Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение гимназия г. Вятские Поляны Кировской области

Поток 6: 5-9 классы

Направление: Технические дисциплины

Тематика: **Ноосфера (антропосфера)**

Исследовательская работа

**Возобновляемые источники энергии.**

**Работу выполнил:**

Альмухаметова Наиля Ильдусовна

учащаяся 8 А класса

МКОУ гимназии г. Вятские Поляны

**Научный руководитель:**

 Гатауллина Гульфия Анасовна

Учитель математики МКОУ гимназии г. Вятские Поляны

г. Вятские Поляны 2020

**Оглавление.**

Введение …………………………………………………………………....... 3 – 4

1.Теоретическая часть …………………………………………………………... 5

1.1. Источники электрической и тепловой энергии…………………… …..5 – 7

1.2. Мировое использование различных видов альтернативных источников энергии ………………………………………………………...........................7 – 8

1.3. Перспективы развития альтернативных источников энергии в России ... 8

2. Практическая часть …………………………………………………………... 8

## 2.1. Рост популярности альтернативных источников энергии, используемых для частного дома…………………………………………................................... 8

**2.2. Основные источники нетрадиционной энергии, применяемые в частном доме ………………………………………………………………................... 8** – **9**

2.3. Расчёт ветрогенератора………………………………………………...10 –11

3. Заключение ……………………………………………………………....11 – 13

4. Библиографический список ………………………………………………… 14

Приложение 1 ………………………………………………………………15 – 16

**Введение.**

 Энергетика является определяющей и для экономики, и для экологии. От неё в решающей мере зависит экономический потенциал государств и благосостояние людей. Она же оказывает наиболее сильное воздействие на окружающую среду, экосистему и биосферу в целом. Самые острые экологические проблемы (изменение климата, кислотные осадки, всеобщее загрязнение среды и др.) прямо или косвенно связаны с производством либо с использованием энергии. Энергетике принадлежит пальма первенства не только в химическом, но и в других видах загрязнения: тепловом, аэрозольном, электромагнитном, радиоактивном. Поэтому не будет преувеличением сказать, что от решения энергетических проблем зависит возможность решения энергетических проблем.

 Энергетика – эта та отрасль производства, которая развивается невиданно быстрыми темпами. Нет основания ожидать, что темпы производства и потребления энергии в ближайшей перспективе существенно изменятся (некоторое замедление их в промышленно развитых странах компенсируется ростом энерговооруженности стран третьего мира), поэтому важно получить ответы на следующие вопросы:

 - какое влияние на биосферу и отдельные ее элементы оказывают основные виды современной (тепловой, водной, атомной) энергетики и как будет изменяться соотношение этих видов в энергетическом балансе в ближайшей и отдаленной перспективе;

- можно ли уменьшить отрицательное воздействие на среду современных (традиционных) методов получения и использования энергии;

- каковы возможности производства энергии за счет альтернативных (нетрадиционных) ресурсов, таких как энергия солнца, ветра, термальных вод и других источников, которые относятся к неисчерпаемым и экологически чистым.

 Основные современные источники получения энергии (особенно ископаемое топливо) можно рассматривать в качестве средства решения энергетических проблем на ближайшую перспективу. Это связано с их исчерпанием и неизбежным загрязнением среды. В этой связи важно познакомиться с возможностями использованная новых источников энергии, которые позволили бы заменить существующие. К таким источникам относится энергия солнца, ветра, вод, термоядерного синтеза и других источников.[1]

**Актуальность исследовательской работы.** Актуальность использования нетрадиционных источников энергии будет непрерывно возрастать, требуя ускорения процессов поиска и внедрения. Уже сегодня большинство стран на государственном уровне вынуждены внедрять программы, снижающие расход энергии, тратя на это огромные средства.

Жизнь человечества больше немыслима без энергоресурсов. Не обретя полноценной альтернативы современным, стандартным источникам энергии, жизнь социума не представима и гарантировано зайдет в тупик.

**Факторы, ускоряющие внедрение нетрадиционных энергоресурсов:**

1. **Глобальный экологический кризис**, построенный на утилитарном и без преувеличения — хищническом отношении к природным богатствам планеты. Факт пагубного влияния общеизвестен и споров не вызывает. Человечество связывает большие надежды в решении разрастающейся проблемы именно на альтернативные источники энергии.
2. **Экономическая выгода**, снижающая затраты на получение и конечную стоимость альтернативной энергии. Сокращение сроков окупаемости строительства объектов нетрадиционной энергетики. Высвобождение больших материальных средств и человеческого ресурса, направляемых на благо цивилизации.
3. **Социальная напряженность в обществе**, вызванная снижением качества жизни, ростом плотности и численности населения. Экономической и экологической обстановкой, постоянное ухудшение которых приводят к росту различных заболеваний.
4. **Конечность и постоянно возрастающая сложность добычи ископаемого топлива.** Данная тенденция неминуемо потребует ускорить переход на [возобновляемые энергоресурсы](https://promdevelop.ru/vozobnovlyaemye-istochniki-energii-vidy-primenenie-segodnya-perspektivy-razvitiya/).
5. **Политический фактор**, выводящий в мировые лидеры страну, первой полноценно освоившую альтернативную энергетику.

Только осуществив основное предназначение нетрадиционных источников, можно сполна насытить развивающееся человечество необходимой и жадно потребляемой энергией [3].

**Объект и предмет исследования.** Нетрадиционные источники энергии.

**Цель исследовательской работы.** Изучение и анализ возобновляемых источников энергии на примере загородного дома.

**Методы исследовательской работы.** Изучение темы, анализ, расчёты, сравнение.

**Практическая значимость.** Исследовать возможность замены невозобновляемых источников энергии на нетрадиционные источники энергии в определённом доме.

1.Теоретическая часть.

**1.1. Источники электрической и тепловой энергии**

 В последние десятилетия в связи с активными стремлением решить проблему сохранения окружающей среды возрастает интерес к источникам энергии, образующейся без участия процесса горения. К таким источникам относятся гидро- и геотермальные источники, ветер, солнце, ядерное топливо.

 **Гидроисточники.** В гидроисточниках потенциальная энергия воды превращается в электроэнергию. Электроэнергия вырабатывается на гидроэлектростанциях, где с помощью плотины поднимается уровень речной воды, и на приливных электростанциях, использующих энергию приливов и отливов на берегах морей и океанов.

После второй мировой войны строились мощные гидроэлектростанции, в том числе и на равнинных реках. Однако по происшествию непродолжительного времени выяснилось, что гидроэлектростанции на равнинных реках в связи с затоплением больших площадей плодородных земель приводят к нарушению экологического баланса, на восстановление которого требуются гигантские финансовые ресурсы. Гидроэнергетику можно считать перспективной только в том случае, когда используется естественный перепад уровней воды, например в горных реках, строительство гидроэлектростанций на которых существенно не влияет на природную среду.

 **Геотермальные источники.** Оценочные расчеты показывают, что запасы тепла в десятикилометровом слое земной коры превышают тепловую энергию, запасенную во всех горючих источниках нашей планеты, приблизительно в 5000 раз. Действительно, геотермальные источники обладают гигантским запасом энергии; доля которой в энергетическом мировом балансе, к сожалению, до сих пор остается незначительной. Геотермальные месторождения известны в Исландии, Гренландии, Новой Зеландии, Индонезии, Японии, США, Чили, Сальвадоре, России и в других странах.

По приблизительным оценкам, запасы термальных вод с температурой от 50 до 250 °С в нашей стране составляют не менее 20 млн. м3 в сутки. Этот огромный резерв экологически чистой тепловой энергии может заменить до 150 млн. т органического топлива. Особенно богаты горячими источниками Камчатка и Курильские острова.

 **Ветер.** Было время, когда вода и ветер служили едва ли не единственным источником энергии. Еще в начале нынешнего века, в 1910 г., в России насчитывалось примерно 1 млн. ветряных мельниц и приблизительно столько же водяных. Сегодня всю эту энергетику называют нетрадиционной.

Сегодня почти все развитые страны строят ветроустановки. Лидирует среди них маленькая страна Дания. Около двух десятилетий назад именно она дала толчок развитию современной ветроэнергетики.

Ветроустановки порождают вибрации и шум, неблаготворно влияющие на живые организмы, поэтому их строят обычно вдали от населенных пунктов. Металлические лопасти могут создавать помехи для радио- и телепередач, но всё же в целом ветроэнергетику принято считать экологически безопасной.

 **Солнце.** Солнце обладает колоссальным запасом энергии. Мощность его излучения составляет 2,86 • 1033 кВт. Земля получает лишь небольшую долю солнечной энергии, равную 2 • 10-7, и такого количества вполне достаточно для обеспечения многообразия форм жизни на Земле. За трое суток Земля получает от Солнца такое количество энергии, которое можно было бы получить при сжигании всех природных запасов угля, газа, нефти и древесины. Несмотря на то, что потенциал солнечной энергии чрезвычайно велик, разработанные к настоящему времени гелиоустановки вырабатывают сравнительно небольшую долю энергии.

Предполагается, что овладение процессом фотосинтеза сделает доступным широкое применение солнечной энергии. В лабораторных условиях вне растительной клетки уже осуществлена первая фаза данного процесса — произведено фотохимическое разложение воды на элементы. Образующийся водород — превосходный энергоноситель. В процессе фотосинтеза в зеленых растениях из энергетически бедных соединений — углекислого газа и воды образуется более сложный по структуре и богатый энергией крахмал, из которого синтезируются жиры, белки, целлюлоза и другие органические компоненты.

 **Ядерное топливо.** Ядерное топливо — чрезвычайно энергоемкий источник энергии. В то же время ядерный топливный цикл — сложнейший технологический процесс. В отличие от углеродосодержащих носителей энергии, которые применяются и как сырье для химической промышленности, уран представляет практический интерес преимущественно для производства электрической и тепловой энергии. Однако, несмотря на это, при возрастающем спросе на атомную энергию запасы урана-235 через некоторое время будут исчерпаны. Вместе с тем огромные возможности для развития атомной энергетики открываются с созданием реакторов-размножителей (бридеров), в которых выработка энергии сопровождается производством вторичного горючего — плутония, что позволит кардинально решить проблему обеспечения ядерным топливом.

Колоссальным источником энергии может стать термоядерный синтез — образование из легких ядер более тяжелых. При термоядерном синтезе энергии выделяется на один нуклон значительно больше, чем в реакции деления тяжелых ядер. Перспектива осуществления управляемого термоядерного синтеза выглядит весьма заманчиво. Трудность реализации этой идеи на практике заключается в том, что такой синтез возможен при очень высокой температуре — 107—108 К.

Над решением проблемы управляемого термоядерного синтеза работают ученые многих стран в течение нескольких последних десятилетий. Один из путей решения данной проблемы — удержание горячей плазмы в ограниченном объеме сильными магнитными полями, для чего создаются сложнейшие в техническом исполнении термоядерные реакторы.

Управляемый термоядерный синтез открывает человечеству доступ к неисчерпаемой “кладовой” ядерной энергии, запасенной в легких элементах.[2]

**1.2. Мировое использование различных видов альтернативных источников энергии**

Кроме потенциала и степени развития технологии, на эффективности использования различных альтернативных видов энергии, влияние оказывает интенсивность источника энергии. Поэтому страны, в особенности, не обладающие запасами нефти, усиленно развивают имеющиеся источники нетрадиционных энергоресурсов.

**Направление развития восстанавливаемых энергоресурсов в мире:**

* **Финляндия, Швеция, Канада, Норвегия** — массовое использование солнечных электростанций;
* **Япония** — эффективное применение геотермальной энергии;
* **США** — существенные успехи в развитии альтернативных источников энергии во всех направлениях;
* **Австралия** — хороший экономический эффект от развития нетрадиционной энергетики;
* **Исландия** — обогрев геотермальной энергии Рейкьявика;
* **Дания** — мировой лидер ветровой энергетики;
* **Китай** — удачный опыт по внедрению и расширению сети ветровой энергетики, массовое использование энергии воды и солнца;
* **Португалия** — эффективное применение солнечных электростанции.

В гонку технологий включились многие развитые страны, добиваясь на собственной территории весомых успехов. Правда, общемировое производство альтернативной энергии давно топчется вокруг 5% и конечно выглядит удручающе.[3]

**1.3. Перспективы развития альтернативных источников энергии в России**

Использование нетрадиционных источников энергии в России развито плохо, по сравнению со многими странами находится на низком уровне. Сложившееся положение объясняется обилием и доступностью ископаемых энергоносителей. Однако понимание малой продуктивности данной позиции и взгляд в будущее, обязывает правительство все больше заниматься данной проблемой.

Наметились позитивные тенденции. В Белгородской области успешно работает и планируется к расширению массив солнечных батарей. Планируются работы по внедрению биоэнергетики. В различных регионах запускаются ветряные электростанции. На Камчатке успешно используется энергия геотермальных источников.

Остается надеяться, что попытки поиска идеального, восполняемого источника энергии увенчаются успехом. Экология будет спасена и люди намного улучшат качество жизни.[3]

**2. Практическая часть.**

## 2.1. Рост популярности альтернативных источников энергии, используемых для частного дома

 Постоянный рост тарифов на энергоносители вынуждает владельцев частных домов использовать альтернативные источники. Во многих местах удаленные приусадебные участки и частные хозяйства совершенно лишены возможности, даже теоретического подключения к необходимым энергетическим ресурсам.[3]

**2.2. Основные источники нетрадиционной энергии, применяемые в частном доме:**

* солнечные батареи и различные конструкции тепловых коллекторов, работающие от солнечной энергии;
* ветряные электростанции;
* мини и микро ГЭС;
* восполняемая энергия из биотоплива;
* разнообразные виды тепловых насосов, использующих тепло воздуха, земли или воды.[3]

 Проанализировав виды источников возобновляемых источников, я считаю, что в моем регионе целесообразно было бы установить ветроустановки.

 Ветрогенератор – прибор, позволяющий преобразовывать энергию ветра в электричество. Принцип работы его заключается в том, что ветер вращает лопасти, приводит в движение вал, по которому вращение поступает на генератор через редуктор, увеличивающий скорость.

## Основные виды ветрогенераторов:

Модели ветрогенераторов бывают разной конструкции, различаются по мощности. По геометрии вращения оси основного ротора их делят на:

1. Вертикальный тип (рис. 1) — турбина расположена вертикально по отношению к плоскости земли. Начинает работать при небольшом ветре.
2. Горизонтальный тип (рис.2) — ось ротора вращается параллельно земной поверхности. Имеет большую мощность преобразования энергии ветра в переменный и постоянный ток.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| Вертикальный генератор 02 | https://elektrik-a.su/wp-content/uploads/2018/04/vetrogenerator-vertikalnyy-10-kvt-mnogolopastnoy-418x480.jpg |

 Рис. 1 Ветрогенераторы вертикального типаВиды ветрогенераторов 01Рис. 2 Ветрогенератор горизонтального типа |

 |

 |

**2.3. Расчёт ветрогенератора.**

Для расчёта ветрогенератора необходимо произвести следующие действия:

* Определить потребность дома в электроэнергии (табл. 1). Для этого необходимо подсчитать суммарную мощность всех приборов, аппаратуры, освещения и прочих потребителей. Полученная сумма покажет величину энергии, необходимой для питания дома. [4]

|  |  |
| --- | --- |
| Потребитель | Мощность (в час), Вт |
| Телевизор | 400 |
| Холодильник | 600 |
| Электродуховка | 2000 |
| Утюг | 1500 |
| Стиральная машина | 2500 |
| Пылесос | 2000 |
| СВЧ печь | 2000 |
| Компьютер | 750 (x2) |
| Электрочайник | 2000 |
| Электролампа | 20 (63) |
| Водонагреватель | 1500 |
| ИТОГО | 19260 |

 Табл. 1 Потребность дома в электроэнергии

# Далее необходимо умножить полученную сумму на коэффициент одновременного использования, который зависит от потребляемой мощности (таблица №2). [5]

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Заявленная мощность,кВТ | До 14 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 и более |
| Коэффициент спроса  | 0,8 | 0,65 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,48 | 0,45 |

 **Таблица 2. Коэффициенты спроса (по нормативам)**

Коэффициент спроса – 0,65

19260 х 0,65= 12519

* Зная необходимую мощность, можно определить, какой генератор может быть использован или изготовлен для решения поставленных задач. От возможностей генератора зависит конечный результат использования ветряка, если они не удовлетворяют потребностям дома, то придётся, либо менять устройство, либо строить дополнительный комплект.
* Так же необходимо знать скорость ветра. По данным метеостанции средняя скорость в нашем регионе равна 4-5 м/с. (табл. 3).

|  |  |
| --- | --- |
|  Месяц |  Скорость ветра (м/с) |
| Август 2019 г. | 3-4 |
| Сентябрь 2019 г.  | 4-5 |
| Октябрь 2019 г.  | 4-5 |
| Ноябрь 2019 г. | 4-5 |
| Декабрь 2019 г. | 5-6 |
| Январь 2020 г. | 3-4 |
| Февраль 2020 г. | 3-4 |
| Март 2020 г. | 5-6 |
| Апрель 2020 г. | 3-4 |
| Май 2020 г. | 5-6 |
| Июнь 2020 г. | 5-6 |
| Июль 2020 г.  | 5-6 |
| Август 2020 г. | 4-5 |

 Табл. 3 Скорость ветра.

 Если посмотреть по шкале Бофорта (Приложение 1), мы видим, что при скорости ветра 4-5 м/с начинают вращаться тихоходные ветроколеса. [8]

 Я считаю, что для нашего региона можно рассмотреть ветрогенераторы вертикального типа. Вертикальные преобразователи силы ветра в энергию часто используются для бытовых нужд. Эти виды ветрогенераторов просты в обслуживании. Основные узлы, которые требуют внимания, находятся в нижней части установок и свободны для доступа.

**3. Заключение**.

### image1 Мой выбор остановился на ветрогенераторе вертикального типа, разновидность ортогональный ротор (рис. 3). Он начинает вырабатывать энергию при скорости ветра в 0,7 м/сек. Состоит из вертикальной оси и лопастей. Не производит много шума, отличается красивым необычным дизайном. Срок службы несколько лет.

Рис. 3 Ортогональный ротор

 Положительные стороны вертикальных ветрогенераторов:

1. Использование генераторов возможно даже при слабом ветре.
2. Не настраиваются на ветровые потоки, так как не зависят от его направления.
3. Устанавливаются на короткой мачте, что позволяет производить обслуживание систем на земле.
4. Шум в пределах 30 дБ.

5. Разнообразный, приятный внешний вид.

 Основной изъян – используют силу и энергию ветра не полностью из-за невысокой вращательной скорости ротора.

 Для обеспечения ежедневных бытовых потребностей в электроэнергии (использование электрических приборов, освещение) потребуется ветроэнергетическая установка мощностью более 10 кВт. Целесообразнее оборудовать систему из нескольких станций с невысокой мощностью, которые будут аккумулировать энергию на общую батарею. В случае необходимости мощность данной системы можно регулировать, изменяя количество и емкость батарей или устанавливая дополнительные генераторы энергии. Чтобы получить возможность бесперебойного энергоснабжения, вне зависимости от климатических условий, целесообразно создать комплекс, который будет действовать автономно и включает ветряную установку и дополнительный источник энергии. В качестве такого источника можно эксплуатировать бензо-генератор, солнечные батареи или дизельный генератор. При высокой силе ветра генератор должен находится в отключенном состоянии. Когда для функционирования электроприборов и заряда батареи будет недостаточно энергии, производимой ветряной станцией, осуществляется запуск резервного источника в автоматическом режиме[7].

 Комплексные установки, которые включают в себя ветрогенератор и солнечные батареи почти «под одной крышей». Мачту ветрогенератора устанавливают рядом с небольшим модульным зданием технического назначения, крыша которого «устлана» солнечными батареями. Внутри дома установлены системы накопления электроэнергии, конвекторы, которые преобразуют напряжение в требуемые 220 Вт, и другое оборудование. Автономные системы такого типа так и называются «завершенные энергетические модули».

По оценкам экспертов, энергохимические элементы, которые нередко используются в качестве накопителей энергии в подобных системах, более эффективны, чем аккумуляторные батареи. Они способны лучше отдавать энергию в период пиковых нагрузок, а также хорошо накапливать в «спокойное» время, и эффективней сохранять.

Промышленность выпускает различные типоразмеры комплексных установок, которые проектировщики адаптируют к конкретным условиям. Например, в южных солнечных регионах крышу здания оборудуют более мощными солнечными батареями. А на севере, где солнце бывает нечасто, мощность солнечных батарей значительно ниже, а вот конструкция верогенератора рассчитана на производство большего количества энергии. Эксперты поясняют, что иногда целесообразно применять энергоустановки разных типоразмеров даже на соседних участках. Ведь один дом может находиться на более высокой отметке, где ветрено, а другой под горкой, ограждающей строение от «розы ветров»[6].

 Следовательно, скорость ветра является самым важным фактором, влияющим на мощность установки в целом. Поэтому для нашего региона следует рассмотреть вариант комбинированных систем.

**Библиографический список**

1. Воронков Н.А. Экология общая, социальная, прикладная: Учебник для студентов высших учебных заведений. Пособие для учителя. – М:Агар, 1999. – 424 с.

2. Карпенков С.Х. Концепции современногоестествознания: Учеб. – М.: Высш. шк., 2000. – 334 с.:ил.

3. [Интернет ресурс] **–** https://[promdevelop.ru›…i-primeneniya…istochnikov-energii/](https://promdevelop.ru/perspektivnost-razvitiya-i-primeneniya-alternativnyh-istochnikov-energii/)

4. [Интернет ресурс]  **–** <https://remont-system.ru/alternativnaya-energiya/kak-proizvesti-raschet-vetrogeneratora>

5. [Интернет ресурс] **–** <https://www.eng-in.ru/zakazchiku/nazametku/590-elektroraschet>

6. [Интернет ресурс] **–** https://pzforum.net/vetrogeneratory-i-solnechnye-batarei.html7. [Интернет ресурс] **–** https://madenergy.ru/stati/vetryanye-elektrostancii-v-zhilyx-domax.html

8. Основы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие/В.Я. Федянин, С.О. Хомутов, В.М. Иванов, И.А.Бахтина, Т.Ю. Иванова; под ред. В.Я. Федянина. – Барнаул: ООО «МЦ ЭОР», 2018.- 146 стр.

Приложение 1

Сила ветра по шкале Бофорта и ее влияние на ВЭУ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Баллы Бофорта  | Скорость ветра, м/с  | Наименование ветра  | Наблюдаемые эффекты | Воздействие на ВЭУ |
| 0  |  <0,4 | Штиль | Дым из трубы поднимается вертикально | Нет |
| 1  |  0,4–1,8 | Тихий  | Дым отклоняется от вертикали, но флюгеры неподвижны. На воде появляется рябь  | Нет  |
| 2  | 1,8–3,6 | Легкий  | Ветер ощущается лицом, шелестят листья, на воде отчетливое волнение  | Нет |
| 3  | 3,6–5,8 | Слабый | Колеблются листья на деревьях, развеваются легкие флаги, на отдельных волнах появляются барашки (гребни)  | Начинают вращаться тихоходные ветроколеса  |
| 4  | 5,8–8,5 | Умеренный  | Колеблются тонкие ветки деревьев, поднимается пыль и клочки бумаги, на воде много барашков  | Начинают вращаться ветроколеса аэрогенераторов |
| 5  | 8,5–11 | Свежий  | Начинают раскачиваться лиственные деревья, все волны в барашках  | Мощность ВЭУ достигает 30% проектной  |
| 6 | 11-14 | Сильный | Раскачиваются большие ветки деревьев, гудят провода, пенятся гребни волн  | Мощность близка к максимальной  |
| 7  | 14–17 | Крепкий | Все деревья раскачиваются, с гребней волн срывается пена | Максимальная мощность  |
| 8  | 17–21 | Очень крепкий | Ломаются ветки деревьев, трудно идти против ветра, с волн срываются клочья пены | Некоторые ВЭУ начинают отключаться  |
| 9 | 21–25 | Шторм | Небольшие разрушения, срываются дымовые трубы | Все ВЭУ отключаются  |
| 10  | 25–29 | Сильный шторм | Значительные разрушения, деревья вырываются с корнем  | Предельные нагрузки  |
| 11  |  29–34  | Жестокий шторм  | Широкомасштабные разрушения  | Некоторые ВЭУ повреждаются  |
| 12  | >34 | Ураган | Опустошительные разрушения  | Серьезные повреждения и разрушение ВЭУ |