

Напрямок: Джерела електричної енергії

**Розробка проекту міні-ВЕС для забезпечення
електроенергією корпусу університету**

Шифр: «Сила»

2013

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ОСНОВНА ЧАСТИНА	4
ВИСНОВКИ	24
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	25
ДОДАТКИ	26

ВСТУП

Обґрунтована актуальність дослідження й зазначений її зв'язок з науковими програмами й темами, сформульовані мета, основні наукові й практичні задачі дослідження. Викладено наукові положення та результати.

1. Розрахунок кількості електричної енергії на технологічні потреби

Перераховуємо все навантаження змінного струму і вказуємо її номінальні потужності та кількість годин роботи за тиждень.

Розрахункову потужність обираємо виходячи з наступних міркувань:

$$P = K_{вик} \cdot P_{ном} \text{ (Вт)},$$

де $K_{вик}$ – коефіцієнт використання:

$$K_{вик} = \frac{T_p}{T_{тижд}},$$

де T_p - тривалість роботи одиниці устаткування протягом тижня (год),

$T_{тижд}$ - кількість годин у тижні = 168 год.

Дані та розрахунки наведені в таблицях 1.1, 1.2, 1.3 та 1.4 додатку 1.

Загальна середньодобова потужність змінного струму:

$$P_{заг} = 25758,26 \text{ Вт}$$

2. Загальна оцінка вітрових характеристик міста Суми

Роза вітрів - векторна діаграма, що характеризує режим вітру в даному місці за багаторічними спостереженнями. Діаграма являє собою пучок променів, що виходять з однієї точки і спрямовані за румбами горизонту. На кожному промені від центру в бік, звідки дме вітер, відкладається в певному масштабі відрізок, пропорційний повторюваності вітру даного напрямку. Кінці відрізків зазвичай з'єднуються прямими лініями.

За даними НВПІ «ЕКО-СТ» Сумська метеорологічна станція дає наступні результати досліджень параметрів вітру.

**Частка вітрів, придатних для
потреб вітроенергетики по місяцях**

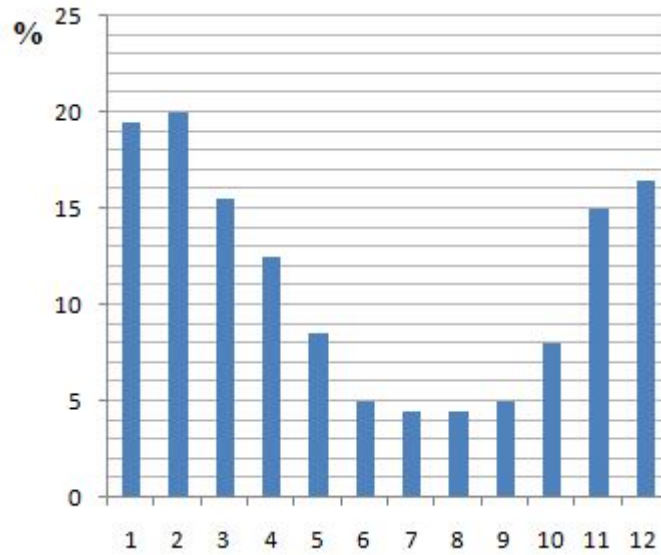


Рис. 2.1

Середні швидкості вітру по місяцях

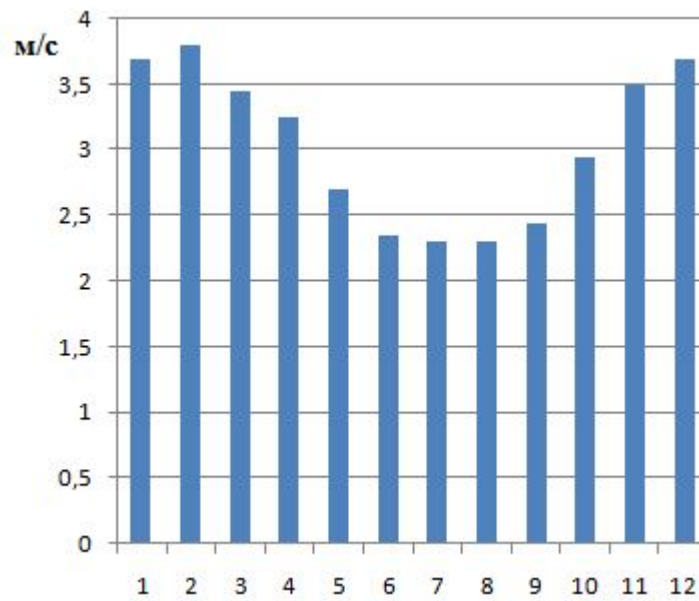


Рис. 2.2

Повторюваності напрямку вітру по румбах в %

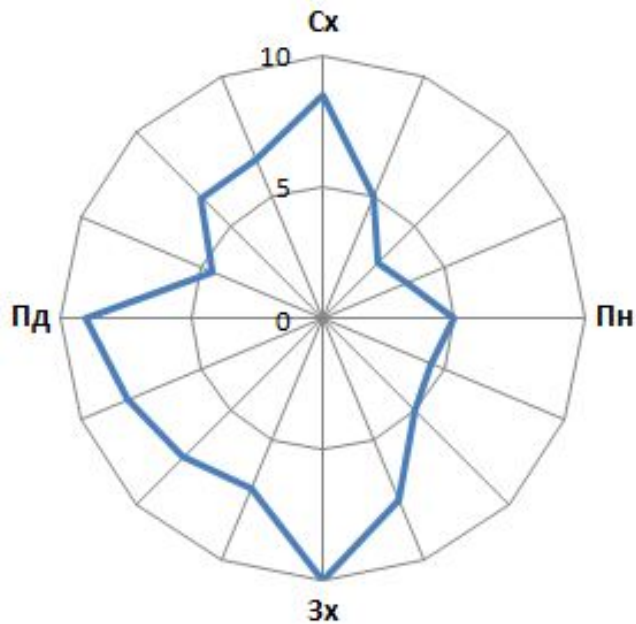


Рис. 2.3

Прогноз вітрової активності на поточний місяць

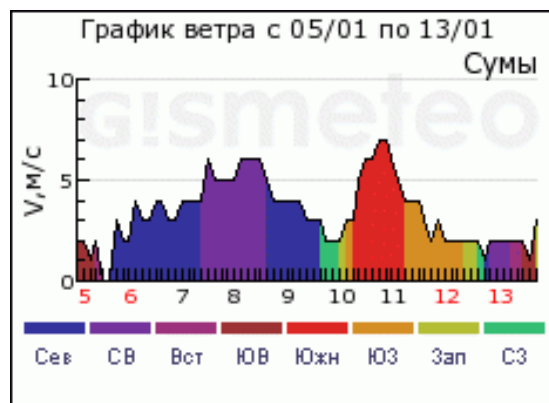


Рис. 2.4

Примітка: Дана інформація відновлюється у часі. Більш розширено з нею можна ознайомитися в [16].

Найважливішим показником, необхідним для роботи ВЕС є сила вітру. Сила вітру та її вплив на вітроустановки та умови їхньої роботи можна оцінити за шкалою Бофорта [1].

Карта можливого річного вироблення енергії вітроелектричного агрегату (рис. 2.5) . Одиниці виміру - кВт·год за рік на один кВт встановленої потужності. За допомогою карти можна визначити кількість енергії, яку можна одержувати щорічно за допомогою вітроелектричного агрегату.

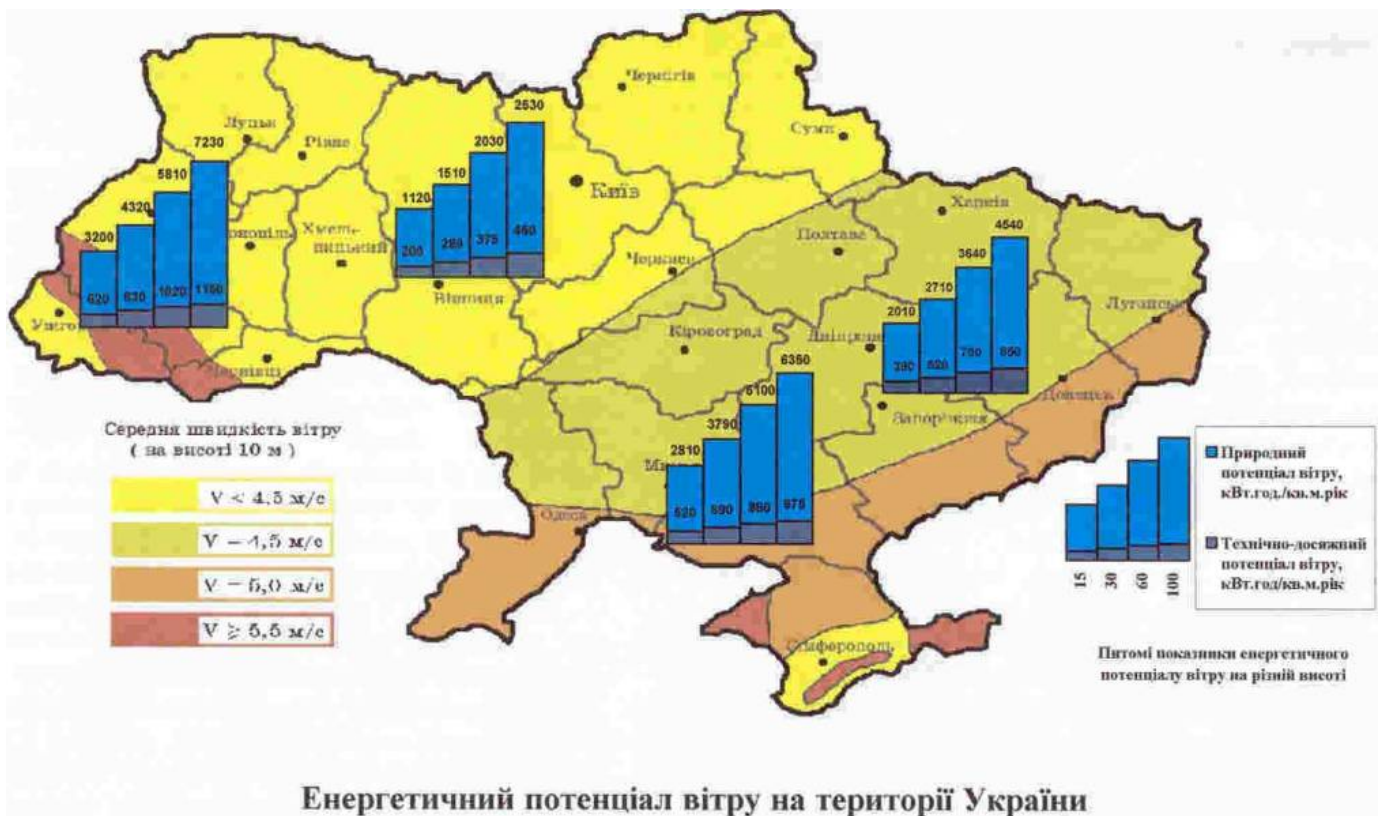


Рис. 2.5

3. Загальна оцінка швидкості вітру

Швидкість вітру є найбільш важливим фактором, що впливає на кількість енергії, яку вітрогенератор може перетворити в електроенергію. Велика швидкість вітру збільшує обсяг проходячих повітряних мас. Тому зі збільшенням швидкості вітру зростає і кількість електроенергії, виробленої вітроелектроустановкою.

Для оцінки збільшення швидкості вітру від висоти застосовується розрахункова формула:

$$V / V_0 = (H / H_0)^a$$

$$V = V_0 * (H / H_0)^a$$

де V_0 і H_0 – відомі значення швидкості вітру (м/с) на вихідній висоті (м);

H – запланована висота (м);

V – визначаємо швидкість вітру (м/с);

a – емпіричний показник ступеня 0.14.

Показники вітротурбін в залежності від швидкості вітру подані у таблиці 3.1

Таблиця 3.1

м/с	Вт/м ²
1	1
3	17
5	77
9	477
11	815
15	2067
18	3572
21	5672
23	7452

Природні вітрові умови постійно змінюються, змінюється також і швидкість вітру. Конструкція вітрогенератора розрахована для роботи при швидкості вітру в діапазоні 3 - 30 м/сек. Більш висока швидкість вітру може зруйнувати вітряк, тому великі вітрогенератори обладнані гальмами.

4. Улаштування вітроустановок

Вітроелектроустановки (ВЕУ) перетворюють кінетичну енергію вітру в електричну за допомогою генератора в процесі обертання ротора. Лопаті вітряків використовуються подібно до пропелеру літака для обертання центральної

маточини, приєднаної через коробку передач до електричного генератора. За своєю конструкцією генератор ВЕУ нагадує генератори, використовувані в електростанціях, які працюють за рахунок спалювання копалинного палива. Кінетична енергія вітру, що отримується при взаємодії повітряних потоків з лопатями вітряка, через систему трансмісії передається на електричний генератор. Завдяки трансмісії генератор може працювати ефективно при різних швидкостях вітру. Вироблена електроенергія може використовуватися безпосередньо, надходячи в електромережу або накопичуватися в акумуляторах для пізнішого використання.

Лопаті - компонент вітряка "захоплюючий" вітер.

Під **ротором** розуміють лопаті, сполучені з центральним валом. Центральний вал пов'язаний з провідним валом приводу через коробку передач - трансмісію.

Трансмісія та привід необхідні для передачі кінетичної енергії через провідний вал на генератор, який і виробляє електроенергію.

Всі системи потужної вітроелектроустановки контролюються і управляються за допомогою комп'ютера, який може перебувати на видаленні від вітряка. **Система контролю кута нахилу лопаті** "розгортає" лопаті під кутом, потрібним для ефективної роботи при будь-якій швидкості вітру. Система контролю напрямку осі ротора вітрогенератора розгортає вітряк за напрямком вітру в горизонтальній площині.

Електронна система контролю підтримує постійну напругу на генераторі при зміні швидкості вітру. Генератор, що працює при різних швидкостях вітру, є важливою складовою частиною ефективної роботи вітрогенератора.

Система заряду акумуляторів

Вибір акумулятора для вітряка залежить від тривалості періоду безвітря. Через те, що іноді дуже важко заздалегідь точно визначити кількість послідовних безвітряних днів, акумулятор вітряка повинен бути розрахований на більше число днів.

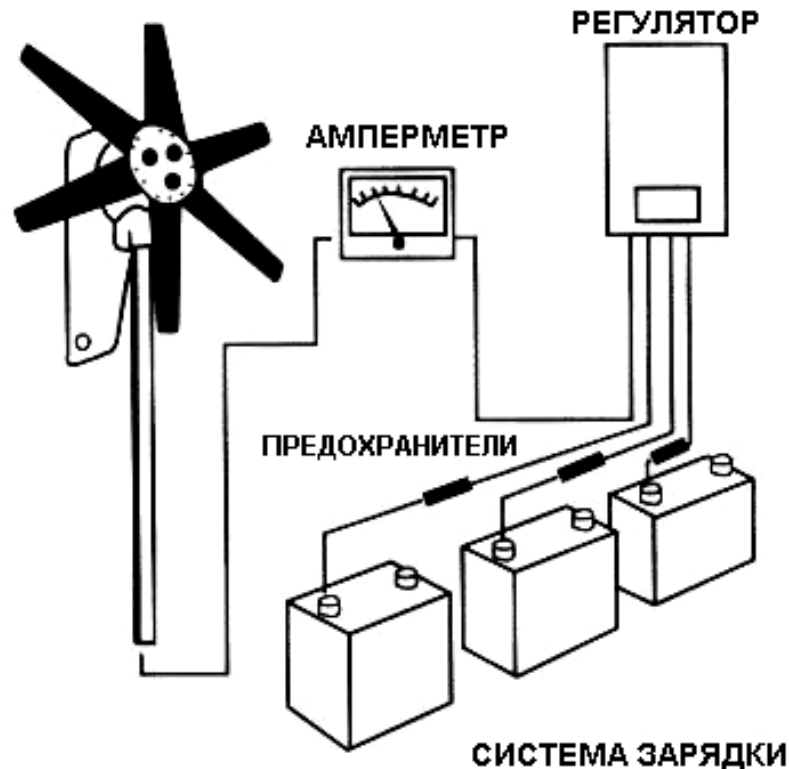


Рис. 4.3

Дуже зручно використовувати малі вітрогенератори для зарядки акумуляторів і їх використання для освітлення і роботи побутової техніки. Зберігання виробленої за допомогою вітру електроенергії в акумуляторах дає можливість домовласникові використовувати цю енергію тоді, коли це необхідно. Багато моделей малих вітряків дають напругу від 14 до 28 В. Деякі моделі виробляють більш високу напругу. Напруга в 12-24 може використовуватися безпосередньо для приладів постійного струму або інвертуватися в 220 в змінного струму.

Для живлення стандартних побутових приладів краще спочатку зарядити акумулятор, щоб уникнути навантаження на вітряк, так як при низькій швидкості вітру може зупинитися ротор.

5. Вибір генератора.

Виходячи з отриманих розрахунків, виводимо необхідну потужність генератора з врахуванням 10% перевантаження від сумарної потужності.

$$P_{\Gamma} = \sum P_{\text{расч}} + 10\% = 25,758 + 2,576 = 28,334 \text{ кВт}$$

За знайденою потужністю генератора, обираємо необхідний нам вітряк.

Виходячи з отриманих розрахунків, логічно було б зробити вибір на користь вітряка EuroWind 30. Проте в даному випадку слід врахувати той факт, що даний вітрогенератор починає виробляти енергію за умови наявності вітру швидкістю 3 м/с. Згідно середньостатистичним даним Сумського гідрометцентру у нас протягом року має місце значна частка вітрів, швидкість менше ніж 3 м/с. Тому вирішено зупинити вибір на генераторах EuroWind 10 та EuroWind 20, сумарна потужність яких складе 30 кВт. При цьому обидва ці генератори починають віддавати енергію до в мережу вже при швидкості вітру 2 м/с.

Вітрогенератор EuroWind 10

Продуктивність генератора	900-13000 Вт
Початкова швидкість вітру	2 м/с
Номінальна швидкість вітру	10 м/с
Повна вага вітрогенератора	1548 кг
Ціна вітрогенератора	8 882.00 EUR (згідно до [2])

Продуктивність вітрогенератора

Місячне вироблення енергії	2200 кВт в місяць при середній швидкості вітру 6 м/с
Продуктивність генератора	900-13000 Вт
Напруга вітрогенератора	240 Вольт
Максимальна сила струму	54,2 Ампер
Рекомендовані акумулятори	20 шт. 12В 200Ач
Напруга після інвертора	220/380 Вольт 50 Гц

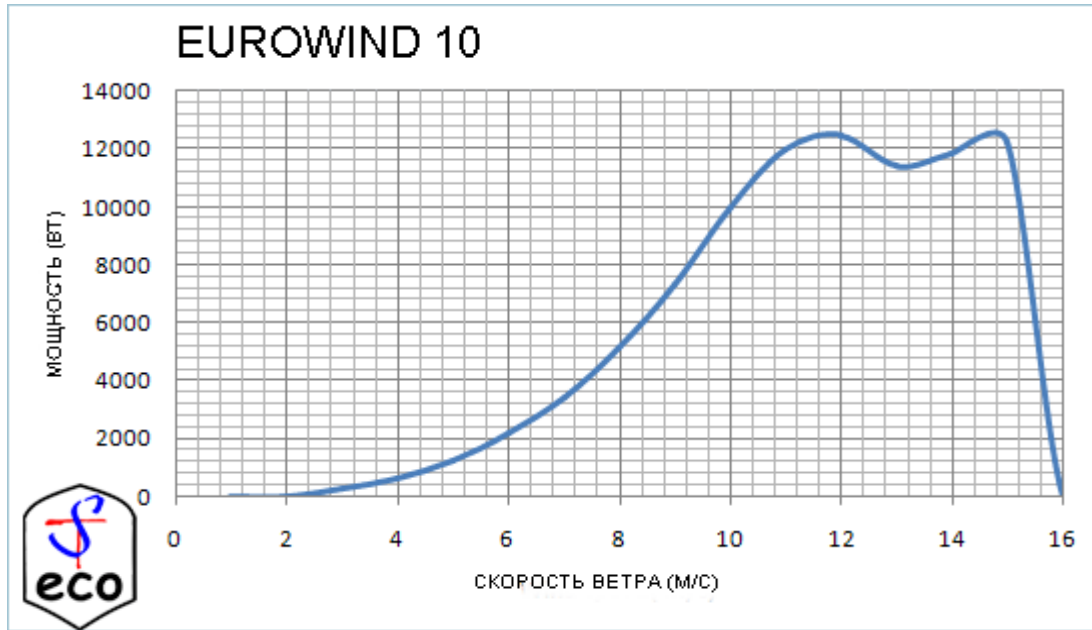


Рис. 5.1 – Характеристики вітрогенератора EuroWind 10: залежність потужності вітрогенератора EuroWind 10 від швидкості вітру

Даний вітрогенератор має високий ККД і можливістю роботи при малих швидкостях вітру. У його конструкції використано кілька запатентованих технологій і особливих матеріалів. Всі автономно встановлювані вітрогенератори йдуть в комплекті з контролером гібридного інвертора енергії вітру/сонця, який дозволяє підключити також і сонячну батарею потужністю до 3500 Вт. У комплекті з автономно встановлюваним вітрогенератором можуть йти 25 послідовно сполучених акумуляторних батарей напругою 12 В, а неавтономна система може підключатися до комунальної системи електропостачання.

Більш докладно характеристики і комплектуючі частини даного вітряка подано в [3].

Вітрогенератор EuroWind 20

Продуктивність генератора	1800-26500 Вт
Початкова швидкість вітру	2 м/с
Номінальна швидкість вітру	12 м/с

Повна вага вітрогенератора	3465 кг
Ціна вітрогенератора	15544.00 EUR (згідно до [4])

Продуктивність вітрогенератора

Місячне вироблення енергії	5600 кВт в місяць при середній швидкості вітру 8 м/с
Продуктивність генератора	1800-26500 Вт
Напруга вітрогенератора	360 Вольт
Максимальна сила струму	73,6 Ампер
Рекомендовані акумулятори	30 шт. 12В 200Ач
Напруга після інвертора	380 Вольт 50 Гц

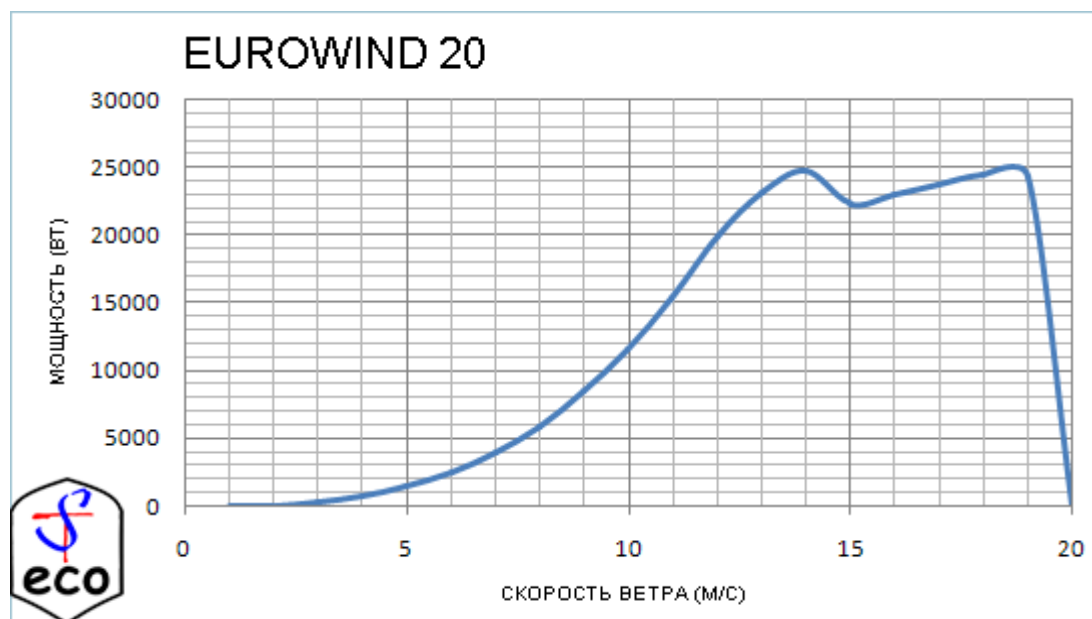


Рис. 5.2 – Характеристики вітрогенератора EuroWind 20: залежність потужності вітрогенератора EuroWind 20 від швидкості вітру

Більш докладно характеристики і комплектуючі частини даного вітряка подано в [5]. З описом і характеристиками генераторної частини вітряків можна ознайомитися в [6].

7. Вибір місця установки вітрогенераторів

Установку вітрогенераторів здійснюємо наступним чином: вітряк номінальною потужністю 20 кВт встановлюємо на даху «М»-корпусу, а вітряк на 10 кВт – на даху приміщення їдальні університету. Таке розміщення відповідає найбільш сприятливому значенню коефіцієнту нерівності місцевості та забезпечує прийнятну ступінь ефекту «покриття» [7]. Крім того таке розташування мінімізує вплив турбулентності (на території університету на шляху вітру наявна значна перешкода у вигляді чотирнадцятиповерхового корпусу, який являє собою джерело турбулентного сліду), унеможливорює створення «повітряного аеродинамічного мішку». Це позитивно впливає на середню швидкість вітрового потоку.

Місце розташування вітрогенераторів позначено червоними крапками на рисунку 7.1.

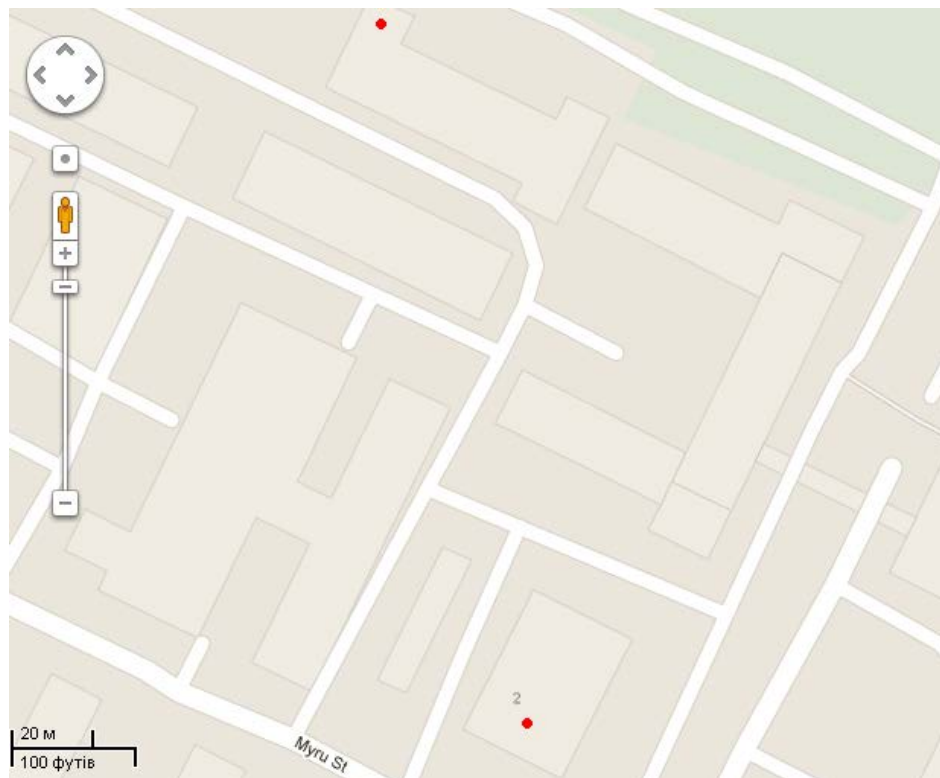


Рис. 7.1 – Розташування вітрогенератрів на території університету

8. Розрахунок лопаті

За рахунок кутової швидкості, перерізу, на різних радіусах лопаті, що б пройти свій шлях з однаковою ефективністю, в обсязі повітря, і не створювати гальмування повинні мати різний кут установки. І чим далі від осі обертання, тим кут стає менше. Однак для обраних нами вітрогенераторів регулювання кута лопаті не передбачається виробником через малої потужності генераторів.

Наступний показник при розрахунку вітроколеса, це потужність вітрового потоку що проходить через площа вітроколеса.

Слід дізнатися, яким чином потік повітря трансформується в електричну енергію і скільки такої енергії можна буде отримати на своїй ділянці. По наведеній формулі можна розрахувати енергію, яка «гуляє» вашою ділянкою.

Обчислюють її досить точно за загальноприйнятою методикою:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot V^3 (*)$$

де P – потужність (Вт);

ρ – щільність повітря (в загальному випадку приймають 1,23 кг/м³);

S – площа, на яку дме (пожинає) повітряний потік(м²);

V – швидкість вітру (м/с);

Площа для генератора 10 кВ:

$$S_{10} = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot 4^2 = 50,27 \text{ м}^2$$

Площа для генератора 20 кВ:

$$S_{20} = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot 5^2 = 78,54 \text{ м}^2$$

Згідно до формули (*) виконуємо розрахунок у програмному забезпеченні Microsoft Excel. Результати розрахунків заносимо до таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Розрахунок вітрової потужності на ділянці

Швидкість вітру, м/с	2,3	2,35	2,45	2,7	2,9	3,25	3,45
Потужність, Р, Вт EuroWind 10	376,1556	401,2246	454,6553	608,5206	754,0115	1061,29	1269,525
Потужність, Р, Вт EuroWind 20	587,6917	626,8586	710,3367	950,7302	1178,04	1658,121	1983,459

Продовження таблиці 8.1

3,5	3,7	3,8	3,85	5	8	10	12	15
1325,526	1565,991	1696,425	1764,275	3864,506	15829,02	30916,05	53422,93	104341,7
2070,953	2446,646	2650,433	2756,438	6037,763	24730,68	48302,1	83466,03	163019,6

Примітка: Тут і в подальшому при розрахунках використовуємо середні значення швидкості вітру яка спостерігається у нашій місцевості на протязі різних місяців року.

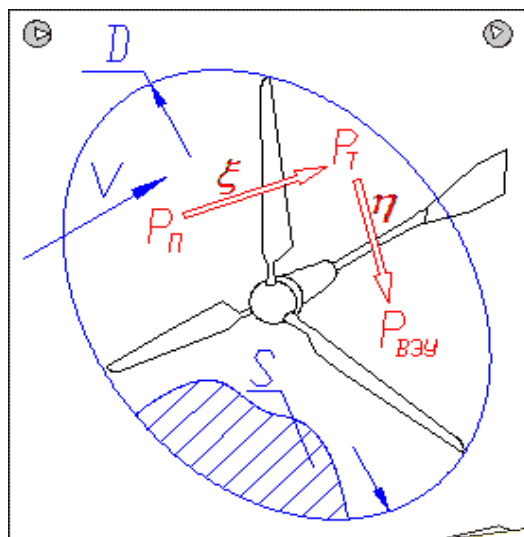


Рис.8.1 – До розрахунку вітрової потужності ділянки

У реальних умовах максимально ми можемо отримати 30-40% від потенційної енергії повітряного потоку. Це обмеження пов'язане з технологічним і фізичним

виконанням вітрогенератора. Більш точний розрахунок можна зробити за наступною формулою:

$$P_{\text{точ}} = \frac{1}{2} \cdot \xi \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \rho \cdot V^3 \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{ген}}$$

де, ξ – коефіцієнт використання енергії вітру (у номінальному режимі для швидкохідних вітряків досягає максимуму $\xi_{\text{max}} = 0,4 \div 0,5$), безрозмірна величина;

R - радіус ротора, одиниці виміру - м

V – швидкість повітряного потоку, одиниці виміру- м / с

ρ – щільність повітря, одиниці виміру- кг/м³

$\eta_{\text{ред}}$ - ККД редуктора, одиниці виміру- відсотки

$\eta_{\text{ген}}$ - ККД генератора, одиниці виміру–відсотки

Згідно до наведеної формули виконуємо розрахунок у програмному забезпеченні Microsoft Excel. Результати розрахунків заносимо до таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Розрахунок потенційної потужності вітрогенератора

Швидкість вітру, м/с	2,3	2,35	2,45	2,7	2,9	3,25	3,45
Потужність, $P_{\text{точ}}$, Вт EuroWind 10	101,1018	107,8397	122,2006	163,556	202,6606	285,2498	341,2185
Потужність, $P_{\text{точ}}$, Вт EuroWind 20	157,9715	168,4996	190,9385	255,5563	316,6571	445,7028	533,1539

Продовження таблиці 8.2

3,5	3,7	3,8	3,85	5	8	10	12	15
356,2701	420,9015	455,9593	474,1955	1038,688	4254,468	8309,507	14358,83	28044,59
556,672	657,6585	712,4363	740,9305	1622,951	6647,605	12983,6	22435,67	43819,67

Для узгодження оборотів вітроколеса і генератора необхідно використовувати підвищує редуктор і його ККД. Перетворюючи механічну енергію в електричну, також несемо втрати. Тому відображаємо їх ККД генератора.

Зі збільшенням швидкості вітру, пропорційно квадрату його швидкості, збільшується тиск на вітроколесо.

$$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S$$

де F – сила вітрового тиску (кгс);

ρ – щільність повітря (1,23 кг/м³);

S - площа ротора (м²);

V – швидкість вітру (м/с);

g - прискорення вільного падіння (м/с²)

Згідно до наведеної формули виконуємо розрахунок у програмному забезпеченні Microsoft Excel. Результати розрахунків заносимо до таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Вітровий тиск на вітрове колесо

Швидкість вітру, м/с	2,3	2,35	2,45	2,7	2,9	3,25	3,45
Вітровий тиск, F, кгс EuroWind 10	0,006597	0,006887	0,007486	0,009091	0,010488	0,013172	0,014843
Вітровий тиск, F, кгс EuroWind 20	0,004223	0,004408	0,004791	0,005819	0,006713	0,008431	0,009501

Продовження таблиці 8.3

3,5	3,7	3,8	3,85	5	8	10	12	15
0,015277	0,017073	0,018008	0,018485	0,031177	0,079814	0,124709	0,179581	0,280595
0,009778	0,010927	0,011526	0,011831	0,019955	0,051085	0,079821	0,114942	0,179596

Але якщо ветроколесо поставити під певним кутом до вітрового потоку, то сила тиску вітру на нього зменшиться і дорівнюватиме:

$$F_y = F \cdot \sin \alpha ,$$

де: α – кут установки площини по відношенню до вітру (град.).

Цей кут є фіксований для різної швидкості вітру (дані виробника).

Швидкохідність вітрового колеса

В залежності від діаметру і кількості лопатей обороти вітроколеса при одній і тій же швидкості вітру будуть різні. Цей показник називається быстроходностью вітроколеса і визначається відношенням окружної швидкості кінця лопаті до швидкості вітру.

$$Z = \frac{L \cdot W}{V \cdot 60}$$

де W – частота обертання вітроколеса (об/хв.)

V – швидкість вітру (м/с.)

L – довжина кола (м.)

Z – швидкохідність конструкції вітроколеса.

Довжина кола для генератора 10 кВ:

$$L_{10} = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 4 = 25,133 \text{ м}$$

Довжина кола для генератора 20 кВ:

$$L_{20} = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 5 = 31,416 \text{ м}$$

Але так як спочатку ми не знаємо частоту обертів вітроколеса, які залежать від його виконання. При проходженні вітру через лопаті, залишається обурений слід який гальмує обертання вітроколеса. І тому чим лопатей більше, тим швидкість стає менше.

Тому, щоб орієнтовно розрахувати обороти вітроколеса, візьмемо за основу швидкість (Z), встановлену практичним шляхом для вітроколеса з кількістю лопатей 3: 3 - лопатеве вітроколесо: $Z = 5$

За наведеною нижче формулою розраховуємо кількість оборотів вітроколеса:

$$W = \frac{V}{L} \cdot Z \cdot 60$$

Згідно до наведеної формули виконуємо розрахунок у програмному забезпеченні Microsoft Excel. Результати розрахунків заносимо до таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 – Частота обертання вітроколеса

Швидкість вітру, м/с	2,3	2,35	2,45	2,7	2,9	3,25	3,45
Частота обертання, W, об/хв EuroWind 10	27,45395	28,05077	29,24442	32,22854	34,61584	38,79362	41,18092
Частота обертання, W, об/хв EuroWind 20	21,96333	22,44079	23,39572	25,78304	27,6929	31,03514	32,945

Продовження таблиці 8.4

3,5	3,7	3,8	3,85	5	8	10	12	15
41,77774	44,16504	45,35869	45,95552	59,68249	95,49198	119,365	143,238	179,0475
33,42246	35,33231	36,28724	36,76471	47,74637	76,39419	95,49274	114,5913	143,2391

9. Розрахунок терміну окупності

ТАРИФИ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ, ЩО ВІДПУСКАЄТЬСЯ НАСЕЛЕННЮ І НАСЕЛЕНИМ ПУНКТАМ, коп.. за 1 кВт*год

Категорії споживачів	3 ПДВ
1. Електроенергія, що відпускається:	
Населенню	
за обсяг, спожитий до 150 кВт-год електроенергії на місяць (включно)	28,02
за обсяг, спожитий понад 150 кВт-год електроенергії на місяць	36,48
за обсяг, спожитий понад 800 кВт-год електроенергії на місяць	95,76
для багатодітних, прийомних сімей та дитячих будинків сімейного типу	28,02
Населенню, яке проживає в сільській місцевості:	
за обсяг, спожитий до 150 кВт-год електроенергії на місяць (включно)	25,92
за обсяг, спожитий понад 150 кВт-год електроенергії на місяць	33,72
за обсяг, спожитий понад 800 кВт-год електроенергії на місяць	95,76
для багатодітних, прийомних сімей та дитячих будинків сімейного типу	25,92
Населенню, яке проживає в житлових будинках, обладнаних у встановленому порядку кухонними електроплитами/електроопалювальними установками:	
за обсяг, спожитий до 250 кВт-год електроенергії на місяць (включно)	21,54
за обсяг, спожитий понад 250 кВт-год електроенергії на місяць	28,02
за обсяг, спожитий понад 800 кВт-год електроенергії на місяць	95,96
для багатодітних, прийомних сімей та дитячих будинків сімейного типу	21,54
Населенню, яке проживає в житлових будинках, обладнаних у встановленому порядку електроопалювальними установками/електроопалювальними установками та кухонними електроплитами:	
Населенню, яке розраховується з енергопостачальною організацією за загальним розрахунковим засобом обліку та об'єднане шляхом створення юридичної особи, крім гуртожитків	36,48
Гуртожиткам	28,02
2. Електроенергія, що відпускається споживачам, прирівняним до населення	36,48

Примітка: дані про тарифікацію електроенергії взяті за 2012 рік. Більш докладно принципи тарифікації викладені у [8].

За критерій доцільності застосування вітроелектричної установки беремо річний економічний ефект, який залежить від вітрових умов місця, де застосовуватиметься ВЕС.

За базу порівняння при розрахунку економічного ефекту, одержуваного від вітрогенераторів EuroWind 10 та EuroWind 20, призначених для вироблення

електроенергії, прийнята тарифна величина забезпечення електричної енергії від загальної мережі.

Вигідно це або невигідно - можна визначити досить просто, відповівши на питання: «За скільки років може окупитися балансова вартість вітроагрегату за рахунок зекономлених коштів для оплати електроенергії?».

За середньостатистичний рік корпусом споживається **9,402 МВт·рік** (дане число отримане шляхом множення загальної середньодобової потужності змінного струму (була знайдена у пункті 1) на кількість днів у не високосному році (365 днів)).

При цьому генератор EuroWind 10 при середній швидкості вітру 3 м/с може виробити 224,357 Вт·рік енергії, а генератор EuroWind 20 - 350,557 Вт·рік енергії на добу. Таким чином, сумарна річна енергія, вироблена обома генераторами за рік складе **0,210 МВт·рік**, що майже в 40 разів менше за обсяг необхідної електроенергії.

За даними 2012 року [10] 1 кВт електричної енергії для споживачів, прирівнюваних до населення, складає 36,48 гр. З урахуванням цього можна знайти термін окупності витрат.

$$П = Д - З,$$

де Д – прибуток підприємства без урахування затрат на закупівлю ВЕС (затрати);

П – чистий прибуток підприємства;

З – затрати, вкладені на купівлю та обслуговування ВЕС

$$З = В + \Delta A$$

де В – витрати на купівлю та установку ВЕС;

ΔA – затрати на амортизацію та обслуговування. – згідно із [9] приймаємо $\Delta A = 3,3\%$ від вартості самої ВЕС.

$$З = 266976,18 + 266976,18 \cdot 0,033 = 275786,39 \text{ гр.}$$

$$Д = 209,844 \cdot 36,48 = 7655,095 \text{ гр.}$$

Сумарна вартість електроустановок за кусом 1 євро=10, 93 гр. [дані «Нац.Банку» на 23.01.13] складе 266976,18 гр.

$$П = 7655,095 - 275786,39 = -268131,295 \text{ гр.} \rightarrow \text{даний проект за перший рік не стане рентабельним}$$

$$\text{Токуп} = З/Д = 36,027 \text{ роки}$$

Нормативний термін окупності капіталовкладень (інвестицій) - нормативно встановлений період, протягом якого інвестиції в об'єкт повинні бути компенсовані доходом від об'єкта; залежить від виду об'єкта вкладення капіталу, змінюється в межах від 2 до 15 років.

Примітка: більш розширено питання економічних розрахунів, наведених у даному пункті, викладено в [9].

Висновки

В даній роботі був виконаний розрахунок параметрів вітрової електростанції, яка могла би забезпечити електричною енергією споживачів корпусу університету.

Згідно до загальної методики було виконано розрахунок навантажень споживачів енергії, визначено необхідну потужність ВЕС з урахуванням можливих перевантажень та збільшення потужності споживачів.

В результаті, згідно до загальної методики, було обрано 2 вітрогенераторні установки із номінальною потужністю 10 кВт та 20 кВт. У ході розрахунків дійшли висновку, що обрані нами вітрогенератори здатні забезпечити корпус лише частково. Виробляема ними потужність є недостатньою через значно менші робочі швидкості вітру, ніж номінальні для даних вітрогенераторів. Задля повного забезпечення всіх споживачів електричною енергією необхідно додатково встановити 39 комплектів аналогічних вітроустановок. Проте це не є можливим через відсутність території, на якій було б можна здійснити реалізацію даного проекту. Тому наявною є можливість встановлення лише 2 вітроустановок 10 кВт і 20 кВт. Використовувати згенеровану ними потужність можна лише як додаткове джерело енергії, що зможе частково забезпечити електроенергією корпус.

У ході роботи був виконаний економічний розрахунок даного проекту на критерій терміну окупності.

Зважаючи на несприятливі умови вітру та пов'язаний з цим низький ККД вітроустановок, даний проект є доволі економічно не привабливим та не обґрунтованим для здійснення. Термін окупності даного проекту 36,027 роки, що є надто тривалим. Цей факт зумовлює недоцільність подальшої більш поглибленої розробки даного проекту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електронне джерело: <http://meteoinfo.ru/bofort>
2. Електронне джерело: <http://futenergy.in.ua/shop/Vetrogenerator/Vetrogenerator-EuroWind-10.html>
3. Електронне джерело: <http://ecost.lviv.ua/ru/EW10.html>
4. Електронне джерело: <http://futenergy.in.ua/shop/Vetrogenerator/Vetrogenerator-EuroWind-20.html>
5. Електронне джерело: <http://ecost.lviv.ua/ru/EW20.html>
6. Електронне джерело: <http://ecost.lviv.ua/ru/genery.html>
7. Електронне джерело: <http://teplonasos.ua/uk/raznoe/drugie-istochniki-energii/veter/>
8. Экономический механизм функционирования рынка электроэнергии, «Слайды ЕМФРЕ для студентов», Тема 5. /Сотник И.Н.
9. Електронне джерело: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-66923.html?page=29>
10. Електронне джерело: <http://vetrodvig.ru/?p=3002>
11. Електронне джерело: http://www.ecotoc.ru/alternative_energy/wind_energy/d706/
12. Електронне джерело: http://www.ecotoc.ru/alternative_energy/wind_energy/d583/
13.
Електронне джерело: http://www.avante.com.ua/rus/library/lib_malaja_vetroenerg_etika_dlja_doma.html
14. Електронне джерело: http://www.intelcenter.com.ua/rus/alten/about_wind.htm
15. Електронне джерело: <http://gendocs.ru/>
16. Електронне джерело: <http://ecost.lviv.ua/ru/grafic/symu.html>

ДОДАТКИ

Додаток 1.

Таблиця 1.1- Навантаження першого поверху.

1 поверх	Ділянка мережі	Електроприймач						Розрахун кова потужніс ть Р,Вт
№ п/п		Тип приймача	Кільк ість, шт	U,В	Р _{ном} , Вт	I, А	Тривалі сть роботи, год	
1	буфет	світильник растровий	1	220	72	0,545	40	17,14286
		штепсельні розетки	3	220	2310	14,939	40	550
2	каб.113	люмінісцентний світильник	2	220	144	1,091	48	41,14286
		штепсельні розетки	5	220	1600	7,607	48	457,1429
3	коридор	світильник растровий	6	220	482	4,364	48	137,7143
4	вхід до підвалу	лампа розжарення	2	220	200	0,909	48	57,14286
5	Вестиб' юль	світильник растровий	4	220	288	2,473	48	82,28571
	каб.115	лампа розжарення	1	220	100	0,455	48	28,57143
	архів	лампа розжарення	1	220	100	0,455	24	14,28571
	вхід до корпусу	лампа розжарення	3	220	300	1,364	48	85,71429
6	східці	лампа розжарення	7	220	700	3,182	48	200
7	ауд.112	штепсельні розетки	10	220	1500	6,957	48	428,5714
		світильник растровий	6	220	432	3,273	48	123,4286
9	ЩО на спортзал	на ЩО спортзал	-	220	1252	9,636	48	357,7143
10	ауд.108	штепсельні розетки	6	220	1500	6,957	48	428,5714
		світильник растровий	4	220	288	2,182	48	82,28571

	ауд.109	люмінесцентний світильник	2	220	144	1,091	48	41,14286
		штепсельні розетки	6	220	1500	6,957	48	428,5714
	ауд.110	світильник растровий	8	220	576	4,364	48	164,5714
		штепсельні розетки	7	220	1500	6,957	48	428,5714
11	пульт чергового	лампа розжарення	1	220	100	0,455	48	28,57143
12	лаб. 104	світильник растровий	9	220	648	4,909	48	185,1429
13	вхід в підвал	лампа розжарення	2	220	200	1,818	48	57,14286
14	коридор	світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
15	каб.102	штепсельні розетки	4	220	1850	9,188	48	528,5714
16	каб. 107	штепсельні розетки	4	220	40	0,186	48	11,42857
17	лаб. 104	світильник растровий	9	220	648	4,909	48	185,1429
18	каб.107	світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
19	східці	лампа розжарення	6	220	600	2,727	48	171,4286
20		люмінесцентний світильник	1	220	72	0,545	48	20,57143
21	коридор	світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
22	каб. 101	світильник растровий	3	220	216	7,087	48	61,71429
23		штепсельні розетки	6	220	1520	7,087	48	434,2857
24	каб.106	світильник растровий	6	220	432	4,364	48	123,4286
25		штепсельні розетки	7	220	1575	7,444	48	450
26	ауд.103	світильник растровий	5	220	360	2,182	48	102,8571
27	буфет	штепсельні розетки	1	220	500	4,545	40	119,0476
28	коридор	люмінесцентний світильник	1	220	72	0,545	48	20,57143

29	спортзал	світильник растровий	15	220	1080	2,727	48	308,5714
Загальна спожита потужність 1-го поверху, P ₁ Вт								7086,476

Таблиця 1.2-Навантаження другого поверху

2 поверх	Електроприймач							
№ п/п	Ділянка мережі	Тип приймача.	Кіль кість шт	U, В	P _{ном} , Вт	I, А	Триваліс ть роботи, год.	Розрахунков а потужність P,Вт
1	ауд. 209	кондиціонер	1	220	600	2,871	48	171,4286
2	туалет	люмінесцентній світильник	3	220	216	1,636	48	61,71429
3	208 (архів)	люмінесцентній світильник	2	220	144	1,091	48	41,14286
		лампа розжарення	1	220	100	0,455	48	28,57143
4	ауд. 209	штепсельні розетки	10	220	250	4,494	48	71,42857
		світильник растровий	6	220	432	3,273	48	123,4286
5	коридор	світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
6	ауд. 206	штепсельні розетки	3	220	1500	6,957	48	428,5714
		люмінесцентній світ	4	220	288	2,182	48	82,28571
7	каб. 204	штепсельні розетки	10	220	2785	14,285	48	795,7143
8	каб.201	штепсельні розетки	23	220	350	2,231	48	100
		світильник растровий	6	220	432	3,273	48	123,4286
9	каб. 210	штепсельні розетки	4	220	2153	8,903	48	615,1429
	коридор	світильник растровий	1	220	72	0,545	48	20,57143
10	ауд. 203	штепсельні розетки	4	220	1500	6,957	48	428,5714
		люмінесцентній світ.	6	220	432	3,273	48	123,4286

11	ауд. 205	люмінесцентній світ.	6	220	432	3,273	48	123,4286
		штепсельні розетки	10	220	1500	6,957	48	428,5714
12	каб. 211	світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
		сервер	1	220	210	1,364	70	87,5
		штепсельні розетки	2	220	1600	7,607	48	457,1429
	2 поверхс порт зал	лампа розжарення	2	220	200	1,818	48	57,14286
Загальна спожита потужність 2-го поверху P_2 , Вт								4451,5

Таблиця 1.3-Навантаження третього поверху.

3 поверх	Електроприймач							
№ п/п	Ділянка мережі	Тип приймача	Кількість, шт	U, В	$P_{ном}$, Вт	I, А	Тривалість роботи обладнання, год.	Розрахункова потужність P ,Вт
1	каб.301	штепсельні розетки	1	220	100	0,649	48	28,57143
	каб.302	світильник растровий	6	220	432	3,273	48	123,4286
		штепсельні розетки	5	220	3280	15,399	48	937,1429
	каб.303	світильник растровий	3	220	216	2,727	48	61,71429
		штепсельні розетки	1	220	1265	8,214	48	361,4286
5	ауд. 306	лампа розжар.	4	220	400	1,818	48	114,2857
		штепсельні розетки	13	220	1000	6,494	48	285,7143
6	каб. 311	штепсельні розетки		220	1500	6,957	48	428,5714
		лампа розжар	2	220	100	0,909	48	28,57143
8	каб. 301	світильник растровий	3	220	216	1,636	48	61,71429

	коридор	світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
9	ауд. 304	люмінесцентний світильник	8	220	576	4,364	48	164,5714
10	каб. 305(а,б)	штепсельні розетки	19	220	2330	8,724	48	665,7143
		світильник растровий	6	220	432	3,273	48	123,4286
11	ауд. 308	люмінесцентний світильник	9	220	648	4,909	48	185,1429
11	коридор	світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
	туалет	комплектні економ. лампи	4	220	60	0,321	48	17,14286
12	ауд. 305	світильник растровий	9	220	648	4,909	48	185,1429
		штепсельні розетки	11	220	120	0,606	48	34,28571
	ауд. 310	люмінесцентний світильник	6	220	432	3,273	48	123,4286
		штепсельні розетки	14	220	1697	10,86 6	48	484,8571
13	каб.309	штепсельні розетки	3	220	712	3,598	48	203,4286
		світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
14	каб.307	світильник растровий	6	220	432	3,273	48	123,4286
		штепсельні розетки	17	220	4710	23,34	48	1345,714
Загальна спожита потужність 3-го поверху P ₃ ,Вт								6210,857

. Таблиця 1.4-Навантаження четвертого поверху.

4 по- верх	Ділянка мережі	Електроприймач						
		Тип приймача	Кількіс- ть	U, В	P _{НОМ} , Вт	I, А	Трива- лість робот и,год.	Розрахунков а потужність P,Вт
1	каб. 406	світильник растровий	4	220	288	2,182	48	82,28571
		штепсельні розетки	5	220	246	1,598	48	70,28571

	каб. 407	світильник растровий	4	220	288	2,182	48	82,28571
		штепсельні розетки	6	220	2712	13,339	48	774,8571
2	каб. 404	світильник растровий	6	220	432	3,273	48	123,4286
	каб. 405	штепсельні розетки	2	220	100	0,649	48	28,57143
		світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
4	каб. 401	кондиціонер	1	220	2000	2,871	48	571,4286
		світильник растровий	6	220	432	3,273	48	123,4286
		штепсельні розетки	10	220	1616	17,898	48	461,7143
5	каб. 402	світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
6	каб. 403	світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
		штепсельні розетки	3	220	216	1,403	48	61,71429
7	ауд. 414	штепсельні розетки	3	220	1500	6,957	48	428,5714
		люмінесцентний світильник	4	220	288	2,182	48	82,28571
8	каб. 415	штепсельні розетки	4	220	1750	8,538	48	500
		світильник растровий	2	220	144	1,091	48	41,14286
9	каб. 404	штепсельні розетки	17	220	3285	16,605	48	938,5714
10	ауд.409	штепсельні розетки	33	220	1125	7,116	48	321,4286
11	ауд.410	штепсельні розетки	1	220	1500	6,957	48	428,5714
13	ауд.412	штепсельні розетки	7	220	1500	6,957	48	428,5714

14	каб. 413	штепсельні розетки	4	220	300	2,987	48	85,71429
15	ауд.409	люмінесцентний світильник	5	220	360	2,727	48	102,8571
16	ауд.410	світильник растровий	6	220	432	3,273	48	123,4286
17	ауд.412	світильник растровий	8	220	576	4,364	48	164,5714
18	каб. 413	лампа розжарення	3	220	300	1,364	48	85,71429
19	коридор	світильник растровий	3	220	216	1,636	48	61,71429
20	каб.408	світильник растровий	6	220	432	2,618	48	123,4286
		штепсельні розетки	8	220	3641	14,939	48	1040,286
21	ауд. 411	штепсельні розетки	3	220	1778	6,976	48	508
		світильник растровий	2	220	144	0,873	48	41,14286
Загальна спожита потужність 4-го поверху P ₄ ,Вт								8009,429

Дяговченко І.М. Розробка проекту міні-ВЕС для забезпечення електроенергією корпусу університету [Текст] / І.М. Дяговченко, С.М. Лебедка // Збірник наукових праць "ДВНЗ" ДонНТУ. - 2013. - С. 17-18.