

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТЕОРОЛОГИЧНАТА СТАНЦИЯ Vantage Pro2 Plus ЗА АТМОСФЕРНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ИКИТ, ГР. СТ. ЗАГОРА

Веселин Ташев¹, Ролф Вернер¹, Мариана Горанова², Ангел Манев¹, Богдана Мендева¹,
Димитър Вълев¹

¹Институт за космически изследвания и технологии - Българска академия на науките

²Технически университет София, Факултет по компютърни системи и управление
e-mail: veselinlt@abv.bg;

Ключови думи: Слънчева радиация, слънчева енергия, метеорологични измервания

Резюме: Метеорологичната станция Vantage Pro2 Plus е предназначена за наблюдение на метеорологичните параметри на атмосферата като температура, относителна влажност, атмосферно налягане, валежи, скорост и посока на вятъра. С допълнителни сензори се измерва слънчевата радиация и ултравиолетово излъчване. Освен директно измерваните метеорологични параметри могат да се изчисляват и изследват и други характеристики на атмосферата и слънцето. В настоящето изложение са дадени няколко такива примера. Чрез интегриране на данните за слънчева радиация могат да се получат резултати за слънчевата енергия, която се усвоява за определен период от време от единица площ на земната повърхност.

APPLICATION WEATHER STATION Vantage Pro2 Plus FOR ATMOSPHERIC RESEARCH IN THE SRTI DEPARTMENT STARA ZAGORA

Veselin Tashev¹, Rolf Werner¹, Mariana Goranova², Angel Manev¹, Bogdana Mendeva¹,
Dimitar Valev¹

¹Space Research and Technology Institute - Bulgarian Academy of Sciences

²Technical University Sofia, Faculty of Computer Systems and Control
e-mail: veselinlt@abv.bg

Keywords: Solar radiation, solar energy, measurement of meteorological parameters

Abstract: Weather Station Vantage Pro2 Plus is designed for monitoring of meteorological parameters: temperature, relative humidity, barometric pressure, rainfall, wind speed and wind direction. With additional sensors can to measure solar radiation and ultraviolet radiation. Furthermore, direct measurement of meteorological parameters can be calculated and tested with other characteristics of the atmosphere and the sun. In this exhibition are some such examples. By integrating data on solar radiation can produce results for solar energy which is absorbed over a period of time per unit area of ground.

1. Въведение

Метеорологичната станция Vantage Pro2 Plus е предназначена за наблюдение на метеорологичните параметри - температура, относителна влажност, атмосферно налягане, валежи, скорост и посока на вятъра. С допълнителни сензори се измерва слънчевата радиация и ултравиолетовото излъчване, като се отчитат интензивността на слънчевата радиация, дозата и индекса на ултравиолетовото излъчване.

Метеостанцията се състои от 2 модула – конзола и блок датчици. Тя е показана на фиг. 1. Блокът с дачици е свързан с конзолата посредством кабел. Той захранва дачиците с ток и осигурява трансфера на данните.



Фиг. 1. Метеорологичната станция Vantage Pro2 Plus

2. Кратко описание на станцията Vantage Pro2 Plus

Многофункционалната метеорологична станция Vantage Pro2 Plus на фирмата Davis Instruments притежава възможност за прогноза на времето, като отчита координатите на местоположението на станцията, годишното време, текущата стойност на атмосферното налягане и неговите промени, скорост и посока на вятъра, температура и влажност на въздуха, както и количеството на валежите. Тези параметри се измерват чрез сензори, с които е оборудвана метеорологичната станция. Всички сензори са поместени в един блок, което прави установката и използването на Vantage Pro2 Plus много просто. Дачиците за вятър са в отделен блок, свързан с основния блок чрез кабел с дължина от 15м, позволяващ да се монтира сензора на място с добри условия за измервания.

Специфични характеристики на Vantage Pro2 Plus:

- Голям дисплей с размери (150 x 90 мм).
- Сканиране на сензорите в интервал от 2.5 секунди.
- Уникалният алгоритъм за прогноза на времето.
- На екрана се показват графики на метеорологичните параметри (24 точки, на различни интервали от време).
- Компютърен интерфейс с капацитет за съхранение на 2560 метеорологичните записи с указани дата и час.
- На многофункционалния дисплей на станцията се показват: Атмосферното налягане, Външната и стайна температура, Външната и стайна относителна влажност на въздуха, Скорост и посока на вятъра, Температура на точката на оросяване, Количеството и интензивността на валежите, Датата и часът, Прогноза за времето, Фаза на Луната, Време на изгрев и залез на слънцето, Усещаната температурата по време на вятър.
- Автономно хранване от батерии – 3 месеца. Това се отнася за случаите, когато блока с датчици се хранва от слънчев панел.

3. Програмно осигуряване

3.1 Интерфейс.

Интерфейсът е оформен като терминал - фиг.2. На него могат директно да се проследяват всички текущо измервани метеорологични параметри, както и някои изчисляеми.

3.2 Лентови графики.

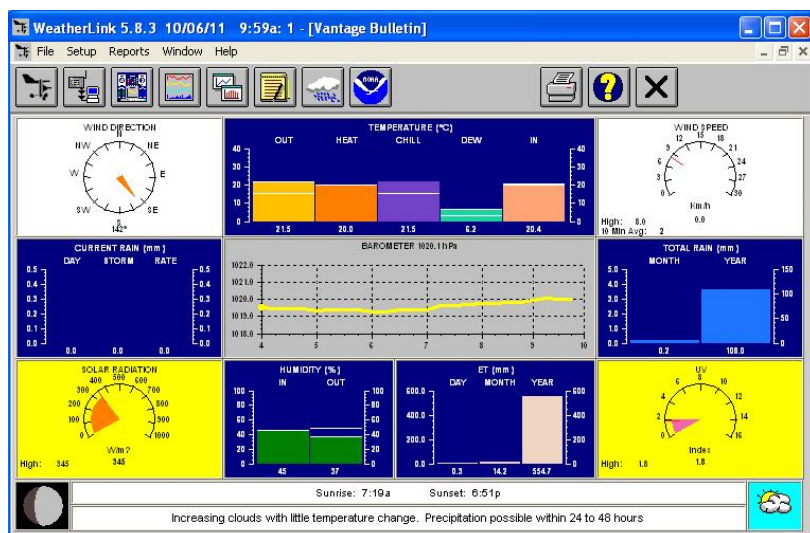
На екрана могат да се покажат лентовите графики, на които се проследява изменението на директно измерваните метеорологични параметри за всеки един час. След всяко сваляне на данни, графиките автоматично се актуализират.

3.3 Получаване на база данни в цифров вид.

Всички данни за метеорологичните параметри могат да се експортират във файл с текстови формат. Това става като от менюто, показано на фиг. 2 се осъществи връзката Reports>>Browse Rekords>>Export Rekords и след това изберем периода, който ни интересува.

4. Изчисляеми метеорологични параметри

Метеорологичната станция Vantage Pro2 Plus има възможност да предостави на своите потребители освен седемте директно измервани метеорологични параметри и още над тридесет изчисляеми метеорологични параметри.



Фиг. 2. Графичен терминал на метеостанцията

Някои по-важни изчисляеми метеорологични параметри са:

1. Средната и най-висока стойност на скоростта на вятъра за интервала.
2. Скоростта на вятъра се измерва на всяка една минута и се осреднява.
3. Барометричното налягане.
Когато въведете вашето местоположение и надморска височина, Vantage Pro2 Plus изчислява необходимия коефициент на преобразуване и превежда атмосферното налягане към коригираното барометричното налягане на морското равнище.
4. Тренд на барометричното налягане. Тази тенденция показва посоката на промяна (по-високо, по-ниско или стабилно) на барометричното налягане през последните три часа.
5. Точка на оросяване (Dew Point). Точката на оросяване е важен показател и се използва за предсказване на образуване на роса, слана и мъгла.
6. Оценка за съдържанието на влага в дърветата (EMЦ).
7. Топлинен индекс. (Heat Index). Топлинния индекс използва температурата и относителната влажност, за да отчете как всъщност горещия въздух се "усеща".

5. Приложение на метеорологичната станция Vantage Pro2 Plus за изследване на атмосферата

5.1 Изследване на слънчевата радиация, която може да се акумулира за определен период от време на 1 квадратен метър площ.

Слънчевата радиация е основен климатообразуващ фактор и главен източник на топлинна енергия за почти всички природни процеси развиващи се върху земната повърхност, в атмосферата и хидросферата. Напоследък слънчевата радиация е от съществено значение и за фотосоларната енергетика, придобиваща все по-голяма актуалност през последните години.

Слънчевата радиация е плътността на енергийния поток излъчван от Слънцето на разстояние една астрономическа единица, т.е. на средното разстояние Слънце - Земя. В случая плътността се отнася за единица площ. Радиацията има единица за измерване на енергия – ват секунди (Ws) за единица време (s) върху площ (m²). Тази енергия се нарича още слънчева константа и представлява средната радиация на горната граница на земната атмосфера или с други думи извънземна радиация. В литературата за нея са дадени различни стойности, между 1360 W/m²– 1370 W/m². Тук се използва стойността от 1366 W/m². (нпр. Lean, 2000). Слънчевата константа не е действително непроменяща се величина, а се изменя в зависимостта от слънчевата активност с около ± 0.5 W/m². Слънчевата енергия, която попада върху земята със сечение от πR_e² се разпределя върху цялата площ на Земята от 4πR_e². Следователно, средно постъпващата радиация на земната повърхност е S₀=S_e/4≈342 W/m².

Една част от попадащата слънчевата енергия върху земната атмосфера се рефлектира директно обратно в космоса, а друга част се абсорбира в стратосферата и тропосферата. Общо около 19% на слънчевата енергия не достига долните слоеве на земната повърхност (Roedel, 1994) [4]. Количеството енергия, което се получава върху хоризонтална площ за определено време се нарича интензивност (плътността на енергията) или инсолация и единицата за измерване е Ws/m². За да се избегнат големите числа и за по-голямо удобство се

препочита единицата Wh/m². Инсоляцията не е една и съща за всички части на Земята. Количеството ѝ зависи главно от наклона, под който падат слънчевите лъчи към земната повърхност и от облачността.

Пряката слънчева радиация S се измерва върху повърхност, перпендикулярна на слънчевите лъчи, което е от голямо практическо приложение. Тя зависи от височината на Слънцето над хоризонта (h) и се определя от извънземната слънчева радиация S_c върху перпендикулярна повърхност чрез формулата:

$$(1) \quad S = S_c \left(\frac{\bar{R}}{R} \right)^2 \cos(\chi) \quad \text{и} \quad R = \frac{1.000001018 (1 - e^2)}{1 + e \cos(v)}$$

$$\cos(\chi) = \cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(t) + \sin(\varphi) \sin(\delta)$$

където:

S_c - извънземна слънчева радиация (соларна константа)

\bar{R} - средна разстояние Слънце-Земя

R - разстояние Слънце-Земя

χ - зенитен ъгъл ($\chi = \pi/2 - h$)

φ - географска ширина на наблюдател (станцията)

δ - ъгъла на деклинацията на Слънцето

t - локален часовия ъгъл

e - ексцентричност на земната орбита

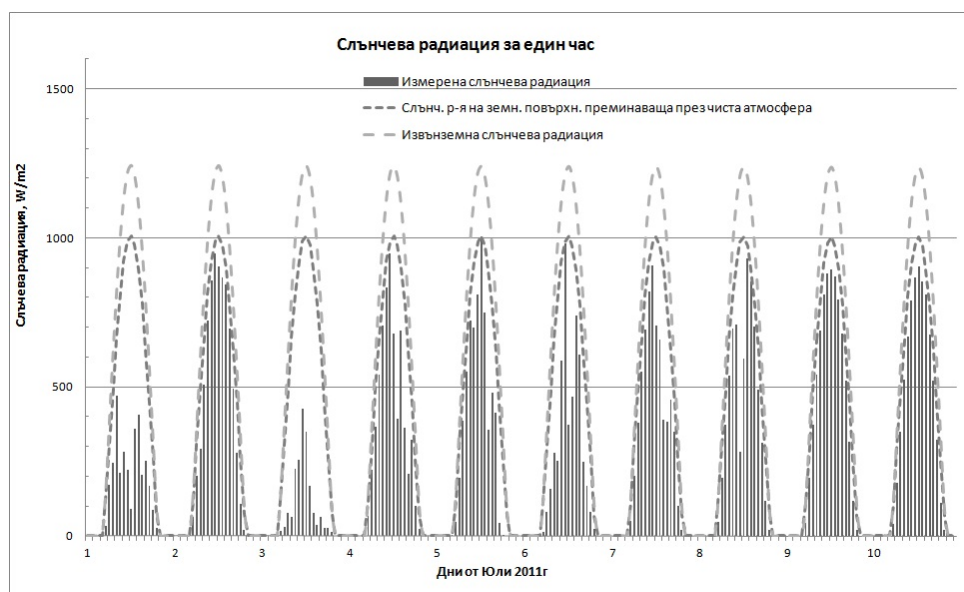
v - истинска аномалия на Слънцето.

Тази част на слънчевата радиация, която пада върху земната повърхност от всички точки на небесния свод (без слънчевия диск и от около слънчевата зона с радиус 5°) се нарича разсеяна слънчева радиация (D). Разсеяната слънчева радиация се измерва върху хоризонтална повърхност. Общия приход на пряка и разсеяна слънчева радиация върху хоризонтална повърхност се нарича Глобална слънчева радиация (Q), като:

$$(2) \quad Q = S + D$$

където D е около 1/6 от S .

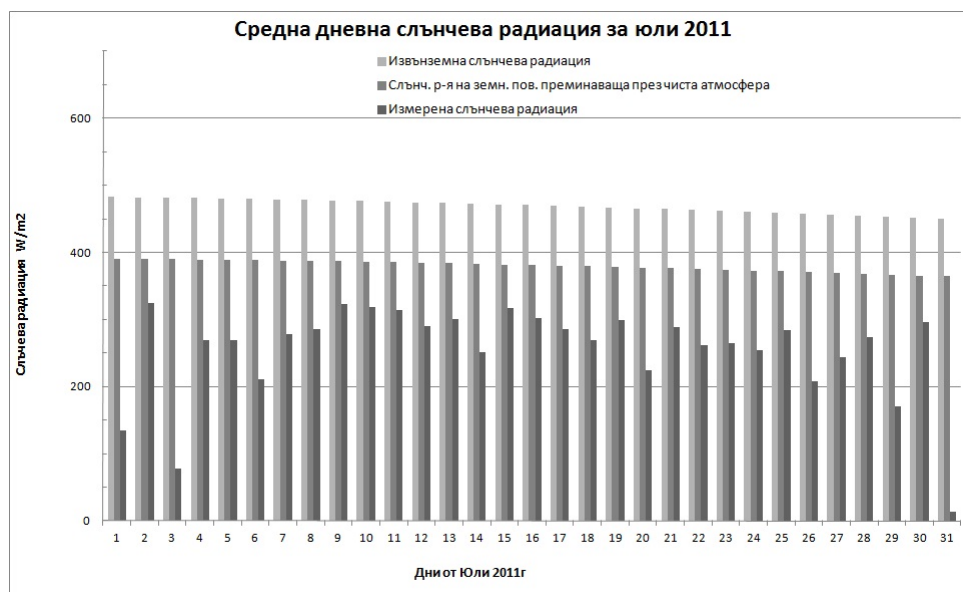
На фиг. 3 е показан един пример, в който се сравнява измерената радиация в сравнение с извънземната радиация и 0.81 част от нея за първите десет дена от месец юли 2011 година.



Фиг. 3. Измерена слънчева радиация на всеки час за 10 дни

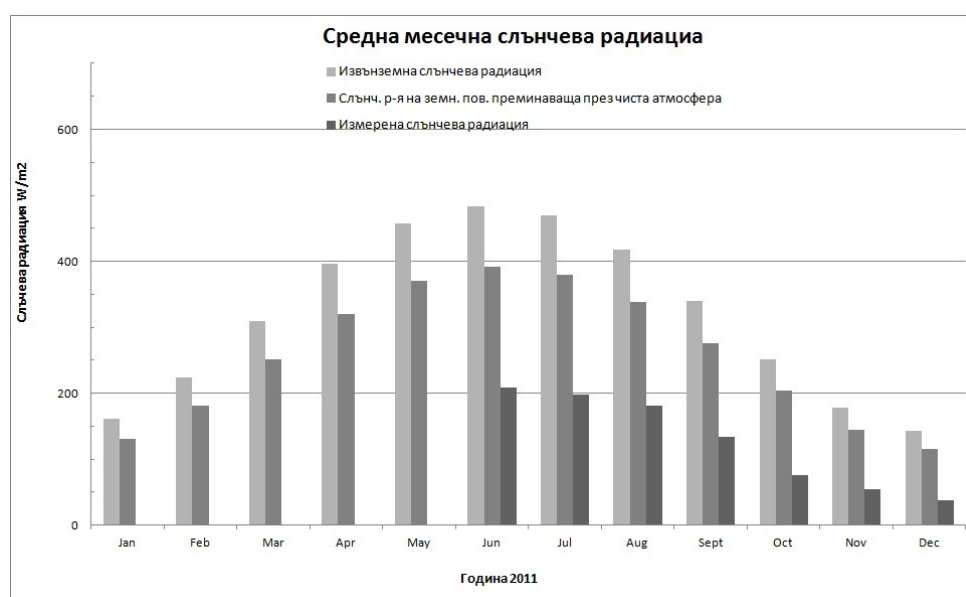
Тук се вижда добре изразения часови ход на радиацията с максимум около Слънчевия зенит. В следствие на променящо се състояние на атмосферата и на облачността измерените стойности са по-малки от теоретичната оценка ($0,81 \cdot S$). А при безоблачно време се приближават до тези стойности. Отслабването на слънчевата радиация в атмосферата не е едно и също за различните части на нейния спектър, а зависи също така от съдържание на влагата и от облачността. Например абсолютно сухият и чист въздух притежава най-голяма прозрачност за инфрачервената радиация и най-малка за ултравиолетовата радиация. Най-голяма е загубата на пряка радиация, причинена от разсейването и поглъщането ѝ в атмосферата.

Слънчевата радиация, която е осреднена за едно денонощие през месец юли е представена на фиг. 4. Максималните стойности на средна слънчевата радиация се получават през месец юли поради дължината на деня и голяма височина на Слънцето. През месец юли се наблюдава бавно намаляване на слънчевата радиация, но този тренд в измерваните стойности се подтиква от променящата се облачност.



Фиг. 4. Измерена слънчева радиация на всеки ден от м. Юли

Сезонния тренд, обаче става очевиден при наблюдаваните средно месечни стойности на слънчевата радиация (виж. фиг. 5).



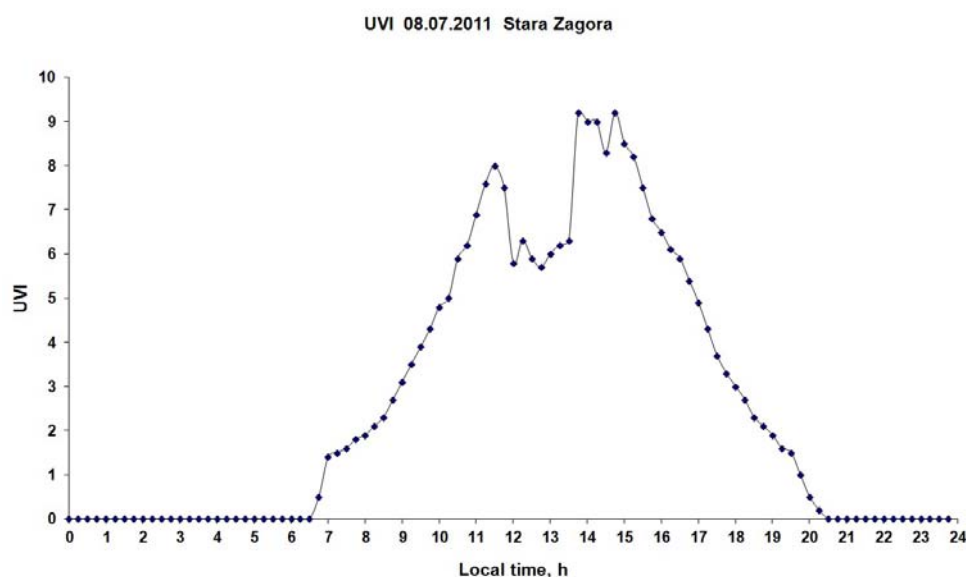
Фиг. 5. Измерена слънчева радиация за 7 поредни месеца

Реалните стойности на слънчевата радиация през летните и ранните есенни месеци е около 50% от теоретично максималната радиация, а за късните есенни и наблюдаваните зимни месеци за 2011г, тя е около 30% от теоретично максималната радиация. Тази информация може да послужи като важен ориентир, за да се разбере предварително очакваната енергия от фотоволтаичните преобразователи.

5.2 Изследване на глобалния ултравиолетов индекс UVI.

Глобалният слънчев ултравиолетов индекс (UVI) описва нивото на слънчевата ултравиолетова радиация на земната повърхност. Както е известно, озонът абсорбира слънчевата радиация в ултравиолетовия спектрален диапазон. Поради тази причина, индекса (UVI) зависи както от облачността, така и от съдържанието на озон в стратосфера.

Колкото по-висока е стойността на този индекс, толкова по-голям е потенциалът за увреждане на кожата и очите на хората. Нивото на радиация, а следователно и стойността на индекса варира през целия ден, както е показано на фиг. 6.



Фиг. 6. Измерена стойност на UVI за едно денонощие

Изследването на UVI е важно средство за повишаване на обществената информираност за рисковете от прекомерно излагане на UV радиация, както и да предупреждава хората за необходимостта да се предприемат защитни мерки.

Благодарности:

Представените резултати са получени чрез проекта на MOMH, договор № DO 02-175/16.12.2008, реализирано съвместно с Технически Университет, София.

Литература:

1. Davis Instruments Corp. *Vantage Pro2 Plus*. Reference Guide.
2. Meus, J. *Astronomische Algorithmen*, Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig-Berlin-Heidelberg, 1993.
3. Lean, J. L. Solar irradiance and climate forcing in the near future, *Geophys. Res. Lett.* 28, pp. 4119-4122, 2001.
4. Rodel, W. *Physik unserer Umwelt*, 2. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, S.48, 1994.