**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»**

Кафедра теплоэнергетики

Составители
Е. К. Непомнящих В. Н. Сливной

# НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

## Методические указания к курсовой работе

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления
подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензенты

Темникова Е. Ю. – кандидат технических наук, доцент кафедры теплоэнергетики

Богомолов А.Р. – председатель учебно-методической комиссии направления подготовки бакалавриата 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

**Непомнящих Егор Константинович**

**Сливной Виктор Николаевич**

**Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии:** методические указания к курсовой работе [Электронный ресурс] для обучающихся направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника всех форм обучения / сост.: Е. К. Непомнящих, В. Н. Сливной; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2019. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 8 Мб; Windows 2003. – Загл. с экрана.

Методические указания к курсовой работе составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и содержат задание на курсовую работу по вариантам, ее состав и требования по оформлению и защите, а также теоретические положения.

© КузГТУ, 2019

© Непомнящих Е. К.,
Сливной В. Н.,
составление, 2019

# 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью является изучение и расчет генерирующих объектов, работающих с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Задачи работы – выбрать объект электро- и теплоснабжения, определиться с видом источника энергии, провести расчет установки, подобрать оборудование.

# 2. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Общий план задания на курсовую работу выглядит следующим образом:

1. Краткий обзор существующих ВИЭ;
2. Рассчитать для выбранного объекта тепловую и электрическую нагрузку;
3. Детальный анализ, выбранного для расчета, ВИЭ;
4. Оценить условие применения выбранного ВИЭ;
5. Обосновать выбор ВИЭ;
6. Произвести технический расчет установки, выбранного ВИЭ;
7. Выбрать соответствующее оборудование, необходимое для установки с выбранным ВИЭ;
8. Выполнить экономический расчет эффективности выбранного ВИЭ;
9. Сделать выводы и сформулировать заключение.

# 3. ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИЭ

Студент выбирает свой вариант, исходя из списка группы. Основное задание и требования (в некоторых вариантах) должны соответствовать в точности. Студент может дополнить требования, согласовав его с преподавателем. К примеру, птицефабрика, на ней могут разводить любую птицу, а также общий план зданий (и их размеры) данного предприятия может варьироваться, как от двух (например, сама птицефабрика, где содержится птица и офисные здание), так и более построек. В качестве дополнитель-

ных требований студент может использовать свою фантазию, опираясь на то, чтобы эти данные подходили к исходному варианту.

Варианты объектов:

1. Рыбоводческое хозяйство;
2. Загородный коттедж;
3. Сельская больница (40 коек);
4. Спортивно-оздоровительный лагерь;
5. Фермерское хозяйство;
6. Метеостанция (обслуживающий персонал 10 людей);
7. Сельская школа (10 классов-250 учеников);
8. Спортивная загородная база (сезонная, весна-лето);
9. Пасека;
10. База отдыха в поселке Шерегеш;
11. Цех по переработке сельхозпродукции (овощи, фрукты);
12. Птицефабрика;
13. Восьмиэтажный жилой дом (4 квартиры на этаже);
14. Отапливаемый гараж (два этажа: на первом этаже автомойка – 4 места, на втором – гаражи) на 40 автомашин;
15. Бассейн (25 м.8 дорожек);
16. Амбулатория и поликлиника (10 кабинетов, 4 этажа);
17. Свиноферма;
18. Дом отдыха на 100 человек;
19. Гостиница на горнолыжном комплексе (50 чел., 30 номеров);
20. Загородная тренировочная база;
21. Охотничий домик;
22. Комплекс домов в поселке (4 человека на дом);
23. Погранзастава в горах, 60 человек (казармы, бани, столовая);
24. Цветоводческое хозяйство;
25. Загородный пансионат;
26. Тепличное хозяйство;
27. Свободный выбор, отличающийся от предложенных выше вариантов.

В качестве ВИЭ использовать: гелио (ФЭП, КСЭ), ветер, биомасса, геотермальная энергия, мини-и микро ГЭС, тепловые насосы, а также гибридные установки, например: солнечное теп-

лоснабжение с помощью КСЭ и ВЭУ; может быть комбинация нескольких ВИЭ: КСЭ+ВЭУ+ТН; КСЭ+биогаз+мини ГЭС и т. д.

## 4. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основатель современной отечественной электроэнергетики Глеб Максимилианович Кржижановский уделял внимание самым различным ее аспектам. Одним из первых в стране он оценил значение и перспективы использования возобновляемых источников энергии для производства электроэнергии и тепла. Еще в 30-е годы, вскоре после создания Энергетического института, возглавивший его Г. М. Кржижановский, обладавший талантом глубокого научного предвидения, организовал в институте проведение исследований по использованию солнечной и ветровой энергии. Вначале этим направлением занималась небольшая группа специалистов, а в 40-е годы в институте была создана специализированная лаборатория для проведения исследований и разработок в данной области.

Сегодня в мире использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) достигло промышленного уровня, ощутимого в энергобалансе ряда стран. Масштабы применения НВИЭ в мире непрерывно и интенсивно возрастают. Это направление является одним из наиболее динамично развивающихся среди других направлений в энергетике.

Существенный импульс развитию НВИЭ во многих западных странах придал нефтяной кризис 1973 г., который по существу перевел это направление из стадии разрозненных НИР к стадии реализации целенаправленных государственных программ НИОКР и создания опытных и головных образцов оборудования и демонстрационных объектов по использованию НВИЭ. Эти работы являлись составной частью предпринятых энергосберегающих мероприятий, направленных на снижение зависимости от импорта нефтепродуктов.

По мере стабилизации нефтяного рынка и снижения мировых цен на нефть в 80-е годы главным стимулом развития НВИЭ стали экологические соображения, тем более что природоохранная идеология к этому времени прочно укоренилась в общественном сознании в развитых странах. В целом же использова-

ние НВИЭ рассматривается как альтернативная резервная технология в области энергетики, развитие которой необходимо, поскольку наперед неизвестно, в какие сроки и какие масштабные ограничения могут быть наложены на традиционную топливную и ядерную энергетику вследствие ее влияния на окружающую среду. Поэтому данное направление признано во многих странах одним из приоритетных направлений в энергетике.

Государственная техническая политика, направленная на развитие НВИЭ, реализуется в этих странах через систему законодательных и нормативных актов, которыми, при всем их разнообразии в различных странах, устанавливаются некоторые общие для всех, принципиальные положения, составляющие правовую, экономическую и организационную основу применения НВИЭ.

Правовая основа – право производителей электроэнергии на основе НВИЭ на подключение к сетям энергоснабжающих компаний при обязанности последних покупать эту электроэнергию.

Экономическая основа: различные экономические льготы (налоговые и кредитные льготы, благоприятные тарифы, дотации и т. п.) производителям и потребителям электроэнергии от НВИЭ, что необходимо на начальном этапе для становления и адаптации на рынке.

Организационная основа: разработка государственных программ поддержки НИОКР в области НВИЭ, финансирование за счет федерального и региональных бюджетов ряда практических мероприятий по использованию НВИЭ.

В настоящее время суммарная мировая установленная мощность геотермальных электростанций составляет более 6 тыс. МВт, ветроэлектростанций – более 4 тыс. МВт, солнечных – более 400 МВт, приливных – более 250 МВт, а всего с учетом малых ГЭС и других нетрадиционных электростанций – более 30 тыс. МВт.

В бывшем СССР, а теперь в России достижения в этой области являются значительно более скромными. В 60-е годы была создана Паужетская ГеоТЭС на Камчатке (современная мощность 11 МВт) и Кислогубская экспериментальная приливная электростанция мощностью 400 кВт. В настоящее время на Верхне-Мутновской ГеоТЭС установлено 3 блок-модульных агрегата

мощностью по 4 МВт и проводится тендер на поставку оборудования для Мутновской ГеоТЭС мощностью 50 МВт. В 1985 г. в Крыму была введена в опытную эксплуатацию экспериментальная солнечная электростанция СЭС-5 мощностью 5 МВт. В 90-е годы в России введены в опытную эксплуатацию до десяти ветроустановок (ВЭУ) мощностью по 250 кВт и одна ВЭУ мощностью 1000 кВт.

Научно-исследовательские работы и практические меры по использованию НВИЭ в России в настоящее время сталкиваются с рядом трудностей общего и частного порядка. Общие причины состоят в кризисном положении экономики страны в целом – падении производства, отсутствии средств на инвестиции, снижении платежеспособного спроса, резком сокращении НИОКР с угрозой потери научно-технического потенциала. Все это в полной мере касается и сферы использования НВИЭ.

Дополнительные трудности в развитии этого направления состоят в следующем. Как правило, эксплуатационные затраты для установок на НВИЭ ниже, а капиталовложения выше, чем для традиционных энергоустановок. Этот фактор связан с природой используемых источников энергии и не зависит от состояния экономики, но в существующих кризисных условиях играет существенную негативную роль. Кроме этого, в условиях значительного падения объема промышленного производства существенно снизилось и энергопотребление, вследствие чего в целом нет острой потребности в изыскании и использовании новых источников энергии, хотя на региональном уровне, в районах Севера и других энергетически дефицитных районах такая потребность имеется.

В результате этих трудностей и негативных явлений Россия весьма значительно отстает от многих зарубежных стран как по масштабам практического применения НВИЭ, так и по объемам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в данной области. Так, Федеральной целевой программой «Топливо и энергия» на 1996-2000 гг. предусматривалось создание девяти нетрадиционных электростанций на различных видах НВИЭ, однако ни один из этих проектов не был реализован.

Рассмотрим перспективы развития нетрадиционных электростанций по видам используемых НВИЭ.

**Геотермальные электростанции**

ГеоТЕС на парогидротермах географически «привязаны» к районам парогидротермальных месторождений (Камчатка, Курилы). Поэтому в целом в энергетике России этот вид ГеоТЭС не может играть значительной роли, но для указанных районов они могут почти полностью удовлетворить потребности в электроэнергии. В этих районах ГеоТЭС уже сейчас имеют коммерческую привлекательность с учетом высокой стоимости привозного топлива. Перспективы ГеоТЭС для указанных районов на ближайшую перспективу уже определились. В дополнение к Верхне-Мутновской ГеоТЭС мощностью 12 МВт (3 блок-модуля по 4 МВт, которые предполагалось запустить летом 1999 г.), в ближайшие 3-5 лет будут созданы Мутновская ГеоТЭС мощностью 50 МВт (первая очередь), затем Океанская ГеоТЭС в Сахалинской области мощностью первой очереди 12 МВт. С учетом существующей Паужетской ГеоТЭС мощностью 11 МВт, которая однако требует модернизации, суммарная мощность перечисленных парогидротермальных ГеоТЭС в указанных районах может составить через 5–8 лет 85 МВт. Дальнейшее развитие ГеоТЭС данного типа в этих районах будет зависеть от состояния инвестиционного климата и темпа роста потребности в электроэнергии.

Гораздо большее распространение в электроэнергетике России могут получить ГеоТЭС не на парогидротермах, а на термальной воде с температурой 100–200°С, месторождения которой значительно более распространены. Такая ГеоТЭС должна быть двухконтурной, с низкокипящим рабочим телом во втором контуре. Однако эти ГеоТЭС, в отличие от парогидротермальных, требуют опытно-промышленного освоения для отработки этой технологии и достижения коммерческой привлекательности.

**Ветроэлектростанции**

Если к настоящему времени мировая системная ветроэнергетика превратилась в отрасль электроэнергетики, вносящую в отдельных странах ощутимую долю в производство электроэнергии, то практическое развитие ветроэнергетики в России находится на начальном этапе. Разработано несколько типов ветроэлектроустановок (ВЭУ). Установлены и находятся в опытно-промышленной эксплуатации до 10 ВЭУ мощностью 250 кВт и

одна – мощностью 1 МВт. Последняя смонтирована в 1994 г., однако из-за недостатка средств до сих пор не сдана в эксплуатацию. В стадии проектирования находится несколько ветроэлектростанций (ВЭС). Однако, в отличие от ГеоТЭС, прогнозы масштабов развития ВЭС содержат существенный элемент неопределенности.

Незавершенность стадии опытно-промышленных испытаний созданных ВЭУ, отсутствие достаточного опыта эксплуатации многоагрегатных ВЭС затрудняют ответ на вопрос, могут ли разработанные ВЭУ являться серийными образцами или требуется их существенная доработка. От этого в значительной степени будут зависеть перспективы и масштабы применения ВЭС. Кроме того, расчетный анализ показывает, что технико-экономические показатели ВЭС еще не являются удовлетворительными, и требуется поиск условий и видов применения ВЭУ и ВЭС, которые могут обеспечить их конкурентоспособность.

**Солнечные электростанции**

Перспективы развития солнечных электростанций (СЭС) также являются неопределенными вследствие их сегодняшней неэкономичности. Вместе с тем, только на лабораторном уровне без достаточно масштабного эксперимента, то есть без создания экспериментальных и опытно-промышленных СЭС мегаваттной мощности как фотоэлектрических, так и термодинамических, невозможна отработка технологий солнечной электроэнергетики, определение путей повышения их технико-экономических показателей. С этой точки зрения целесообразно, по нашему мнению, вернуться к разработке Кисловодской экспериментальной фотоэлектростанции мощностью 1 МВт, по которой уже выполнены некоторые проектные проработки.

**Приливные электростанции**

Несколько особняком от других нетрадиционных электростанций находятся приливные электростанции (ПЭС). Если ГеоТЭС, ВЭС и СЭС являются по преимуществу модульными, мощность их относительно невелика и может наращиваться постепенно, то мощность предполагаемых к созданию в России ПЭС исключительно велика (Тугурская ПЭС на Охотском море мощностью 7800 МВт, Мезенская на Белом море мощностью 19200 МВт), а число их агрегатов исчисляется сотнями.

Огромная мощность этих ПЭС требует чрезвычайно больших капитальных вложений как непосредственно в строительство ПЭС, так и в мероприятия, необходимые для адаптации в энергосистеме ПЭС с переменной мощностью в суточном цикле. Сроки строительства этих гигантских сооружений также весьма велики. Все это отодвигает создание указанных ПЭС в России по крайней мере до того времени, когда экономика страны позволит приступить к проектам такого масштаба. Вместе с тем задельные НИР в этой области должны быть продолжены.

**Малые гидроэлектростанции**

Малые гидроэлектростанции (МГЭС) с единичной мощностью агрегата от 0,1 до 10 МВт и суммарной мощностью до 30 МВт также обычно относят к НВИЭ. По отчетным данным, в 1990 г. в России оставалось в эксплуатации 55 МГЭС суммарной мощностью 545 МВт. Практически все эти МГЭС находятся в Европейской части России.

Основные направления развития малой гидроэнергетики на ближайшие годы следующие:

- строительство малых ГЭС при сооружаемых комплексных гидроузлах,
- модернизация и восстановление ранее существовавших МГЭС,
- сооружение МГЭС на существующих водохранилищах и малых реках, на имеющихся перепадах на каналах и трубопроводах подвода и отвода воды на объектах различного хозяйственного назначения.

В соответствии с проработками «Гидропроекта», выполненными в 1996 г., можно рассматривать в качестве первоочередных 42 МГЭС суммарной мощностью 490 МВт. В настоящее время разработаны проекты нескольких МГЭС, имеющих солидное экономическое обоснование. Главной задачей для их реализации является поиск и нахождение инвестиций.

Наиболее существенным препятствием для развития нетрадиционной электроэнергетики является ее неконкурентоспособность как следствие низкой эффективности производства электроэнергии на установках на НВИЭ. Отсюда – трудности привлечения инвестиций. Ориентация на традиционный путь бюджетно-

го финансирования вряд ли перспективна. Требуется поиск нестандартных решений этой проблемы.

Помимо экономических, существуют и технические ограничения. Так, при подключении к энергосистеме нетрадиционных электростанций с нерегулируемой мощностью (ВЭС, СЭС, ПЭС, в некоторой мере МГЭС), для сохранения стабильности параметров энергосистемы их доля (по мощности) не должна превышать величины, оцениваемой в 10–15%. Для нетрадиционных электростанций, присоединяемых к крупным энергосистемам, это ограничение не актуально, поскольку доля мощности этих электростанций не скоро сможет приблизиться к указанному пределу, но для изолированных энергоузлов оно должно учитываться уже теперь.

Этих технических ограничений не имеют геотермальные электростанции. ГеоТЭС на парогидротермах имеют постоянную мощность и могут являться системообразующими. Максимальная доля ГеоТЭС в системах Камчатскэнерго и Сахалинэнерго в перспективе будет определяться соотношением базовой мощности на основе ГеоТЭС и требуемой пиковой мощности, обеспечиваемой какими-либо маневренными энергоустановками.

Существуют и некоторые экологические ограничения на применение нетрадиционных электростанций, однако они значительно менее жесткие, чем для традиционных.

В целом развитие нетрадиционной электроэнергетики требует решения нескольких задач. К ним относятся:

- Создание опытных и опытно-промышленных электростанций. Речь идет об электростанциях мощностью 1–10 МВт (ГеоТЭС на геотермальной воде с температурой 100-200°С, многоагрегатные ВЭС, СЭС) для отработки технологий производства электроэнергии и соответствующего оборудования, для приобретения опыта эксплуатации. Эти объекты являются науко- и капиталоемкими, а их создание и эксплуатация отнюдь не гарантируют получения прибыли. Изыскание инвестиций на подобные проекты в существующих экономических условиях представляется исключительно сложной задачей, не имеющей готовых решений.

- Развитие НИОКР. В зарубежных странах суммарные годовые бюджетные затраты на НИОКР в данной области составляют около 1 млрд долл., не считая расходов частных фирм и компаний. В странах – членах Международной Энергетической Ассоциации (МЭА) удельный вес расходов на НИОКР в области НВИЭ составляет 8% от общего объема государственного бюджетного финансирования НИОКР в энергетическом секторе. В ряде стран этот показатель существенно выше: в Швеции 20%, в Испании 23,5%, в Германии 28,3%, в Дании 44,4%, в Португалии 51%. Абсолютно приоритеной статьей всех затрат на НИОКР в области НВИЭ являются расходы на солнечную энергетику.На этом фоне отечественные государственные и отраслевые расходы на НИОКР в сфере НВИЭ являются исчезающе малыми. Если в бывшем СССР 15-20 лет назад они были на порядок ниже, чем во многих зарубежных странах, то в России в 90-е годы они снизились по крайней мере еще на порядок. Объем этих расходов не обеспечивает развитие научно-технического прогресса в данной сфере и поддерживает проведение НИОКР на критически минимальном уровне с угрозой утраты имеющегося научно-технического потенциала в ближайшем будущем. Между тем без опережающего развития НИОКР невозможно развитие данного направления.
- Создание законодательной и нормативной базы. В Законе РФ «Об энергосбережении» (1996 г.) заложена правовая основа применения НВИЭ. Этот закон разрешает производителям электроэнергии, в том числе на основе НВИЭ, отпуск энергии в сети энергоснабжающих организаций, которые обязаны обеспечить прием этой энергии «в количествах и режимах, согласованных с энергоснабжающей организацией и региональной энергетической комиссией».

В целом, решение перечисленных выше задач необходимо для достижения в ближайшие 15–20 лет основной стратегической цели в данной области – создания нетрадиционных электростанций промышленного уровня мощности, опыт эксплуатации которых, а также опыт изготовления соответствующего оборудования

позволят в последующий период перейти к их применению в масштабах, ощутимых в энергетике страны и особенно значимых для ряда ее регионов.

В ЭНИНе им. Г.М. Кржижановского – головном институте по использованию НВИЭ в отрасли – исследования развиваются главным образом в области геотермальной и солнечной энергетики. Под научным руководством ЭНИНа была создана первая в СССР Паужетская ГеоТЭС, построена в 1985 г. первая в стране экспериментальная солнечная электростанция мощностью 5 МВт в Крыму. Там же в 1987 г. ЭНИНом был создан уникальный экспериментальный комплекс по солнечному тепло- и хладоснабжению.

В 90-е годы, несмотря на трудности с финансированием НИР и существенное сокращение кадрового состава, ЭНИНом выполнен ряд разработок эффективных схемных решений ГеоТЭС и СЭС. Разработана комбинированная схема парогидротермальных ГеоТЭС, основанная на комбинации противодавленческой паровой турбины с турбиной на низкокипящем рабочем теле, что позволяет значительно снизить температуру конденсации, использовать тепло отсепарированной геотермальной воды и тем самым существенно, на 30–50%, увеличить выработку электроэнергии. Вариант указанной комбинированной схемы рассматривается в тендере на строительство первой очереди Мутновской ГеоТЭС. Совместно с Калужским турбинным заводом разрабатывается эффективный метод преобразования тепловой энергии в двухфазных турбинах «полного потока». Этот метод повышает эффективность ГеоТЭС, а также может быть применен при утилизации тепла относительно невысокого потенциала независимо от первичного источника этого тепла. Применительно к ГеоТЭС на геотермальной воде с температурой 80–170°С ЭНИНом совместно с Кировским заводом спроектирован энергомодуль мощностью 1–1,6 МВт на низкокипящем рабочем теле.

В области солнечной энергетики ЭНИН осуществлял руководство проектированием экспериментальной Кисловодской фотоэлектростанции мощностью 1 МВт. К сожалению, проектные работы не были доведены до завершения вследствие недостатка средств. ЭНИНом при участии некоторых конверсионных предприятий ведется разработка концепции и экспериментальная от-

работка на макетных образцах новой схемы солнечных энергоустановок и станций на основе комбинированного применения арсенид-галлиевых фотоэлектрических преобразователей, размещаемых в концентрированном потоке солнечного излучения, и термодинамического цикла преобразования теплоты, отводимой от фотопреобразователей при температуре 200–250°С. Данная схема позволяет существенно повысить суммарный КПД преобразования солнечной энергии в электрическую по сравнению с применяемыми до сего времени схемами фотоэлектрических и термодинамических солнечных энергетических установок.

Все изложенное выше касалось перспектив применения нетрадиционных электростанций в составе централизованных систем производства энергии, составляющих основу современной электроэнергетики. Между тем этот аспект – только часть общей проблемы использования НВИЭ, не затрагивающий производство тепла для коммунально-бытовых нужд в системах теплоснабжения, а также децентрализованное энергоснабжение автономных потребителей. Обеспечение энергией таких потребителей в районах, лишенных централизованного энергоснабжения, представляет серьезную проблему. Из всех видов НВИЭ наиболее перспективными для децентрализованного энергоснабжения являются энергия ветра и солнца, распространенная повсеместно, хотя и неравномерно, и не имеющая такой локальной «привязки», как гидроэнергия, энергия приливов, геотермальная энергия.

Децентрализованное энергообеспечение на основе НВИЭ находит в мире широкое распространение, а его суммарный энергетический эффект не меньше того, который достигнут в сфере централизованного энергоснабжения.

## 5. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ДОМА

Каждому знакома ситуация, когда в доме вдруг пропадает электропитание и вы остаетесь без привычных средств. Известное решение этой проблемы-включить бензогенератор,но,к сожалению он шумит, дает выхлоп ядовитых газов,плохо работаетпри полной нагрузке,обладает небольшим сроком службы,требует постоянного обслуживания.

Около 70% территории России с населением до 10 млн. человек относится к децентрализованного энергоснабжения, где основными источниками электроэнергии является бензо- или дигенераторные установки различной мощности. Сложности с доставкой топлива и ограниченный ресурс бензиновых и дизельных двигателей, приводят к тому, что в отдельных деревнях и поселках электричество в дома подается нерегулярно. Значительные сложности с электроснабжением испытывают жители дачных поселков и садовнических товариществ.

Повысить надежность автономного электроснабжения сельских жителей и поэтому сократить расход жидкого топлива и уменьшить вредное воздействие окружающую среду можно за счет комбинированного использования возобновляемых источников энергии и бензогенератора в качестве резервного источника. Энергия ветра в данном случаи не рассматривается, хотя весной и осенью в центральных регионах России скорость ветра может быть достаточной для работы ветрогенератора в режиме близкому к номинальному.

Один из самых мощных природных преобразователей и аккумуляторов солнечной энергии – фотосинтез с образованием биомассы. Биомассу поставляют деревья, кустарники, трапы, водоросли, сельскохозяйственные отходы. В настоящее время биомасса обеспечивает от 6 до 13% всех мировых энергетических потребностей, что эквивалентно 1 млн. т нефти в сутки. Ежегодное производство биомассы в лесах составляет около 74 млрд. т, что в три раза превышает потребление энергии в мире.

В России 45% жилищ отапливается печами, всего их насчитывается около 15-20 млн., а самым распространенным топливом являются дрова. Тепло домашней печи можно преобразовать непосредственно в электричество, если использовать полупроводниковые термоэлектрические генераторы.

Фотоэлектрические преобразователи в составе солнечных батарей способны преобразовывать солнечный свет в электрическую энергию с КПД около 15% без всяких дополнительных устройств. В отличие от бензогенераторов они бесшумны, компактны, надежны, имеют большой срок службы (30 лет и более) и совершенно безопасны.

В сельской местности центральных областей России для дома размером 6×10 м, где проживают 4 человека, необходимо 1–2 тыс. кВт ч электроэнергии в год, а суммарная установленная мощность бытового электрооборудования редко превышает 1,5–2 кВт. Такую потребность в электроэнергии может удовлетворить комбинированная солнечнотермоэлектрическая-бензиновая электростанция мощностью до 1,5 кВт.

Эффективность применения комбинированных солнечно-термоэлектрическо-бензиновых электростанций зависит от мощности потребителей и соотношения суточного прихода и расхода энергии.

Рассчитаем потребность в электроэнергии типичного сельского дома.

При хорошей теплоизоляции тепловые потери дома в самый холодный зимний период не превышают 200 Вт на 1 м$^2$ жилой площади. Поэтому для отопления комнаты площадью 10 м$^2$ достаточно отопительного прибора мощностью до 2 кВт.

Если принять расход горячей воды с температурой не менее 55 °С на человека равным 60 л в сутки, то расход энергии на ее подогрев от начальной температуры 5 °С составит соответственно 2,6–3,5 кВт·ч.

Помимо обогрева помещения и нагрева воды тепловая энергия нужна для приготовления пищи. Ее потребление зависит от способа ее подвода к продуктам питания и их начальной подготовки. Традиционная обработка продуктов на огне и кипящей воде требует намного больше энергии, чем использование, например, СВЧ-печи. особенно в режиме подогрева. В среднем на двух человек энергозатраты на приготовление пищи в СВЧ-печи могут составлять от 0.5 до 1 кВт·ч в сутки.

Для отопления помещения площадью 10 м$^2$, подогрева воды и приготовления пищи с помощью отопительно-варочной печи в холодное время года требуется в среднем около 50 кВт ч тепловой энергии в сутки.

Потребление электроэнергии зависит от мощности бытовых приборов и продолжительности их работы. Экономное расходование электричества обеспечивает применение современной бытовой техники.

Экономию электроэнергии в два раза дают люминесцентные лампы с электронным запуском. Светоотдача у них в 4–5 раз больше, чем у обычных ламп накаливания такой же мощности. При их работе отсутствуют шум, мерцание света, лучше спектральный состав света.

Применение полупроводников и интегральных схем позволило в 3–4 раза уменьшить энергопотребление телевизоров, радиоприемников и другой электронной аппаратуры. В два с лишним раза снизилось электропотребление современных холодильников. Миниатюрные стиральные машинки за счет применения ультразвуковых колебаний стали в сто раз менее энергоемкими, чем традиционные.

По сравнению с осветительными устройствами и телевизором гораздо сложнее обеспечить электроэнергией холодильник, который требует круглосуточной ее подачи и применения источника переменного напряжения 220 В с пятикратным резервом мощности для компенсации пускового тока. У наиболее экономичных современных холодильников при объеме камеры 250 л расход электроэнергии не превышает 750 Вт·ч в сутки.

С ноября по март на большей части территории России стоит морозная погода, и в целях экономии электроэнергии на это время холодильник можно отключить, а продукты хранить в наружном ящике. Водяным насосом пользуются в основном для полива тоже обычно только летом.

Потребители электроэнергии мощностью около 1 кВт (дрель, рубанок, пила и т. д.) могут питаться напрямую от бензогенератора.

Применение возобновляемых источников энергии и собственных технических разработок в комплексе с аккумулятором тепловой энергии позволяет снизить затраты на отопление вентиляцию и ГВС в 5–15 и более раз и практически отказаться от традиционной водяной системы отопления. В дальнейшем при использовании новейших разработок и энергоэффективных теплоизоляционных материалов затраты энергии за счет сжигания углеводородов могут быть сведены к практически малым значениям.

Дом получает электроэнергию от традиционной системы электропитания на стандартное напряжения 220 В. С применением гелиоустановок в перспективе дом станет автономным и позволит отказаться от традиционной системы электропитания.

## 6. СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки.

Расчетно-пояснительная записка выполняется с соблюдением требований ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам». Пояснительная записка должна включать: титульный лист, задание на проектирование, введение, общую часть, специальную часть, список использованной литературы, приложения (спецификации, справочно-графическая информация к расчетам).

Содержание выполняется на отдельном листе бумаги с указанием наименований подразделов (параграфов) и страниц, на которых они начинаются.

Во введении излагаются основные задачи в области возобновляемых источников энергии (не более 2-3 страниц) и формулируется цель курсовой работы.

Другие части расчетно-пояснительной записки должны быть выполнены в соответствии с указаниями раздела 4 «Содержание курсовой работы».

Общий объем расчетно-пояснительной записки должен составлять 25–40 страниц машинописного текста формата А4. Текст следует набирать шрифтом Times New Roman, 12–14 размером с одинарным интервалом. Отступ в красной строке должен быть 1,25 см.

Расчеты выполняются с обязательным пояснением величин, входящих в формулы, неравенства и др. Численные значения переменных и констант, принятые в расчете самостоятельно, должны быть обоснованы ссылкой на литературный источник, расчетом или комментарием.

Схемы, рисунки и чертежи в расчетно-пояснительной записке могут быть представлены ксерографическими копиями в необходимом масштабе и соответствующего качества.

Рукописное представление пояснительной записки допустимо при соблюдении чертежных шрифтов по ГОСТ 2.304–81.

## 7. ПОДГОТОВКА РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ И ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ

Законченная работа сдается и предварительно проверяется руководителем. К защите допускаются те курсовые работы, которые выполнены в соответствии с заданием.

Защиту работы рекомендуется производить в течение последних двух недель семестра в установленный для каждого студента срок.

Для защиты курсовой работы студент должен подготовить доклад (до 5 минут – 2 печатных страницы), в котором необходимо отметить: условия проектирования, основные технические решения с их мотивацией, технико-экономические показатели установки. Доклад должен излагаться четко, ясным техническим языком. После доклада, преподаватель задает несколько вопросов по курсовой работе и/или по изучаемому курсу.

При оценке курсовой работы руководитель учитывает: полноту и качество расчетно-пояснительной записки, качество доклада, полноту ответов студента на вопросы.

## 8. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]. – Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2014. – 229 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=257750 . – Загл. с экрана. (13.12.2018)

2. Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140100 – «Теплоэнергетика и теплотехника» / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. – Москва : БАСТЕТ, 2013. – 368 с.

3. Елистратов, В. В. Использование возобновляемой энергии [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического университета, 2010. – 225 с. – Режим доступа:

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=362973 . – Загл. с экрана.

4. Ляшков, В. И. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]. – Тамбов : Изд-о ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 95 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=277820 . – Загл. с экрана.