

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

А.В. Бастрон

ГИДРОВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

*Методические указания
к выполнению курсовой работы*

2-е издание

Электронное издание

Красноярск 2019

Рецензент

В.А. Тремясов, канд. техн. наук, проф. каф.
«Электрические станции и электроэнергетические
системы» Политехнического института Сибирского федерального
университета

Бастрон, А.В.

Гидроветроэнергетические установки: метод. указания к выполнению курсовой работы / А.В. Бастрон; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – 2-е изд. – Красноярск, 2019. – 42 с.

Изложены требования к содержанию и оформлению курсовой работы по дисциплине «Гидроветроэнергетические установки». Варианты заданий содержат исходные данные с привязкой к сельским населенным пунктам Красноярского края.

Представлены ссылки на результаты научных исследований, проведенных кафедрой «Электроснабжение сельского хозяйства» Красноярского государственного аграрного университета и кафедрой «Электрические станции и электроэнергетические системы» Политехнического института Сибирского федерального университета, по оценке ветроэнергетических ресурсов Красноярского края в разрезе муниципальных образований и методические рекомендации по их рациональному использованию, что повышает практическую значимость выполняемой обучающимися курсовой работы.

Предназначено для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», направленность «Электрооборудование и электротехнологии в АПК».

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного аграрного университета

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы практически во всех странах мира наращивается выработка электрической и тепловой энергии путем использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – солнечной, ветровой, геотермальной, энергии малых рек, биомассы и других. Это связано с постоянным удорожанием и истощением традиционных энергоресурсов – нефти, газа, угля, обострившимися проблемами экологии, необходимостью надежного и эффективного энергоснабжения отдаленных, труднодоступных и специфических потребителей.

В мире к концу 2000 г. установленная мощность ветроэнергетических установок (ВЭУ) составила 15,887 ГВт, а производство электроэнергии достигло порядка 25 млрд кВт·ч.

Благодаря развитию ветровой энергетики, с 1981 по 2010 г. произошло снижение стоимости 1 кВт установленной мощности ВЭУ с 4000 до 1000 долларов США, что позволило снизить себестоимость электроэнергии с 30 до 4 центов. К концу 2010 г. установленная мощность ВЭУ в мире составила уже 198 ГВт, т. е. увеличилась за 10 лет более чем на порядок, при этом установленная мощность ВЭУ в России практически не изменилась.

Ветровой потенциал России велик и составляет $60 \cdot 10^3$ ПДж/год. Ветроэнергетика страны развивается слабо из-за больших запасов ископаемых ресурсов и их низкой стоимости и недостаточной поддержки ветроэнергетики со стороны государства.

Реки Восточной Сибири обладают огромным гидропотенциалом. Экономические ресурсы составляют около 350 млрд кВт·ч, это больше, чем где бы то ни было в России. Это объясняется не только многоводностью рек. Ресурсы гидроэнергии в соседней Западной Сибири почти в 10 раз меньше (46 млрд кВт·ч), при том, что по расходам воды Обь не очень сильно уступает Енисею. Главной причиной являются особенности рельефа, от которых зависит скорость течения реки. В Восточной Сибири вследствие более контрастного рельефа больше уклоны, реки текут с большей скоростью, а значит, обладают и большей энергией. Из-за более глубокого вреза речные долины рек Восточной Сибири удобны для строительства плотин гидроэлектростанций, в том числе на малых реках.

В Красноярском крае, республиках Хакасия и Тыва имеется целый ряд потребителей, которые не присоединены к централизованной системе энергоснабжения. Для подключения к энергосистеме небольшой нагрузки усадебного дома или фермерского хозяйства требуется строительство высоковольтной ЛЭП и понизительной ТП. ВЭУ и микроГЭС могут успешно дополнить недостающую мощность системы энергоснабжения и являться дополнительным или автономным источником электрической энергии.

Курсовая работа выполняется обучающимися 2-го курса магистратуры ИИСиЭ и посвящена разработке систем энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей от ВЭУ, микро- и малых ГЭС с учетом особенностей ветроэнергетического и гидроэнергетического потенциалов Красноярского края.

1 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа включает в себя расчетно-пояснительную записку объемом 25–30 страниц и два чертежа формата А2.

Содержание пояснительной записки (25–30 стр.):

Титульный лист (приложение А).

Задание (приложение Б).

Введение (до 2 стр.).

1 Литературный обзор и патентный поиск по использованию ВЭУ (микро- и малых ГЭС) для энергоснабжения автономных потребителей, в том числе сельскохозяйственного профиля (5–7 стр.).

2 Расчет мощности и энергопотребления электроприемников сельскохозяйственных потребителей (3–4 стр.).

3 Обоснование и разработка структурной (принципиальной) схемы энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей. Обоснование и расчет режимов работы системы энергообеспечения (4–6 стр.).

4 Расчет повторяемостей скоростей ветра, характеристик ВЭУ (микроГЭС) и выработки электроэнергии от ВЭУ (микроГЭС) (4–5 стр.).

5 Расчет себестоимости электроэнергии от ВЭУ (микроГЭС) и резервного источника питания (3–4 стр.).

Литература (1–2 стр.).

Приложения.

Графический материал:

1. А2. Характеристики ВЭУ (микроГЭС) или общий вид ВЭУ (микроГЭС) с присоединением к объекту.

2. А2. Система энергообеспечения от ВЭУ (микроГЭС). Схема электрическая принципиальная или схема электрическая структурная.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Вариант задания (приложение В) обучающийся принимает согласно своему порядковому номеру по списочному составу группы.

При выполнении курсовой работы рекомендуется использовать результаты научных исследований, проведенных кафедрой электроснабжения сельского хозяйства по оценке ветроэнергетических ресурсов Красноярского края [1–3], и методические рекомендации по их рациональному использованию [2, 4], а также результаты научных исследований, выполненных кафедрой «Электрические станции и электроэнергетические системы» Политехнического института Сибирского федерального университета [2, 5, 9].

При проведении литературного обзора по использованию ВЭУ для энергоснабжения автономных потребителей целесообразно использовать материалы главы 2 «Перспективы развития современной ветроэнергетики в России и на территории Красноярского края», представленной в [2], в которой отражено современное состояние ветроэнергетики в разрезе производителей ВЭУ малой, средней и большой мощности, показано развитие ветроэнергетики в Красноярском крае.

При проведении литературного обзора по использованию микро- и малых ГЭС для энергоснабжения автономных потребителей целесообразно использовать материалы работ 6–8 практикума [1]. Перспективные конструкции бесплотинных свободнопоточных микро-ГЭС, разработанные в ПИСФУ, представлены в работе 11 [1] и в главе 4 «Малая гидроэнергетика» [9]. Достаточно полный обзор современных конструкций микро- и малых ГЭС представлен также в главе 4 «Использование энергии малых рек в сельском хозяйстве» [6].

Кроме того, литературный обзор должен содержать технические характеристики, рисунки с общим видом ВЭУ, микро- и малых ГЭС и краткое описание областей рационального использования указанного энергетического оборудования и прочую необходимую информацию с сайтов заводов-изготовителей (или их дилеров).

Патентный поиск по теме следует проводить и оформлять в соответствии с рекомендациями [10].

Расчет мощности и энергопотребления электроприемников сельскохозяйственных потребителей, в соответствии с указанными в

варианте задания объектами электроснабжения, следует проводить на основании методики определения в средствах электроснабжения для социального развития села, утвержденной Минсельхозом России 27 декабря 2001 г. (приложение Г).

Обоснование и разработка структурной (принципиальной) схемы энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей, обоснование и расчет режимов работы системы энергообеспечения, а также расчет повторяемостей скоростей ветра, характеристик ВЭУ, микро- (малых) ГЭС и выработки электроэнергии можно проводить:

– для систем, содержащих ВЭУ, по литературе [1] (работы № 1, 2–4); [2] (главы 3, 5); [3] (главы 2, 6); [4]; [5]; [6] (глава 3), [9] (глава 2);

– для систем, содержащих микро- и малые ГЭС, – по [1] (работы 6–8); [6] (глава 4); [7]; [9] (глава 4) с учетом стока рек [8].

Расчет себестоимости электроэнергии можно производить по методикам, приведенным:

– для систем, содержащих ВЭУ, по литературе [1] (работа № 9); [2] (глава 4); [6] (глава 3);

– для систем, содержащих микро- и малые ГЭС, по [1] (работа № 10); [6] (глава 4).

Оформление текста пояснительной записки к курсовой работе следует выполнять в соответствии с требованиями «Положения по оформлению текстовой и графической части учебных и научных работ (общие требования)» КрасГАУ [11].

Графическая часть курсовой работы должна выполняться в соответствии с требованиями [11] и ЕСКД.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по применению гидроветроэнергетических установок в сельском хозяйстве: учеб. пособие. – Изд. 2-е, перераб. и доп. / А.В. Бастрон, Н.В. Коровайкин, Л.П. Костюченко [и др.]; под общ. ред. А.В. Бастроны; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 208 с.
2. Бастрон, А.В. Ветроэнергетика Красноярского края [Электрон. ресурс] / А.В. Бастрон, В.А. Тремясов, Н.В. Цугленок, Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – URL: www.kgau.ru.
3. Цугленок, Н.В. Рациональное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей / Н.В. Цугленок, С.К. Шерьязов, А.В. Бастрон; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 360 с.
4. Бастрон, А.В. Использование ветроэнергетических установок в Красноярском крае, Республиках Хакасия и Тыва для горячего водоснабжения усадебных домов (коттеджей): науч.-практ. рекомендации / А.В. Бастрон, Н.Б. Михеева, Н.В. Цугленок, Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – 103 с.
5. Тремясов В.А. Ветродизельные комплексы в децентрализованном электроснабжении / В.А. Тремясов, А.В. Бобров. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2012. – 216 с.
6. Шерьязов, С.К. Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве: учеб. пособие / С.К. Шерьязов, О.С. Пташкина-Гирина. – Челябинск: Изд-во ЧГАА, 2013. – 280 с.
7. Лукутин, Б.В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении / Б.В. Лукутин, О.А. Суржикова, Е.Б. Шандорова. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
8. КОРЫТНЫЙ, Л.М. Реки Красноярского края / Л.М. КОРЫТНЫЙ. – Красноярск: Краснояр. кн. изд-во, 1991. – 157 с.
9. Бобров, А.В. Возобновляемые источники энергии: учеб.-метод. пособие [Электрон. ресурс] / А.В. Бобров, В.А. Тремясов. – Красноярск, 2013. – URL: <http://www.sfu-kras.ru>.
10. Бастрон, А.В. Принципы инженерного творчества: учеб. пособие / А.В. Бастрон; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – 2-е изд., испр. и доп. – Красноярск, 2018. – 210 с.
11. Матюшев, В.В. Положение по оформлению текстовой и графической части учебных и научных работ (общие требования) / В.В. Матюшев, Т.Н. Бастрон, Л.П. Шатурина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 76 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

ИИСиЭ

Кафедра электроснабжения

сельского хозяйства

Курсовая работа

по дисциплине «Гидроветроэнергетические установки»

на тему «**Энергообеспечение сельскохозяйственных потребителей
с использованием ВЭУ (микроГЭС)**»

Выполнил студент гр. И-42-17-о

_____ Иванов И.И.

Проверил к.т.н., доцент

_____ Бастрон А.В.

Красноярск – 2019

Задание на курсовую работу

по дисциплине «Гидроветроэнергетические установки»

на тему «Энергообеспечение сельскохозяйственных потребителей
с использованием ВЭУ (микроГЭС)»

Вариант №____

ФИО студента _____

Дата выдачи задания _____

Исходные данные:

Студент _____

(подпись)

Руководитель _____

(подпись, ф.и.о.)

Варианты заданий

№ п/п	Характеристика нагрузки	Населенный пункт, район Красноярского края	Источники электроснабжения	
			Основной	Резервный
1	2	3	4	5
1	Сельский жилой дом. Пятый (Г) уровень – электрификация быта. ЛПХ 2-й тип	Тарутино Ачинского района	Сеть ~ 3N, 380В, 50 Гц	ВЭУ
2	Сельский жилой дом. Пятый (Б) уровень – электрификация быта. ЛПХ 1-й тип	Боготол Боготольского района	Сеть ~ 3N, 380В, 50 Гц	ВЭУ
3	Сельский жилой дом. Четвертый уровень – электрификация быта. ЛПХ 3-й тип	Большая Косуль Боготольского района	Сеть ~ 3N, 380В, 50 Гц	ВЭУ
4	Сельский жилой дом. Первый уровень – электрификация быта	Ярцево Енисейского района	Бензиновый электрогенератор	ВЭУ
5	Сельский жилой дом. Третий уровень – электрификация быта. Фермерское хозяйство свиноводческого направления. Свиноматок – 4, свиней на выращивании и откорме – 40	Чечеул Канского района	Сеть ~ 3N, 380В, 50 Гц	ВЭУ
6	Сельский жилой дом. Первый уровень – электрификация быта. ЛПХ 2-й тип	Солянка Рыбинского района	Сеть ~ 3N, 380 В, 50 Гц	ВЭУ
7	Сельский жилой дом. Первый уровень – электрификация быта	Суворовский Северо-Енисейского района	ВЭУ	Бензиновый электрогенератор

Продолжение прил. В

1	2	3	4	5
8	25 сельских жилых домов. Первый уровень – электрификация быта. Детский сад-ясли на 25 мест	Караул Таймырского Долгано- Ненецкого района	Дизель- электро- генератор	ВЭУ
9	Сельский жилой дом. Второй уровень – электрификация быта	Надежда Таймырского Долгано- Ненецкого района	ВЭУ	Бензиновый электро- генератор
10	Сельский жилой дом. Третий уровень – электрификация быта	Курейка Туруханско- го Района	ВЭУ	Бензиновый электро- генератор
11	Сельский жилой дом. Третий уровень – электрификация быта	Индыгин Туруханско- го района	ВЭУ	Дизель- электро- генератор
12	Сельский жилой дом. Второй уровень – электрификация быта	Игарка Туруханско- го района	ВЭУ	Бензиновый электро- генератор
13	Сельский жилой дом. Пятый (Б) уровень – электрификация быта. Фермерское хозяйство молочного направления, КРС 20 голов	Ужур Ужурского района	Сеть ~ 3N, 380 В, 50 Гц	ВЭУ
14	Сельский жилой дом. Пятый (Г) уровень – электрификация быта. Фермерское хозяйство по откорму КРС, 20 голов	Солгон Ужурского района	Сеть ~ 3N, 380 В, 50 Гц	ВЭУ
15	Сельский жилой дом. Первый уровень – электрификация быта	Уяр Уярского района	Бензиновый электро- генератор	ВЭУ

Продолжение прил. В

1	2	3	4	5
16	Сельский жилой дом. Пятый (Г) уровень – электрификация быта. Фермерское свиноводческое хозяйство, 4 свиноматки, 40 свиней на выращивании и откорме	Причулымский Ачинского района (р. Чулым)	Микро (малая) ГЭС	Дизель-электрогенератор
17	Сельский жилой дом. Пятый (Г) уровень – электрификация быта. Фермерское свиноводческое хозяйство, 8 свиноматок, 80 свиней на выращивании и откорме	Причулымский Ачинского района (р. Чулым)	Микро (малая) ГЭС	Дизель-электрогенератор
18	Сельский жилой дом. Пятый (Б) уровень – электрификация быта. Фермерское хозяйство молочного направления, КРС 20 голов	Балахта Балахтинского района (р. Чулым)	Микро (малая) ГЭС	Дизель-электрогенератор
19	Сельский жилой дом. Пятый (Г) уровень – электрификация быта. ЛПХ 2-й тип	Большие Сыры Балахтинского района (р. Чулым)	Микро (малая) ГЭС	Бензиновый электрогенератор
20	Сельский жилой дом. Пятый (Б) уровень – электрификация быта. ЛПХ 1-й тип	Ярцево Енисейского района (р. Енисей)	Микро (малая) ГЭС	Дизель-электрогенератор
21	Сельский жилой дом. Четвертый уровень – электрификация быта. ЛПХ 3-й тип	Чунояр Богучанского района (р. Чуна)	Микро (малая) ГЭС	Бензиновый электрогенератор
22	Сельский жилой дом. Первый уровень – электрификация быта	Чунояр Богучанского района (р. Еманчет)	Микро (малая) ГЭС	Бензиновый электрогенератор

Окончание прил.В

1	2	3	4	5
23	Сельский жилой дом. Третий уровень – электрификация быта. Фермерское хозяйство свиноводческого направления. Свиноматок – 4, свиней на выращивании и откорме – 40	Чигашет Тассевского района (р. Шигашет)	Микро (малая) ГЭС	Бензиновый электрогенератор
24	Сельский жилой дом. Первый уровень – электрификация быта. ЛПХ 2-й тип	Чигашет Тассевского района (р. Бирюса)	Микро (малая) ГЭС	Бензиновый электрогенератор
25	Сельский жилой дом. Первый уровень – электрификация быта	Туба Курагинского района (р. Туба)	Микро (малая) ГЭС	Фотоэлектрическая станция
26	25 сельских жилых домов. Первый уровень – электрификация быта. Детский сад-ясли на 25 мест	Курагино Курагинского района (р. Туба)	Микро (малая) ГЭС	Дизель-электрогенератор
27	Сельский жилой дом. Второй уровень – электрификация быта	Каратузское Каратузского района (р. Черемушка)	Микро (малая) ГЭС	Бензиновый электрогенератор
28	Сельский жилой дом. Первый уровень – электрификация быта	Каратузское Каратузского района (р. Амыл)	Микро (малая) ГЭС	Фотоэлектрическая станция
29	Сельский жилой дом. Третий уровень – электрификация быта	Казанцево Шушенского района (р. Оя)	Микро (малая) ГЭС	Дизель-электрогенератор
30	Сельский жилой дом. Второй уровень – электрификация быта	Танзыбей Ермаковского района (р. Малый Кебеж)	Микро (малая) ГЭС	Дизель-электрогенератор

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В СРЕДСТВАХ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СЕЛА**
(в сокращении)

УТВЕРЖДЕНА
Минсельхозом России
27 декабря 2001 года
(протокол № 41)

1. Общие положения

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.

2. Модели электрических нагрузок сельских бытовых потребителей и фермерских хозяйств

2.1 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·ч);

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

Рассмотрены следующие модели электропотребления.

Первая модель (табл. 2.1) 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 2.1

Первый уровень электрификации быта

Процесс, прибор	$P_{уст}$, кВт	$Ч_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч	P_{max} , 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.

Вторая модель (табл. 2.2) предполагает уровень электрификации, предусматривающий традиционный сельский дом, оснащенный основными электробытовыми машинами и приборами.

Таблица 2.2

Второй уровень электрификации быта

Процесс, прибор	$P_{уст}$, кВт	$Ч_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч	P_{max} , 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

Третья модель (табл. 2.3) включает уровень электрификации жилого сектора, предполагающий оснащение современными бытовыми машинами и приборами (стиральная машина с подогревом, моющий пылесос и другие приборы и машины с дополнительными операциями), а также наличие нескольких одноименных приборов (телевизоры, приемники и пр.).

Таблица 2.3

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

Процесс, прибор	$P_{уст}$, кВт	$Ч_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч	P_{max} , 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

Четвертая модель (табл. 2.4) предполагает уровень электрификации жилого сектора, включающий наряду с современными машинами и приборами напольную электроплиту.

Таблица 2.4

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

Процесс, прибор	$P_{уст}$, кВт	$Ч_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч	P_{max} , 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·ч);
- холодильники (500–650 кВт·ч);
- электроплиты (в зависимости от числа членов семьи 800–1600 кВт·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 кв. м;
- 5.Б – централизованное газоснабжение, постоянное проживание, площади помещений – 100, 200, 300 кв. м;
- 5.В – полная электрификация тепловых процессов, сезонное проживание, площади помещений – 100, 200, 300 кв. м;
- 5.Г – полная электрификация тепловых процессов, постоянное проживание, площади помещений – 100, 200, 300 кв. м.

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 таблицах 2.5 и 2.6.

Таблица 2.5

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

Процесс, прибор	S=100 кв.м			S=200 кв.м			S=300 кв.м		
	$P_{уст},$ кВт	$Q_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч	$P_{уст},$ кВт	$Q_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч	$P_{уст},$ кВт	$Q_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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

Окончание табл. 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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 2.6

**Коттеджи – постоянное проживание,
централизованное газоснабжение**

Процесс, прибор	S=100 кв.м.			S=200 кв.м.			S=300 кв.м.		
	$P_{уст},$ кВт	$Q_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч	$P_{уст},$ кВт	$Q_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч	$P_{уст},$ кВт	$Q_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·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
Соковыжи- малка	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

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 100 кв. м до 17 кВт для 300 кв. м.

Объемы потребления электроэнергии изменяются в больших пределах:

- для сезонного проживания – от 2774 до 3884 кВт·ч;
- при постоянном проживании – от 4578 до 7121 кВт·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. 2.7 и 2.8).

Таблица 2.7

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

Процесс, прибор	S=100 кв.м			S=200 кв.м			S=300 кв.м		
	$P_{уст},$ кВт	$Ч_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч	$P_{уст},$ кВт	$Ч_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч	$P_{уст},$ кВт	$Ч_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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
Насос 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

Окончание табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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
Электропроводо-нагреватель	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	12960	18,0	1296	23328	25,0	1296	32400
Итого	40,9		18402	50,4		29599	59,0		39484

Таблица 2.8

**Коттеджи – постоянное проживание,
полная электрификация**

Процесс, прибор	S=100 кв.м.			S=200 кв.м.			S=300 кв.м.		
	$P_{уст},$ кВт	$Q_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч	$P_{уст},$ кВт	$Q_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч	$P_{уст},$ кВт	$Q_{исп},$ ч	$W_{год},$ кВт·ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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
Соковыжи-малка	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

Окончание табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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
Электроводо-нагреватель	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	25500	18,0	2500	45000	25,0	2400	60000
Итого	40,9		34108	50,4		55218	59,0		71951

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:

$S = 100$ кв. м – 40,9 кВт;

$S = 200$ кв. м – 50,4 кВт;

$S = 300$ кв. м – 59 кВт.

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

Наряду с указанными показателями разработаны графики сезонных нагрузок, которые сведены в таблицах 2.9–2.11.

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

Таблица 2.9

**Потребляемая мощность для зимнего периода
нагрузок 1–4-й моделей, кВт·ч**

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
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 2.10

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

Часы суток	S=100 кв.м	S=200 кв.м	S=300 кв.м
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	1,9
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

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

Часы суток	S=100 кв.м	S=200 кв.м	S=300 кв.м
0–1	10,7	18,8	25,9
1–2	10,7	18,8	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. 2.9) 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;

– для 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);

– для 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.

2.2 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.

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·ч.

Необходимые приборы для этого типа ЛПХ указаны в таблице 2.12.

Оборудование для ЛПХ 1-го типа

Процесс, прибор	$P_{уст}$, кВт	$Ч_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч
Освещение	0,04	100	4
Сепаратор	0,13	45	6
Кипятильник	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 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 кв. м.

Мощность обогревательного устройства для обогрева почвы – 0,1 кВт/кв. м.

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

Перечень приборов в ЛПХ, их установленная мощность, число часов использования, годовое электропотребление приведены в таблице 2.13. В целом $P_{уст}$ ЛПХ 2-го типа – 3,3 кВт и $W_{год}$ – 1023 кВт·ч.

Оборудование для ЛПХ 2-го типа

Процесс, прибор	$P_{уст}$, кВт	$Ч_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·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 кв.м)	1,0	300	300
Кипятильник	1,0	200	300
Сепаратор	0,13	90	12
Итого	3,29	–	1023,2

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

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, электродрель, электрорубанок.

Все показатели по хозяйствам 3-го типа сведены в таблице 2.14.

Оборудование для ЛПХ 3-го типа

Процесс, прибор	$P_{уст}$, кВт	$Ч_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч
1	2	3	4
Освещение хозяйственного 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

Окончание табл. 2.14

1	2	3	4
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 кв.м)	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 $W_{год}$ приблизительно 2500 – 2800 кВт·ч. Почасовые нагрузки для рассмотренных типов ЛПХ приведены в таблице 2.15.

Таблица 2.15

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

Часы суток	Тип ЛПХ		
	1	2	3
1	2	3	4
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

1	2	3	4
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

2.3 *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, хлебoreзки 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 таблице 2.16.

Таблица 2.16

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

Предприятие, учреждение	Установленная мощность, $P_{уст}$ кВт	Расчетная мощность, P_m кВт	Число часов использования максимальной нагрузки, $T_{ч.м.}$ 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	1,2	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 15–20 рабочих мест	25	15	1200
Клуб со зрительным залом:			
– на 150–200 мест	15	9	900
– на 300–400 мест	30	18	1200
Сельская амбулатория	30	15	1200

Окончание табл. 2.16

1	2	3	4
Сельская поликлиника на 150 посещений в смену	100	50	2000
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:			
– на 2 рабочих места	5	3	900
– 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

2.4 Фермерские хозяйства

Фермерские хозяйства, как правило, являются специализированными, различных размеров 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 таблицах 2.17–2.19.

Таблица 2.17

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

Процесс, агрегат	Количество коров, гол.								
	10			15			30		
	Р _{уст} , кВт	Ч _{исп} , ч	W _{год} , кВт·ч	Р _{уст} , кВт	Ч _{исп} , ч	W _{год} , кВт·ч	Р _{уст} , кВт	Ч _{исп} , ч	W _{год} , кВт·ч
Освещение	0,3	800	240	0,5	1000	500	0,7	1060	742
Приготовление кормов:									
–малогабаритная мойка корне- клубнеплодов 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
–электропрово- нагреватель 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 уста- новка ВЦНМ	0,44	365	160	0,44	548	240	0,44	730	320
Доение, УПВ (10–15)	1,5	250	375	1,5	375	563	1,5	500	750
–резервуар- охладитель 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 2.18

**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.								
	5			20			30		
	$P_{уст}$ кВт	$\Sigma_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч	$P_{уст}$ кВт	Чис п, ч	$W_{год}$, кВт·ч	$P_{уст}$ кВт	Чис п, ч	$W_{год}$, кВт·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
– электроводо-нагреватель ВЭП	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

Таблица 2.19

**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		
	$P_{уст}$ кВт	$\Sigma_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч	$P_{уст}$ кВт	$\Sigma_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч	$P_{уст}$ кВт	$\Sigma_{исп}$, ч	$W_{год}$, кВт·ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Освещение	0,3	360	108	0,4	360	144	0,5	360	180

Окончание табл. 2.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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
– электроводо-нагреватель ВЭп	1,0	800	800	1,0	1000	1000	1	1200	1200
Микроклимат:									
– брудер (Инф и Уф)	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

Графики нагрузок (табл. 2.20–2.22) разработаны для условий наиболее холодных суток зимнего периода.

Таблица 2.20

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

Окончание табл. 2.20

1	2	3	4
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 2.21

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

Окончание табл. 2.21

1	2	3	4
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	0
20–21	0,0	0	0
21–22	0,0	0	0
22–23	1,25	1,25	1,25
23–24	1,25	1,25	1,25

Таблица 2.22

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

Окончание табл. 2.22

1	2	3	4
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.

Наибольшая потребляемая мощность присуща свиноводческим хозяйствам. Она характеризуется двумя максимумами электрической нагрузки: утренним – примерно с 7 до 9 ч и вечерним – с 16 до 8 ч. 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	5
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	6
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	8
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	15

ГИДРОВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

*Методические указания
к выполнению курсовой работы*

2-е издание

Бастрон Андрей Владимирович

Электронное издание

Редактор Т.М. Мاستрич

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 04.12.2014. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 2,75. Тираж 110 экз. Заказ №

Издательство Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117