



M a i i a M a r i e n k o , D r S
Y u l i a N o s e n k o , P h D
M a r i y a S h y s h k i n a , D r S

Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-8087-962X

ORCID ID: 0000-0002-9149-8208

ORCID ID: 0000-0001-5569-2700

Oparte na chmurze systemy otwartej nauki dla cyfryzacji nauki i badań

Słowa kluczowe: otwarta nauka, zagraniczne doświadczenia, nowoczesne państwo.

Wprowadzenie

Obecnie skutecznym i obiecującym podejściem do projektowania otwartych systemów pedagogicznych w placówkach oświatowych jest wykorzystanie technologii przetwarzania w chmurze do cyfryzacji działania i rozwoju środowiska edukacyjno-badawczego. Zorientowane na chmurę systemy otwartej nauki zapewniają społecznościom badawczym wysokowydajną infrastrukturę chmurową do przetwarzania danych. Projektowanie i wdrażanie zorientowanych na chmurę systemów otwartej nauki jest zdeterminowane celem zapewnienia zarówno wysokiej produktywności, jak i łatwości użytkowania nie tylko przez środowiska naukowe, ale także w edukacji i doskonaleniu zawodowym nauczycieli.

W związku z intensywnym rozwojem i wprowadzaniem zorientowanych na chmurę systemów otwartej nauki do codziennej praktyki edukacyjnej w obszarze nauk pedagogicznych, powstaje szereg podstawowych i stosowanych zadań naukowych związanych z badaniem problemów metodologii projektowania i stosowania tych systemów. Rozwiązanie tych problemów polega przede wszystkim na szkoleniu i doskonaleniu zawodowym odpowiedniej kadry naukowo-pedagogicznej w placówkach oświatowych.

Problemy związane z zapewnieniem, aby infrastruktura teleinformatyczna środowiska uniwersyteckiego spełniała potrzeby użytkowników, maksymalnie wykorzystywała nowoczesne technologie sieci naukowo-dydaktycznych i infrastruktur badawczych oraz zapewniała jak najlepsze efekty pedagogiczne, skłaniają do poszukiwania najskuteczniejszych sposobów jej modernizacji.

Wykorzystanie *ICT* wpływa na treści, metody i formy organizacyjne kształcenia oraz zarządzanie działalnością edukacyjną i badawczą, co wymaga nowego podejścia do organizacji środowiska edukacyjnego. Dlatego tworzenie nowoczesnych zorientowanych na chmurę systemów wsparcia działalności edukacyjnej i badawczej powinno opierać się na odpowiednich innowacyjnych modelach i metodologiach, które mogą zapewnić harmonijne łączenie i integrację różnych narzędzi sieciowych w środowisku edukacyjnym uczelni.

Projektowanie i wdrażanie zorientowanych na chmurę systemów otwartej nauki jest zdeterminowane celem zapewnienia zarówno wysokiej produktywności, jak i łatwości użytkowania nie tylko przez środowiska naukowe, ale także w edukacji i doskonaleniu zawodowym nauczycieli. Rezultatem jest szereg projektów wykorzystujących oparte na chmurze systemy otwartej nauki w naukach biologicznych, naukach przyrodniczych i humanistyce cyfrowej.

W roku 2016 – opublikowano dokument "*European Cloud Initiative – Building a Competitive Data and Knowledge Economy in Europe*". Obecnie w oparciu o wspólne możliwości infrastruktur Europejskiej Przestrzeni Badawczej (EPB) realizowany jest projekt *European Open Science Cloud (EOSC)*, będący komponentem rozwoju Jednolitego Rynku Cyfrowego Unii Europejskiej. *EOSC* łączy możliwości głównych paneuropejskich infrastruktur badawczych, takich jak *EGI, EUDAT CDI, INDIGO-DataCloud* i inne.

Kolejnymi ważnymi wydarzeniami i datami w omawianym zakresie były:

26 października 2017 r. – w Brukseli opublikowano Deklarację Chmury Otwartej Nauki, w której sformułowano główne zasady powstania Chmury.

FAIR Data – „prawidłowe, przejrzyste dane”, które mogą być łatwo wyszukiwane i analizowane, interoperacyjne i nadające się do ponownego wykorzystania.

14 marca 2018 r. – Komisja Europejska zakończyła prace nad dokumentem "*Implementation Roadmap for the European Open Science Cloud*".

21 listopada 2018 r. – dokument "Podpowiadanie *EOSC* w praktyce".

26 listopada 2018 r. – dokument „Przekształcenie *FAIR* w rzeczywistość”.

W dokumencie narodowym „Plan odbudowy Ukrainy”¹, opublikowanym w 2022 r. został przedstawiony Narodowy Program nr 12: Rozwój edukacji, z naciskiem na kluczowe kompetencje i innowacje.

Klauzula ta zawiera postanowienia:

„Projekt poprawy jakości nauczycieli: reforma kształcenia nauczycieli, modele wynagrodzeń finansowych, ścieżki kariery i rozwój kariery”. Realizacja tego punktu wymaga wypracowania metod podnoszenia kompetencji cyfrowych nauczycieli, w szczególności wykorzystania systemów otwartej nauki w procesie uczenia się i podnoszenia kwalifikacji nauczycieli, co jest istotnym czynnikiem przygotowania nauczycieli do pracy w liceach.

Integracja nauki i innowacji w procesie edukacyjnym

Wprowadzenie zorientowanych na chmurę systemów otwartej nauki jako wiodącej technologii współczesnego społeczeństwa informacyjnego do procesu kształcenia wyższych uczelni pedagogicznych i podyplomowych studiów pedagogicznych jest istotnym czynnikiem integracji nauki i innowacji w procesie edukacyjnym przewidzianym we wspomnianym wyżej dokumencie.

Harmonizacja standardów z Europą (Europejski Obszar Szkolnictwa Wyższego)

Badania nad wdrożeniem i wykorzystaniem zorientowanych na chmurę systemów otwartej nauki w procesie edukacyjnym zostały zainicjowane w Instytucie Cyfryzacji Edukacji Narodowej Akademii Nauk Pedagogicznych Ukrainy i mają na celu realizację priorytetów harmonizacji standardów z Europą w części Europejskiej Przestrzeni Szkolnictwa Wyższego i Europejskiej Przestrzeni Badawczej (EPB), w szczególności: Rozporządzenie Ministerstwa Edukacji i Kultury Ukrainy nr 167 z dnia 10.02.21 „W sprawie zatwierdzenia Mapy drogowej integracji systemu naukowego i innowacyjnego Ukrainy z Europejską Przestrzenią Badawczą”, priorytet 5b „Otwarta nauka i innowacje cyfrowe”².

Obecnie, wraz z przyjęciem Rekomendacji *UNESCO* w sprawie otwartej nauki (*UNESCO Recommendation on Open Science*)³, uzgodniono wspólny standard, międzynarodowe ramy dla otwartej nauki. Jednym z wyzwań wskazanych w zaleceniach są

¹ *Plan odbudowy Ukrainy*. <https://www.kmu.gov.ua/news/opryliudneno-dlia-komentuvannia-rozdily-planu-vidnovlennia-ukrainy> (dostęp: 29.03.2023).

² *Rozporządzenie Ministerstwa Edukacji i Kultury Ukrainy nr 167 z dnia 10.02.21*, <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2021/02/12/edp-nakaz.pdf> (dostęp: 29.03.2023).

³ *UNESCO Recommendation on Open Science*, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949/PDF/379949eng.pdf.multi> (dostęp: 29.03.2023).

zasoby ludzkie, w tym szkolenia, umiejętności cyfrowe i budowanie zdolności w zakresie otwartej nauki. Cel i końcowe wyniki proponowanych badań w pełni spełniają to zadanie.

Europejska chmura otwartej nauki **(*European Open Science Cloud (EOSC)*)**

W przestrzeni europejskiej wizja globalnej otwartej nauki jest realizowana poprzez ambitny program – *European Open Science Cloud (EOSC, 2018)*⁴. *EOSC* ma na celu rozwój infrastruktury, która zapewnia swoim użytkownikom usługi przyczyniające się do rozwoju otwartych praktyk naukowych. Innymi słowy, *EOSC* jest „punktem zbiorczym” usług, oferującym rozproszone zasoby zorientowane na chmurę, które umożliwiają naukowcom przetwarzanie danych w rozproszonym środowisku cyfrowym, dostęp do publicznych i komercyjnych usług infrastruktury elektronicznej na poziomie krajowym, regionalnym i instytucjonalnym.

Obecnie *EOSC* posiada ponad 300 zasobów z różnych dziedzin nauki i jest systematycznie uzupełniana o nowe usługi. Są one podzielone na następujące kategorie: dostęp do infrastruktury fizycznej i elektronicznej, agregatory i integratory, przetwarzanie i analiza, bezpieczeństwo, udostępnianie i odkrywanie, szkolenie i wsparcie. Oparte na chmurze zasoby obliczeniowe *EOSC* umożliwiają naukowcom i innym użytkownikom przetwarzanie i analizowanie danych w rozproszonym środowisku obliczeniowym oraz dostęp do publicznych i komercyjnych usług e-infrastruktury świadczonych na poziomie krajowym, regionalnym i instytucjonalnym.

W przyszłości europejska chmura zaoferuje 1,7 milionom europejskich naukowców i 70 milionom specjalistów w dziedzinie nauk ścisłych, technologii, nauk humanistycznych i społecznych wirtualne środowisko z otwartymi, bezproblemowymi usługami przechowywania, zarządzania, analizy i ponownego wykorzystywania danych badawczych poprzez połączenie istniejących infrastruktur danych naukowych rozproszonych obecnie w państwach członkowskich UE.

Nadszedł czas na dalszy rozwój wirtualnego środowiska chmury, rozwój istniejących usług, tworzenie nowych usług, zapewnienie ich niezawodności i kompatybilności w celu przechowywania, zarządzania, analizy i ponownego wykorzystania danych badawczych.

⁴ Maiia Marienko, Yulia Nosenko, Mariya Shyshkina, *Tools and services of the european open science cloud in order to support scientific and educational activities* [w:] *Wychowanie fizyczne i matematyczne*, 2021, nr 5 (31), s. 60-66, <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009> (dostęp: 29.03.2023).

International Framework on Open Science
(UNESCO (2021))

Pomimo tego, że zasady otwartej nauki są już szeroko stosowane w różnych krajach, do tej pory nie było na świecie uniwersalnego podejścia do definiowania pojęcia „otwartej nauki”. Na poziomie instytucjonalnym, regionalnym i krajowym istniały własne podejścia, interpretacje i odpowiadające im standardy, co znacznie komplikowało wspólne rozumienie podstawowych pojęć.

Mając świadomość tego problemu, w listopadzie 2021 roku na Konferencji Generalnej UNESCO z udziałem 193 krajów przyjęto pierwsze międzynarodowe ramy dotyczące otwartej nauki⁵. Otwarta nauka stała się kluczowym tematem w środowisku naukowym i edukacyjnym, co w dużej mierze ułatwiły wyzwania związane z globalną pandemią, nasilenie się potrzeby zwiększenia efektywności, przejrzystości i otwartości badań naukowych oraz ich zgodności z postulatami społecznymi. Obecnie, wraz z przyjęciem Rekomendacji UNESCO w sprawie otwartej nauki⁶ uzgodniono wspólny standard, międzynarodowe ramy otwartej nauki. Dokument ten był wynikiem zjednoczenia ideologicznego 193 krajów w oparciu o wspólne wartości i zasady.

Zgodnie z tymi zaleceniami otwartą naukę definiuje się jako inkluzywny konstrukt, łączący różne ruchy i praktyki mające na celu zapewnienie jawności i dostępności wiedzy naukowej dla wszystkich, poszerzanie współpracy naukowej i wymiany informacji z korzyścią dla nauki i społeczeństwa, zapewnienie otwartości procesów tworzenia wiedzy naukowej, ich oceny i komunikacji naukowej dla podmiotów nienależących do środowiska naukowego. Otwarta nauka obejmuje wszystkie dyscypliny naukowe i aspekty praktyki naukowej, w tym m.in. nauk podstawowych i stosowanych, nauk przyrodniczych, społecznych i humanistycznych i opiera się na następujących kluczowych zasadach: otwarta wiedza naukowa, otwarta infrastruktura naukowa, komunikacja naukowa, otwarte zaangażowanie społeczeństwa, otwarty dialog z innymi systemami wiedzy.

Głównym celem Wytocznych UNESCO dla otwartej nauki jest zapewnienie międzynarodowych ram terminów, polityk i praktyk otwartej nauki, które uznają różnice dyscyplinarne i regionalne, wolność akademicką, oraz specyficzne wyzwania zarówno

⁵ UNESCO Recommendation on Open Science, pierwsze na świecie międzynarodowe standardy dla otwartej nauki, <https://www.unica-network.eu/read-unesco-recommendation-on-open-science-the-world-first-international-standards-for-open-science/> (dostęp: 29.03.2023).

⁶ UNESCO Recommendation on Open Science

indywidualnych naukowców, jak i społeczności naukowych różnych krajów, w szczególności krajów rozwijających się, oraz przyczynia się do zmniejszania luk cyfrowych, technologicznych i wiedzy („gaps”) w kontekście krajowym i międzynarodowym.

Aby osiągnąć zamierzony cel, określono szereg zadań i kierunków ich realizacji⁷:

1. Promowanie powszechnego rozumienia otwartej nauki, korzyści i problemów z nią związanych oraz różnych sposobów jej realizacji.

2. Opracowanie korzystnych ram regulacyjnych, polityk wdrażania otwartej nauki.

3. Inwestowanie w infrastrukturę i usługi otwartej nauki.

4. Inwestowanie w zasoby ludzkie, w tym szkolenia, umiejętności cyfrowe i budowanie zdolności w zakresie otwartej nauki.

5. Promocja i wspieranie rozwoju kultury otwartej nauki.

6. Promowanie wdrażania innowacyjnych podejść otwartej nauki na różnych etapach procesu naukowego.

7. Promocja współpracy międzynarodowej i wielostronnej w kontekście otwartej nauki oraz w celu zmniejszania luki cyfrowej, technologicznej i wiedzy.

W przyszłości zalecenia te powinny wzmocnić inne inicjatywy na poziomie europejskim, w szczególności w odniesieniu do projektów Horyzont Europa, które przyczynią się do dalszego rozwoju Europejskiej Przestrzeni Badawczej (EPB). Przyczynią się również do rozwoju infrastruktury wspierającej otwarte badania, rozwijania ram kompetencji uczestników otwartej nauki itp.

Raport w ramach projektu EOSC-Nordic na temat krajów regionu północnego i bałtyckiego (2021 r.) stwierdza, że obecnie wiele krajów rozwiniętych jest na etapie wprowadzania zasad otwartej edukacji. Jest to gruntowny, głęboki proces, który dotyka wielu sfer życia społeczeństwa (instytucje polityczne, sektor uniwersytecki, ośrodki wydawnicze, instytucje naukowo-badawcze itp.) i wymaga znacznych nakładów czasowych, intelektualnych i organizacyjnych.

W raporcie powstałym w ramach projektu *EOSC-Nordic*⁸ (2021 r.) przeanalizowano osiągnięcia krajów regionu północnego i bałtyckiego (Dania, Estonia, Finlandia, Łotwa, Litwa, Norwegia, Szwecja). Wśród kryteriów stosowanych do analizy stanu wdrażania zasad otwartej nauki w tych krajach: polityka krajów dotycząca wdrażania zasad FAIR, szkolenia/przygotowanie do wdrażania otwartej nauki, wdrażanie rozwiązań

⁷ UNESCO Recommendation on Open Science

⁸ Per-Olov Hammargren, Päivi Rauste, Maijastiina Arvola, *Open Science policies and resource provisioning in the Nordic and Baltic countries*, 2021, <https://cutt.ly/zBgrGEw> (dostęp: 29.03.2023).

programistycznych, mapa koordynacji działań krajów z Europejską Chmurą dla Otwartej Nauki (EOOSC) itp.

Jak wynika z badań, promocja badań transgranicznych nie jest głównym priorytetem polityki w krajach regionu nordyckiego i bałtyckiego. Zamiast tego polityka wprowadzania otwartej edukacji ma format bardziej zorientowany na kraj.

Badanie monitorujące Komisji Europejskiej «The Open Science Monitor» (2019 r.)⁹

Projekt ten, zainicjowany przez Komisję Europejską, ma na celu gromadzenie aktualnych wskaźników rozwoju otwartej nauki, identyfikowanie kierunków, a także barier rozwoju otwartej nauki w krajach europejskich i krajach partnerskich.

Wśród wyników uzyskanych w ramach projektu warto zwrócić uwagę na postęp otwartego dostępu do publikacji – wskaźnik ten mierzył stopień, w jakim możliwy jest swobodny dostęp do publikacji naukowych. Wskaźniki obejmują dane bibliometryczne dotyczące publikacji, a także dane dotyczące polityki czasopism. Odnotowuje się stopniowy wzrost udziału publikacji w otwartym dostępie.

Jeśli weźmiemy pod uwagę bezwzględną liczbę publikacji w otwartym dostępie według krajów, prym wiodą Stany Zjednoczone (27,6% wszystkich publikacji w otwartym dostępie), Chiny (10%), Wielka Brytania (9,9%), Niemcy (6,6%) oraz Japonia (5,4%). Łącznie publikacje z tych pięciu krajów stanowią prawie 60% wszystkich publikacji w otwartym dostępie.

Ponadto monitorowano wykorzystanie repozytoriów danych naukowych. Następuje wzrost ich liczby (według Re3data.org): z 2986 w 2018 roku do 3449 w 2019 roku. Oczywiście wzrost ten trwa nadal. 94% publikacji w tych repozytoriach jest publicznie dostępnych. Spośród nich 36% to publikacje z nauk biologicznych, 33% z nauk przyrodniczych, 21% z nauk humanistycznych i społecznych, a 10% z nauk technicznych. Bezwzględna większość repozytoriów zlokalizowana jest w domenach amerykańskich – 39,2% (1048 repozytoriów). Pozostali liderzy to Niemcy (381 repozytoriów), Wielka Brytania (282 repozytoria), Kanada (252 repozytoria), Francja (103 repozytoria) i Holandia (56 repozytoriów).

Badanie monitoringowe objęło również zagadnienia otwartego kodu, otwartego sprzętu oraz wykorzystania wspólnych platform przez naukowców. W ciągu ostatnich dziesięciu lat odnotowano znaczny wzrost liczby naukowych interfejsów *API* (ang. *Application Programming Interfaces*).

⁹ *Facts and Figures for Open Research Data: Figures and Case Studies Related to accessing and Reusing the Data Produced in the Course of Scientific Production*, <https://goo.su/9eMv> (dostęp: 29.03.2023).

Na podstawie wyników ankiety przeprowadzonej wśród 1200 naukowców z różnych krajów świata okazało się, jakie korzyści widzą oni we wdrażaniu zasad otwartej nauki. Jako główne korzyści określa się: zwiększenie możliwości współpracy, powtarzalność wyników badań, zachęcenie innych badaczy do udostępniania danych, zwiększenie możliwości cytowania artykułów itp. Stanowiska naukowców dotyczące uznania zalet otwartej nauki z roku na rok są coraz silniejsze (w porównaniu z rokiem 2016 i 2018)¹⁰.

Ogólne zasady

Na drodze do powstania globalnej przestrzeni informacyjnej i rozwoju społeczeństwa wiedzy społeczność europejska wypracowuje kierunek, który jest priorytetem europejskiej polityki badań naukowych – otwarta nauka (*Open Science*). To nowa koncepcja procesu naukowego, swoista filozofia badań naukowych, oparta na wysokich standardach przejrzystości oraz współpracy i komunikacji, oparta na wspólnej pracy, nowe możliwości upowszechniania i wymiany wiedzy naukowej z wykorzystaniem nowoczesnych technologii cyfrowych.

Otwarta nauka polega między innymi na zapewnianiu otwartego dostępu do wyników badań, wyjaśnianiu i popularyzowaniu wiedzy naukowej wśród społeczeństwa itp. Oczekuje się, że w krótkim okresie wprowadzenie zasad otwartej nauki zapewni większą przejrzystość i integralność badań naukowych, a w dłuższej perspektywie podniesie jakość nauki i edukacji w ogóle.

Trzy „Rekiny” otwartej nauki

Otwarta nauka opiera się na trzech głównych „rekinach”: otwartym dostępie do publikacji naukowych, otwartych danych badawczych, otwartej współpracy.

Każdy z nich realizowany jest w szczególności w następujący sposób:

- otwarty dostęp do publikacji naukowych - polityka otwartego dostępu (np. czasopism), wprowadzenie "zielonych" i "złoty" standardów dostępu (bibliometria);
- otwarte dane badawcze – polityka otwartego dostępu (np. czasopisma), wprowadzenie repozytoriów otwartych danych, kształtowanie postawy badaczy wobec otwartych danych;
- otwarta współpraca – open source, altmetrics, wykorzystanie platform współpracy, nauka obywatelska.

¹⁰ *Ibidem*.

Otwarty dostęp do publikacji oznacza bezpłatny dostęp do nich – bezpłatny, często bez uprzedniej rejestracji. Oznacza to, że każdy badacz, posiadający cyfrowy gadżet z połączeniem internetowym, może swobodnie czytać, pobierać i wykorzystywać niezbędne materiały w dowolnym miejscu i czasie, niezależnie od czasu i lokalizacji. Rodzaje dostępu mogą się różnić. Typowa gradacja to: Platinum Open Access, Gold Open Access, Green Open Access, Bronze Open Access, Hybrid Open Access. Czasopisma „hybrydowe” zawierają zarówno artykuły o otwartym, jak i zamkniętym dostępie.

Kluczowe aspekty dotykane przez otwartą naukę

Otwarta nauka zazwyczaj obejmuje następujące aspekty:

- otwarte dane (open data);
- otwarty dostęp (open access);
- otwarta recenzja „w ciemno” (open peer review);
- otwarte źródła (open source);
- otwarte zasoby edukacyjne (open educational resources);
- nauka obywatelska (citizen science).

Zgodnie z koncepcją otwartej nauki dane badawcze są wytwarzane, gromadzone i dystrybuowane we wspólnych repozytoriach, a wyniki badań są szeroko rozpowszechniane w różnych formatach. Powolny i mało progresywny proces studiów tradycyjnych zostaje przekształcony w system studiów równoległych, co pozwala na ich szybszy i wydajniejszy przebieg. Gdy dane, materiały, sprzęt itp. są dystrybuowane, to wyniki badań jednego laboratorium mogą być szybciej potwierdzone przez inne, co poprawia ich jakość i trafność. Zalety takiego podejścia zostały wyraźnie zademonstrowane podczas pandemii Covid-19, kiedy całe środowisko naukowe świata połączyło siły, aby rozwiązać wspólny problem¹¹.

Zasady przewodnie wprowadzania otwartej nauki - FAIR

Findable – znajdowalność,

Accessible – dostępność,

Interoperable – kompatybilność,

Reusable – wielokrotne wykorzystanie danych.

¹¹ Randolph Hall, *Information Technology for Open Science: Innovation for Research*, 2020, <https://goo.su/9Emv> (dostęp: 29.03.2023).

Szereg projektów i inicjatyw cyfrowych przyczyniło się do rozwoju otwartej nauki: otwarte archiwa, biblioteki i repozytoria, wyspecjalizowane sieci społecznościowe, bazy danych i usługi naukometryczne itp. Wśród serwisów cyfrowych, które dają możliwość umieszczania publikacji i wyników własnych badań w otwartym dostępie i generalnie przyczyniają się do rozwoju otwartej nauki, na uwagę zasługują: *ArXiv.org*, *SocArXiv*, *Altmetrics*, *Academia.edu*, *ResearchGate*, *Mendeley*, *Livejournal*, *MySpace*, *Facebook*, *OpenDOAR*, *SHERPA/RoMEO* i *SHERPA/JULIET*.

Badanie nauczycieli szkół średnich ogólnokształcących Ukrainy, przeprowadzone w ramach projektu „Zorientowane na chmurę systemy otwartej nauki w nauczaniu i doskonaleniu zawodowym nauczycieli” w latach 2020-2021 dotyczące stanu wykorzystania usług otwartej nauki, dają powody, by twierdzić, że nauczyciele prawie nie znają paradygmatu otwartej nauki (przynajmniej powierzchownie zna go 27% z 824 respondentów). Tylko 23% respondentów wie o europejskiej chmurze otwartej nauki. Oznacza to, że nauczyciele w procesie edukacyjnym prawie nie korzystają z usług otwartej nauki, preferując komunikatory i sieci społecznościowe. Ponadto usługi anglojęzyczne są zaniebdywane przez nauczycieli, gdyż tylko 31,8% wszystkich respondentów (262 nauczycieli) korzysta z usług anglojęzycznych.

Kwestionariusz „Umiejętności pracy z usługami w chmurze”, opracowany dla czterech grup studentów kursu kształcenia na odległość na Państwowym Uniwersytecie „Politechnika w Żytomierzu”, składał się z 13 pytań zamkniętych (3 dychotomiczne i 10 alternatywnych wielokrotnego wyboru) i jednego otwartego, krótkiego. Badanie kontynuowano w latach 2020 – 2021. Tym samym wśród 824 przebadanych respondentów znaleźli się nauczyciele: informatyki, matematyki, języka i literatury ukraińskiej, języka angielskiego, historii, biologii, fizyki, literatury obcej, geografii, chemii.

Tak więc, jeśli przeanalizujemy pytania w obu kwestionariuszach, możemy zauważyć pewne wzorce. Większość respondentów (789 osób) uważa, że nauczyciel liceum naukowego (liceum naukowe, jest to nowa forma instytucji edukacyjnej w Ukrainie – szkoła ogólnokształcąca z nastawieniem naukowym.) powinien zajmować się działalnością naukową (95,8%). Jeśli ocenimy wykorzystanie anglojęzycznych zasobów (usług) przez nauczycieli, możemy stwierdzić, że 66,9% (551 respondentów) z nich nie korzysta, 31,8% (262 respondentów) korzysta z takich zasobów, a 1,3% (11 osób) korzysta wyłącznie z drukowanych te anglojęzycznych materiałów¹².

¹² Valentyna Kovalenko, Svitlana Lytvynova, Maiia Marienko, Mariya Shyshkina, *Zorientowane na chmurę systemy otwartej nauki w nauczaniu i doskonaleniu zawodowym nauczycieli: treść głównych koncepcji*

Jednym z głównych zagadnień na etapie konfirmacji eksperymentu pedagogicznego jest określenie najbardziej rozpowszechnionych wśród nauczycieli usług, z których korzystają oni podczas przygotowywania się do lekcji. Kwestia ta jest niezwykle istotna, ponieważ do dalszego wdrażania systemu metodycznego zorientowanego na chmurę, niezbędna jest przynajmniej podstawowa wiedza na temat korzystania z usług chmurowych i zasad ich działania. Jak widać z wyników ankiety, tylko 548 respondentów korzysta z usług w chmurze w ramach przygotowań do lekcji (66,5%). 574 (69,7%) jest nadal przyzwyczajona do korzystania z lokalnych środków technologii informacyjno-komunikacyjnych. Oznacza to, że nauczyciele nie potrafią nawet ocenić zalet usług chmurowych i ich wykorzystania w organizacji pracy grupowej uczniów.

Kolejnym etapem badań problemowych była ocena umiejętności i zdolności nauczycieli do korzystania z poszczególnych zasobów i usług na różnych etapach badań naukowych. W końcu, jeśli nauczyciel ma wystarczające umiejętności pracy z usługami, to będzie mógł w przyszłości uczyć tego swoich uczniów, proponując im jako alternatywę np. procesory tablicowe. Z jakich zasobów korzystają nauczyciele, poszukując literatury naukowej (edukacyjnej i metodycznej). Spośród opcji odpowiedzi wybrano usługi najczęściej spotykane, dostępne dla nauczycieli. Na liście znalazły się również usługi otwartej nauki, ponieważ mogą one działać jako oddzielne komponenty zorientowanego na chmurę systemu metodycznego do szkolenia nauczycieli przedmiotów przyrodniczych i matematycznych do pracy w liceum naukowym.

Jak widać na wykresie, 98,9% respondentów (815 respondentów) korzysta z wyszukiwarki Google¹³. Prawie połowa respondentów (424 osoby, czyli 51,5%) korzysta z materiałów drukowanych w celu znalezienia potrzebnego materiału. Jednocześnie prawie ignorowane są repozytoria (16,5%), systemy czasopism (14%) i Google Academy (14,9%). Widać wyraźnie, że stosunkowo niewielka liczba nauczycieli korzysta z usług otwartej nauki (4,4%), ponieważ jedna czwarta (tylko 26,8%) respondentów zna pojęcie otwartej nauki. To 221 respondentów (26,8%) z 824.

Jeszcze mniej respondentów wie o europejskiej chmurze otwartej nauki – 191 (z 824 ankietowanych), czyli 23,2%. Pytania te były niezbędne do poznania stanu świadomości nauczycieli w zakresie najnowszych trendów naukowych. W końcu wykorzystanie poszczególnych komponentów europejskiej chmury otwartej nauki może być całkiem

opracowania [w:] *Wychowanie fizyczne i matematyczne*, 2020, nr 3(25), t 1, s. 67-74, <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-028> (dostęp: 29.03.2023).

¹³ Kovalenko, *Zorientowane*

przydatne w przygotowaniu nauczycieli do pracy w liceum naukowych. Ponadto europejska chmura otwartej nauki zawiera około 220 usług chmurowych, które nauczyciel może z powodzeniem wykorzystać w procesie edukacyjnym (główną zaletą jest bezpłatny i swobodny dostęp). Ale jest to możliwe tylko wtedy, gdy dostępne są odpowiednie metody.

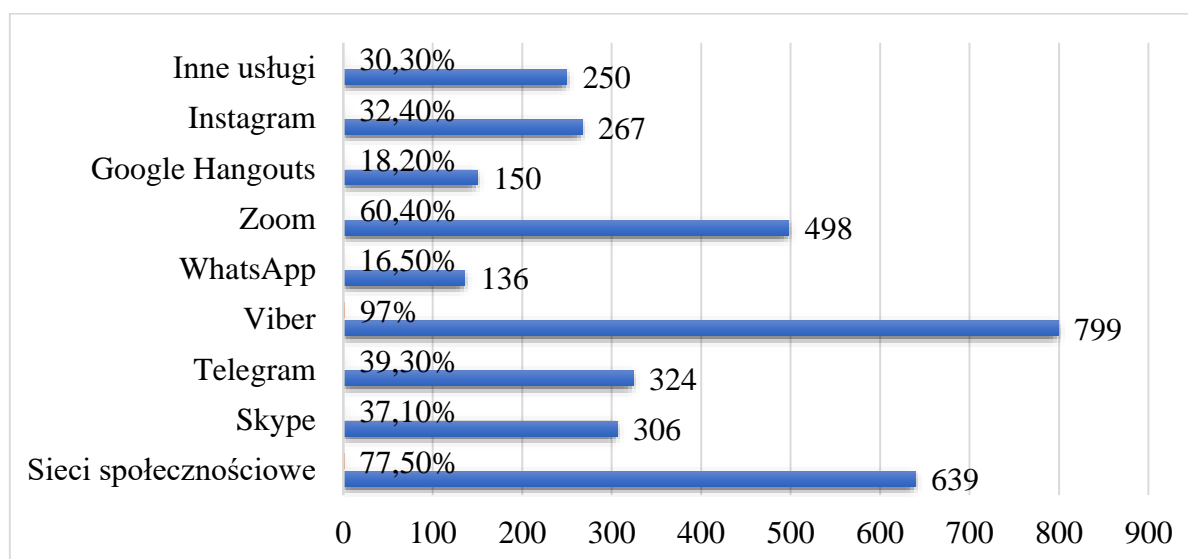
Nauczyciele liceów naukowych powinni nie tylko wносить element naukowy do procesu dydaktycznego, ale także umieć zorganizować każdy etap pracy badawczej uczniów z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi teleinformatycznych. Usługi w chmurze można uznać za jedną z wiodących usług, ponieważ są one zorientowane na korzystanie z dowolnego miejsca i czasu (na dowolnym urządzeniu) i nie ograniczają uczniów do korzystania tylko z wysoko wydajnych urządzeń (nie zależą od właściwości technicznych tego lub innego urządzenia). Dlatego zbadano wykorzystanie tej lub innej usługi przez nauczycieli do organizowania wspólnej pracy uczniów. Jak widać na diagramie największą popularnością wśród nauczycieli cieszą się usługi Google, wybrało je 667 respondentów (80,9%). Tylko 20,3% respondentów (167 osób) korzysta z systemów kursów zdalnych, takich jak Moodle, do organizowania wspólnej pracy uczniów klas. Szkoda, że 94 respondentów (na 824 ankietowanych, 11,4%) nie korzysta z żadnych usług organizacji pracy grupowej studentów.

Analiza odpowiedzi wskazuje na niski poziom wykorzystania przez nauczycieli systemów nauczania na odległość, specjalistycznych usług chmurowych oraz odrębnego zestawu narzędzi Europejskiej Chmury Otwartej Nauki (0,6%). Wskazuje to na pewne problemy w przygotowaniu nauczycieli przedmiotów przyrodniczych i matematycznych do pracy w szkole średniej, gdyż taka sytuacja uniemożliwia pełną organizację procesu edukacyjnego z wykorzystaniem nowoczesnych usług chmurowych i narzędzi *ICT* na dość wysokim, naukowym poziomie.

Badanie nauczycieli dotyczące korzystania z usług otwartej nauki

W celu przeprowadzenia badań stworzono stanowiska eksperymentalne, na podstawie których w maju 2020 r. rozpoczęto badanie nauczycieli uczestniczących w doskonaleniu zawodowym. Dotychczas uzyskano następujące wyniki: spośród 824 respondentów tylko 27% (221 respondentów) zna pojęcie otwartej nauki lub przynajmniej słyszało coś o tym pojęciu. Tylko 191 respondentów (23%) z 824 nauczycieli słyszało o Europejskiej Chmurze dla Otwartej Nauki. Jednocześnie większość respondentów (789, czyli 96%) uważa, że to nauczyciel szkoły średniej powinien zajmować się działalnością naukową.

Wykorzystanie przez nauczycieli usług do komunikacji z uczniami lub współpracownikami zostało zbadane jako osobna kwestia (rys. 1)¹⁴.



Rys. 1. Rozkład korzystania z usług przez nauczycieli do komunikacji z uczniami lub współpracownikami
Źródło: opracowanie własne.

Dość ciekawym rezultatem było to, że większość respondentów wykorzystuje komunikator Viber do komunikacji w procesie edukacyjnym (799 respondentów, czyli 97%) oraz portale społecznościowe (wybrane przez 639 respondentów, czyli 77,5%), które trudno nazwać usługami otwartej nauki. Również w trakcie rozmowy ustalono, że większość respondentów nie do końca rozumie, jaka powinna być otwartość serwisu i jakie korzyści będzie miał nauczyciel korzystający z usług otwartej nauki w procesie edukacyjnym.

Uważamy, że część problemu niskiego wykorzystania usług otwartej nauki przez nauczycieli polega na tym, że większość z nich jest anglojęzyczna. Tym samym tylko 262 respondentów (31,8%) korzysta z anglojęzycznych zasobów i usług¹⁵. Część respondentów preferuje wyłącznie zasoby drukowane, jest to 11 respondentów (1,3%). Jednak zdecydowana większość (551 respondentów, czyli 66,9%) w ogóle nie korzysta z usług anglojęzycznych. Z rozmowy wynikało, że wynika to z niewystarczającej znajomości języka angielskiego przez nauczycieli. Zlokalizowanych usług, które można wykorzystać w procesie edukacyjnym, jest jednak niewiele. Nie biorąc pod uwagę usług otwartej nauki.

¹⁴ Maiia Marienko, *Analiza stanu problemu przygotowania nauczycieli przedmiotów przyrodniczych i matematycznych do pracy w liceum naukowym* [w:]. *Zbiór prac naukowych "Information Technologies in Education" (ITE)* 2020, nr 43, s. 41-53, <https://doi.org/10.14308/ite000719> (dostęp: 29.03.2023).

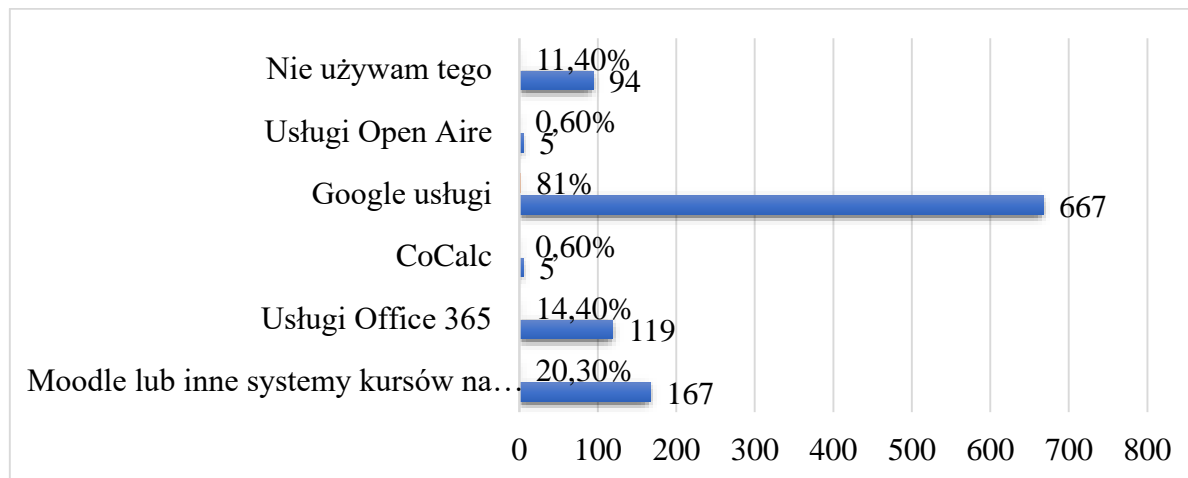
¹⁵ Maiia Marienko, *The Current State of using the Cloud-based Systems of Open Science by Teachers of General Secondary Education* [w:] *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 2 : AET*, 2022, p. 466-472, <https://doi.org/10.5220/0010932900003364> (dostęp: 29.03.2023).

Wyniki ankiety dotyczące możliwych sposobów upublicznienia wyników badań naukowych mogą świadczyć o niskiej świadomości korzyści płynących z korzystania z usług otwartej nauki. Jednocześnie nauczyciele uważają drukowanie w czasopiśmie fachowym 523 (63,5%) za jeden z wiodących sposobów. Jednak tylko 310 respondentów (37,6%) zdecydowało się na umieszczenie materiałów w bibliotekach elektronicznych. Chociaż, jak pokazuje analiza literatury naukowej, na Ukrainie to biblioteki elektroniczne z otwartym dostępem do przeglądania i pobierania materiałów można uznać za jedną z usług otwartej nauki.

Również dość często nauczyciele zamieszczają własne prace na osobistej stronie internetowej (454, czyli 55,1%) lub wykorzystują je praktycznie: indywidualnie lub wspólnie z kolegami (462, czyli 56,1%).

Potwierdzająca faza eksperymentu pedagogicznego wykazała, że obecnie większość nauczycieli przedmiotów ścisłych i matematycznych zna już usługi w chmurze, a 66,5% wszystkich respondentów (824 osoby) aktywnie z nich korzysta.

Ankieta obejmowała możliwość wyboru kilku wariantów odpowiedzi, dlatego z diagramu wynika, że najczęściej spotykanymi usługami są usługi online (87,6%). Jednak w trakcie rozmowy i obserwacji okazało się, że większość respondentów zna jedynie usługi Google (rys. 2) lub usługi *Microsoft 365* (dawniej *Office 365*)¹⁶.



Rys. 2. Korzystanie z usług organizacji wspólnej pracy

Źródło: opracowanie własne.

Ponieważ wprowadzenie zorientowanego na chmurę systemu metodycznego szkolenia nauczycieli przedmiotów przyrodniczych i matematycznych do pracy w szkole średniej w procesie edukacyjnym wiąże się z pracą z narzędziami europejskiej chmury otwartej nauki, kwestia współpracy z serwisami anglojęzycznymi (które, choć bezpłatne, nie są p dostępne w

¹⁶ Marienko, *Analiza...op.cit.*

języku ojczystym), powstały. Stwierdzono, że najwięcej trudności sprawiają nauczycielom serwisy anglojęzyczne, gdyż obecnie brak jest metod ich wykorzystania oraz organizacji pracy i procesu edukacyjnego jako całości. Zatem, 66,9% (551 respondentów) odpowiedziało, że nie korzysta z anglojęzycznych zasobów oraz usług. Obserwacja kilku grup nauczycieli odbywających kursy doskonalenia zawodowego wykazała, że wdrożenie chmurowego systemu metodycznego do szkolenia nauczycieli przedmiotów przyrodniczych i matematycznych do pracy w liceum naukowym wymaga wstępnego przeszkolenia, w szczególności umiejętności pracy z tłumaczem, ustawienia przeglądarki umożliwiające automatyczne tłumaczenie interfejsu usługi w chmurze, a nawet bardzo podstawowy poziom znajomości języka angielskiego. Ponadto osobna pozycja dotyczy wyspecjalizowanych usług chmurowych, które również nie są przetłumaczone i wymagają wcześniejszego przygotowania i gotowości do ich opanowania.

Zdaniem respondentów nauczyciele liceow naukowych mogą być zainteresowani opanowaniem zasad otwartej nauki i ich dalszym wdrażaniem. Jednak prawie wszyscy nauczyciele chcą korzystać z usług do wyszukiwania otwartych materiałów i publikacji, aniżeli do przygotowywania notatek, działań edukacyjnych.

Pośrednie obserwacje na innych polach doświadczalnych wskazują, że podczas wdrażania chmurowego systemu metodycznego do szkolenia nauczycieli przedmiotów przyrodniczych i matematycznych do pracy w szkole średniej mogą pojawić się pewne trudności:

1. Z góry należy ostrzec wsparcie techniczne tej lub innej usługi w chmurze, ponieważ jednoczesne korzystanie z dużej liczby użytkowników z Ukrainy (około 1000) można uznać za atak DoS. Prowadzi to do czasowego odłączania kont użytkowników lub całkowitego blokowania usług opartych na lokalizacji.

2. Jeśli usługa w chmurze jest tymczasowo zablokowana, należy zapewnić alternatywę (być może elastyczny harmonogram wykonywania zadań przy użyciu tej lub innej usługi).

3. Opcja jest możliwa, gdy na wydzielonym obszarze nie ma pełnego lub częściowego połączenia z Internetem, a uczestnicy eksperymentu są ograniczeni ramami czasowymi.

4. Powinniśmy być przygotowani na to, że to lub inne konto użytkownika może zostać zablokowane lub usunięte. Problem ten jest szczególnie istotny przy organizowaniu pracy grupowej.

5. Należy wziąć pod uwagę, że z pewnych przyczyn technicznych konto tego lub innego użytkownika nie będzie od razu dostępne do pracy (połączenie przez innych uczestników eksperymentu).

6. Uczestnikom eksperymentu należy z góry wyjaśnić, dlaczego wybrano określone usługi chmurowe, czym się różnią, jaka jest ich specyfika i dlaczego należy je uznać za otwarte. Chociaż nauczyciele najpierw zapoznają się z paradygmatem otwartej nauki, nie od razu wiedzą, jak go wykorzystać w praktyce.

Istnieje szereg przeszkód na drodze do wprowadzenia otwartej nauki. Identyfikacja tych przeszkód jest ważna dla opracowania odpowiednich polityk i zaleceń mających na celu ich wyeliminowanie i wzmocnienie czynników motywujących. Na podstawie badań [Fakty i liczby dotyczące otwartych danych badawczych: liczby i studia przypadków związane z dostępem do danych wytworzonych w toku produkcji naukowej i ich ponownym wykorzystaniem. URL: <https://goo.su/9eMv> (data dostępu: 09.10.2022), wyróżniamy następujące przeszkody:

Przeszkody na poziomie mikro:

– Brak orientacji na użytkownika/konsumenta – opracowanie narzędzia, metody, podejścia itp. bez uwzględnienia lub zaangażowania potencjalnych konsumentów/użytkowników;

– Ograniczone użycie – użycie narzędzia, metody, podejścia itp. tylko przez wyodrębnioną, ograniczoną grupę użytkowników lub instytucji;

– Bariery technologiczne – złożoność aspektów technologicznych narzędzia, metody, podejścia itp. dla potencjalnych użytkowników;

– Brak umiejętności – potrzeba specyficznych lub zbyt złożonych umiejętności potencjalnych użytkowników do posługiwania się narzędziem, metodą, podejściem itp.;

– Bariery kulturowe i behawioralne – niespójność narzędzia, metody, podejścia itp. podejścia do prowadzenia badań tradycyjnych dla określonej grupy wykonawców;

– Niewystarczająca świadomość - świadomość tylko niewielkiej grupy użytkowników o istnieniu określonego narzędzia, metody, podejścia itp.

Przeszkody na poziomie mezo:

– Brak wsparcia instytucjonalnego – brak finansowania ze strony instytucji na wsparcie określonego narzędzia, metody, podejścia itp.;

– Brak wsparcia finansowego – brak funduszy od sponsorów badań na wsparcie określonego narzędzia, metody, podejścia itp.;

– Brak wsparcia wydawcy – brak wsparcia dla określonego narzędzia, metody, podejścia itp. od wydawców;

Przeszkody na poziomie makro:

– Brak modeli biznesowych – brak modelu biznesowego wspierającego określone narzędzie, metodę, podejście itp.;

– Brak standardów – brak lub ograniczona dostępność standardów dla określonego narzędzia, metody, podejścia itp.;

– Trudność skalowania – trudność lub niemożność rozpowszechnienia określonego narzędzia, metody, podejścia itp. wśród innych grup użytkowników;

– Brak różnorodności – niemożność zastosowania określonego narzędzia, metody, podejścia itp. w grupach użytkowników o różnych doświadczeniach, tradycjach, przekonaniach itp.

Podsumowanie

Przewiduje się, że w wyniku wprowadzenia zasad otwartej nauki Ukraina uzyska szereg korzyści:

– możliwość oferowania niezawodnych usług cyfrowych dla różnych kategorii użytkowników (nie tylko naukowców);

– więcej możliwości współpracy między naukowcami a przemysłem poprzez wspólne projekty;

– technologiczne i zasobowe wsparcie udziału Ukrainy w Europejskiej Chmurze Otwartej Nauki (*EOSC*), możliwość realizacji pilotażowego projektu utworzenia Narodowego Centrum *EOSC* na Ukrainie itp.

Dla skuteczniejszego rozwoju otwartej nauki na Ukrainie wskazane jest:

– promowanie tworzenia publikacji naukowych o otwartym dostępie;

– wypracowanie mechanizmów stymulujących proces przekształcania już istniejących publikacji w publikacje z otwartym dostępem;

– promowanie tworzenia otwartych repozytoriów zawierających źródła naukowe;

– stymulowanie naukowców do publikowania wyników badań zgodnie z zasadami *FAIR* (*Findable* – dostępność, *Accessible* – dostępność, *Interoperacyjność* – kompatybilność, *Reusable* – reusability);

– promowanie skutecznego przyłączenia Ukrainy do Europejskiej Chmury Otwartej Nauki, w szczególności w celu zapewnienia niezawodnego działania i rozwoju krajowej infrastruktury gridowej i chmurowej, a także ich integracji z podobnymi infrastrukturami zagranicznymi i międzynarodowymi, szkolenia specjalistów zdolnych do pracy w dziedzinie nauki o danych.

Biorąc pod uwagę współczesne trendy europejskiej przestrzeni otwartej nauki, wykorzystanie zalet zorientowanych na chmurę usług otwartej nauki w działalności naukowej i edukacyjnej przyczyni się do poprawy jej jakości i efektywności, szerszego wykorzystania usług otwartej nauki, oraz wzrost poziomu wyszkolenia kadr oświatowych.

Istnieje potrzeba rozbudowy zarówno infrastruktury systemów opartych na chmurze, jak i świadczonych usług w celu zaspokojenia rosnących potrzeb danych badań naukowych (zwłaszcza nauczycieli). Ta ekspansja będzie możliwa dzięki realizacji strategii zrównoważonego rozwoju. Ponadto możliwe będzie wdrażanie zorientowanych na chmurę systemów otwartej nauki, opartych na nowych technologiach, lekcjach i nowych projektach badawczych (z uwzględnieniem sugestii i uwag kadry dydaktycznej).

Do realizacji wszystkich etapów badań niezbędny jest rozwój zawodowy, który staje się katalizatorem zmiany kultury prowadzenia badań. Te zmiany w myśleniu i kulturze, wspierane przez modernizację sektora szkolnictwa wyższego, muszą z kolei być wspierane przez uniwersytety/instytucje badawcze, agencje finansujące oraz politykę europejską, regionalną i krajową.

Nabywanie i rozwijanie kompetencji otwartej nauki jest ważne, ponieważ będzie miało istotny wpływ na rzetelność badań, co pozwoli nauczycielom liceów naukowych i ich uczniom uniknąć plagiatu, manipulacji i fałszowania danych.

Kompetencje otwartej nauki powinny od najwcześniejszego etapu stanowić element kształcenia w liceach naukowych; Umiejętności te należy kształtować w uczniach, ponieważ naukowcy powstają z utalentowanych studentów.

Podobne dogłębne podejście powinno zostać zastosowane do określenia kompetencji i szkoleń wymaganych od nauczycieli w nowych typach instytucji edukacyjnych. Konieczne jest wspieranie rozwoju i doskonalenia zawodowego nauczycieli. Jednak szkolenie samo w sobie nie może zagwarantować kształtowania kompetencji otwartej nauki. Nabywanie i szkolenie umiejętności, nawet jeśli są ustandaryzowane i akredytowane, będą mniej skuteczne, jeśli nie będą poparte i nie będą częścią uzgodnionego i skoordynowanego programu kursów doskonalenia nauczycieli wspieranego przez przywództwo i zasoby, systemy i zachęty oraz wspierane przez wszystkie podmioty, które uczestniczą w badaniach na każdym poziomie.

– Niezbędne jest rozpowszechnianie informacji o istniejących możliwościach, usługach i zaletach wykorzystania ukraińskich i międzynarodowych e-infrastruktur w procesie prowadzenia badań naukowych;

– zapewnienie ukraińskim naukowcom pełnego dostępu do międzynarodowych e-infrastruktur, tj. do globalnej bazy wiedzy, usług informatycznych, konsultingowych, badań w podstawowych i stosowanych dziedzinach nauki

– tworzenie centrów rozwoju kompetencji w celu promowania badań z wykorzystaniem e-infrastruktur, ich rozwoju, szkoleń i wsparcia użytkowników;

– zapewnienie jawności danych naukowych

– konieczne jest wspieranie rozwoju i podnoszenia kwalifikacji nauczycieli.

Bibliografia

Plan odbudowy Ukrainy. <https://www.kmu.gov.ua/news/opryliudneno-dlia-komentuvannia-rozdily-planu-vidnovlennia-ukrainy> (dostęp: 29.03.2023).

Rozporządzenie Ministerstwa Edukacji i Kultury Ukrainy nr 167 z dnia 10.02.21, <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2021/02/12/edp-nakaz.pdf> (dostęp: 29.03.2023).

UNESCO Recommendation on Open Science, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949/PDF/379949eng.pdf.multi> (dostęp: 29.03.2023).

UNESCO Recommendation on Open Science, pierwsze na świecie międzynarodowe standardy dla otwartej nauki, <https://www.unica-network.eu/read-unesco-recommendation-on-open-science-the-world-first-international-standards-for-open-science/> (dostęp: 29.03.2023).

Per-Olov Hammargren, Päivi Rauste, Maijastiina Arvola, *Open Science policies and resource provisioning in the Nordic and Baltic countries, 2021,* <https://cutt.ly/zBgrGEw> (dostęp: 29.03.2023).

Facts and Figures for Open Research Data: Figures and Case Studies Related to accessing and Reusing the Data Produced in the Course of Scientific Production, <https://goo.su/9eMv> (dostęp: 29.03.2023).

Randolph Hall, *Information Technology for Open Science: Innovation for Research, 2020,* <https://goo.su/9Emv> (dostęp: 29.03.2023).

Maiia Marienko, Yulia Nosenko, Mariya Shyshkina, *Tools and services of the european open science cloud in order to support scientific and educational activities [w:] Wychowanie fizyczne i matematyczne, 2021, nr 5 (31), s. 60-66,* <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009> (dostęp: 29.03.2023).

Valentyna Kovalenko, Svitlana Lytvynova, Maiia Marienko, Mariya Shyshkina, *Zorientowane na chmurę systemy otwartej nauki w nauczaniu i doskonaleniu zawodowym nauczycieli: treść głównych koncepcji opracowania [w:] Wychowanie fizyczne i matematyczne, 2020, nr 3(25), t 1, s. 67-74,* <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-028> (dostęp: 29.03.2023).

Maiia Marienko, *Analiza stanu problemu przygotowania nauczycieli przedmiotów przyrodniczych i matematycznych do pracy w liceum naukowym [w:]. Zbiór prac naukowych*

"*Information Technologies in Education*" (ITE) 2020, nr 43, s. 41-53,
<https://doi.org/10.14308/ite000719> (dostęp: 29.03.2023).

Maiia Marienko, *The Current State of using the Cloud-based Systems of Open Science by Teachers of General Secondary Education* [w:] *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology – Volume 2: AET*, 2022, p. 466-472,
<https://doi.org/10.5220/0010932900003364> (dostęp: 29.03.2023).