактические показатели обеспеченности - на основании статистических данных и материалов обследований.

При переходе к нормам расхода электрической энергии на 1 сельского жителя показатели следует уменьшить в 1000 раз (10(-3)).

Процент охвата электрификацией энергоемких тепловых процессов (приготовление пищи, горячее водоснабжение и отопление) принят на основании материалов обследований и объемов выпускаемого электротеплового оборудования.

В этом же разделе приведены показатели расхода электрической энергии на освещение улиц, водоснабжение и канализацию.

Расход электрической энергии предприятиями и учреждениями сферы культурно-бытового обслуживания по всем рассматриваемым электропотребляющим процессам приведен в табл. 32.

Таблица 32

Расход электрической энергии предприятиями и учреждениями сферы культурно-бытового обслуживания

Объект, процесс	(кВт х ч/чел. х год)				
	Освещение и силовые процессы	Приготовление пищи	Горячее водоснабжение	Отопление, вентиляция, кондиционирование	Итого
Детские сады-ясли	15,2	15,75	20	10	60,95
Школы	50	17,3	3,0	3,4	73,7
Больницы	9	3,72	25	6,7	44,42
Клубы, дома культуры	6	-	1,0	4,0	11,0
Магазины:					
- продовольственные	3,8	-	-	0,9	4,7
- промтоварные	1,5	-	-	1,2	2,7
Детские сады-ясли	15,2	15,75	20	10	60,95
Столовые	3,5	3,9	0,2	7,4	15,0
Хлебопекарни	7	-	-	1,0	8,0
Гостиницы	1,5	-	0,7	0,6	2,8
Предприятия бытового обслуживания	3	-	-	2,0	5,0
Бани	4,5	-	2,64	0,6	7,74
Прачечные	15,75	-	1,0	0,8	17,55
Административные здания, конторы, отделения связи	5	-	-	1,8	6,8
Итого сфера соцкультбыта	125,75	40,67	53,54	40,4	260,36
Освещение улиц	-	-	-	-	22,0
Водоснабжение и канализация	-	-	-	-	4,8
Итого	-	-	-	-	287,16 (~290)

Расход электрической энергии на освещение и электропривод коммунальных предприятий и учреждений определен на основании установленной мощности токоприемников и числа часов их использования.

Приготовление пищи

Удельный показатель расхода электрической энергии на приготовление пищи на одного сельского жителя зависит от характера, пропускной способности предприятия, установленного оборудования и других факторов.

Расход электрической энергии на приготовление пищи определяется по формуле:

$$W_{\text{пр.п}} = \frac{A \times \Delta W}{1000}, \text{ кВт} \times \text{ч/чел.} \times \text{год}, \quad (4)$$

где A - количество условных блюд, выпускаемых предприятием за год в расчете на 1000 жителей; Дельта W - расход электрической энергии на одно условное блюдо (~ 0,26 кВт х ч).

Количество условных блюд за год рассчитывается по формуле:

$$A = m_{\phi} \times O \times \Delta W \times K \times n, \quad (5)$$

где: m_{ϕ} - фактическое число посадочных мест в столовых или число мест в детских, садах-яслях, медицинских стационарах; O - оборачиваемость одного места (при отсутствии фактических данных принимать для столовых - 3, других учреждений - 1); дельта - число блюд, приходящихся на 1 человека в день (для столовых - 2,4; других учреждений - 5,2); K - среднесуточный коэффициент загрузки (0,65-0,8); n - количество рабочих дней в году (приложение А, табл. А.1).

Обеспеченность предприятий сферы культурно-бытового обслуживания сельского населения электрифицированными установками для приготовления пищи принята 50-60%.

Горячее водоснабжение

Системами горячего водоснабжения в сельской местности оборудованы медицинские, детские, учебные заведения, бани, прачечные, гостиницы и дома приезжих, предприятия общественного питания, продовольственные магазины, клубы и дома культуры, здания и помещения учреждений, управления.

Подогрев небольшого количества воды осуществляют погруженными электрокипятильниками различной мощности.

Удельный показатель расхода электрической энергии для полного горячего водоснабжения рассчитывают по формуле:

$$W_{\text{г.в}} = \frac{1,16 \times 10^{-6}}{\text{эта}} \times c \times \rho \times b \times [(55 - t_{\text{хз}}) \times n + \beta(n - n_{\text{о}})] \times n_{\text{л}}, \text{ кВт} \times \text{ч/чел.} \times \text{год}, \quad (3)$$

где: $1,16 \times 10^{-6}$ - коэффициент перевода ккал в кВт х ч с учетом расхода на 1 сельского жителя; b - норма расхода горячей воды при температуре 55°C на расчетную единицу измерения, м3/сут (применяется в соответствии со СНиП 2.04.01-85*; для ряда предприятий культурно-бытового назначения средняя суточная норма расхода горячей воды приведена в приложении А, табл. А.2); m - расчетное число единиц измерения, отнесенное к суткам (принимается в зависимости от назначения, объемов предприятий и учреждений: числа учащихся в школах, детей в детских учреждениях, посадочных мест в столовых и пр.; процент охвата полным горячим водоснабжением в зависимости от назначения предприятия принимается индивидуально и колеблется от 3 до 30%); бета - коэффициент, учитывающий снижение среднечасового расхода воды на горячее водоснабжение в летний период по отношению к отопительному (при отсутствии

данных должен приниматься 0,8); эта - КПД электронагревателей: аккумуляторного типа - 0,82; проточного типа - 0,93; быстродействующих электронагревателей кухонного типа - 0,8; с - теплоемкость воды, ккал/(кг x °C); ρ_о - плотность воды при t = 55 C (986 кг/м³); t_{хз}, t_{хл} - температура холодной воды зимой и летом, °C; п_о - продолжительность отопительного периода, сут.

Отопление и вентиляция

В зависимости от наличия исходной информации годовой расход электрической энергии на отопление общественных зданий рассчитывается следующим образом.

На основании данных о максимальных часовых расходах тепла зданиями расход электрической энергии определяется как:

$$W_o = \frac{1,16 \times 10^{-6}}{\text{эта}} \times 24 \times Q_o \times \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}} \times n \times \text{гамма}, \quad \text{кВт} \times \text{ч}; \quad (7)$$

при наличии данных об объемах зданий и удельной отопительной характеристике годовой расход электрической энергии на отопление можно определять по следующему выражению:

$$W_o = \frac{1,16 \times 10^{-6}}{\text{эта}} \times 24 \times V_n \times q_o \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}) \times n \times \text{гамма}, \quad \text{кВт} \times \text{ч}, \quad (8)$$

где: Q_о - максимальный часовой расход тепла на отопление, ккал/ч (принимается по данным типовых проектов); t_{вн} - усредненная расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, °C (принимается по характерной температуре в помещениях зданий (приложение А, табл. А.1)); t_{ср.о} - средняя температура наружного воздуха периода со среднесуточной температурой меньше или равной 8 C; n_о - продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурой воздуха меньше или равной 8 C, сут; t_{р.о} - расчетная средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °C, обеспеченностью 0,98; t_{ср.о}, t_{р.о}, n_о - принимаются в соответствии со СНиП 23-01-99 (для ряда населенных пунктов страны приведены в приложении А, табл. А.3); гамма - коэффициент, учитывающий приток теплоты от энергии солнечного излучения, тепловыделений приборов, людей, других источников; v_н - строительный объем зданий, м³; q_о - удельная тепловая характеристика зданий, ккал/(м³ x ч x °C).

Для ряда предприятий сферы культурно-бытового обслуживания показатели V_н и q_о приведены в приложении А, табл. А.4. Для укрупненных расчетов показатели q_о следует принимать по приложению А, табл. А.5.

В приложении А, табл. А.5 удельные тепловые характеристики зданий приведены для расчетной температуры наружного воздуха t = -30 °C. Для других расчетных температур значение удельных тепловых характеристик при t = -30 °C следует умножать на поправочный коэффициент а на климатические условия. Его значения приведены в приложении А, табл. А.6.

Расход электрической энергии на отопление зависит от климатических условий. Расход электрической энергии на отопление для различных зон, исходя из данных для одной зоны, следует определять с помощью поправочных коэффициентов K_и, рассчитываемых по формуле:

$$K_{io} = \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о.i}}) \times n_{oi}}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о.o}}) \times n_o} \quad (9)$$

В знаменателе показатели базисного района. За базисный принят Центральный район.

Для укрупненных расчетов следует пользоваться поправочными коэффициентами на климатические условия, приведенными в приложении А, табл. А.7.

Годовой расход электрической энергии на вентиляцию общественных зданий следует рассчитывать по выражению:

$$-6 \quad t - t$$

$$W_{\text{в}} = \frac{1,16 \times 10^{-6}}{\text{эта}} \times n_{\text{в}} \times Q_{\text{в}} \times \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.в}}}{t_{\text{ср.о}}} \times n_{\text{о}}, \quad \text{кВт} \times \text{ч}/\text{год}; \quad (10)$$

где: $1,16 \times 10^{-6}$ - коэффициент перевода ккал в кВт х ч с учетом расхода на 1 сельского жителя; $n_{\text{в}}$ - усредненное за отопительный период число часов работы системы вентиляции общественных зданий в течение суток (при отсутствии данных принимается равным 16 ч); $Q_{\text{в}}$ - максимальные часовые расходы тепла на вентиляцию, ккал/ч (принимаются по данным типовых проектов); $t_{\text{р.в}}$ - расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции, °С (принимается по СНиП 23-01-99 (температура воздуха холодного периода обеспеченностью 0,94); для ряда населенных пунктов страны $t_{\text{р.в}}$ приведена в приложении А, табл. А.3, графа 3); $n_{\text{о}}$ - продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурой воздуха меньше или равной 8°С, сут (приложение А, табл. А.3, графа 6).

При отсутствии проектных данных годовой расход электрической энергии на вентиляцию следует определять по формуле:

$$W_{\text{в}} = \frac{1,16 \times 10^{-6}}{\text{эта}} \times V_{\text{в}} \times q_{\text{в}} \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}) \times n_{\text{о}} \times n_{\text{в}}, \quad \text{кВт} \times \text{ч}, \quad (11)$$

где: $1,16 \times 10^{-6}$ - коэффициент перевода ккал в кВт х ч с учетом расхода на 1 сельского жителя; $V_{\text{в}}$ - вентилируемый объем здания, м³; $q_{\text{в}}$ - удельная вентиляционная характеристика зданий, ккал/(м³ х ч х °С).

Для ряда предприятий и учреждений $V_{\text{в}}$ и $q_{\text{в}}$ приведены в приложении А, табл. А.4. Для укрупненных расчетов следует руководствоваться приложением А, табл. А.5.

Кондиционирование воздуха

Системами кондиционирования воздуха оборудованы дома культуры, клубы, предприятия общественного питания.

Удельный расход электрической энергии на кондиционирование воздуха определяется исходя из величины суммарных теплопоступлений в теплый период года, среднесезонного холодильного коэффициента, числа часов использования оборудования.

Удельный расход электрической энергии на кондиционирование рассчитывается как:

$$W_{\text{к}} = \frac{1,16 \times 10^{-6}}{\text{к}} \times T \times (Q_{\text{нар}} + Q_{\text{рад}} + Q_{\text{возд}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{люд}}), \quad \text{кВт} \times \text{ч}, \quad (12)$$

где: T - число часов использования максимальной мощности (для центральных районов страны: для столовых - 600, для клубов - 1000 ч); $K_{\text{х}}$ - среднесезонный холодильный коэффициент, ~ 3; $Q_{\text{нар}}$ - приток тепла через наружные ограждения; $Q_{\text{рад}}$ - поступление тепла с солнечной радиацией; $Q_{\text{возд}}$ - приток тепла в результате воздухообмена; $Q_{\text{пр}}$ - тепловыделения приборов и оборудования, ккал/ч (для огневой плиты с площадью поверхности нагрева $1,68 \times 0,72$ м² $Q_{\text{пр}}$ равно 6400 ккал/ч; газовой плиты с площадью нагрева $1,135 \times 0,8$ м² - 4000 ккал/ч; водонагревателя (титана) объемом 25 л - 600 ккал/ч; для электроприборов $Q_{\text{пр}}$ составляет 260 ккал/ч на 1 кВт установленной мощности); $Q_{\text{люд}}$ - тепловыделения людей.

$$Q_{\text{нар}} = q_0 \times n_{\text{о}} \times (t_{\text{р.п}} - t_{\text{вн}}), \quad \text{ккал}/\text{ч}, \quad (13)$$

где: q_0 - удельная тепловая характеристика зданий, ккал/(м³ х ч х °С); $n_{\text{о}}$ - строительный объем зданий, м³; $t_{\text{вн}}$ - усредненная расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, °С (принимается по приложению А, табл. А.1); $t_{\text{р.п}}$ - абсолютная максимальная температура воздуха теплого периода (принимается по СНиП 2.04.05-91*; для ряда населенных пунктов $t_{\text{р.п}}$ приведена в приложении А, табл. А.3, графа 5;

$$Q_{\text{рад}} = F_{\text{ост}} \times q_{\text{ост}} \times A_{\text{ост}}, \quad \text{ккал}/\text{ч}, \quad (14)$$

где: $F_{\text{ост}}$ - поверхность остекления, м² (принимается по типовым проектам соответствующих предприятий и учреждений); $q_{\text{ост}}$ - величина суммарной солнечной радиации на вертикальную поверхность остекления, ккал/м² x ч (зависит от географической широты местности, ориентации по странам света, времени суток и т.д.; следует принимать по СНиП 23-01-99; для укрупненных расчетов $q_{\text{ост}}$ принимать по приложению А, табл. А.8); $A_{\text{ост}}$ - коэффициент, зависящий от характеристики остекления, колеблется от 0,25 до 1,15 (средние значения 0,7-0,8);

$$Q_{\text{возд}} = m \times \gamma \times j \times (J_{\text{нар}} - J_{\text{вн}}), \text{ ккал/ч}, \quad (15)$$

где: m - кратность обмена воздуха в час (принимается по СНиП 2.04.05-91*; для столовых следует принимать 3, для клубов, дворцов культуры - 20 раз/ч); γ - объем кондиционируемого воздуха в помещении (принимается по внутренней кубатуре на 1 расчетную единицу и количество расчетных единиц; для столовых следует принимать 35, для клубов, домов культуры - 20 м³/чел.); j - удельный вес воздуха (при $t_{\text{н}} = 20 \text{ C}$ $j = 1,2 \text{ кг/м}^3$); $J_{\text{нар}}$ - $J_{\text{вн}}$ - разница в теплосодержании наружного и внутреннего воздуха, ккал/кг (по I-d диаграмме);

$$Q_{\text{люд}} = m_{\text{ч}} \times q_{\text{уд}} \times K_{\text{з}}, \text{ ккал/ч}, \quad (16)$$

где: $m_{\text{ч}}$ - количество человек в помещении; $q_{\text{уд}}$ - тепловыделения одного человека, ~ 80 ккал/ч; $K_{\text{з}}$ - коэффициент присутствия.

Расход электрической энергии на кондиционирование воздуха приведен в табл. 33.

Таблица 33

Расход электрической энергии на кондиционирование воздуха

Потребитель	Усредненный нормативный расход, кВт x ч/чел	Средневзвешенный расход, кВт x ч/чел*
Столовая	3,3	0,4
Клуб	3,9	0,6
Итого	7,2	1,0

* С учетом процента охвата.

Наружное освещение

Расход электрической энергии на освещение улиц определяется по выражению:

$$W_{\text{н.с}} = P \times T \times \lambda, \text{ Вт x ч}, \quad (17)$$

где: P - мощность ламп освещения на 1 погонный метр улиц, Вт (для укрупненных расчетов P следует принимать 5,5-7,0 Вт/м); T - число часов использования мощности, зависит от районных особенностей (при расчете в среднем по стране T следует принимать 3100 ч); λ - длина улицы, приходящаяся на одного человека (принимается в зависимости от плотности жилищного фонда; для укрупненных расчетов λ , следует принимать 3-5 м на человека).

При расчете средневзвешенных норм необходимо учитывать долю сельских улиц с нормируемой освещенностью (~ 40%).

С учетом сказанного $w_{н.с} = 55,8$ кВт х ч/чел., с учетом охвата $W_{н.с} = 22$ кВт х ч/чел.

Водоснабжение и канализация

Расход электрической энергии на водоснабжение и канализацию определяют по формуле:

$$W_{в.к} = (w_{в} \times w_{к} \times w_{в} \times w_{к}) \times 365, \text{ кВт х ч} \quad (18)$$

где: $w_{в}$, $w_{к}$ - удельные показатели расхода воды на водоснабжение и канализацию, м³/ чел. х сут (для укрупненных расчетов принимать: водоснабжение - 0,1 м³; канализация - 0,055 м³/чел. х сут); $W_{в}$, $w_{к}$ - удельный расход электрической энергии на водопровод и канализацию, составляет соответственно 0,35 и 0,2 кВт х ч/м³.

При расчете составляющей средневзвешенной нормы следует учитывать охват сельских жителей централизованным водоснабжением и канализацией на расчетный период. Расход электрической энергии на водоснабжение и канализацию приведен в табл. 34.

Таблица 34

Расход электрической энергии на водоснабжение и канализацию

Услуга	Нормативный расход, кВт х ч/чел.	Средневзвешенный расход, Вт х ч/чел. *
Водоснабжение	12,8	3,8
Канализация	4,0	1,0

* С учетом процента охвата.

Итоговые показатели по всем рассмотренным объектам сферы культурно-бытового обслуживания и всем процессам в расчете на одного сельского жителя сведены в табл. 32.

4.4. Фермерские хозяйства

В фермерских хозяйствах расход электрической энергии определен для растениеводства и животноводства. В растениеводстве удельные показатели (нормативы) расхода электрической энергии разработаны для следующих процессов:

- очистка и сушка зерна;
- активное вентилирование зерна;
- производство кормов (травяной муки) и сушка грубых кормов;
- расход электроэнергии в защищенном грунте.

В животноводстве удельные показатели определены для процессов, в которых наиболее широко применяется электроэнергия:

- освещение;
- приготовление кормов (раздача, мойка, резка);
- горячее водоснабжение;
- создание микроклимата;
- доение;
- пастеризация молока;
- переработка и расфасовка молока;
- стрижка овец.

При определении удельных показателей (нормативов) расхода электрической энергии за основу приняты промышленные технологии и оборудование. Нормативы расхода электрической энергии определены на принятый показатель:

- в животноводстве - на 1 гол. скота и птицы;
- в растениеводстве - на 1 т зерна, 1 т кормов, 1 м2 защищенного грунта и т.д.

Затем эти нормативы пересчитаны на 1 сельского жителя с учетом поголовья скота и птицы и объемов производства растениеводческой продукции фермерскими хозяйствами. Удельные показатели расхода электрической энергии фермерскими (крестьянскими) хозяйствами приведены в табл. 35.

Таблица 35

Удельные показатели расхода электрической энергии фермерскими хозяйствами

Отрасль, процесс	Единица измерения	Удельный расход, кВт	
		на единицу измерения	на одного сельского жителя
Скотоводство:			
- откорм	1 гол.	160,8	0,8
- молочное направление	То же	418	3,3
Свиноводство	-"-	141,5	1,8
Овцеводство и козоводство	-"-	17,0	0,5
Птицеводство	-"-	24,8	1,2
Очистка и сушка зерна	т	7,8	0,8
Активное вентилирование и хранение зерна	То же	43,0	1,3
Производство травяной муки	-"-	105	2,6
Заготовка грубых кормов	-"-	42	4,3
Защищенный грунт	м2	90	1,4
Итого	-	-	18,0

5. Методика определения потребности в средствах электроснабжения

Задача определения оптимального числа и мощности трансформаторных подстанций (ТП) - одна из основных в рациональном проектировании сельского электроснабжения.

Настоящая методика предназначена для применения в организациях, проектирующих сети 0,38 кВ, и имеет целью помочь проектировщику достаточно быстро определить количество и среднюю мощность ТП в рассматриваемом населенном пункте. Речь идет о крупных объектах, с большим количеством жилых домов, так как в маленьких деревнях проблема выбора "количество - мощность" ТП не стоит. Как правило, это определение мощности одной-двух подстанций, что легко просчитывается без какого-либо сложного моделирования.

подавляющее большинство населенных пунктов в стране, тем более крупных, полностью электрифицированы.

Методика, применительно к таким случаям, позволит определить, насколько действующая в конкретном селении схема электроснабжения отличается, например вследствие давности срока ввода ее в действие, от оптимальной и целесообразно ли ее, с точки зрения требуемых затрат, реконструировать в соответствии с результатами расчетов по данной методике.

При определении области применения методики принимается во внимание:

- новое строительство сетей 0,38 кВ во вновь появляющихся населенных пунктах;
- коренная реконструкция конкретных сетей 0,38 кВ действующей системы электроснабжения в связи с возможным значительным ростом нагрузок и др.

Общепринятым критерием оптимальности, по которому определяют наиболее выгодные инвестиционные характеристики того или иного варианта проекта, в т.ч. и в электроэнергетике, служат приведенные затраты Z , равные:

$$Z = C + \frac{E}{n} \times K, \quad (19)$$

где: C - себестоимость или годовые текущие издержки объекта в эксплуатации;

E - нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капиталовложений, который является величиной, обратной сроку окупаемости

$$\left(E = \frac{1}{n \cdot T_{ок}} \right);$$

K - капитальные вложения.

Как известно:

$$C = I_{рен} + I_{к.р} + I_{э} + I_{з} + I_{пр}, \quad (20)$$

где: $I_{рен}$ - амортизационные отчисления на реновацию, предназначенные для полного возмещения основных фондов по истечении срока службы объекта;

$I_{к.р}$ - амортизационные отчисления на капитальный ремонт, предназначенные для частичного восстановления и модернизации оборудования;

$I_{э}$ - затраты на потери электроэнергии в сетях;

$I_{з}$ - зарплата обслуживающего персонала;

$I_{пр}$ - прочие производственные и непроизводственные расходы, включающие затраты на вспомогательные (смазочные, обтирочные и т.п.) материалы, текущий ремонт, услуги вспомогательных производств, а также общесетевые расходы.

Амортизационные отчисления $I_{рен}$ и $I_{к.р}$ определяются процентами от величины капитальных вложений.

Амортизационные отчисления нормируются и равны:

$$p_{ам} = \frac{I_{ам}}{K}, \quad (21)$$

где: $I_{ам} = I_{рен} + I_{к.р}$.

С учетом изложенного можно записать:

$$C = I_{ам} + I. \quad (22)$$

Обозначив:

$$p = E_n + p_{ам}, \quad (23)$$

получим:

$$Z = p \times K + I, \quad (24)$$

где: I - текущие затраты без амортизационных отчислений.

Таким образом, приведенные затраты - основная экономическая оценка возможных вариантов технического решения. Это критерий, по которому выбирается наиболее экономичный вариант, т.е. вариант, отвечающий условию:

$$Z = Z_{min}. \quad (25)$$

Выбор оптимальной схемы электроснабжения, в т.ч. и электроснабжения сельских населенных пунктов, представляет собой очень сложную задачу. Исходя из специфики задачи и сложности ее решения принимается ряд конкретных допущений. Основное из них построено на предположении, что пункты потребления электроэнергии равномерно рассредоточены по рассматриваемой территории и что характер потребления этой энергии во всех пунктах одинаков. В этом случае затраты на распределение энергии выражаются в виде сравнительно простых функций трех независимых переменных:

- поверхностной плотности нагрузки (на единицу площади территории) γ ;
- удельного числа пунктов потребления (также на единицу площади) N ;
- годового числа часов использования максимальной мощности T .

Численные значения этих величин для конкретных задач находят путем обработки соответствующей информации. Именно значения γ , N и T позволяют использовать упрощенные методы расчета приведенных затрат для решения различных оптимизационных задач систем электроснабжения, в т.ч. и для выбора оптимального количества и мощности ТП.

Прежде чем перейти к выводу формулы для определения критерия оптимальности, т.е. приведенных затрат, необходимо рассмотреть соотношения, связывающие между собой основные суммарные показатели системы электроснабжения: число трансформаторных подстанций, протяженность распределительных сетей, затраты металла и капитальных вложений.

Примем сеть четырехпроводной, площади поперечного сечения всех проводов - одинаковыми, нагрузки - симметрично распределенными по фазам.

Допустим, что территория населенного пункта представляет собой квадрат со стороной $2R$. Нагрузка потребителей равномерно размещена по этой территории. Число домов в населенном пункте обозначим Z , расстояние между домами - λ_0 , расчетную нагрузку на 1 дом - p_0 . Квадрат со стороной $2R$ разбиваем на множество квадратов со стороной $2r$, где r - радиус действия одной ТП.

Из этого следует, что:

$$\pi R_{\text{ТП}}^2 = N_{\text{ТП}} \pi r^2, \quad (26)$$

где: $N_{\text{ТП}}$ - количество подстанций 10/0,4 кВ.

$$\text{Тогда } N_{\text{ТП}} = \left(\frac{R}{r} \right)^2.$$

Учитывая, что $4R(2) = Z_{\text{лямбда}}(2)_0$, выразим число ТП через число домов:

$$N_{\text{ТП}} = \frac{Z_{\text{лямбда}}(2)_0^2}{4r^2}. \quad (27)$$

$$\text{Тогда удельное количество } N_{\text{ТПо}} = \frac{1}{4r^2}.$$

Сделав еще одно допущение о том, что средняя стоимость ТП не зависит от мощности трансформатора и равняется $K_{\text{ТП}}$, получим $Z_{\text{ТП}} = N_{\text{ТП}} K_{\text{ТП}}$.

Анализ показывает, что длину сети 10 кВ в зависимости от радиуса сети 0,38 кВ можно выразить приближенной формулой $L_{10} = 2R(2)/r$. Соответственно, ее удельная протяженность(км/км²) составляет:

$$L_{10} = \frac{L_{10}}{0,4R} = \frac{1}{2r}. \quad (28)$$

Масса расходуемого проводникового металла для принятой идеализированной схемы на участке линии длиной лямбда с сечением провода F равна:

$$G = 4dF \text{ лямбда}, \quad (29)$$

где: d - плотность материала провода.

Если площадь поперечного сечения провода выбрана по плотности тока j при токовой нагрузке:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \cos \phi}, \quad (30)$$

и следовательно:

$$F = \frac{I}{j}, \quad (31)$$

то из формул (29) и (30) следует:

$$G = \frac{4 d \text{ лямбда } I}{j} = \frac{4 d \text{ лямбда } P}{\sqrt{3} \times U \cos \phi \times j}, \quad (32)$$

$$j \quad j \text{ кв.корень}(3) \times U \cos \phi$$

Из формул (29) и (32) получаем формулу для площади поперечного сечения:

$$F = \frac{G}{4 d \lambda} = \frac{4 d \lambda P}{j \sqrt{3} \times U \cos \phi \times 4 d \lambda} = \frac{P \lambda}{\lambda j \sqrt{3} \times U \cos \phi}, \quad (33)$$

В этих формулах: P - мощность, передаваемая по участку;
 λ - длина участка;
 j - плотность тока;
 U - номинальное напряжение;
 cos(φ) - коэффициент мощности на участке.

Таким образом, расход металла на участке пропорционален произведению нагрузки на протяженность участка, т.е. линейному моменту нагрузки:

$$M = P \lambda. \quad (34)$$

Для идеализированной сети с n участками, охватывающей территорию с равномерно распределенной нагрузкой, сумма линейных моментов может быть выражена формулой:

$$M = \sum_{i=1}^n P_i \lambda_i = \psi \gamma R^3, \quad (35)$$

где: ψ - коэффициент разветвленности, определяемый из анализа сетей с идеализированной конфигурацией и изменяющийся в пределах от 2,67 до 3,22;
 γ - плотность равномерно распределенной по территории нагрузки, кВт/км²;
 R - линейный параметр рассматриваемой территории (половина стороны квадрата или радиус вписанного в него круга).

Рассматривая территорию в виде квадрата со стороной 2r, по аналогии с формулой (35) получим удельный момент сети на единицу площади:

$$M_o = \frac{M}{F} = \frac{\psi \gamma r^3}{4 \times r} = \frac{\gamma \psi r^2}{4}. \quad (36)$$

Распространяя формулу (32) на разветвленную сеть, с учетом формул (34) и (36) получим формулу для удельного расхода металла на единицу площади территории:

$$G_o = \frac{d \psi \gamma r}{\sqrt{3} \times U j \cos \phi}. \quad (37)$$

На разветвленную сеть можно распространить и формулу (34), если ввести понятие об эквивалентной площади поперечного сечения проводов линии при их массе, определяемой формулой (33):

$$F = \frac{P \lambda}{\varepsilon j \lambda \sqrt{3} \times U \cos \phi}. \quad (38)$$

Формулу (33) приведем к виду:

$$F = \frac{\rho \gamma R^3}{\sqrt[3]{j \cos \phi} \times U L} \quad (39)$$

Тогда из прямолинейной аппроксимации зависимости капвложений от сечения провода:

$$K = (a + bF)L \quad (40)$$

где: a - часть капвложений на единицу длины линии, не зависящая от сечения;
 bF - часть капвложений на единицу длины линии, зависящая от сечения,

получим:

$$K = aL + \frac{b \rho \gamma r^3}{\sqrt[3]{j \cos \phi} \times U L} \quad (41)$$

Удельная стоимость сети на единицу площади электрифицированной территории:

$$\begin{aligned} K_o &= \frac{K}{F} = a \frac{L}{F} + \frac{b \rho \gamma r^3}{4 r^2 j \cos \phi \times U L} = \\ &= a \times \frac{L}{F} + \frac{b \rho \gamma r}{4 j \cos \phi \times U L} \end{aligned} \quad (42)$$

Таким образом, определены формулы для капитальных вложений в трансформаторные подстанции и в распределительные линии.

Сохраняя принятые допущения, перейдем к рассмотрению другой составляющей приведенных затрат, связанной с потерями энергии.

Пусть на участке трехфазной линии λ_i с проводами сечением F протекает ток I . Тогда потери активной мощности составят:

$$\Delta P_i = \frac{3 I^2 \rho \lambda_i}{F} \quad (43)$$

Используя формулу плотности тока, получим:

$$\Delta P_i = 3 j I \rho \lambda_i = \frac{3 j P_i \rho \lambda_i}{\sqrt[3]{j \cos \phi} \times U \times 10^3}, \quad (44)$$

т.е. потери мощности, как и расход металла, пропорциональны моменту нагрузки $P \lambda$. Для n участков сети суммарные потери составят:

$$\sqrt[3]{j \cos \phi} \times U \times 10^3 \times \sum_{i=1}^n P_i \lambda_i$$

$$\Delta P = \sum_{i=1}^n \Delta P_i = \frac{\sqrt{3} \cdot \gamma R_j \rho}{U \cos \phi_i \times 10^3}, \quad (45)$$

или, учитывая формулу (35), для разветвленной сети с равномерно распределенной нагрузкой они будут равны:

$$\Delta P = \frac{\sqrt{3} \cdot \gamma R_j \rho}{U \cos(\phi) \times 10^3}. \quad (46)$$

Годовые потери энергии в линии:

$$\Delta W = \frac{\sqrt{3} \cdot \gamma R_j \rho \tau}{10^3 \times U \cos \phi}, \quad (47)$$

где: τ - число часов максимальных потерь энергии в год.

Наконец, удельные потери энергии в линиях, приходящиеся на единицу площади, будут равны:

$$\Delta W_{\text{о}} = \frac{\Delta W}{F} = \frac{\sqrt{3} \cdot \gamma R_j \rho \tau}{4 \times 10^3 \times U \cos \phi}, \quad (48)$$

Определим потери энергии в трансформаторах. Эти потери слагаются из потерь холостого хода и нагрузочных потерь:

$$W = P_x \times 8760 + P_k \tau \left(\frac{S_{\text{max}}}{S_n} \right)^2, \quad (49)$$

где: P_x - активные потери холостого хода;
 8760 - число часов в году;
 P_k - активные потери короткого замыкания;
 τ - число часов максимальных потерь (зависит от числа часов T использования максимальной мощности);
 S_{max} - расчетная нагрузка трансформатора;
 S_n - номинальная мощность трансформатора.

Если задаться средней мощностью ТП $S_{10/0,4} = P_{10/0,4}$, то общее их число на рассматриваемой территории будет:

$$N_{10/0,4} = N_{\text{ТП}} = \frac{4 R \gamma}{K P_n 10/0,4}, \quad (50)$$

где: K_n - коэффициент несовпадения максимумов потребительских ТП, при помощи которого учитывается то обстоятельство, что поверхностная плотность нагрузки определена по ее участию в максимуме районных подстанций;
 $P_{10/0,4}$ - мощность одной подстанции.

Удельное число ТП на единицу площади составляет:

$$N_{\text{о}(10/0,4)} = N_{\text{ТПо}} = \frac{N_{10/0,4} \cdot \gamma}{4 R \cdot \frac{K P}{n_{10/0,4}}} \quad (51)$$

Удельная стоимость сетей 10 кВ вычисляется по формуле (42). Однако переменную часть стоимости сетей 10 кВ можно не учитывать при сравнении вариантов построения низковольтных сетей, считая их одинаковыми. По этой же причине в расчетах можно не учитывать стоимость потерь энергии в сетях 10 кВ, а также переменные составляющие стоимостей подстанций.

Исходя из изложенного, можно записать:

$$\begin{aligned} Z = & \frac{a_{10}}{2r_{0,38}} p + \frac{m_{10/0,4}}{4r_{0,38}} p + a_{0,38} \cdot \sqrt[3]{\frac{r_{K P}}{n_{10/0,38}}} p + \\ & + \frac{\psi \cdot \gamma \cdot r_{0,38} \cdot b_{0,38}}{\sqrt[3]{3} \cdot 4 \cdot j \cdot U_{0,38} \cdot \cos \phi} p + \\ & + \frac{\sqrt[3]{3} \cdot \psi \cdot \gamma \cdot r_{0,38} \cdot j \cdot \tau \cdot c'}{4 \cdot 10 \cdot U_{0,38} \cdot \cos \phi} + \\ & + \frac{K_{10/0,4} \cdot \gamma}{n_{10/0,4}} p + (P_{c''} \cdot x_{8760} + P_{c'} \cdot \tau) \cdot \frac{\gamma}{n_{10/0,4}}, \quad (52) \end{aligned}$$

где: c' - средние приведенные затраты на потери энергии в линиях 10 и 0,38 кВ;

c'' - средние приведенные затраты на потери энергии в трансформаторах 10/0,4 кВ;

$p = E + r$ - принят одинаковым для всех элементов (для n ам упрощения).

Если выделить в выражении (52) слагаемые, зависящие от радиуса ТП, то оно примет следующий вид:

$$\begin{aligned} Z = & \frac{a_{10}}{2r_{10}} p + \frac{m_n}{4r_{10/0,4}} p + \frac{\psi \cdot \gamma \cdot b_{0,38} \cdot r_{0,38}}{\sqrt[3]{3} \cdot 4 \cdot j \cdot U_{0,38} \cdot \cos \phi} p + \\ & + \frac{\sqrt[3]{3} \cdot \psi \cdot \gamma \cdot j \cdot \tau \cdot c' \cdot r_{0,38}}{4 \cdot 10 \cdot U_{0,38} \cdot \cos \phi}. \quad (53) \end{aligned}$$

Для четырехпроводной сети 0,38 кВ выражение (53) записывается следующим образом:

$$\begin{aligned} Z = & \frac{a_{10}}{2r_{10}} p + \frac{K_{\text{ТП}} \cdot r_{\text{ТП}}}{4r} + \frac{\psi \cdot \gamma \cdot b_{0,38} \cdot r_{0,38}}{\sqrt[3]{3} \cdot 4 \cdot j \cdot U_{0,38} \cdot \cos \phi} p + \\ & + \frac{\sqrt[3]{3} \cdot \psi \cdot \gamma \cdot j \cdot \tau \cdot c' \cdot r_{0,38}}{4 \cdot 10 \cdot U_{0,38} \cdot \cos \phi} \end{aligned}$$

$$+ \frac{r}{4 \times 10^3 \times U \cos \phi} \quad (54)$$

Продифференцировав выражение (54) (d3_0/dr) и приравняв производную к нулю, получим формулу для оптимального радиуса действия ТП:

$$r_{\text{опт}} = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{ТП}} \times \sqrt{3} \times j \times U \cos \phi \times \rho_{\text{ТП}}}{\psi \gamma (b \rho_{0,38}^2 + 3 \times j \rho_{\text{с тау}} \times 10^{-3})}} \quad (55)$$

Для перехода к оптимальному количеству ТП обозначим поверхностную плотность нагрузки через ρ_0 и λ_0 :

$$\gamma_0 = \frac{\rho_0}{\lambda_0^2} \quad (56)$$

Используя (54) и (55), найдем $N_{\text{ТПо}}$ по (27):

$$N_{\text{ТПо}} = \sqrt[3]{\frac{Z \rho_0 \lambda_0^2 \psi (b \rho_{0,38}^2 + \sqrt{3} \times j \rho_{\text{с тау}} \times 10^{-3})}{256 \times (K_{\text{ТП}} \rho_{\text{ТП}} U j \cos \phi)^2}} \quad (57)$$

или

$$N_{\text{ТПо}} = Z \left[\frac{\lambda_0 \psi \rho_0 (b \rho_{0,38}^2 + \sqrt{3} \times j \rho_{\text{с тау}} \times 10^{-3})^{2/3}}{16 \times K_{\text{ТП}} \rho_{\text{ТП}} U j \cos \phi} \right] \quad (58)$$

Формулы (57) и (58) определяют оптимальное количество ТП для идеализированных схем электроснабжения. Эти формулы идентичны, поэтому в дальнейшем будем ссылаться только на формулу (58).

Формула (58) позволяет получить оценку числа центров нагрузки. Это число послужит ориентиром при формировании системы электроснабжения жилого сектора реального населенного пункта.

Крупные потребители влияют на выбор мощности и количества ТП. Если такие потребители находятся на рассматриваемой территории, то, имея, с одной стороны, решение по формуле (58) для идеализированных условий, и с другой - характеристики этих крупных потребителей, проектировщик может его скорректировать.

Если же мощный потребитель, например фермерское хозяйство, функционирует вне территории населенного пункта, то, скорее всего, это потребует сооружения специальной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ.

Кроме того, количество и мощности ТП, определенные в соответствии с формулой (58), могут потребовать корректировки из-за жестких условий размещения электрических сетей на территории населенного пункта. Основная часть сетей проходит вдоль улиц, что также должно быть учтено при конкретном проектировании.

Среднюю мощность подстанции можно найти по формуле:

$$S_{\text{ср}} = \frac{N \cdot \rho_{\text{опт}}}{\cos \phi} \cdot \lambda_{\text{о}} \quad (59)$$

Таким образом, формула (58) позволяет определить порядок выполнения предпроектных расчетов для предварительной оценки количества и мощности трансформаторных подстанций в сельских населенных пунктах. При этом необходимо наличие следующей информации:

- количество жилых домов Z ;
- среднее расстояние между жилыми домами $\lambda_{\text{о}}$, км;
- удельная нагрузка на 1 дом $\rho_{\text{о}}$, кВт/дом;
- коэффициент разветвленности сети ψ ,
- коэффициент в переменной составляющей стоимости линии в сетях 0,38 кВ b , руб./км x мм²;
- ежегодные отчисления от капитальных вложений в линию 0,38 кВ $\rho_{\text{0,38}}$;
- экономичная плотность тока j , А/мм²;
- удельное сопротивление провода постоянному току $\rho_{\text{о}}$, Ом x мм²/км;
- годовое время максимальных потерь $\tau_{\text{а}}$, ч/год;
- себестоимость потерь энергии в сети 0,38 кВ c , руб./кВтч;
- стоимость трансформаторной подстанции $K_{\text{ТП}}$, руб.;
- ежегодные отчисления от стоимости $K_{\text{ТП}} \rho_{\text{ТП}}$;
- линейное номинальное напряжение U , кВ;
- коэффициент мощности в сети $\cos \phi$.

Из формулы (58) следует, что не все переменные одинаково влияют на результат расчета по ней. Некоторые показатели, например, такие как номинальное напряжение, удельное электрическое сопротивление, коэффициент годовых отчислений от стоимостей провода и подстанции, являются постоянными величинами, другие, например плотность тока, коэффициент мощности, коэффициент разветвленности, произведение числа часов максимальных потерь и себестоимости потерь, принимают изменяющимися в небольших пределах.

В качестве примера применения формулы (58) рассматривается влияние на результат изменения переменных:

- числа домов Z ;
- удельной нагрузки одного дома $\rho_{\text{о}}$;
- среднего расстояния между домами $\lambda_{\text{о}}$;
- коэффициента b ;
- стоимости трансформаторной подстанции $K_{\text{ТП}}$.

При необходимости возможно изменять и другие переменные.

Будем считать, что:

- Z изменяется в пределах 100 - 1200 шт.;
- удельная нагрузка на дом - от 1 до 11 кВт;
- среднее расстояние между домами - от 20 до 120 м;

- коэффициент b - от 500 до 6000 руб./км x мм²;

- стоимость подстанции - от 50 тыс. руб. до 850 тыс. руб.

Коэффициент ψ принимается равным 3; отчисления от стоимости провода $p_{0,38} = 0,177$, от стоимости подстанции $p_{ТП} = 0,184$; материал проводов линии 0,38 кВ - алюминий, поэтому $\rho_0 = 29,5$ Ом x мм²/км; время максимальных потерь $\tau_{\text{ау}} = 1500$ ч/год; плотность тока $j = 0,6$ А/мм²; номинальное напряжение $U = 0,38$ кВ; коэффициент мощности $\cos \phi = 0,85$.

При рассмотрении влияния на результат того или другого переменного показателя всем другим переменным, за исключением Z , придаем фиксированное значение. Что касается числа домов Z , то при изменении любой из переменных выполним серию расчетов в соответствии с принятыми в расчетах изменяющимися значениями Z

Пример 1.

Определение $N_{\text{опт}} = f(p_0, Z)$.

Рассматривается ряд удельных нагрузок $p_0 = 1,5; 3,0; 4,5; 6; 7,5; 9; 10,5$ кВт/дом при имеющемся числе домов в населенном пункте $Z = 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200$.

Фиксированные значения остальных аргументов: $\lambda_0 = 0,06$ км; $\psi = 3$; $b = 3000$ руб./км x мм²; $j = 0,6$ А/мм²; $\rho_0 = 29,5$ Ом x мм²/км; $\tau_{\text{ау}} = 1750$ ч/год; $c = 0,5$ руб./кВт x ч; $p_{0,38} = 0,177$; $K_{ТП} = 350000$ руб./п/ст.; $p_{ТП} = 0,184$; $U = 0,38$ кВ; $\cos \phi = 0,85$.

Результаты расчета приведены на рис. 1.

Пример 2.

Определение $N_{\text{опт}} = f(\lambda_0, Z)$.

Рассматривается ряд средних расстояний между домами $\lambda_0 = 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12$ км при изменяющемся числе домов в населенном пункте $Z = 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200$.

Фиксированные значения остальных аргументов те же, что и в примере 1 без λ_0 , но с добавлением $p_0 = 4,5$ кВт.

Результаты расчета приведены на рис. 2.

Пример 3.

Определение $N_{\text{опт}} = f(K_{ТП}, Z)$.

Рассматривается ряд стоимостей трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ $K_{ТП} = 50\,000, 100\,000, 150\,000, 250\,000, 350\,000, 450\,000, 550\,000, 650\,000, 800\,000, 850\,000$ руб. при изменяющемся числе домов, так же как и в предыдущих примерах, $Z = 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200$.

Фиксированные значения остальных аргументов те же что и в примере 2 без $K_{ТП}$, но с добавлением $\lambda_0 = 0,06$ км.

Результаты расчета приведены на рис. 3.

Пример 4.

Определение $N_{\text{опт}} = f(b, Z)$.

Рассматривается ряд коэффициентов переменной составляющей стоимости линии $b = 500; 1000; 1500; 2000; 2500; 3000; 4500; 6000$ руб./км x мм² при изменяющемся числе домов в населенном пункте $Z = 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200$.

Фиксированные значения других аргументов формулы (58) те же, что и в предыдущем примере, но без b и c с добавлением $K_{ТП} = 350000$ руб./п/ст.

Результаты расчета приведены на рис. 4.

Приложение А (справочное)

Вспомогательные материалы для определения потребности в средствах электроснабжения

Таблица А.1

Средний объем зданий на расчетную единицу, усредненная расчетная температура внутреннего воздуха, количество рабочих дней в году предприятий сферы культурно-бытового обслуживания

Потребители	Средний объем зданий на расчетную единицу, м ³	Усредненная расчетная температура внутреннего воздуха, t _{вн} , °С	Количество рабочих дней в году, n
Детские сады-ясли	33	20	300
Общеобразовательные школы	30	16	220
Столовые	35	16	300
Магазины:			
- продовольственные	10	15	300
- промтоварные	10	15	300
Бани	70	25	144
Прачечные	8	15	144
Комбинаты бытового обслуживания	80	16	300
Учреждения здравоохранения	150 - 180	20	365
Аптеки	1500 - 1800	18	300
Клубы	20	16	192
Отделения связи, сберкассы	750 - 800	18	220
Гостиницы, дома приезжих	60	18	365
Административные здания	350	18	220
Спортзалы	3100	18	192

Таблица А.2

Нормы расхода горячей воды

Потребители	Расчетная единица	Средняя суточная норма расхода горячей воды, в, л/м ³

1	2	3
Гостиницы с душами во всех отдельных номерах	1 проживающий	120/0,14
Прачечные:		
- немеханизированные	1 кг сухого белья	15/0,015
- механизированные	1 кг сухого белья	25/0,025
- уборка помещения	1 м ²	3/0,003
Административные здания	1 работающий	5/0,005
Детские сады-ясли:	1 ребенок	-
- с дневным пребыванием детей		11,5/0,0115
- со столовыми, работающими на полуфабрикатах		25/0,025
- со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами		
Детские сады-ясли с круглосуточным пребыванием детей:		
- со столовыми, работающими на полуфабрикатах		21,40/0,0214
- со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами		28,5/0,0285
Предприятия общественного питания		
Для приготовления пищи:	1 условное блюдо	
- реализуемой в обеденном зале		4/0,004
- продаваемой на дом		3/0,003
Бани:		
- для мытья в мыльной с тазами на скамьях и ополаскиванием в душе	1 посетитель	120/0,12
- душевая кабина	1 посетитель	240/0,24
- ванная кабина	1 посетитель	360/0,36
- уборка пола помещений мыльных, душевых, парильных	1 м ²	3/0,003
Общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 учащийся и преподаватель в смену	3/0,003
То же, с продленным днем	То же	3,4/0,0034
Школы-интернаты с помещениями:		
- учебными (с душевыми при гимнастических залах)	1 учащийся и преподаватель в смену	2,7/0,0027
- спальными	1 место	30/0,03
Магазины:		
- продовольственные	1 работающий в смену (20 м ² торгового зала)	65/0,065
- промтоварные	1 работающий в смену	5/0,005
Клубы	1 место	2,6/0,0026
Больницы:	1 койка	
- с общими ваннами и душевыми		75/0,075
- с санитарными узлами, приближенными к палатам		90/0,09
- инфекционные		110/0,11
Спортивные залы:		
- для физкультурников	1 место	1/0,001
- с учетом приема душа	1 физкультурник	30/0,03

Примечания:

1. Нормы расхода горячей воды в водоразборных стояках систем горячего водоснабжения 55°C.
2. Среднюю температуру воды в системах центрального горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором горячей воды из трубопроводов тепловой сети следует принимать 65°C, а нормы расхода воды - определять с коэффициентом 0,85.
3. Для предприятий общественного питания и других потребителей горячей воды, где по условиям технологии требуется дополнительный подогрев воды, нормы расхода горячей воды следует принимать по данной таблице без учета коэффициента 0,85.

Температуры наружного воздуха, продолжительность отопительного периода

Экономические районы, области	Температура наружного воздуха, °С			Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$, n_0 , сут
	Расчетная средняя наиболее холодной пятидневки, $t_{p.o}$	Средняя температура воздуха периода со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$, $t_{cp.o}$	Абсолютная максимальная температура воздуха теплого периода, $t_{p.п}$	
Россия				
Северо-Западный район				
Архангельск	-44	-6,6	34	277
Санкт-Петербург	-32	-2,8	34	227
Новгород	-33	-2,3	34	221
Центральный район				
Брянск	-30	-2,3	38	205
Кострома	-36	-4,3	36	230
Москва	-32	-3,1	37	216
Смоленск	-28	-2,4	35	215
Волго-Вятский район				
Киров	-35	-5,4	37	231
Йошкар-Ола	-38	-5,1	39	220
Чебоксары	-35	-4,9	39	217
Центрально-Черноземный район				
Белгород	-27	-1,9	38	191
Воронеж	-28	-3,1	38	196
Курск	-29	-2,4	37	198
Поволжский район				
Астрахань	-24	-1,2	31	167
Саратов	-30	-4,3	41	196
Уфа	-38	-6,4	39	210
Северо-Кавказский район				
Ставрополь	-22	0,9	40	168
Ростов	-27	-2,1	40	184
Нальчик	-20	0,6	39	168
Уральский район				
Оренбург	-34	-6,3	42	202
Тюмень	-45	-9,7	33	267

Ижевск	-38	-6,0	37	231
Западно-Сибирский район				
Барнаул	-41	-7,8	38	216
Новосибирск	-43	-8,9	39	228
Омск	-42	-8,8	39	234
Восточно-Сибирский район				
Красноярск	-43	-7,1	37	234
Иркутск	-56	-16,5	35	268
Кызыл	-46	-14,8	38	260
Дальневосточный район				
Хабаровск	-29	-6,0	40	243
Благовещенск	-42	-13,6	41	236
Верхоянск	-62	-24,1	36	279
Калининград	-21	1,1	36	193
Беларусь				
Минск	-28	-1,6	35	202
Брест	-24	0,1	37	186

Таблица А.4

Отопительные и вентиляционные характеристики проектируемых общественных зданий для села*

Наименование предприятия (учреждения), проекта, разработчик	Строительный объем здания, V _н , м ³	Удельная тепловая характеристика здания, q ₀ , ккал/м ³ х ч х °С	Усредненная расчетная температура внутреннего воздуха, t _{вн} , °С	Вентилируемый объем зданий, V _в , м ³	Удельная вентиляционная характеристика зданий, q _в , ккал/м ³ х ч х °С
Клуб с залом на 150 мест с административными помещениями	3993,0	0,39	16	2106,8	0,15
Клуб с залом на 150 мест	2980,0	0,46	16	1283,7	0,13
Столовая на 50 посадочных мест для торгового центра сельского поселка	2150	0,54	16	1024,6	0,3
Столовая на 75 посадочных мест (для поселка на 3000 жителей)	2645	0,57	16	1315,5	0,3
Столовая на 40 посадочных мест	1375	0,59	16	688,0	0,3
Детские сады-ясли на 90 мест с расширением до 180 мест в летнее время	3930	0,5	20	Для расчета приточно-вытяжной вентиляции	0,1
Детские сады-ясли на 90 мест с круглосуточным пребыванием детей	2974	0,5	20	следует принимать не более 7 - 9%	0,1
Детские сады-ясли на 50 мест	1302,65	0,75	20	от объема здания	0,1
Магазин товаров повседневного спроса торговой площадью 250 м ²	2558,7	0,42	15	-	-
Магазин товаров повседневного	1624,6	0,43	15	-	-

спроса торговой площадью 150 м2						
Магазин товаров повседневного спроса торговой площадью 150 м2	1537,0	0,47	15	-	-	
Комплексный приемный пункт предприятий бытового обслуживания на 5 рабочих мест и дом приезжих на 10 мест	1237,0	0,64	18	-	-	
КБО на 7 рабочих мест с помещениями для приезжих на 11 человек (для поселков на 1500 - 2000 жителей)	1241,4	0,54	18	-	-	
КБО на 9 рабочих мест с помещениями для приезжих на 10 человек	1450,76	0,61	18	-	-	
КБО на 15 рабочих мест с гостиницей на 15 мест**	2240,0	0,61	18	1177,0**	0,21	

* Таблица составлена на основании анализа действующих предприятий.

** В ряде помещений КБО (ремонт одежды, пункт химчистки, парикмахерская) предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением.

Таблица А.5

Отопительные и вентиляционные характеристики общественных зданий

Наименование зданий	Строительный объем, V _н , тыс. м3	Удельные тепловые характеристики, ккал/м3 х ч х °С	
		Отопление, q _о	Вентиляция, q _в
1	2	3	4
Административные здания	До 5	0,43	0,09
	До 10	0,38	0,08
	До 15	0,35	0,07
Клубы	До 5	0,37	0,25
	До 10	0,33	0,23
Кинотеатры	До 5	0,36	0,43
	До 10	0,32	0,39
Универмаги	До 5	0,38	-
	До 10	0,33	0,08
Детские сады-ясли	До 5	0,38	0,11
	Более 5	0,34	0,1
Школы	До 5	0,39	0,09
	До 10	0,35	0,08
	Более 10	0,33	0,07
Поликлиники, амбулатории, диспансеры	До 5	0,4	-
	До 10	0,36	0,25
	Более 10	0,32	0,23

Больницы	До 5	0,4	0,29
	До 10	0,36	0,28
	До 15	0,32	0,26
Бани	До 5	0,28	1
	До 10	0,25	0,95
Прачечные	До 5	0,38	0,8
	До 10	0,32	0,78
Предприятия общественного питания, фабрики-кухни	До 5	0,35	0,7
	До 10	0,33	0,65
Пожарные депо	До 2	0,48	0,14
	До 5	0,46	0,09
	Более 5	0,45	0,09
Гаражи	До 2	0,7	-
	До 3	0,6	-
	До 5	0,55	0,7
	Более 5	0,5	0,65

Таблица А.6

Значение коэффициента климатических условий

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	a
0	2,05
-5	1,67
-10	1,45
-15	1,29
-20	1,17
-25	1,08
-30	1,00
-35	0,95
-40	0,90
-45	0,85
-50	0,82

Таблица А.7

Значения поправочных коэффициентов на климатические условия

T

Экономический район	Поправочный коэффициент
1	2
Северо-Западный	1,14
Центральный	1,00
Волго-Вятский	1,05
Центрально-Черноземный	0,92
Поволжский	0,95
Северо-Кавказский	0,69
Уральский	1,09
Западно-Сибирский	1,14
Восточно-Сибирский	1,30
Дальневосточный	1,34

Таблица А.8

Суммарная солнечная радиация на вертикальную поверхность при безоблачном небе (средняя для самого жаркого периода - май, июнь, июль, август, по СНиП 23-01-99)

Ориентация	(ккал/м2)							
	Географическая широта, град. рад.							
	40	44	48	52	56	60	64	68
Север	42,0	41	42	43	45	46	49	59
Северо-Восток/Северо-Запад	76	76	77	78	78	81	85	99
Восток/Запад	109	112	115	119	124	128	133	146
Юго-Восток/Юго-Запад	102	110	120	127	135	143	154	165
Юг	76	87	100	113	123	133	142	153

[<< Главная](#)