ВРЪЗКА МЕЖДУ СЛЪНЧЕВАТА ЕНЕРГИЯ И ТЕМПЕРАТУРАТА НА МОРСКАТА ВОДА ВЪВ ВАРНЕНСКИЯ ЗАЛИВ

Венета Иванова

Национален институт по метеорология и хидрология, Филиал Варна

RELATIONSHIP BETWEEN SOLAR ENERGY AND SEA SURFACE TEMPERATURE IN THE VARNA BAY

Veneta Ivanova

National Institute of Meteorology and Hydrology, Varna Branch

РЕЗЮМЕ

Here we present a relationship between solar energy and sea surface temperature for the months from April to October in a 10-year period (2010-2019). The solar energy data is provided by the automatic weather station Vantage Pro2 located in the meteorological station in Varna and the sea surface temperature data is received from measurements in the Varna bay. A direct relationship between the two variables is found with the strongest correlation for two periods of time – for April-May and for September-October. During the months of June, July, and August, when the change in the amount of solar energy is with very small variations and trends, we suggest that the increase of the sea surface temperature is due to some of its physical characteristics, geographical location of the bay and/or the predominant wind direction, heat capacity, etc.

Keywords: solar energy, SST, Varna bay, relationship

ABSTRACT

Разгледана е връзката между слънчевата енергия и температурата на морската вода. Изследването е направено за месеците от април до октомври за периода 2010-2019 г. Данните за слънчевата енергия са получени от измервания с автоматична метеорологична станция Vantage Pro2, разположена в синоптична станция Варна, а температурата на морската вода – от измервания във Варненския залив. Установена е пряка зависимост между двете променливи, с най-силно изразена връзка между тях през месеците април-май и септември-октомври. През месеците юни, юли и август, когато измененията в количеството слънчева енергия са с много малки вариации и тренд, повишението на температурата на морската вода следва да се предположи, че е в резултат от някои нейни физични особености, географското разположение на залива и/или преобладаващата посока на ветровете, топлемост и др.

Ключови думи: слънчева енергия, температура морска вода, Варненски залив, зависимост

УВОД

Слънчевата енергия е основен източник на топлина за Земята, характеризираща се с пространствено и времево изменение. Поради процесите отражение, поглъщане и разсейване, едва около 50-51% от постъпващата на горната граница на атмосферата слънчева радиация достига до земната повърхност. И въпреки това тя има водеща роля за топлинния баланс на Земята, атмосферата и Световния океан.

Температурата на морската вода като един от главните фактори, определящи условията на живот на организмите в океаните, зависи изключително много от количеството на слънчевата енергия. Фактори като излъчването на топлина, съприкосновеност на морската повърхност с различни по свойства въздушни маси, смесване на по-топли повърхностни води с по-студени дълбочинни или обратно, наличие на течения и силен вятър водят до колебания на стойностите на температурата в повърхностния слой по крайбрежието. Наблюдаваните се отклонения имат сезонен, годишен, а понякога и денонощен характер.

За всички морски отрасли (туризъм, риболов, и др.) физичните характеристики на морската вода са важни и това прави изучаването им полезно. В тази връзка, в настоящата работа за района на Варненския залив е изследвана зависимостта между потока слънчева енергия и температурата на повърхностния слой на морската вода.

ДАННИ И МЕТОДОЛОГИЯ

В работата са използвани ежедневни данни за слънчевата енергия и температурата на морската вода във Варненския залив. Количеството слънчева енергия е измерено с автоматична метеорологична станция Vantage Pro2, разположена на 41 м надморска височина, в двора на Синоптична станция – Варна към НИМХ, а температурата на морската вода – от преки измервания на дълбочина 50 см. Изследването е направено за месеците април-октомври в периода 2010-2019 г. Основните характеристики на двете променливи са определени чрез използване на статистически методи. Проверка за линейна зависимост между тях е направена чрез пресмятане на коефициента на корелация на Питърсън, както и на неговата статистическа значимост.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Както е известно, атмосферната циркулация е един от факторите, които определят климата в даден район. С нарастване продължителността на деня слънчевото греење, респективно и слънчевата енергия, се увеличават. В началото на летния и началото на есенния сезон синоптичните процеси са с по-голяма динамика, сравнени с тези през лятото, и в резултат на това в полето на метеорологичните елементи се наблюдават особености, които при температурата, облачността и вятъра са много добре изразени.

На Фиг. 1 са представени по месеци средните стойности на температурата на морската вода и на слънчевата енергия. От нея лесно се забелязва, че от всички разгледани месеци, през април и май двете променливи се характеризират с най-големи колебания. Най-слабо изменение в средните стойности има температурата на водата през юли и август, а слънчевата енергия – главно през август.

Особеностите в хода през всяка една от годините може да се проследи от Фиг. 2. Откроява се почти линейната зависимост на температурата на морската вода от слънчевата енергия в началото на пролетта и в началото на есента. През юни, юли и август в зависимост от конкретните за годината особености в атмосферните процеси се наблюдават различни по мащаб и продължителност пикове в стойностите им.

За визуализиране на централните тенденции и разсейването на честотното разпределение на двете величини е използвана Box and Whiskers диаграма (Фиг. 3), като са отделени и т.нар. аномални случаи. Аномалните случаи (на фигурата видими като кръгчета) представляват онези стойности на елементите, които се отличават значително от стойностите на другите наблюдения. Тук като мярка за централната тенденция е използвана медианата, а за мярка на разсейването е използван 25-и и 75-и процентил. Средните стойности на температурата на морската вода варират между 10°C и 27°C, а количеството на слънчевата енергия от малко над 9000 kJ/sq.m до почти 23000 kJ/sq.m. От изследваните месеци най-ниската измерена температура е била 5,6°C на 4.IV.2018 г., а най-високата 32,0°C на 13.VIII.2010 г. Минимумът на енергията е бил 558 kJ/sq.m на 17.IV.2010, а максимумът 29881 kJ/sq.m на 10.VI.2012 г.

Най-важната информация, която се получава от диаграмата по отношение на температурата на водата, е следната:

Фиг. 1. Отношение между средните стойности на температурата на морската вода във Варненския залив и слънчевата енергия през месеците април-октомври за периода 2010-2019 г.

- с най-високи средни стойности се открояват месеците юли и август, а с най-ниски – през април;
- в под 25% от случаите екстремно високи стойности са регистрирани през август (над 27°C), през април (над 16°-17°C) и през октомври (над 22°C);
- в под 25% от случаите екстремно ниски стойности са се наблюдавали през юни

(под 15-16°C), през юли (под 22°C) и през септември (под 18°C);

- най-големи колебания температурата търпи през април, май и юни, а най-малки през август;
- в близо 50% от случаите през юли и август водата е със съизмерими стойности, а през септември – с тази през юни.

По отношение на количеството слънчева енергия се вижда, че през всеки един от ме-

Фиг. 2. Ход на температурата на морската вода във Варненския залив и на слънчевата енергия в периода април-октомври от 2010 до 2019 година

сеците диапазонът, в който тя се променя, е изключително голям. Най-малки са колебанията й през август, когато облачността над страната от климатична гледна точка е с най-малко количество. Наблюдаваните екстремуми са в периода

юли-септември, когато в 25% от случаите слънчевата енергия е под 12000-13000 kJ/sq.m.

Направеният до момента анализ на особеностите в колебанията на температурата на морската вода и на падналото количество слънчева енергия не може обаче да отговори на следните

Фиг. 3. Box and Whiskers диаграма за температурата на морската вода (ляво) и на слънчевата енергия (дясно) за периода 2010-2019 г. във Варненския залив през месеците април-октомври

въпроси: съществува ли взаимозависимост между тези променливи, каква е тя и доколко е силна? Ето защо, в търсене на отговорите е изчислен параметричният коефициент на корелация на Пийърсън r , който е индекс за линейност на връзката. Използван е статистическият пакет *IBM SPSS Statistics* (1), с помощта на който е получена и статистическата значимост p на резултатите, поместени в Таблица 1. Вижда се, че всички корелационни коефициенти са положителни (това означава, че ако стойностите на едната променлива

се увеличават, то и стойностите на другата променлива също се увеличават). Между температурата на морската вода и слънчевата енергия съществува линейна връзка, слаба ($0,10 < r \leq 0,30$) и статистически значима ($p \leq 0,05$). Изключение има през август, за който линейност между променливите не беше установена (Фиг. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За периода 2010-2019 г. за месеците април-октомври беше направен анализ на връзката между

Табл. 1. Корелационен коефициент на Пийърсън r и неговата статистическа значимост p за зависимостта между температурата на морската вода във Варненския залив и слънчевата енергия за периода 2010-2019 г.

	April	May	June	July	August	September	October
r	0.188	0.147	0.135	0.155	0.006	0.120	0.157
$p <$	0.01	0.05	0.05	0.01	-	0.05	0.01

Фиг. 4. „Scatter plot“ диаграма на зависимостта между температурата на морската вода във Варненския залив и слънчевата енергия през август в периода 2010-2019 г.

слънчевата енергия и температурата на морската вода във Варненския залив.

Морската вода се характеризира с голяма топлоемкост (2), което обуславя акумулирането на големи количества енергия. В тази връзка може да се очаква повишаване на нейната температура заедно с увеличаване количеството слънчева радиация. Получените до момента резултати показват, че това е така от април до юни. През юли и август, когато средните й стойности достигат своя максимум, слънчевата радиация бавно намалява. От друга страна, през юли и август някои от метеорологичните елементи имат особености в разпределението си, изразяващи се в следното: средното количество на облачността е много малко; средните температури на въздуха са най-високи; средната скорост на вятъра в за-

лива най-малка (около 3 м/с) (3), което се дължи и на неговото географско разположение; средната месечна стойност на височината на значителната вълна е много ниска. В резултат на това настъпва интензифициране на топлинното движение на молекулите на водата, плътността ѝ намалява, наблюдава се по-слабо смесване на плитки с дълбочинни води и по този начин продължава по-нататъшно повишение на нейната температура. През юни постъпващата слънчевата енергия е средно най-висока като количество, а причината за наблюдаваните се екстремно ниски температури може да са както местни течения, част от Основното черноморско течение, така и случаи със силни продължителни ветрове откъм сушата. При такива ветрове повърхностните води от брега биват изтласквани към вътрешността и настъпва компенсиращо издигане на по-студени води от подповърхностните слоеве (явлението *upwelling*). През септември и октомври, на фона на непрекъснато намаляващо количество слънчева енергия, колебанията в средните стойности на температурата отново се увеличават. През тези месеци динамиката на атмосферните процеси се увеличава, а успоредно с това се променя и режимът на метеорологичните елементи. Прилежащият над водата въздух запазва сравнително висока температура си все повече за сметка на отдаването на топлина от морската повърхност.

Направеният статистически анализ с помощта на корелационния коефициент на Пийърсън показва, че има статистически значима линейна връзка между температурата на морската вода във Варненския залив и слънчевата енергия.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>
2. Пейчев В., Д. Димитров, 2012. Океанология. Изд. ОНГЪЛ, ISBN 978-954-8279-82-6, 492 стр.
3. Климатичен справочник на НР България, т. IV, 1982. Изд. Наука и изкуство, 382 стр.

Адрес за кореспонденция:

Венета Иванова
Национален институт по метеорология и
хидрология
Филиал Варна
местност Св. Никола 10
Варна
e-mail: veneta.ivanova@meteo.bg