

the year during both periods there is a certain stability in the presentation of ice deposits in the territory of Ukraine and the preservation of most of the main centers of their localization in certain areas. It is shown that in the months of transitional seasons, in the years of maximum spread of ice deposits, they are more often observed in the northeast (April) and in southern regions in the direction from south-west to south-east (October).

In the result of the study held, a number of visas were presented at the discretion of the special features of roztashuvannya soredkiv vidkladen ozheledi at the rocks of the maximum distribution:

- In the context of the general field of ice deposits in the territory of Ukraine formed more localized cells of deposits of ice, which in turn are connected not only with weather conditions, but also with the features of the landscape structure of the territory.

- Quite often in the months of the cold period of the year, in both studied periods, ice spreading centers in several areas may be interconnected, namely, covering several areas at once with the formation of some more powerful centers.

- Separate cells reveal a certain autonomy in their manifestation. So, they can include deposits of deposits in the Lviv and Transcarpathian regions. Concretely this is the region in the north of Lviv region in the Brody district - Rava-Ruska - Kamyanka-Buzka - Lviv, as well as the region of the Lower Gate - Play and Uzhhorod. In addition, such regions include the southwest of Odessa (Sarata - Bolgrad - Izmail), as well as the ridge of the Angarsk Pass and Ai Petri.

- For most months of the period in the studied years of 1961-1990, the presence of a rather large number of individual cells of deposits of high quality ice deposits, as opposed to the period of 1991-2015, was established where such cells were slightly smaller and the field of sediments was slightly more fluid.

- For April of the year 1961-1990, it was found that the distribution of cases of ice deposits was mostly observed in the central, northeastern and eastern regions, and in 1991-2015 in the northeastern part. In October 1961-1990, the main centers of such deposits were in the northeastern and eastern parts of the state, and in 1991-2015, mostly in the southern regions, from southwest to southeast. In autumn, deposition of ice is first formed in the area of Play, where appropriate conditions are created.

- In general, for the perl of 1961-1990, the studied years are for the most part related to the beginning or the middle, and in the period 1991-2015 they are mostly related to the middle or to the end. In addition, it should be emphasized that in 1991-2015, 2010 was a prominent year when, during 2 consecutive months (January-February), a significant number of cases of ice deposits were observed on the territory of Ukraine.

- It was established that the main centers of deposits of ice deposits are stable in time and space throughout Ukraine and this is characteristic of all regions.

Keywords: deposits of ice, ice spreading centers, standard ice machine, climatological standard norm, modern state of the climate system.

Надійшла до редколегії 18.10.2018

УДК 551.509.313.1:551.58

Гуда К. В., Остроградська О. С.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ

РЕАНАЛІЗ: ПРИКЛАДНІ ТА ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ ЄВРОПИ

Ключові слова: реаналіз, температура повітря, швидкість вітру, опади

Актуальність проблеми. Реаналіз – обчислені метеорологічні величини (температура повітря, тиск і вітер на різних висотах; опади; температура морської поверхні та ін.) та параметри у вузлах регулярної сітки за минулі роки, отримані за допомогою глобальної чисельної атмосферної моделі з асиміляцією даних спостережень [25].

За останні 20 років реаналіз атмосферних даних став сполучною ланкою між спостереженнями та моделюванням і цим значно покращив можливості аналізу мінливості клімату.

Реаналіз дозволяє проводити ретельний моніторинг кліматичної системи Землі, де прямі спостереження є нещільними (наприклад, за підвищенням

ISSN:2306-5680 **Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2018. № 4 (51)**

температури поверхні Арктики), а його дані використовуються для досліджень та навчання, а також для комерційних застосувань [26].

На фоні сучасних глобальних та регіональних змін клімату важливим є вивчення динаміки основних параметрів атмосфери, а для високоякісних та узгоджених оцінок її стану актуальним є ознайомлення із таким методом та інструментом досліджень як реаналіз.

Мета даної оглядової статті – висвітлення стану питання щодо основних характеристик реаналізів, наукових досліджень останніх років на території Європи, проведених на основі реаналізів ECMWF (ERA-40, ERA-Interim, ERA-5) і NCEP/NCAR, та досвіду їх використання для вирішення прикладних задач.

Реаналізи, їх розробка та характеристики. Перший продукт реаналізу ECMWF, ERA-15, був розрахований для часового проміжку в 15 років, починаючи із грудня 1978 року по лютий 1994 року. Другий продукт, ERA-40 (спочатку передбачений як 40-річний реаналіз), розпочався у 1957 році (Міжнародний геофізичний рік) і охоплював період у 45 років, до 2002 року [27]. ERA-Interim – глобальний атмосферний реаналіз, який охоплює період з 1979 року до тепер і постійно оновлюється у режимі реального часу. Система асиміляції даних, що використовується для створення ERA-Interim, базується на моделі IFS (версія Cy31r2) 2006 року. Система включає 4-мірний варіаційний аналіз (4D-Var) із 12-годинним вікном аналізу. Просторова роздільна здатність набору даних становить приблизно 80 км (T255) на 60 вертикальних рівнях від поверхні до 0,1 гПа [28]. Дані реаналізу описуються як миттєві. Аналізи доступні кожні 6 годин (0, 6, 12, 18 UTC), а прогнози двічі на день (із 00 і 12 UTC) забезпечують вихідні дані для параметрів приземних та ізобаричних рівнів на етапах прогнозування кожні 3 години (до 24 годин), потім зі зменшенням частоти до 10 днів. Залежно від параметра, прогнозовані дані в ERA-Interim є миттєвими або накопиченими із початку прогнозу; прогнози – двічі на добу, починаючи із 00 та 12 UTC [29].

Відносно нещодавно ECMWF випустив новий продукт ERA5 – п'яте покоління атмосферних реаналізів глобального клімату. ERA5 є першим реаналізом, який створений в якості оперативного сервісу, а його дані мають значно вищу просторову і часову роздільні здатності, ніж у його попередника ERA-Interim: годинні поля аналізу доступні при горизонтальній роздільній здатності 31 км і на 137 рівнях від поверхні до 0,01 гПа (близько 80 км). Крім того, інформація про невизначеність забезпечується для кожного параметра при 3-годинних інтервалах та із горизонтальною роздільною здатністю 62 км. Порівняно із ERA-Interim, багато нових параметрів, таких як 100-метрові компоненти вітру, є доступними як частина вихідних даних. База даних, яка містить всі вхідні спостереження, разом із докладною інформацією про те, як вони використовуються, буде доступною для користувачів. Загалом, вся продукція ERA5 генеруватиме приблизно 9 петабайт даних [26].

Реаналізи і ERA5, і ERA-Interim можуть забезпечити детальний опис атмосферної циркуляції протягом останніх 40-65 років [29]. Проект реаналізу NCEP/NCAR є спільним проектом Національного центру передбачення стану навколишнього середовища (NCEP) та Національного центру атмосферних досліджень (NCAR). Мета цих спільних зусиль – створення нових атмосферних аналізів із використанням історичних даних (з 1948 р.), а також для аналізу поточного стану атмосфери (система асиміляції кліматичних даних, CDAS) [30].

Якість та цінність реаналізів повинні перевершувати первинні аналізи NCEP, оскільки використовується найновіша система асиміляції даних та більше даних

Таблиця 1. Порівняння реаналізів ERA-Interim та ERA5 [31]

Параметри	ERA-Interim	ERA5
Період	1979 – по теперішній час	1979 – по теперішній час
Початок виробництва	Серпень 2006	Січень 2016, 1979-NRT: кін. 2017
Система асиміляції	Технологія 2006 (4D-Var)	Сучасний стан (12 год 4D-Var із EDA)
Вхідний вплив моделі (радіація та підстильна поверхня)	Як і в оперативній діяльності (непослідовна температура поверхні моря)	Адекватний щодо клімату, викидів парникових газів, виверження вулканів, температури поверхні моря та морського льоду
Просторова роздільна здатність	79 км глобально 60 рівнів до 10 Па	32 км глобально (T639) 137 рівнів до 1 Па
Оцінка невизначеності	—	На базі 10-членного ансамблю на 64 км (T319)
Місцева компонента	79 км	~ 10 км
Вихідна частота	6-годинне поле аналізу	Погодинно (три години для ансамблю), Розширений список параметрів ~ 5 Пета-байт
Додаткові спостереження	Переважно ERA-40, GTS	Різноманітні перероблені CDR, новітні інструменти
Варіаційні поправки систематичних похибок	Яскравісні характеристики за супутниковими даними Радіозонди: RASE	ERA-Interim + озон, літак, приземний тиск. Радіозонди: RICH + висота Сонця (RISE) Операційний контроль систематичних похибок із 2015 року

власне спостережень, був покращений контроль якості, процедура асиміляції моделі / даних залишатиметься практично незмінною протягом проекту, зберігається ще багато полів (наприклад, потенціальне завихрення на ізотропних поверхнях, діабатичне нагрівання), вони є глобальними (деякі старі аналізи були для півкулі), краща вертикальна просторова роздільна здатність (стратосфера) [30].

Однією із основних переваг реаналізу NCEP за спостереженнями є повнота їх просторового та часового охоплення. Це робить їх потенційно ідеальними для вивчення широких сфер кліматичних змін у глобальних та регіональних масштабах. Проте існує потреба в точному аналізі кліматичних умов території, що досліджується [6].

Реаналіз у дослідженнях змін клімату. Часто реаналіз можна вважати найкращою оцінкою багатьох метеорологічних величин, як-от вітер та температура. Проте його використання слід проводити із обережністю. Так, у роботі [2] порівняння температури приземного повітря, яка розрахована за даними реаналізу NCAR/NCEP із кліматичними даними про температуру на висоті 2 м показало, що дані реаналізу можуть бути використані як еталон при оцінці реалістичності відтворення температури приземного повітря.

Для оцінки ступеня вірогідності даних ERA-Interim щодо реальних часових рядів температури і опадів, був виконаний кореляційний аналіз між рядами добової температури й інтенсивності опадів по восьми станціях України та відповідними

метеорологічними величинами з полів реаналізу [3]. Для температури повітря щільність кореляційного зв'язку є вельми високою, особливо в холодне півріччя. По опадах кореляційний зв'язок менш тісний, що відповідає складності відтворення просторово-часової структури поля опадів у реаналізі. Отримані коефіцієнти кореляції для температури та опадів є значущими (для 5% рівня значущості), що дозволяє використовувати дані ERA-Interim для подальших розрахунків.

Приземні температури повітря змодельовані реаналізами ERA-40, ERA-Interim і NCEP/NCAR реаналіза (NNRP-1) у [18] були зіставлені зі спостереженнями на 11 синоптичних станціях в Ірландії за період 1989-2001. Три набори даних реаналізу показують гарне узгодження із даними спостережень та один з одним. Зведені статистичні дані та середні місячні температури за 1989-2001 період показали, що реаналізи були значно теплішими взимку, ніж спостереження. ERA-Interim був трохи кращим, ніж ERA-40 та NNRP-1 при моделюванні зимових температур, і мав більш високі коефіцієнти кореляції зі спостереженнями.

Зміни температури на г. Ловчорр (Хібіни, 1091 м н.р.м.) в період 1965-2015 рр., на метеорологічних станціях, розташованих на оточуючих Хібіни рівнинах, а також дані реаналізу температури повітря NCEP/NCAR розглянуто у [1]. Показано, що температура повітря в Хібінах підвищується у всі сезони, а дані реаналіза температури NCEP/NCAR на рівнях 925 і 850 гПа дуже добре відтворюють реальні варіації температури, які спостерігалися.

Спроба оцінити дані реаналізу щодо максимальної та мінімальної температури для території Греції для періоду 1958-2000 років була зроблена у [12]. З огляду на те, що доступні спостереження для грецьких станцій не включені як дані до реаналізу NCEP/NCAR, оцінка проводилася із використанням сіткових даних спостережень, які отримані із довгих часових рядів для досліджуваної території, використовуючи об'єктивну схему. Дані реаналізу порівнювалися із урахуванням внутрішньорічної мінливості протягом екстремальних років, середньорічної мінливості відповідних температурних аномалій та їх здатності представляти холодні і теплі періоди.

Також було розглянуто співвідношення між двома наборами даних щоденних та місячних значень. Загалом було встановлено, що між ними існує гарне узгодження, хоча деякі регіональні та сезонні відмінності існували. Наявність останніх пояснюється особливостями підстильної поверхні, що були невірною представлені у роздільній здатності моделі реаналізу, зокрема, розподіл суходіл-море та орографія [12].

Дані про температуру та опади реаналізу ERA-40 є недостатньо точними. Це пов'язано із грубою роздільною здатністю. Так, у полі опадів для території Угорщини, відмічаються найнижчі показники восени і влітку, а найбільші – взимку [32].

Прогностичні дані щодо опадів від реаналізу ERA-Interim (33 роки) оцінювалися за допомогою щоденних спостережень за опадами Англії та Уельсу, отриманих із мережі опадомірів [17]. Щоденні дані реаналізу та дані про опади, що спостерігаються, добре описуються розподілами Вейбулла із нерозрізненими формами, але різними є масштабні параметри. Реаналіз занижує спостереження у середньому на 22%. Кореляція між часовими рядами спостережень та рядами реаналізу ERA-Interim добових опадів становить 0,91. ERA-Interim також фіксує статистику екстремальних опадів, включаючи трохи меншу вірогідність випадків дуже сильних опадів (> 15 мм на добу в середньому по регіонах), ніж вказано у Weibull fit [17].

Порівняння подвійної статистики, що базується на продукті ERA-Interim та

співставлених спостереженнях за опадами із результатами, отриманими із змодельованих полів та спостережень, що базуються на даних метеорологічних радіолокаторів, а також гарне узгодження річної кількості опадів зі спостереженнями, вказують на те, що опади ERA-Interim мають достатню точність у районі Балтійського моря. Ці поля можуть бути використані у комбінації, наприклад, із інформацією про випаровування ERA-Interim, для оцінки щорічного бюджету прісної води, Р-Е. Однак найважливішим результатом є переоцінка ERA-Interim опадів зі збільшеним випаровування. Це має наслідки для солоності поверхні моря у підрахунках за часом [8].

Прикладні аспекти використання даних реаналізу. Вихідні дані метеорологічного реаналізу широко використовується як у науці, так і в промисловості для моделювання енергії вітру. Розподіл потоку вітрової енергії у Латвії на основі вимірювань швидкості вітру на висоті 10 м протягом двох років із 2015 по 2016 рік було досліджено у [5]. Було представлено результати моделювання просторового розподілу швидкості вітру із використанням кліматологічного реаналізу ERA5 на висотах 10, 54, 100 і 136 м із роздільною здатністю 31x31 км. Аналіз включав у себе порівняння фактичних результатів вимірювання швидкості вітру із результатами моделювання ERA5 для станцій метеорологічного спостереження в Айназі, Даугавпілсі, Прікелю, Салдусі та Вентспілсі.

У роботі [16] порівнювалися між собою три реаналізи ERA-40, ERA-Interim та NCEP/NCAR та (паралельно) із радіолокаційними спостереженнями із Праги, Порту Гарді та Валентії. Це порівняння проводилося для швидкості та напрямку вітру при рівнях тиску 100 і 10 гПа та для різних періодів між 1957 та 2009 роками. Результати показують, що відмінності між реаналізом можуть бути різними. Дані про швидкість вітру з усіх трьох аналізів обґрунтовано узгоджуються, за винятком історичних даних 10 гПа до 1966 р., а особливо дані ERA-40 наприкінці серії даних (1998-2001 рр.). Реаналіз NCEP/NCAR краще узгоджується із радіолокаційними спостереженнями у Празі, ніж ERA-40 та ERA-Interim.

Аналіз екстремального вітру зі швидкістю, обчисленою під час реаналізу NCEP/NCAR для вузлів сітки, розташованих над та поблизу Данії виконано у [13]. Було також проаналізовано характеристики вітру на висоті 10 м, 850 гПа та геострофічного вітру на рівні 850 гПа, 1000 гПа та на рівні моря. Встановлено, що вітер зі швидкістю 27 м/с на висоті 10 м в акваторії Північного моря на захід від Данії має повторюваність раз на 50 років. Це приблизно на 11% менше, ніж в оцінки, виконаної за даними спостережень. Аналізи вітру для 850 гПа і геострофічного вітру для 850 гПа або 1000 гПа дають подібні між собою значення (приблизно 42 м/с).

Статистичні характеристики швидкості приземного вітру над територією Німеччини вивчалися у [10]. Також порівнювалися два глобальні реаналізи ERA-Interim та ERA-20C із регіональним реаналізом (COSMO-REA6). Автори показали, що для більшості станцій параметри Вейбулла для середньодобової частоти швидкості вітру дуже добре узгоджуються із рівнями, отриманими із полів реаналізу. Високі кореляції (більше 0,9) можна знайти між станціями та середньомісячними швидкостями вітру по всій Німеччині.

Висновки. Реаналіз зарекомендував себе як надійне джерело щодо клімату минулого. Ряд проведених оцінок надійності його даних вказує на те, що він є майже ідеальним для вивчення широкого спектру кліматичних змін у глобальних та регіональних масштабах. Окрім досліджень кліматичних умов (як окремих територій, так і частин континентів) та змін клімату, дані реаналізу успішно використовуються для прикладних задач вітроенергетики. Попри наявність

вітчизняних публікацій із використанням даних реаналізу, оцінка його точності для території України не проводилася. Відкритим залишається питання (принаймні для території України) використання даних реаналізу щодо сонячної енергетики.

Список літератури

1. Демин В. И., Волков А. В. Сравнение скоростей потепления в Хибинах, на окружающей предгорной равнине и в свободной атмосфере // *Physics of Auroral Phenomena* : proc. of 39th annu. seminar (Apatity, 29 Febr.–4 March 2016). Apatity, 2016. С.150-153. 2. Рубинштейн К. Г., Оганесян В. В., Грачев Н. В. Воспроизведение приземной температуры воздуха и ее изменчивости. *Метеорология и Гидрология*. 2004. № 12. С. 42-51. 3. Семенова І. Синоптичні та кліматичні умови формування посушливих явищ в Україні : дис. док. геогр. наук: 11.00.09 / Семенова Інна Григорівна. Одеса. 2015. 296 с. 4. Accumulation over the Greenland Ice Sheet as Represented in Reanalysis Data / L. Chen, O. M. Johannessen, H. Wang, A. Ohmura. / *Advanced in Atmospheric Sciences*. 2011. Vol. 28. №5. P. 1-9. 5. Aniskevich S., Bezrukovs V., Zandovskis U., Bezrukovs D. Modelling the spatial distribution of wind energy resources in Latvia. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. 2017. № 6. P. 10-20. 6. Assessments of the reliability of NCEP circulation data and relationships with surface climate by direct comparisons with station based data / [P. A. Reid, P. D. Jones, O. Brown et al.]. // *Climate research*. 2001. Vol. 17. P. 247-261. 7. Boilley A., Wald L. Comparison between meteorological re-analyses from ERA-Interim and MERRA and measurements of daily solar irradiation at surface. *Renewable Energy*. 2015. Vol. 75. P. 135-143. 8. Bumke K. Validation of ERA-Interim Precipitation Estimates over the Baltic Sea. *Atmosphere*. 2016. №7 (82). P. 1-13. 9. Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR Reanalyses / R. M. Trigo, I. F. Trigo, C. C. DaCamara, T. J. Osborn. // *Climate Dynamics*. 2004. Vol. 23. P. 17-28. 10. Comparison of regional and global reanalysis near-surface winds with station observations over Germany / [A. S. Kaiser-Weiss, F. Kaspar, V. Heene et al.]. // *Adv. Sci. Res.* 2015. Vol. 12. P. 187-198. 11. Evaluation of global horizontal irradiance estimates from ERA5 and COSMO-REA6 reanalyses using ground and satellite-based data / [R. Urraca, T. Huld, A. Gracia-Amillo et al.]. // *Solar Energy*. 2018. Vol.164. P. 339-354. 12. Evaluation of maximum and minimum temperature of NCEP-NCAR reanalysis data over Greece / [H. A. Flocas, K. Tolika, C. Anagnostopoulou та ін.]. // *Theor. Appl. Climatol.* – 2005. – №80. – С. 49-65. 13. Frank H. P. Extreme winds over Denmark from the NCEP/NCAR reanalysis. Denmark. Forskningscenter Risoe. Risoe-R. 2001. No. 1238. P.1-28. 14. Gulev S. K., Zolina O., Grigiriev S. Extratropical cyclone variability in the Northern Hemisphere winter from the NCEP/ NCAR reanalysis data. *Climate Dynamics*. 2001. Vol. 17. P. 795-809. 15. Hersbach H., Dee D. ERA5 reanalysis is in production. *ECMWF Newsletter*. 2016. №147. P. 7. 16. Kozubek M., Laštovicka J., Křižan P. Differences in mid-latitude stratospheric winds between reanalysis data and versus radiosonde observations at Prague. *Annales Geophysicae*. – 2014. – Vol. 32. – P. 353-366. 17. Leeuw J., Methven J. and Blackburn M. Evaluation of ERA-Interim reanalysis precipitation products using England and Wales observations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 2015. 141 (688). P. 798806. 18. Mooney P. A., Mulligan F. J., Fealy R. Comparison of ERA-40, ERA-Interim and NCEP/NCAR reanalysis data with observed surface air temperatures over Ireland. *International journal of climatology*. 2011. Vol.31. P. 545-557. 19. Olauson J. ERA5: The new champion of wind power modelling? *Renewable Energy*. 2018. Vol. 126. P. 322-331. 20. Smirnova J., Golubkin P. Comparing Polar Lows in Atmospheric Reanalyses: Arctic System Reanalysis versus ERA-Interim. *Monthly Weather Review*. 2017. Vol. 145. P. 2375-2383. 21. Szot S., Kosowski M. A comparison of the radiosonde and NCEP–NCAR Reanalysis data over Central Europe. *International Scientific Conference Environmental changes and adaptation strategies* : proc. (Skalica, Slovakia, 9th - 11th September 2013). Skalica, 2013. 22. Tavolato C., Isaksen L. Data usage and quality control for ERA-40, ERA-Interim and the operational ECMWF data assimilation system. *ERA Report Series*. 2011. №7. P. 1-42. 23. The return period of wind storms over Europe / [P. M. Della-Marta, H. Mathis, C. Frei et al.]. // *International journal of climatology*. 2009. Vol. 29. P. 437–459. 24. Using ERA-Interim reanalysis for creating datasets of energy-relevant climate variables / [P. D. Jones, C. Harpham, A. Troccoli et al.]. // *Earth Syst. Sci. Data*.

2017. Vol. 9. P. 471–495. **25.** URL: <https://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis>. **26.** URL: <https://climate.copernicus.eu/products/climate-reanalysis>. **27.** URL: https://en.wikipedia.org/wiki/ECMWF_re-analysis **28.** URL: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/archive-datasets/reanalysis-datasets/era-interim> **29.** URL: <https://software.ecmwf.int/wiki/display/CKB/What+is+ERA-Interim> **30.** URL: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/wesley/reanalysis.html> **31.** URL: http://tir.web.elte.hu/workshop/presentations/8_HoranyiA_Reanalysis.pdf **32.** URL: https://www.met.hu/doc/tevekenyseg/klimamodellezes/Beszamolok06.03_EN.pdf

References

1. Demin V. I., Volkov A. V. Sravnenie skorostej poteplenija v Hibirah, na okruzhajushhej predgornoj ravnine i v svobodnoj atmosfere // Physics of Auroral Phenomena : proc. of 39th annu. seminar (Apatity, 29 Febr.–4 March 2016). Apatity, 2016. S.150-153. **2.** Rubinshtejn K. G., Oganessian V. V., Grachev N. V. Vosproizvedenie prizemnoj temperatury vozduha i ee izmenchivosti. Meteorologija i Gidrologija. 2004. № 12. S. 42-51. **3.** Semenova I. Synoptychni ta klimatychni umovy formuvannia posushlyvykh iavysch v Ukraini : dys. dok. heohr. nauk: 11.00.09 / Semenova Inna Hryhorivna. Odesa. 2015. 296 s. **4.** Accumulation over the Greenland Ice Sheet as Represented in Reanalysis Data / L. Chen, O. M. Johannessen, H. Wang, A. Ohmura. / Advanced in Atmospheric Sciences. 2011. Vol. 28. №5. P. 1-9. **5.** Aniskevich S., Bezrukovs V., Zandovskis U., Bezrukovs D. Modelling the spatial distribution of wind energy resources in Latvia. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. 2017. № 6. P. 10-20. **6.** Assessments of the reliability of NCEP circulation data and relationships with surface climate by direct comparisons with station based data / [P. A. Reid, P. D. Jones, O. Brown et al.]. // Climate research. 2001. Vol. 17. P. 247-261. **7.** Boilley A., Wald L. Comparison between meteorological re-analyses from ERA-Interim and MERRA and measurements of daily solar irradiation at surface. Renewable Energy. 2015. Vol. 75. P. 135-143. **8.** Bumke K. Validation of ERA-Interim Precipitation Estimates over the Baltic Sea. Atmosphere. 2016. №7 (82). P. 1-13. **9.** Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR Reanalyses / R. M.Trigo, I. F. Trigo, C. C. DaCamara, T. J. Osborn. // Climate Dynamics. 2004. Vol. 23. P. 17-28. **10.** Comparison of regional and global reanalysis near-surface winds with station observations over Germany / [A. S. Kaiser-Weiss, F. Kaspar, V. Heene et al.]. // Adv. Sci. Res. 2015. Vol. 12. P. 187-198. **11.** Evaluation of global horizontal irradiance estimates from ERA5 and COSMO-REA6 reanalyses using ground and satellite-based data / [R. Urraca, T. Huld, A. Gracia-Amillo et al.]. // Solar Energy. 2018. Vol.164. P. 339-354. **12.** Evaluation of maximum and minimum temperature of NCEP-NCAR reanalysis data over Greece / [H. A. Flocas, K. Tolika, C. Anagnostopoulou та ін.]. // Theor. Appl. Climatol. – 2005. – №80. – С. 49-65. **13.** Frank H. P. Extreme winds over Denmark from the NCEP/NCAR reanalysis. Denmark. Forskningscenter Risoe. Risoe-R. 2001. No. 1238. P.1-28. **14.** Gulev S. K., Zolina O., Grigiriev S. Extratropical cyclone variability in the Northern Hemisphere winter from the NCEP/ NCAR reanalysis data. Climate Dynamics. 2001. Vol. 17. P. 795-809. **15.** Hersbach H., Dee D. ERA5 reanalysis is in production. ECMWF Newsletter. 2016. №147. P. 7. **16.** Kozubek M., Laštovicka J., Križan P. Differences in mid-latitude stratospheric winds between reanalysis data and versus radiosonde observations at Prague. Annales Geophysicae. – 2014. – Vol. 32. – P. 353-366. **17.** Leeuw J., Methven J. and Blackburn M. Evaluation of ERA-Interim reanalysis precipitation products using England and Wales observations. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 2015. 141 (688). P. 798806. **18.** Mooney P. A., Mulligan F. J., Fealy R. Comparison of ERA-40, ERA-Interim and NCEP/NCAR reanalysis data with observed surface air temperatures over Ireland. International journal of climatology. 2011. Vol.31. P. 545-557. **19.** Olauson J. ERA5: The new champion of wind power modelling? Renewable Energy. 2018. Vol. 126. P. 322-331. **20.** Smirnova J., Golubkin P. Comparing Polar Lows in Atmospheric Reanalyses: Arctic System Reanalysis versus ERA-Interim. Monthly Weather Review. 2017. Vol. 145. P. 2375-2383. **21.** Szot S., Kosowski M. A comparison of the radiosonde and NCEP–NCAR Reanalysis data over Central Europe. International Scientific Conference Environmental changes and adaptation strategies : proc. (Skalica, Slovakia, 9th - 11th September 2013). Skalica, 2013. **22.** Tavolato C., Isaksen L. Data usage and quality control for ERA-40, ERA-Interim and the operational ECMWF data assimilation system. ERA Report Series. 2011. №7. P. 1-42. **23.** The ISSN:2306-5680 **Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2018. № 4 (51)**

return period of wind storms over Europe / [P. M. Della-Marta, H. Mathis, C. Frei et al.]. // International journal of climatology. 2009. Vol. 29. P. 437–459. **24.** Using ERA-Interim reanalysis for creating datasets of energy-relevant climate variables / [P. D. Jones, C. Harpham, A. Troccoli et al.]. // Earth Syst. Sci. Data. 2017. Vol. 9. P. 471–495. **25.** URL: <https://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis>. **26.** URL: <https://climate.copernicus.eu/products/climate-reanalysis>. **27.** URL: https://en.wikipedia.org/wiki/ECMWF_re-analysis **28.** URL: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/archive-datasets/reanalysis-datasets/era-interim> **29.** URL: <https://software.ecmwf.int/wiki/display/CKB/What+is+ERA-Interim> **30.** URL: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/wesley/reanalysis.html> **31.** URL: http://tir.web.elte.hu/workshop/presentations/8_HoranyiA_Reanalysis.pdf **32.** URL: https://www.met.hu/doc/tevekenyseg/klimamodellezes/Beszamolo-06.03_EN.pdf

Реаналіз: прикладні та теоретичні аспекти досліджень на території Європи

Гуда К. В., Остроградська О. С.

Представлено огляд досліджень останніх років на території Європи, виконаних на основі даних реаналізів ECMWF (ERA-40, ERA-Interim, ERA-5) і NCEP/NCAR, та досвіду їх використання для вирішення прикладних задач.

Ключові слова: реаналіз; температура повітря; швидкість вітру; опади.

Реанализ: прикладные и теоретические аспекты исследований на территории Европы

Гуда Е. В., Остроградская О. С.

Представлен обзор исследований последних лет на территории Европы, выполненных на основе данных реанализов ECMWF (ERA-40, ERA-Interim, ERA-5) и NCEP/NCAR, и опыта их использования для решения прикладных задач.

Ключевые слова: реанализ; температура воздуха; скорость ветра; осадки.

Reanalysis: applied and theoretical aspects of research in Europe

Huda K. V., Ostrogradska O. S.

A meteorological reanalysis is a meteorological data assimilation project which aims to assimilate historical observational data spanning an extended period, using a single consistent assimilation (or "analysis") scheme throughout. Over the past 20 years, atmospheric reanalysis has been a connecting link between observations and simulations, and has greatly improved the ability to analyze climate variability. Reanalysis allows to carry out thorough monitoring of the climatic system of the Earth, where direct observations are nondense (for example, due to an increase in the surface temperature of the Arctic), and its data is used for research and training, as well as for commercial applications.

In the context of present-day global and regional climate change, it is important to study the dynamics of the basic atmospheric parameters and for high-quality and consistent assessments of its state it is important to familiarize with such method and research tool as a reanalysis.

The purpose of this paper is to highlight the state of the issue regarding to the main characteristics of reanalyses, recent research in Europe conducted on the basis of ECMWF (ERA-40, ERA-Interim, ERA-5) and NCEP/NCAR reanalyses and their experience of using to solve applied tasks.

ERA5, the fifth generation of atmospheric reanalyses of the global climate, became the first reanalysis that was created as an operational service and provides data at significantly higher spatial and temporal resolution than its predecessor, ERA-Interim. The reanalyses of both ERA5 and ERA-Interim offer a detailed description of atmospheric circulation over the past 40-65 years.

One of the main advantages of reanalysis NCEP for observations is the completeness of their spatial and temporal coverage. This makes them potentially ideal for exploring the broad spheres of climate change on a global and regional scale. However, there is a need for an accurate analysis of climatic conditions for any benefit.

Reanalysis has proven itself as a reliable source about the climate of the past. In addition to research of climatic conditions (both individual territories and parts of the continents) and climate change, reanalysis data are successfully used for applied wind energy projects. Despite the presence of domestic publications using reanalysis data, an assessment of its accuracy for the territory of Ukraine was not carried out. The question (at least for the territory of Ukraine) of usage of solar reanalysis data remains opened.

Key words: reanalysis; air temperature; wind speed; precipitation.

Надійшла до редколегії 26.09.2018