

**Охрана окружающей среды и природопользование
Гидрометеорологическая деятельность**

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРА
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ
РАЗМЕЩЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Гідраметэаралагічная дзейнасць**

**ПАРАДАК ПРАВЯДЗЕННЯ ВЫМЯРЭННЯЎ ПАРАМЕТРАЎ ВЕТРУ
І ВЫКАРЫСТАННЯ АТРЫМАНЫХ ДАДЗЕННЫХ ПРЫ ПЛАНАВАННІ
РАЗМЯЦЭННЯ ВЕТРАЭНЕРГЕТЫЧНЫХ УСТАНОВАК**

Издание официальное



**Минприроды
Минск**

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, государственная сеть гидрометеорологических наблюдений, средства измерения, пункт гидрометеорологических наблюдений,

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Государственным учреждением «Республиканский гидрометеорологический центр», подчиненным Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

ВНЕСЕН Департаментом по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30 июня 2011 г. № 8–Т

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Издание на русском языке

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения.....	2
4 Общие положения.....	2
5 Порядок проведения измерений параметров ветра.....	2
6 Состав средств измерений параметров ветра и требования к ним.....	3
7 Требования к полученным данным измерений параметров ветра.....	4
8 Использование данных измерений параметров ветра при планировании размещения ветроэнергетических установок	5
Приложение А (рекомендуемое).....	8
Библиография.....	9

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

Охрана окружающей среды и природопользование
Гидрометеорологическая деятельность
**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРА
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ
РАЗМЕЩЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Гідраметэаралагічная дзейнасць
**ПАРАДАК ПРАВЯДЗЕННЯ ВЫМЯРЭННЯЎ ПАРАМЕТРАЎ ВЕТРУ
І ВЫКАРЫСТАННЯ АТРЫМАННЫХ ДАДЗЕННЫХ ПРЫ ПЛАНАВАННІ
РАЗМЯЦЭННЯ ВЕТРАЭНЕРГЕТЫЧНЫХ УСТАНОВАК**

Environmental protection and Nature Use Hydrometeorology
The procedure measuring parameters of wind and use of obtained
data under planning of wind gauging equipment placing.

Дата введения 2011-09-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает порядок проведения мониторинга ветров, являющегося составной частью мониторинга атмосферного воздуха и включающего порядок проведения измерений параметров ветра (далее – измерения параметров ветра) на площадках возможного размещения ветроэнергетических установок (далее – ВЭУ) с использованием полученных данных при планировании размещения ВЭУ и привязки данных пунктов гидрометеорологических наблюдений (метеорологических станций) к выбранным площадкам размещения ВЭУ.

Технический кодекс обязателен для организаций, осуществляющих проведение измерений параметров ветра, а также использующих полученные данные при планировании размещения ВЭУ.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее ТНПА):

ТКП 17.02-02-2010 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Правила размещения и проектирования ветроэнергетических установок.

ТКП 17.10-12-2009 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях

ТКП 17.10-18-2009 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила проведения проверок приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяются термины, установленные в ТКП 17.02-02, ТКП 17.10-12, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 вертикальный профиль ветра: Распределение параметров ветра с высотой.

3.2 ветровой режим местности: Совокупность климатических данных о параметрах ветра, характерных для данной местности.

3.3 система координат WGS: всемирная геодезическая система (World Geodetic System).

3.4 средства измерений параметров ветра, др. метеорологических параметров; СИ: Совокупность гидрометеорологических приборов и оборудования (датчиков, измерительных и др. устройств) для проведения измерений параметров ветра, других метеорологических параметров, в т.ч., и для целей выбора мест размещения ветроэнергетических установок.

3.5 удельная мощность ветрового потока: Показатель теоретического потенциала энергии ветра, рассчитываемого с учетом всего диапазона фактически измеренных скоростей ветра.

3.6 фоновая скорость ветра: Приведенная расчетным путем к условиям открытой (без влияния крупных водных массивов) ровной местности в приземном слое на высоте 10 м от поверхности земли средняя годовая (сезонная или месячная) скорость ветра за многолетний период наблюдений в пунктах гидрометеорологических наблюдений.

4 Общие положения

Основной целью организации проведения измерений параметров ветра является определение мест (площадок) наиболее рационального размещения ВЭУ, оформление паспортов площадок и получение официального заключения эксперта, имеющего аккредитацию (право) на выполнение работ в области анализа и оценки данных измерений параметров ветра.

Основной задачей организации проведения измерений параметров ветра – средней и максимальной скорости, направления ветра – является непосредственное измерение этих параметров ветра, а также определение повторяемости направлений ветров (розы ветров), что входит в оценку ветрового режима местности предполагаемого размещения ВЭУ в соответствии с параметрами выбранной площадки (паспорт площадки).

По результатам долговременных данных о параметрах ветра или по расчетным климатическим данным о параметрах ветра, характерным для данной местности, определяется ветроэнергетический потенциал (далее – ВЭП) предполагаемой площадки размещения ВЭУ, оценивается ожидаемый выход электрической энергии, даются рекомендации по выбору и размещению ВЭУ.

Результаты измерений параметров ветра и последующие расчетные данные должны обеспечить определение рабочей скорости ветра для расчета ВЭП на предполагаемой площадке размещения ВЭУ для выбора и размещения соответствующих по ветровым параметрам моделей ВЭУ.

5 Порядок проведения измерений параметров ветра

Согласование мест и порядка размещения измерительных мачт высотой свыше 50 м для проведения измерений параметров ветра осуществляется в соответствии с законодательством Республики Беларусь и действующими техническими нормативными правовыми актами [9, 10].

Места для проведения измерений параметров ветра должны располагаться в наиболее возвышенных и открытых всем направлениям ветра точках предполагаемой площадки размещения ВЭУ.

Открытость местности определяется участком, на котором расстояние между средствами измерений параметров ветра и любым препятствием составляет не менее десятикратной высоты препятствия.

В условиях пунктов гидрометеорологических наблюдений параметры ветра измеряются на высоте 10 м от поверхности земли. Эти данные характеризуют ветровой режим местности ближайшего окружения пункта наблюдений с учетом его закрытости (защищенности). Применяются общепринятые методики расчетов по определению влияния закрытости горизонта и влияния ближайшего окружения пунктов гидрометеорологических наблюдений при размещении средств измерений параметров ветра для перехода от измеренной средней скорости ветра к фоновой средней скорости ветра [11,12].

Многолетние данные о параметрах ветра в пунктах гидрометеорологических наблюдений необходимы для привязки информации об измеренных параметрах ветра на площадке предполагаемого размещения ВЭУ.

6 Состав средств измерений параметров ветра и требования к ним

6.1 Для измерений с установленной точностью параметров ветра (скорости и направления ветра), других метеорологических параметров (температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, количества осадков) необходимо правильно выбрать и установить СИ.

Применяемые СИ должны быть внесены в Государственный реестр средств измерения Республики Беларусь и иметь сертификат, обеспечены метрологической поверкой и иметь свидетельство о поверке с указанием срока его действия, метеорологическая мачта должна иметь сертификат соответствия. СИ должны иметь устойчивость к атмосферным воздействиям, в т.ч. защищенность от удара молнии, конденсации влаги и от хищений. Кроме того СИ должны быть энергонезависимыми и удовлетворять требованиям безопасности полетов воздушных судов, обеспечивать надежность передачи данных измерений.

Измерения параметров ветра, других метеорологических параметров могут производиться с помощью метеорологического измерительного комплекса (далее – МИК), автоматической метеорологической станции (далее – АМС), СИ, используемых на государственной сети гидрометеорологических наблюдений, а также измерительных локаторных систем типа SODAR, использующих дистанционный акустический способ измерения параметров ветра, и LIDAR, в которых измерения производятся с помощью лазерного излучения.

Измерения должны проводиться в течение 12 мес. на представленных в Техническом задании на проведение измерений параметров ветра уровнях высот над поверхностью земли.

Основная мачта может дополняться другими мачтами, которые устанавливаются с интервалом от 5 до 10 км, чтобы отобразить общую картину ветрового режима района.

6.2 В состав СИ входят различные компоненты, которые выбираются в зависимости от установленной мощности планируемых к строительству ВЭУ, от изученности климатических и региональных условий местности, высоты размещения ветроротора ВЭУ и комплексного учета особенностей местности предполагаемого размещения ВЭУ.

В состав СИ, используемых для измерений параметров ветра, как правило, входят:

– измерительная мачта, решетчатая или телескопическая, либо различные комбинации мачт высотой от 70 до 100 м, оснащенная устройством оперативной регистрации данных, несколькими сенсорами и солнечным модулем для электроснабжения (приложение А.1). Измерения параметров ветра, других метеорологических параметров производятся на двух-трех уровнях высот от поверхности земли в соответствии с Техническим заданием на проведение измерений параметров ветра. Допускается применение как более низких, так и более высоких мачт;

– устройство оперативной регистрации данных для выполнения измерений метеорологических параметров с дискретностью 10 мин. и передачи данных через систему GSM/GPRS или через спутник, либо с непосредственным интерфейсом на измерительной станции. Существующие программы позволяют в режиме реального времени запрашивать и обрабатывать результаты измерений (приложение А.2);

– блок (шкаф) управления с автономным энергоснабжением и GSM/GPRS-коммуникатором для энергоснабжения системы и связи с центром сбора информации

– датчик средней скорости ветра (анемометр) для измерения горизонтальной составляющей скорости ветра с точностью измерений скорости ветра 0,1 м/с. На мачту устанавливаются до трех датчиков, которые должны быть оснащены обогревом для измерений в холодный период года (приложение А.3);

– датчик направления ветра (флюгер) для измерений направления ветра и имеющий точность измерения до 1 град. в диапазоне 0-360 град. (приложение А.4), на мачту устанавливается до двух датчиков;

– датчик температуры воздуха с точностью измерений до 0,1 град.С и датчик влажности воздуха с точностью измерений до 1,0 %, применяемых, как правило, в комбинации (термо-гигрометр) для сокращения дополнительных расходов по монтажу и располагаются в отдельной защите от воздействия метеорологических условий и солнечного излучения (приложение А.5). На мачту устанавливается до трех датчиков для оценки опасности образования гололедно-изморозевых отложений при отрицательных температурах воздуха, других факторов;

– датчик атмосферного давления (барометр) для измерений атмосферного давления воздуха с точностью до 0,1 гПа (приложение А.6). Требования к точности значений атмосферного давления второстепенны, поэтому могут быть использованы данные ближайших пунктов гидрометеорологических наблюдений.

– программное обеспечение двух видов: для устройства оперативной регистрации и автоматического архивирования данных измерения параметров ветра, других метеорологических параметров и сервисные программы для связи с измерительными системами.

Дополнительное оборудование, не обязательное для расчета энергоприбыли:

– датчик количества атмосферных осадков;

– пиранометр для измерения интенсивности солнечного излучения;

– устройство освещения мачты в ночное время.

7 Требования к полученным данным измерений параметров ветра

Методика и результаты выполнения работ должны соответствовать требованиям [6] [7]. Кроме того, используемые СИ, работы (услуги) должны соответствовать требованиям законодательства Республики Беларусь в области промышленной безопасности и области охраны окружающей среды. В результате проведения измерений параметров ветра осуществляется работа по проведению паспортизации площадок для размещения ВЭУ в соответствии с [8].

Все работы проводятся в соответствии требованиями Технического задания, предусматривающего проведение 12-месячного периода наблюдений за ветром, другими метеорологическими параметрами, анализ полученных данных и оформление заключения о ВЭП предполагаемых площадок размещения ВЭУ в соответствии с международными требованиями и требованиями законодательства Республики Беларусь.

После окончания периода измерений параметров ветра подготавливается паспорт площадки для размещения ВЭУ, содержащий информацию:

– о географических координатах в системе WGS расположения площадки и высотах размещения ВЭУ над уровнем моря (Балтийского);

– о размещении площадки на плане-схеме в масштабе 1:1000 с привязкой к местности и транспортным коммуникациям;

- о фоновой скорости ветра с учетом подстилающей поверхности площадки, средних скоростях ветра на уровнях высот размещения датчиков ветра над поверхностью земли;
- о ВЭП, ориентированном на внедрение на данной площадке ВЭУ конкретной установленной мощностью;
- о первичных данных, полученных в результате проведения измерений параметров ветра, других метеорологических параметров.

Выходная продукция измерений параметров ветра оформляется отчетом, содержащим следующие главы:

- цели и задачи проведения измерений параметров ветра;
- технические характеристики СИ;
- характеристика территории расположения площадки размещения ВЭУ;
- техническое и организационное обеспечение проведения измерений параметров ветра.

В процессе проведения измерений параметров ветра должны быть оценены и включены в отчет сведения о:

- измеренной средней скорости ветра, в т.ч., в зависимости от рельефа и местных условий, от шероховатости подстилающей поверхности;
- распределении средней и максимальной скоростей ветра;
- распределении направлений ветра по 16 румбам (роза ветров) и соответствующей каждому направлению средней скорости ветра;
- повторяемости средних скоростей ветра в % по различным градациям скоростей;
- распределении фоновых скоростей ветра на территории, ближайшей к предполагаемой площадке размещения ВЭУ;
- корреляции результатов измерений параметров ветра на предполагаемых площадках размещения ВЭУ с данными ближайших пунктов гидрометеорологических наблюдений с учетом высот размещения датчиков направления и скорости ветра;
- рассчитанном ВЭП предполагаемой площадки размещения ВЭУ (или удельной мощности ветрового потока на уровне оси ветроротора ВЭУ) за период измерений параметров ветра;
- заключении (одобрении) официального эксперта на отчет о возможности размещения на предполагаемых площадках соответствующих моделей ВЭУ.

8 Использование данных измерений параметров ветра при планировании размещения ветроэнергетических установок

Основным критерием оценки предполагаемой площадки размещения ВЭУ является средняя годовая скорость ветра. По её величине можно судить о перспективности применения ВЭУ в том или ином районе. Для более полной оценки ожидаемой прибыли нужны данные о статистическом распределении скоростей ветра, других метеорологических параметрах (в т.ч. расчетных), приведенных к сравнимым условиям. За сравнимые условия обычно принимаются условия открытой ровной местности на высоте 10 м от поверхности земли.

Статистическое распределение скоростей ветра, полученное по результатам годичного измерения параметров ветра, сравнивается путем обнаружения корреляционных связей с данными наблюдений за ветром ближайших пунктов гидрометеорологических наблюдений. На основании полученных данных о средних скоростях ветра производится расчет ВЭП на уровнях расположения ветророторов планируемых к размещению ВЭУ в районе выбранной площадки в зависимости от их установленной мощности.

8.1 Перечень данных, представляемых по окончании работ

Для проектирования и возведения ВЭУ регламентирован определенный перечень

данных по оценке рабочих режимов ветра на планируемый срок эксплуатации ВЭУ, куда входят:

- данные наблюдений за ветром на предполагаемой площадке размещения ВЭУ;
- данные сравнительного анализа материалов измерений параметров ветра на высоте расположения датчиков с последующими пересчетами на предполагаемой площадке размещения ВЭУ и аналогичных параметров ветра ближайших пунктов гидрометеорологических наблюдений;
- учет особенностей рельефа (наличие возвышений, плато, холмов) и открытость территории через соответствующие коэффициенты [11,12];
- распределение продолжительности ветра по направлениям в 16 румбах и соответствующей каждому направлению средней скорости ветра;
- средний годовой период времени продолжительности ветров за вычетом времени штиля (безветрие) и энергетического штиля (доли бездействия ВЭУ на слабых ветрах – менее 3 м/с);
- средняя годовая фоновая скорость ветра на площадке измерения параметров ветра, приведенная к данным ближайших пунктов гидрометеорологических наблюдений за последние 20-25 лет,
- отсутствие или незначительная повторяемость ураганных ветров (при скорости ветра более 33 м/с).

8.2 Пересчет данных на высоту расположения ветроротора ветроэнергетической установки

Определяющим фактором для выработки электроэнергии с помощью ВЭУ является скорость ветра на высоте расположения ветроротора ВЭУ. Измерения параметров ветра проводятся преимущественно на более низких высотах, чем высота расположения ветроротора ВЭУ, поэтому, чтобы спрогнозировать выработку электроэнергии на высоте расположения ветроротора ВЭУ, необходимо на основании имеющихся данных о средней скорости ветра, произвести её экстраполяцию на эту высоту через поправочные коэффициенты [11,12].

8.3 Сравнение долговременных данных

Все измерения параметров ветра накапливаются и систематизируются в течение периода непрерывных наблюдений за параметрами ветра (12 мес.). При этом учитываются сезонные колебания. Собранные годовые данные должны быть сравнены с долговременными данными, так как скорость ветра одного года может отклоняться от долгосрочного среднего значения до 20%. Для этих целей используются данные ближайших пунктов гидрометеорологических наблюдений или уже действующих ВЭУ.

8.4 Роза ветров

Учет направления ветра на предполагаемой площадке размещения ВЭУ важен для правильности установки ВЭУ в составе ветроэлектрических станций (далее – ВЭС), что позволит минимизировать эффекты взаимного влияния ВЭУ. Кроме того, нужны точные данные о направлении ветра, чтобы установить модели потока ветра на местности или определить длину (протяженность) неровностей и их расположение по румбам. При статистической предварительной оценке рассматривается вся область в 16 румбах.

8.5 Компьютерные программы

Производство электроэнергии из ветра неравномерно, поэтому даже незначительные колебания скорости ветра могут приводить к существенному изменению эффективности ВЭУ. Поэтому прогноз получения энергии от ВЭУ на конкретной местности требует применения специализированного программного обеспечения,

позволяющего моделировать и оценивать адаптацию ВЭУ или ВЭС к существующему ландшафту, степень их воздействия на окружающую среду и т.д.

Для данных целей разработаны и используются различные программные комплексы (WasP, WindPRO, WindFarmer, WindFarm).

8.6 Оценка ветроэнергетического потенциала площадки размещения ветроэнергетической установки или ветроэлектрической станции и возможной выработки электрической энергии.

По результатам проведенных исследований и анализа параметров ветра на предполагаемой площадке размещения ВЭУ или ВЭС в соответствии с принятыми методиками рассчитывается ВЭП [11], а также прогнозируется выработка электрической энергии для конкретной модели проектируемой ВЭУ или ВЭС.

Приложение А
(рекомендуемое)

Рекомендуемый состав средств измерений для проведения измерений параметров ветра и других метеорологических параметров

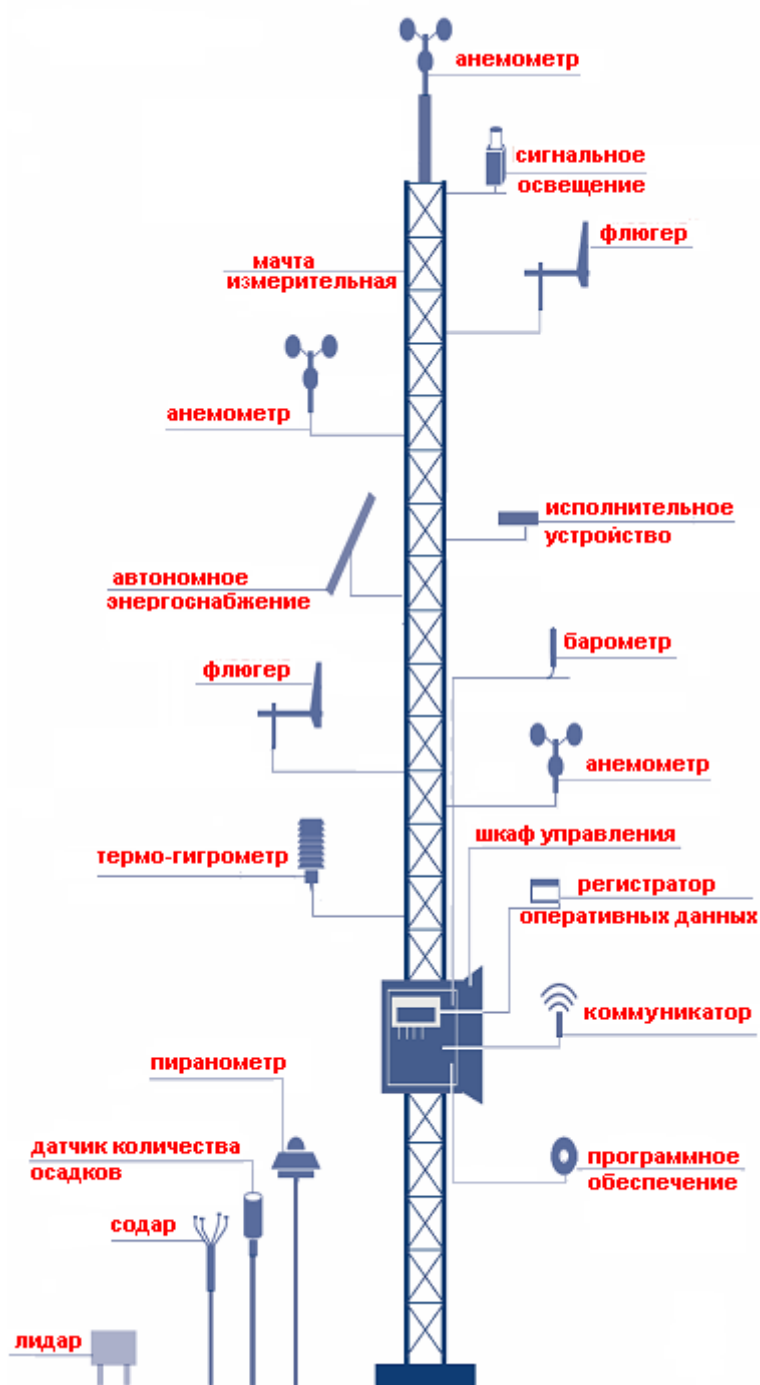


Рисунок А.1 – Метеорологический измерительный комплекс



Рисунок А.2 – Устройство оперативной регистрации данных



Рисунок А.3 – Датчик средней скорости ветра (анемометр чашечный)



Рисунок А.4 – Датчик направления ветра (флюгер)



Рисунок А.5 – Датчики температуры и влажности воздуха (термо-гигрометр)



Рисунок А.6 – Датчик атмосферного давления (барометр)

Библиография

- [1] Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» от 27 декабря 2010 г. №204–З
- [2] Закон Республики Беларусь «О гидрометеорологической деятельности» от 9 января 2006 г. № 93–З
- [3] Закон Республики Беларусь «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь» от 5 июля 2004 г. № 300–З
- [4] Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 26 ноября 1992 г. № 1982-XII в редакции Закона Республики Беларусь от 17 июля 2002 г. № 126-З
- [5] ГОСТ Р 51237-98 Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Термины и определения
- [6] Процедура «Оценка ветровых условий применительно к месту установки ВЭУ» Версия №1 от ноября 2009
- [7] Стандарт МЭК 61400-12-1 Ветроэнергетические турбины Часть 12-1: Измерение мощности электрогенерирующих ветротурбин. Редакция №1, 2005 (последняя версия).
- [8] Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Промышленная и сельскохозяйственная продукция» ОКРБ 007-2007.73.10.13.000 Услуги по исследованиям и экспериментальным разработкам в области технических наук и технологий.
- [9] Воздушный кодекс Республики Беларусь от 16 мая 2006 г. №117-З
- [10] Правила использования воздушного пространства Республики Беларусь. Утверждены Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 4 ноября 2006 г. № 1471
- [11] Лаврентьев Н.А. «Ветроэнергоресурсы и условия возведения ветроэнергетических установок на территории Восточной Прибалтийско-Черноморской зоны Европы», Минск, «Право и экономика» – 453 с.
- [12] Отчет о научно-исследовательской работе «Оценка ветроэнергетических ресурсов и разработка рекомендаций по выбору мест размещения ветроэнергетических установок на территории Республики Беларусь» Государственной научно-технической программы «Экологическая безопасность». Минск, 2010 г. – 359 с. УДК 551.55. № госрегистрации 20100024.