

УДК: 551.576.2, 551.581.1

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ РЕГІОНАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ КІЛЬКОСТІ ЗАГАЛЬНОЇ ХМАРНОСТІ В МАРОККО НА ПЕРІОД 2020-2050 РР.

Юссеф Ель Хадрі

В. М. Хохлов, д-р геогр. наук, проф.

Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, magribinets@ukr.net

У статті наводяться результати розрахунків кількості загальної хмарності отримані за допомогою 11 регіональних кліматичних моделей проекту CORDEX на період 2020-2050 рр. у Марокко. Метою роботи є визначення можливих кількісних показників загальної хмарності та визначення ділянок території на яких хмарність буде надавати найменший вплив на кількість прямої сонячної радіації, що надходить до підстильної поверхні. В результаті проведеного аналізу визначений майбутній просторовий розподіл хмарності та характер її річного ходу в Марокко. Зроблений висновок, що в майбутньому велика частина території Марокко буде характеризуватися низькою кількістю загальної хмарності, що в свою чергу буде незначно впливатиме на кількість прямої сонячної радіації, що надходить до підстильної поверхні у цих районах.

Ключові слова: загальна хмарність, регіональні кліматичні моделі, Марокко.

1. ВСТУП

Сьогодні людство прийшло до усвідомлення, що єдиним реалістичним засобом для досягнення сталого розвитку та уникнення катастрофічних змін клімату є швидкий і глобальний перехід до відновлюваних енергетичних технологій. За результатами конференції зі зміни клімату, яка відбулася в Парижі в 2015 році, був розроблений глобальний план, метою якого є подвоєння частки відновлюваних енергетичних джерел в загальносвітовому виробництві енергії до 2030 року [1]. Втілення в життя цього плану має високе значення для досягнення «carbonfree» (енергія, виробництво якої не супроводжується викидами двоокису вуглецю) енергетичної системи, протягом найближчих 50 років, а також зменшення викликів глобальної енергетичної безпеки та ризиків для навколишнього середовища і здоров'я людини. Використання сонячної енергії є одним з найбільш перспективних напрямків розвитку відновлюваних джерел енергії.

Для оцінки потенціалу сонячної енергії і прогнозу його зміни, важливим є вивчення трендів актинометричних величин [2, 3]. Дані про прихід сонячної радіації за різні відрізки часу свідчать про його значну мінливість протягом року, сезону і доби, обумовлену астрономічними факторами, прозорістю атмосфери та режимом хмарності. Хмарність значно впливає на кількість сумарної радіації, що надходить до підстильної поверхні і тривалість сонячного саява. Зміна місячних

сум сумарної радіації при фактичних умовах хмарності обумовлена, в основному, особливостями її річного ходу [4].

Оцінка енергетичної ефективності сонячних установок, як правило, проводиться на основі розрахунків приходу сонячної радіації при безхмарному небі [5]. Потім, для підвищення точності оцінки, виконується уточнення технічного потенціалу сонячних установок в залежності від їх параметрів і погодних умов [5]. Таким чином, можна сказати, що погодні умови, а саме хмарність, надають істотний вплив на кінцеву виробку електроенергії за допомогою сонячних установок.

Дослідження показують [5], що величина сонячного енергетичного потенціалу з урахуванням хмарності може мати значення менше прийнятих при безхмарному небі в два і більше разів. В результаті необхідно вносити поправки в меншу сторону щодо кількості електроенергії, яка може бути вироблена сонячними елементами, що, в свою чергу, внесе зміни в термін окупності проектів по використанню сонячної енергії.

Сонячні ресурси є в достатку по всій території Марокко. Південно-східна частина країни має достатні ресурси для використання геліотермальних (CSP – Concentrated Solar Power) електростанцій, в той час як у північно-західній частині існують оптимальні умови для впровадження фотоелектричних проектів.

Формування режиму хмарності відбувається,

як під впливом циркуляційних процесів, так і під впливом підстильної поверхні на повітряні маси [6].

Джерелами вологих повітряних мас, що потрапляють на територію Марокко, є перенесення вологого Атлантичного повітря вглиб континенту і проникнення вологого тропічного повітря із Західної Африки на територію Марокко [7]. Гірські масиви Середнього, Високого Атласу, Антиатласу і Ер-Рифу істотно впливають на повторюваність хмарності в цих районах, створюють розкид в розподілі від сезону до сезону та значне різномайття форм хмарності.

Схили гір впливають на формування хмарності. На навітряних схилах відбувається вимушене натікання повітряних потоків і виникає впорядкована конвекція гірно-долинної циркуляції, в результаті чого відбувається інтенсивне хмароутворення і збільшується повторюваність похмурого неба. На підвітряних схилах, завдяки низхідним рухам повітря, хмарність розмивається.

Метою цього дослідження є визначення особливостей просторово-часового розподілу загальної хмарності на території Марокко у найближчому майбутньому.

2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАРОККО

Марокко знаходиться на північному сході Африки (рис. 1), в межах від 20° до 35° півн. ш. Площа території складає 446550 км². На півночі Марокко омивається водами Середземного моря, а на заході – Атлантичного океану. Марокко відокремлюється від Європи Гібралтарською протокою. Східні кордони проходять всередині континенту.

Територію країни можна розділити на чотири фізико-географічні регіони: Ер-Риф (гірський район), розташований паралельно Середземноморському узбережжю, його висота не перевищує 1500 м; Атлаські гори, які пролягають з південного заходу на північний схід і розділені на три основні хребти: Антиатлас (2360 м), Високий Атлас, вершини якого перевищують 3700 м, і Середній Атлас, північна частина якого є плато розташоване на висоті близько 1800 м; регіон прибережних рівнин, що лежать на Атлантичному узбережжі; долини, розташовані на південь від Атлаських гір, що переходять у пустелю.

Гірський хребет Атлас проходить через центр країни, утворюючи розділову лінію між двома основними кліматичними зонами: середземноморським північним прибережним регіоном, та

південним, внутрішнім районом, який знаходиться на краю гарячої пустелі Сахара.

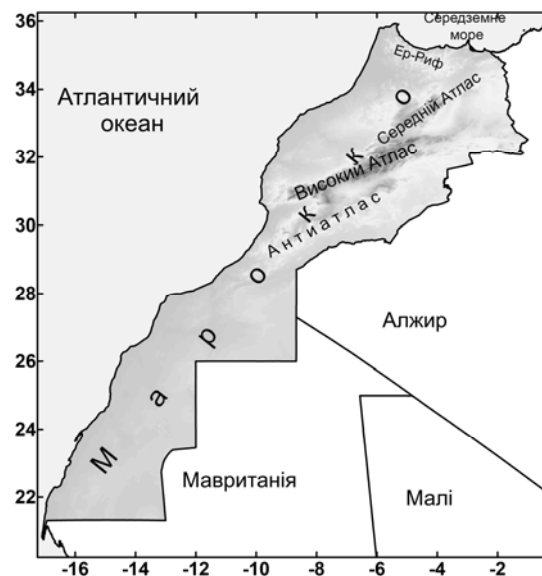


Рис. 1 – Фізико-географічна карта Марокко

За класифікацією кліматів Кеппена, клімат в північній частині Марокко відноситься до спекотного середземноморського клімату (Csa), в центральних гірських районах зустрічаються прохолодний напівпустельний (BSk) та прохолодний клімат пустель (BWk), на південних схилах Атлаських гір відзначається спекотний напівпустельний клімат (BSh), південна половина країни характеризується спекотним пустельним кліматом (BWh).

3. МЕТОДИ І МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У дослідженні були використані дані регіонального кліматичного моделювання з високим просторовим розрішенням проекту CORDEX [8]. Кліматичні дані CORDEX отримані з аналізу даних спостережень (1988-2010 рр.) або з глобальних кліматичних моделей (1950-2100 рр.). Масштабування виконується з використанням декількох регіональних моделей клімату та методів статистичного даунскейлінга.

Симуляції регіональних кліматичних моделей (РКМ) надають можливості для більш глибокого розуміння атмосферних процесів у досліджуваному регіоні та оцінки їх можливих змін в майбутньому.

Найбільш високу успішність відтворення середніх кліматичних характеристик, при порівнянні з даними спостережень, як правило, показує результат усереднення за ансамблем моделей. Це пов'язано з тим, що систематичні помилки, властиві кожній моделі окремо часто є випа-

Таблиця 1 – Характеристики регіональних кліматичних моделей

№ моделі	Назва моделі	Модель загальної циркуляції атмосфери	Інститут-розробник
M1	KNMI-ICHEC-EC-EARTH	IFS	CNRM, Франція
M2	CanESM2	CanCM4	CCCMA, Канада
M3	CNRM-CM5	ARPEGE	CNRM / CERFACS, Франція
M4	SMHI-ICHEC-EC-EARTH	IFS	CNRM, Франція
M5	CSIRO Mark 3.6	Mk3 AGCM	CSIRO, Австралія
M6	IPSL-CM5A-MR	LMDZ	IPSL, Франція
M7	MIROC5	AGCM CCSR	AORI/NIES/JAME S&T, Японія
M8	HadGEM2-ES	HadGEM2-A	Hadley Center, Великобританія
M9	MPI-ESM-LR	ECHAM6	MPI, Німеччина
M10	NorESM1	CAM4-Oslo	NCC, Норвегія
M11	GFDL-ESM2M	AM3	GFDL, США

дковими по відношенню до ансамблю моделей і при осередненні за ансамблем взаємно компенсуються [9].

У роботі використовувались результати моделювання РКМ за сценарієм RCP 4.5 для регіону Африки, подані у прямокутній системі координат з просторовим розрешенням ≈ 44 км. Для аналізу використовувався ансамбль з 11 кліматичних моделей, розроблених в дослідних інститутах і метеорологічних центрах різних країн світу (табл. 1).

В результаті розрахунку РКМ були отримані середньомісячні значення кількості загальної хмарності (Total Cloud Fraction, – TC) на період 2020-2050 рр. для території Марокко. TC визначається як сумарна частка небосхилу, яка закрита усіма видами хмар від усієї видимої поверхні небосхилу і приймає значення від 0% до 100%. На основі середньомісячних значень TC було розраховане середньорічне значення TC.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз показав, що на більшій частині території Марокко середньорічне значення TC становитиме від 20 до 40 % (рис. 2). Найбільш високі значення TC (від 40 до 60 %) будуть характерні для горних районів Високого Атласу, Ер-Рифу, Таоурірт-Уджди, та на ділянках Атлантичного узбережжя в районі населених пунктів Ель-Джадіда, Сафі, Ель-Аюн, Буждур, Дахла. Найбільш низькі значення TC (від 0 до 20 %) прогноуються на прикордонних з Алжиром низинних районах адміністративної області Сус-Масса, яка розташована біля підніжжя південних схилів Антиатласу.

Як було сказано вище, джерелом вологих повітряних мас в Марокко є перенесення вологого Атлантичного повітря вглиб континенту. Надалі

відбувається його натикання на західні схили Атлаських гір, що призводить до високої повторюваності хмарності в цих районах. Потім, переваливши через гірські хребти Атласу, повітря опускається по східних та південно-східних схилах, воно нагрівається і висушується, в результаті чого, відбувається розмивання хмарності, наслідком чого є переважання ясної погоди в прикордонних з Алжиром областях.

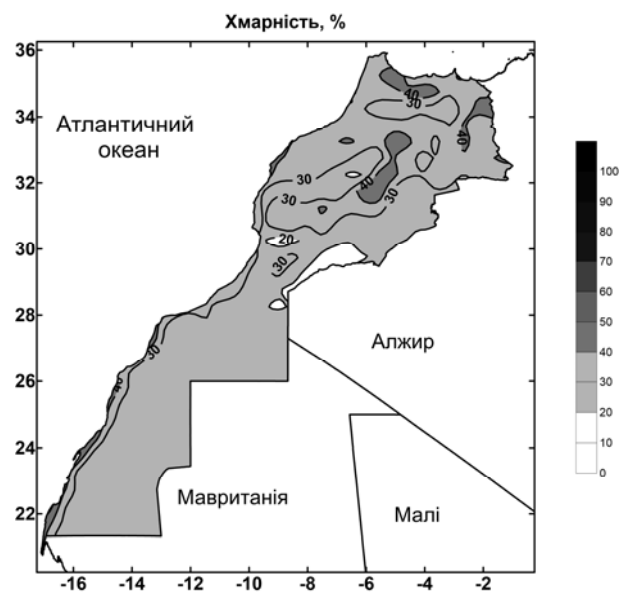


Рис. 2 – Проекція середньорічної кількості загальної хмарності (%) в Марокко на період 2020-2050 рр.

Високі значення TC на Атлантичному узбережжі викликані перенесенням на континент хмарності утвореної над поверхнею Атлантичного океану. Біля узбережжя Марокко протікає Канарська течія, над холодними водами якої створюються сприятливі умови для конденсації вологого морського повітря, з подальшим виникненням туманів і шаруватої хмарності нижнього ярусу [10].

Аналіз характеру річного ходу ТС показав, що на більшій частині території Марокко в період осінь-зима буде відбуватися збільшення значення ТС (рис. 3а; г), а у весняно-літній період буде відзначатися його знижене (рис. 3б; в). Для більш детального аналізу територію можна поділити на такі зони.

1. Північна частина Марокко, що включає прибережні рівнини Атлантичного океану, Середземноморське узбережжя, гори Ер-Риф і гірські плато, розташовані в північно-східній частині країни на кордоні з Алжиром. У цих районах підвищені середньомісячні значення ТС (40-60 %) будуть відзначатися з грудня по березень,

а в період з червня по серпень ці значення не будуть перевищувати 30 %.

2. Гірські райони Високого і Середнього Атласу. На цій ділянці найбільшу кількість ТС потрібно очікувати в липні-серпні (40-70 %), а мінімум ТС буде припадати на травень місяць (близько 30 %).

3. Ділянка Атлантичного узбережжя від міста Агадір до кордону з Мавританією. У цій зоні підвищене значення ТС може спостерігатися в період з травня по жовтень (40-60 %), а з грудня по лютий величина ТС буде перебувати в межах 30-40 %.

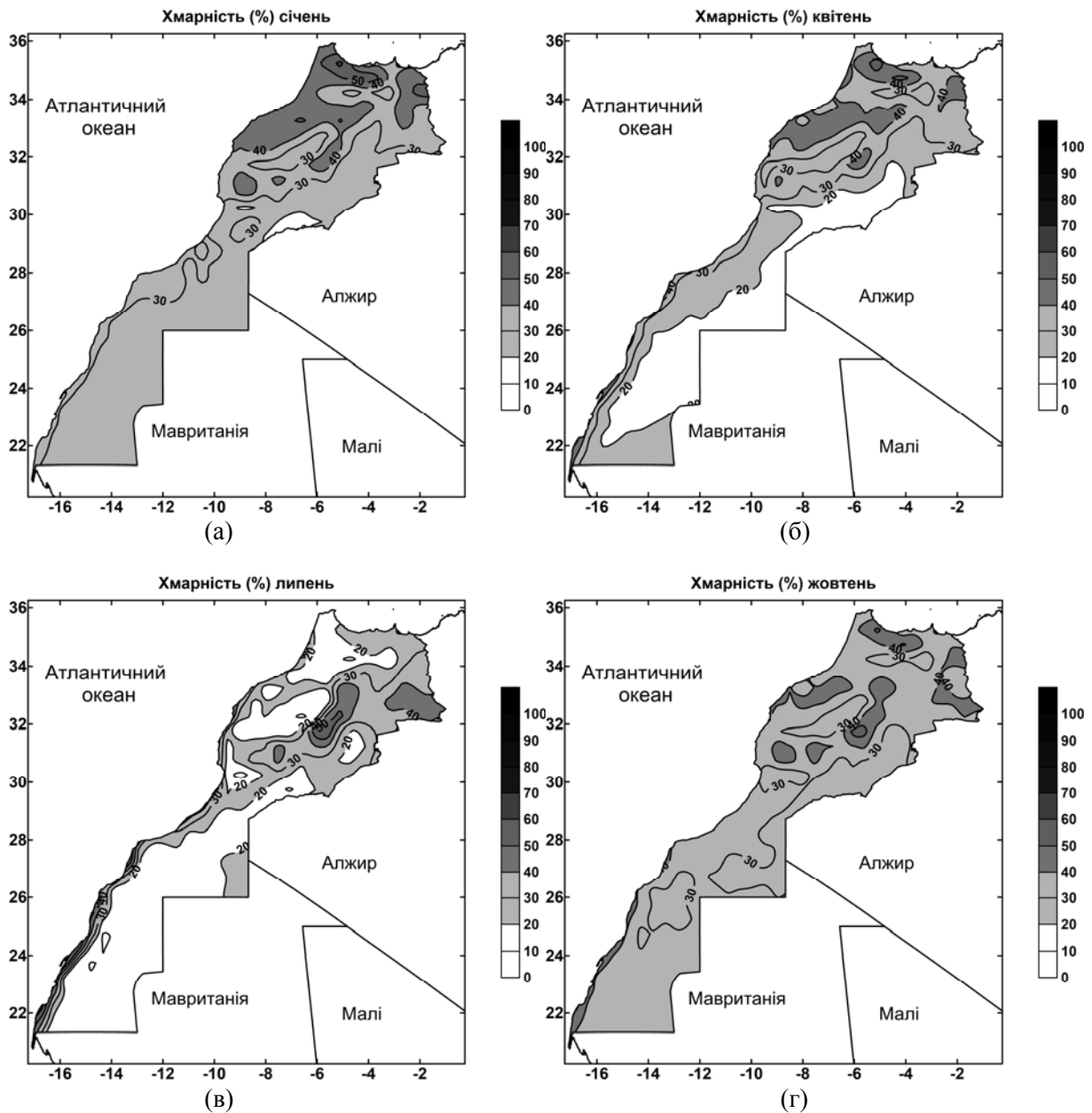


Рис. 3 – Проекції середньомісячної кількості загальної хмарності (%) в Марокко на період 2020-2050 рр.: (а) – січень, (б) – квітень, (в) – липень, (г) – жовтень

4. Південна частина Марокко, без узбережжя Атлантичного океану. Річний хід ТС на цій території буде мати максимум у вересні (30-40 %), а мінімальні значення ТС буду відзначатися з квітня по серпень (10-20 %).

Розподіл території Марокко на зони, в залежності від характеру річного ходу хмарності свідчить, що і в майбутньому на її формування в різних частинах країни будуть впливати різні чинники.

Річний хід хмарності в основному визначається циркуляційними процесами, але в гірських районах провідну роль у його формуванні може грати сезонність у розвитку конвекції. Це відбувається на підвітряних схилах гір, де фронтальна хмарність, пов'язана з процесами загальної циркуляції атмосфери, розмивається при перевалюванні через гірські хребти. Тому наявність літнього максимуму і зимового мінімуму у річному ході хмарності має бути обумовлена сезонною зміною в умовах конвекції [6].

Як відомо, в субтропічній зоні циркуляція атмосфери взимку носить циклонічний характер. Таким чином, можна зробити висновок, що і в майбутньому на формування режиму хмарності в північній частині Марокко будуть впливати процеси загальної циркуляції атмосфери. У гірських районах Атласу, основним фактором, який впливає на формування режиму хмарності, буде протікання процесів конвекції.

Зростання кількості хмарності літом в південній частині Атлантичного узбережжя Марокко буде обумовлене зростанням в цей період року різниці між температурою морської води в Канарській течії і температурою повітря.

На характер режиму хмарності в південній частині Марокко, як і на півночі країни, будуть впливати процеси загальної циркуляції атмосфери, з тією відмінністю, що в цій частині Марокко характер циркуляції обумовлений сезонними змінами інтенсивності пасату. У період з травня по серпень в цьому регіоні відбувається його посилення, в результаті чого дана територія знаходиться під впливом східних і північно-східних повітряних потоків [11], які переносять сухі гарячі повітряні маси з пустелі Сахара на узбережжя Атлантики.

З точки зору геліоенергетики, в південній частині Марокко, за винятком узбережжя, протягом усього року хмарність буде надавати найменшого впливу на кількість сонячної енергії, що доходить до земної поверхні. У північній і центральній частині Марокко в районі, де розташовані прибережні рівнини, кліматичні моделі

прогнозують значну річну амплітуду ТС, тут хмарність надаватиме найменший вплив на прихід сонячної радіації в літні місяці. У гірських районах і на узбережжі протягом усього року моделюється підвищене значення ТС, це буде значно знижувати кількість сонячної радіації, що доходить до земної поверхні, і чинити негативний вплив на виробництво електроенергії від сонячних елементів.

5. ВИСНОВКИ

З проведеного аналізу можна зробити наступні висновки. Величина середньорічної кількості загальної хмарності на території Марокко буде мати найменші значення в прикордонних з Алжиром рівнинних районах адміністративної області Сус–Масса, що знаходяться біля підніжжя південних схилів Антиатласу.

Аналіз річного ходу кількості загальної хмарності показав, що в майбутньому в різних частинах країни він буде мати різний характер внаслідок різноманітності причин, які впливають на його формування.

Зоною з найменшими значеннями кількості загальної хмарності протягом всього року буде район, що займає південну частину адміністративної області Драа – Тафілалет, та області Сус–Масса, Гульмім – Уед-Нун, Ель-Аюн – Сегіетель-Хамра, Дахла – Уед-ед-Дахаб, виключаючи їх прибережні до Атлантичного океану частини.

У північній і центральній частині Марокко в районі, що займає рівнинні частини адміністративних областей Фес – Мекнес, Рабат – Сале – Кенітра, Бені-Меллаль – Хеніфра, Марракеш – Сафі, північну частину області Драа – Тафілалет, буде відзначатися значна річна амплітуда кількості загальної хмарності. У цих районах найменший вплив на сонячну радіацію, що доходить до поверхні землі, хмарність надаватиме в літні місяці.

Загальний висновок полягає в тому, що в майбутньому велика частина території Марокко буде характеризуватися низькою кількістю загальної хмарності, що в свою чергу буде незначно впливатиме на кількість сонячної радіації, що надходить до підстильної поверхні у цих районах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Roadmap for a renewable energy future*. URL: www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REmap_2016_edition_summary.pdf (accessed: 10.01.2017)
2. Рекомендации по определению климатических характеристик гелиоэнергетических ресурсов на территории

- СССР / Гл. геофиз. обсерватория им. А.И. Воейкова, Гос. н.-и. энерг. ин-т им. Г. М. Кржижановского. Ленинград : Гидрометеиздат, 1987. 30 с.
- Климатические данные для возобновляемой энергетики России (база климатических данных): учебн. пособ. / О. С. Попель и др. Москва: Из-во МФТИ, 2010. 56 с.
 - Севастьянова Л. М., Никольченко Ю. Н. Потенциальные ветро- и гелиоэнергетические ресурсы в Алтайском крае. *Вестник Томского государственного университета*. 2012. № 365. С. 187-193.
 - Шакиров В. А., Артемьев А. Ю. Методика учета влияния облачности на поток солнечной радиации по данным архивов метеостанций. *Системы. Методы. Технологии*. 2014. № 4(24). С. 79-83
 - Алисов Б. П., Полтараус Б. В. Климатология. Москва: Изд-во МГУ, 1974. 300 с.
 - Born, K., Christoph, M., Fink, A.H., Knippertz, P., Paeth, H., Speth, P. (2008). Moroccan climate in the present and future: combined view from observational data and regional climate scenarios. In: Zereini, F.H., Hötzl, A.A. (Eds). *Climatic Changes and Water Resources in the Middle East and North Africa: Part of the series Environmental Science and Engineering*, pp. 29-45.
 - IS-ENES climate4impact portal. URL: <https://climate4impact.eu/> (accessed: 23.09.2017)
 - Павлова Т. В., Катцов В. М., Мелешко В. П., Школьник И. М., Говоркова В. А., Надежина Е. Д. Новое поколение климатических моделей. *Труды ГГО*. 2014. Вып. 575. С. 5-64.
 - Marzol, M.V., Sánchez, J.L., Yanes, A. (2011). Meteorological patterns and fog water collection in Morocco and the Canary Islands. *Erdkunde*, 65(3), 291–303.
 - Слизе М. О., Семергей-Чумаченко А. Б., Эль Хадри Юссеф. Современное распределение ветра в Марокко. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. №17. С. 61-69.
 - gelioenergeticheskikh resursov na territorii SSSR*. [Recommendations for determining the climatic characteristics of solar energy resources on the territory of the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat. (in Russ.)
 - Popel, O.S., Frid, S.E., Kiseleva, S.V., Kolomiets, Ju.G., Lisitskaya, N.V. (2010). *Klimaticheskie dannye dlya возобновляемой энергетики России (база климатических данных)* [Climatic data for renewable energy in Russia (climate data base)]. Moscow: Publ. MIPT. (in Russ.)
 - Sevastyanova, L.M., Nikolchenko, Yu.N. (2012). [Potential wind and solar energy resources in the Altai Territory]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University], 365, 187-193. (in Russ.)
 - Shakirov, V.A., Artemyev, A.Yu. (2014). [Method of accounting for the effect of cloudiness on the flux of solar radiation from the meteorological data archives]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies], 4(24), 79-83. (in Russ.)
 - Alisov, B.P., Poltaraus, B.V. (1974). *Klimatologiya* [Climatology]. Moscow: MSU. (in Russ.)
 - Born, K., Christoph, M., Fink, A.H., Knippertz, P., Paeth, H., Speth, P. (2008). Moroccan climate in the present and future: combined view from observational data and regional climate scenarios. In: F.H. Zereini, A.A. Hötzl (Eds). *Climatic Changes and Water Resources in the Middle East and North Africa: Part of the series Environmental Science and Engineering*, pp. 29-45.
 - IS-ENES climate4impact portal. Available at: <https://climate4impact.eu/> (accessed: 23.09.2017)
 - Pavlova, T.V., Katsov, V.M., Meleshko, V.P., Shkolnik, I. M., Govorkova, V.A., Nadezhina, E.D. (2014). [A new generation of climate models]. *Trudy GGO im. A. I. Voeykova* [Proceedings of Voeikov Main Geophysical Observatory], 575, 5-64. (in Russ.)
 - Marzol, M.V., Sánchez, J.L., Yanes, A. (2011). Meteorological patterns and fog water collection in Morocco and the Canary Islands. *Erdkunde*, 65(3), 291–303.
 - Slizhe, M.O., Semergey-Chumachenko, A.B., El Hadri, Youssef. (2016). [Current distribution of wind in Morocco]. *Ukrainian hydro-meteorological journal*, 17, 61-69. (in Russ.)

REFERENCES

SIMULATION OF REGIONAL CLIMATE MODELS OF TOTAL CLOUD FRACTION IN MOROCCO FOR THE PERIOD OF 2020-2050

Youssef El Hadri

V. M. Khokhlov, Dr Sci (Geogr.), Prof.,

Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, magribinets@ukr.net

The Moroccan energy system is highly dependent on external energy markets. The use of solar energy is one of the most promising ways in the development of renewable energy sources. At the moment, there are several scenarios for the development of renewable energy in Morocco diverging only in quantitative assessments. All of them are aimed at increasing the generation of green energy, from the complete satisfaction of all needs of Moroccan consumers to the opportunity of exporting some of its environmentally friendly electricity to Europe. Estimation of energy efficiency of solar installations is usually carried out on the basis of calculations of solar

radiation arrival in the presence of cloudless sky. Clouds significantly reduce amount of solar radiation and sunshine duration.

This study is aimed at determination of possible quantitative parameters of the total cloud cover and the areas in which the cloud cover would have the least impact on the amount of incoming solar radiation in Morocco in 2020-2050. The article presents the results of simulation of total cloud fraction using 11 regional climate models of CORDEX project for the period of 2020-2050 in Morocco. For the period of 2020-2050 the average values of total cloud fraction on the territory of Morocco will have the smallest values within the plains located near the border with Algeria on the territory of the prefecture of Sous-Massa lying at the foot of the southern slopes of the Anti-Atlas. The analysis of the annual regime of total cloud fraction showed that in the future it will be of a different nature in different parts of the country due to various factors affecting its formation. The area with the smallest volumes of monthly total cloud fraction will lie within the territory the southern part of prefecture Draa-Tafilalet and prefectures Sous-Massa, Guelmim-Oued Noun, Laayoune-Sakia El Hamra, Dakhla-Oued Ed-Dahab excluding their coastal parts of the Atlantic Ocean.

In the future most of the territory of Morocco will be characterized by a low amount of total cloud fraction, which, in its turn, will have an insignificant effect on the amount of solar radiation entering to the underlying surface of these areas. In terms of solar power, the best conditions will exist at the southern parts of Morocco, excluding the coast where the total cloud fraction will have the least impact on the amount of solar radiation reaching the earth's surface and on sunshine duration.

Keywords: total cloud fraction, total cloud cover, regional climate models, Morocco.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОЛИЧЕСТВА ОБЩЕЙ ОБЛАЧНОСТИ В МАРОККО НА ПЕРИОД 2020-2050 ГГ.

Юссеф Эль Хадри

В. Н. Хохлов, д-р геогр. наук, проф.

*Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, magribinets@ukr.net*

В статье приводятся результаты расчетов количества общей облачности, полученные с помощью 11 региональных климатических моделей проекта CORDEX на период 2020-2050 гг. в Марокко. Цель работы заключалась в определении возможных количественных показателей общей облачности и определении участков территории, на которых облачность будет оказывать наименьшее влияние на количество поступающей солнечной радиации. В результате проведенного анализа было определено будущее пространственное распределение облачности и характер ее годового хода в Марокко. В будущем большая часть территории Марокко будет характеризоваться низким количеством общей облачности, что в свою очередь окажет незначительное влияние на количество солнечной радиации, поступающей к подстилающей поверхности в этих районах.

Ключевые слова: общая облачность, региональные климатические модели, Марокко.

*Подання до редакції : 13. 03. 2018
Надходження остаточної версії : 23. 05. 2018
Публікація статті : 29. 06. 2018*