

STEM-ОСВІТА ВЧИТЕЛІВ У КРАЇНАХ СХОДУ ТА АВСТРАЛІЇ

©Валько Н.В.

Херсонський державний університет

Інформація про автора

Валько Наталія Валеріївна: ORCID ID 0000-0003-0720-3217; valko@ksu.ks.ua ; к.ф.-м.н., доцент кафедри інформатики, програмної інженерії та економічної кібернетики; Херсонський державний університет; вул. Університетська, 27, м. Херсон, 73000, Україна

Існує ряд східних держав, у яких спостерігається значне зростання економіки та закріплення позицій світових лідерів у галузі технологій. Згідно з результатами міжнародного оцінювання учнів PISA, ці країни також посідають чільне місце в рейтингу оцінювання систем освіти. Тому системи освіти таких держав представляють інтерес для досліджень. Критичне вивчення існуючих рішень щодо впровадження і популяризації STEM-освіти може бути корисним для формування власної системи STEM-освіти. Також це дасть можливість визначити різні варіанти підвищення конкурентоспроможності нашої держави. У статті зроблено огляд існуючих досліджень в освітній галузі Китаю, Японії, Тайвані, Сінгапуру та Австралії. Також зроблено огляд існуючої нормативної бази та системи освіти вчителя в цих країнах. Хоча кожна країна по-своєму визначає набір STEM-предметів та їх поєднання, переважно за основу беруть математику, науку (фізику, біологію, хімію) та ІКТ (цифрові технології). Зроблено акцент на систему освіти вчителів (дипломної та післядипломної) з математично-природничих дисциплін. Також наведено приклади ініціатив недержавних установ, які беруть участь у підвищенні кваліфікації вчителів і навчання впродовж життя.

Ключові слова: STEM-освіта, професійна підтримка, підвищення кваліфікації вчителів, реформа освіти, початкова педагогічна освіта, популяризація STEM, високоякісне навчання, післядипломна освіта.

Валько Н.В. «STEM-образование учителей в странах Востока и Австралии»

Существует ряд восточных государств, в которых наблюдается значительный рост экономики и укрепление позиций мировых лидеров в области технологий. Согласно результатам международного оценивания учащихся PISA, эти страны также возглавляют рейтинг оценок систем образования. Поэтому системы образования таких государств представляют интерес для исследований. Критическое изучение существующих решений по внедрению и популяризации STEM-образования может быть полезным для формирования собственной системы STEM-образования. Также это даст возможность определить различные варианты повышения конкурентоспособности нашего государства. В статье сделан обзор существующих исследований в сфере образования Китая, Японии, Тайване, Сингапуре и Австралии. Также сделан обзор существующей нормативной базы и системы образования учителя в этих странах. Хотя каждая страна по-своему определяет набор STEM-предметов и их сочетания, в большинстве случаев за основу берут математику, науку (физику, биологию, химию) и ИКТ (цифровые технологии). Сделан акцент на систему образования учителей (дипломного и последипломного) по математическим и естественным дисциплинам. Также приведены примеры инициатив негосударственных учреждений, участвующих в повышении квалификации учителей.

Ключевые слова: STEM-образование, профессиональная поддержка, повышение квалификации учителей, реформа образования, начальная педагогическое образование, популяризация STEM, высококачественное обучение, последипломное образование.

N. Valko "STEM-education of teachers in the countries of the Eastern world and Australia"

There are a number of Eastern states, in which there is a significant economic growth and the strengthening of the position of world leaders in technology. According to the results of the international assessment of PISA students, these countries also lead the ranking of educational system ratings. Therefore, the education systems of such states are of interest for research. A critical study of existing solutions for the implementation and popularization of STEM-education can be useful for building our own STEM-education system. It will also offer an opportunity to identify various options for improving the competitiveness of our

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

state. The article provides an overview of the existing educational research in China, Japan, Taiwan, Singapore, and Australia. An overview of the existing regulatory framework and the system of teacher education in these countries has also been made. Although each country defines in its own way a set of STEM-objects and their combinations, in most cases mathematics, science (physics, biology, chemistry) and ICT (digital technologies) take the basis. Emphasis is placed on the system of teacher education (graduate and postgraduate) in mathematical and natural disciplines. There are also examples of initiatives launched by non-state institutions involved in teacher development.

Keywords: STEM-education, professional support, professional development of teachers, education reform, primary pedagogical education, STEM popularization, high-quality education, postgraduate education.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Економічний розвиток держави залежить безпосередньо від рівня кваліфікації людей, які забезпечують його зростання. Досвід держав, які перебувають на перших позиціях світового лідерства, показує, що невід'ємною складовою таких досягнень є освітня політика. Вона враховує вимоги часу та попередні досягнення. Результати міжнародного оцінювання PISA є одним з інструментів оцінки системи освіти в таких країнах, як США, Канада, Японія, Австралія, Китай тощо. Також це дослідження використовують як обґрунтування доцільності тих чи інших змін у реформуванні освіти. Міжнародне оцінювання показує, що досягнення учнів нерозривно пов'язані з економічним станом країн у міжнародному рейтингу.

Формування вчителя як спеціаліста цілком залежить від тих умов, дій, ініціатив та принципів, які лежать в основі освітньої політики держави. Побудова системного моніторингу та підтримки, а також умов функціонування освітньої системи є важливим завданням. Також важливими питаннями є умови залучення, підготовка, розвиток та збереження ефективності вчителів. Тому існує необхідність вивчення зарубіжного досвіду реформування і проведення освітньої політики для встановлення умов, необхідних для формування вчителів, здатних забезпечити конкурентоспроможність випускників на ринку праці.

Аналіз основних досліджень і публікацій. У своїх роботах М.І. Гагарін, О.А. Комарова, Д.Г. Кучеренко, О.В. Мартинюк та інші досліджували систему освіти Китаю та її характеристики. Формування конкурентоспроможної системи освіти в Кореї розглянули Л.М. Корсунська, О.В. Семеніхіна, М.С. Сандул. У роботах В.В. Лапінського, А.С. Міни та К.І. Скрипки описано систему інформатизації Південної Кореї, Японії та інших країн. Огляд законодавчого забезпечення

освіти дорослих у Китаї, Південній Кореї та Японії зроблено Л.Б. Лук'яною. В роботах Н.В. Муқан, Г.В. Яремко, Г.І. Слозанської описано професійний розвиток вчителів школи та викладачів університету Австралії.

Формулювання мети, постановка завдань. Метою цієї статті є огляд існуючих практик впровадження STEM-освіти в країнах Сходу, виявлення позитивних та негативних практик формування молодого вчителя та підтримки його роботи протягом всієї професійної діяльності. Якість освіти – це якість її вчителів. Тому важливою є побудова системи навчання, підтримки вчителів та підвищення їх кваліфікації впродовж всієї освітньої діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження. За міжнародними дослідженнями в Східній та Південно-східній Азії з'явилися країни, які сповідують постконфуціанську спадщину і винятково динамічні в STEM: Китай, Південна Корея, Японія, Тайвань і Сінгапур [1]. Також серед лідерів держав перебуває Австралія. Оскільки освітня система тісно пов'язана з економічним розвитком, то потребує дослідження досвід цих країн у її реформуванні та вдосконаленні.

Китай. Система освіти в Китаї відноситься до культурної традиції, тому дослідники відмічають збереження високого престижу освіти і особливе ставлення до освітян зокрема. У свою чергу вчителі надають велике значення плануванню уроків і систематичному навчанню та підвищенню кваліфікації. Освіта перебуває під контролем держави, і більша частина освітніх послуг безкоштовна. Проте існує дуже велика конкуренція на навчання в університетах, і переважна частина випускників шкіль навчається в професійній освіті. Часто саме підприємство, зацікавлене в освіті своїх фахівців, навчає їх на платних курсах. Тому є висока частка інтеграції виробництва в навчальний процес закладів вищої освіти. Також дослідники відмічають значну частку «технічних» дисциплін у програмах вищої

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

освіти в порівнянні з «гуманітарною». Тому інженерія є найпопулярнішою дисципліною для студентів. Навчальна програма в Китаї зосереджена на створенні міцних фундаментальних знань та оволодіння основними концепціями з біології, хімії та фізики, а також алгебри та геометрії. Згідно зі статистичними даними, у Китаї відносна частка випускників STEM-спеціальностей більша, ніж у інших країнах (зокрема в США та Індії) [2]. Наука викладається як окремі предмети (фізика, хімія та математика).

У Китаї, як і в інших країнах, існують національні стандарти викладання. Вони періодично переглядаються і змінюються. Підручники, матеріали, підготовка вчителів та професійний розвиток чітко узгоджуються із цими стандартами. Існує чітка система стимулів заробітної плати в кар'єрному зростанні вчителя. Окрім того, вчитель спеціалізується тільки на своїй дисципліні.

У 2006 році було оголошено про нову мету розвитку науки і техніки до 2020 року [3]. Розвиток інноваційних технологій є необхідною умовою конкурентоспроможності на глобальному ринку, тому пріоритетною стратегією було визначено розвиток таланту. Такі цілі повинні досягатися шляхом реформування освіти та залучення іноземних талантів [4]. У квітні 2017 року Міністерство освіти Китаю оголосило офіційно про введення в навчальну програму початкової школи STEM-освіти, випустивши серію навчальних матеріалів та навчальних посібників STEAM для початкової школи [5]. Зважаючи на велику кількість населення і нерівномірність його розташування, впровадження нової освітньої політики має певні труднощі. Зокрема лише частина шкіл та університетів почали розробку методичного забезпечення, частина шкіл використовують проектне навчання (project-based learning - PBL), але не всі вчителі були готові до нових методів навчання, зокрема проектною діяльністю [6]. Тому одним із ключових моментів упровадження нових стандартів стала підготовка вчителів та їх професійний розвиток.

У першому комплексному дослідженні [7] кількісного аналізу дослідницького середовища Китаю розглядаються основні проблеми, з якими стикається сфера вищої освіти, коли країна намагається стати академічною наддержавою. В Китаї дуже чітко прописана система, за якою вчитель повинен діяти, якщо хоче отримати підвищення або додаткову оплату. Така система заохочення може призвести до короткочасного успіху:

швидкі публікації і зростання їх кількості, а не якості, чисельні короткочасні дослідження без довгострокових спостережень, для яких можуть знадобитися десятки років. Також автор відзначає, що система оцінювання, яка існує, перешкоджає інноваційним дослідженням, оскільки ефективність визначається числовими показниками успіху: за кількістю публікацій, оцінкою часу та штрафів у випадках невдалих спроб, підрахунком щорічної ефективності, індексуванню в базах даних. Але не оцінюється справжня якість та наслідки проведених досліджень або їх соціальний вплив, значення. Це демотивує науковців у проведенні наукових досліджень. Інші дослідники вказують, що дотримання традицій теж є певною перешкодою до впровадження нових навчальних планів, організації співпраці з учителями [8]. Загалом, за визначенням Апелъбаума, якщо Китай хоче мати провідну роль у наукових дослідженнях, йому потрібно пройти ще дуже довгий шлях: «...це культурна проблема і це вимагатиме значних змін у мисленні» [7].

Більшість учителів у Китаї мають бакалаврську ступінь світи. Для перенавчання держава виділила досить велике фінансування [2]. Було розроблено багато тренінгових семінарів та груп партнерств, увага зосереджувалась у галузі освіти та педагогічних, а не предметних знань. Тому поступово в країні формується спільнота вчителів, які працюють за новими навчальними планами.

Разом із тим, оскільки виробництво зацікавлене в навчанні співробітників, між університетами, коледжами та підприємствами укладаються угоди про співробітництво. Дуже цінується співпраця з іноземними навчальними закладами. Одним із прикладів є співпраця між Академією робототехніки університету Карнегі-Меллона (CMRA, США) та інститутом PKU-HKUST (PKU-HKUST Shenzhen-Hong Kong Institution) [9]. У рамках цієї співпраці очікується поширення STEM-освіти в галузі комп'ютерних наук та програм робототехніки. Інститут PKU-HKUST буде виступати як центр підготовки викладачів та сертифікаційний центр CMRA зі STEM-програм у Китаї, включаючи Гонконг та Макао. STEM-освіта буде спрямована на викладання таких предметів, як математика та наука (хімія, біологія, фізика) шляхом включення технологій та інженерії в навчальну програму і створення «мета-дисципліни».

Південна Корея. Незважаючи на прогрес в економічному зростанні країни, в Південній

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

Кореї, як і в усьому світі, спостерігається зменшення зацікавленості в науці та техніці молоді. Це викликає занепокоєння, зважаючи на зростання технічного розвитку. Дані досліджень показують, що зацікавленість у професії вчителя набагато більша, ніж у науково-технічних професіях [10]. Грунтуючись на тому, що ключовими словами для нових перспектив технологічного суспільства є «креативне мислення» та «академічна конвергенція», починаючи з 2011 року Міністерство освіти, науки та технологій країни (Ministry of Education, Science, and Technology - MEST) зробило STEAM основною освітньою політикою держави та ініціювало такі стратегії: підвищити інтерес суспільства до науки та математики, щоб вони обирали навчання та роботу в цих галузях; виховувати талановиті людські ресурси в науці та техніці, щоб підвищити конкурентоспроможність та розвиток країни. Корейський фонд сприяння розвитку науки і творчості (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity - KOFAC) проводить різні заходи для популяризації науки та математики, а також підтримує державні програми наукової освіти.

Для створення нових навчальних планів було створено робочі дослідницькі групи викладачів. Також було започатковано проект «STEAM Leader School», у рамках якого застосовувались інтегральні плани і проводились інтегровані уроки. До цієї групи спочатку ввійшло шістьнадцять шкіл, потім їх кількість збільшилась до вісімдесяти. Зважаючи на те, що частина вчителів мало використовувала інтегративні плани на уроках, а також відчувався брак знань та досвіду в навчанні STEAM, була організована підтримка таких викладачів: розроблені моделі уроків для програми STEAM, надана адміністративна та фінансова підтримка, продуктивне підвищення кваліфікації та консультації з експертами [11, 12]

Професія вчителя – одна з найпопулярніших в Кореї, тому існує конкуренція при вступі на цю спеціальність та відбір (кваліфікаційний іспит, який проводить столичне/провінційне відділення освіти) в державні школи після закінчення навчання. Учителем можна стати отримавши диплом коледжу або вищого навчального закладу. В коледжах студенти обирають тільки декілька дисциплін і набувають в них глибокі знання. Тому існує проблема вибору студентами дисциплін саме STEAM напрямку.

У країні існують різні програми підвищення кваліфікації. Але існує проблема

навчання досвідчених викладачів, оскільки ці курси не можуть бути застосовані в роботі в класі (як стверджують вчителі). Тому у 2011 році було запроваджено програму «Головний вчитель» (Head Teacher), яка надавала вчителям зі стажем понад 15 років можливість зменшення навчального навантаження із підвищенням зарплати за виконання наставницької ролі для молодих викладачів, допомогу їм у вихованні, навчанні та дослідженнях.

Сінгапур. За дослідженнями PISA, Сінгапур входить до п'ятірки країн із найбільшою кількістю учнів та найвищими їх досягненнями. Крім того, ця країна демонструє стійке економічне зростання протягом тривалого часу. В суспільстві цієї країни є розуміння, що для досягнення визначних результатів потрібно підвищити якість навчання вчителів, на яких лежить відповідальність за виховання та навчання молоді. Вчителі отримують освіту в Національному інституті навчання вчителів у Сінгапурі (National Institute of Education - NIE). У цьому інституті є 12 відділень, три з яких пов'язані зі STEM: Навчальні науки і технології, Природничі науки та наука, Математичне та математичне виховання. Академічна група "Математика та математична освіта" постійно шукає нові та інноваційні способи доставки змісту математики та курсів педагогіки з метою розробки кращих практик математичної освіти в країні. Крім того, існує спеціальний дослідницький центр, відомий як Центр досконалості в галузі навчання інновацій, однією з функцій та обов'язків яких є вивчення напрямків уточнення, адаптації та оцінювання навчальних програм Сінгапуру з математики та науки в США [13].

Для підтримки та розвитку STEM-напрямку в Сінгапурі з 1980 році існує науковий парк – центр для просвітницької діяльності та підтримки STEM. Також створено центр A*STAR, який слугує інкубатором для високотехнологічних виробництв. Їх ресурси (технічні та інформаційні) доступні в науково-дослідних центрах і надають можливість учням та науковцям для проведення власного дослідження, орієнтованого на економічну діяльність країни. Наприклад, у дослідницьких програмах є програма Лабораторія вивчення ДНК. Засоби науки Центру дозволяють учням мати практичний досвід у проведенні генетичних експериментів. Агентство з науки, техніки та досліджень (A*STAR) забезпечує фінансування періодичних витрат на експлуатацію лабораторії. Програми

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

варіюються від початкових відомостей до практичних експериментів, таких як: вивчення клітин і бактерій, передача генів флуоресцентного білка від медузи до бактерій та перевірка послідовності з використанням комп'ютера.

У 2007 році цим інститутом розроблено нову модель навчання вчителів TE21 (Teacher Education). Гаслом цієї програми і стратегічними напрямками стали: навчання, дослідження та корпоративна підтримка. Ця програма керується такими принципами [13]:

- Нові цінності, навички та знання (V³SK). Система цінностей, навичок та знань служить ключовим керівним принципом, який гарантує, що навчання вчителів від початкової підготовки вчителя (Initial Teacher Preparation - ITP) до післядипломної освіти (Teacher Professional Development - TPD) підтримується основою навичок та знань, що, в свою чергу, надійно пов'язане з набором основних цінностей
- Компетенції молодих викладачів. Учні 21 століття повинні мати вчителів 21 століття. Тому модель педагогічної освіти включає різні компоненти, які дозволяють їм активно виконувати обов'язки в класі та школі.
- Посилення теорії-практики. Співпраця та партнерство шкіл із провідними установами є звичайною практикою для сингапурської системи освіти. В такій співпраці в учителя є можливість забезпечити не тільки викладання теорії, але й показати практичне застосування.
- Програма зсуву (коли цінності є ключовими для залучення та розвитку вчителя) та розширені педагогічні можливості. Навчання вчителів – це безперервний процес, тому на кожному з етапів повинна існувати можливість вдосконалювати та розвивати свої професійні навички.
- Рамки оцінки для викладання та навчання 21-го століття. Для оцінювання компетентностей молодих вчителів використовуються три показники ефективності: професійна практика, лідерство та ефективне управління персоналом.
- Посилення шляхів професійного розвитку. Для досвідчених вчителів пропонується скорочена програма отримання диплому магістра або прискорений бакалавріат.

В освітній системі Сингапуру для вчителя є можливості кар'єрного зростання: від майстра-педагога до фахівця з навчального плану а потім до керівника школи [14]. У кожному з варіантів спеціаліст отримує фахову підготовку і зростання кар'єрними сходами.

Кожна стадія включає в себе багатий досвід та підготовку кадрів для інновацій. Якщо молодий вчитель проявляє ініціативу та лідерські якості, він може пройти випробувальний термін в керівництві на певний період. Кожен із більш досвідчених учителів стає наставником для молодих вчителів. Державна довгострокова стратегія постійного вдосконалення передається через шкільні принципи та традиції.

Тайвань. Наукове навчання в Тайвані в молодшій школі поділяється на дві частини: математика та природничі науки [15]. На відміну від Китаю, в Тайвані вивчення науки більш поєднане та інтегроване. Галузі природничих та науково-технічної дисциплін включають в себе знання про матеріали та енергію, науку про життя, землю та навколишнє середовище, екосистему та інформаційні технології. У порівнянні з науковими дисциплінами, що викладаються в китайських середніх загальноосвітніх навчальних закладах, навчальна програма в галузі науки на Тайвані включає в себе більш широке коло питань, пов'язаних із наукою, але вимоги та глибина кожної теми менші.

Реформи в Тайвані зосереджені на трьох аспектах: навчальний план, оцінювання та підготовка вчителів, їх професійний розвиток, спрямований на вдосконалення навчання учнів. Дев'ятирічний навчальний план має програму, в якій питання науки інтегровано в природознавство та технології, активне дослідження, самостійне мислення та вирішення проблем, використання науки, технології та інформації. Навчальні плани в старших класах зосереджені на науковій грамотності, а не підготовці наукових спеціалістів. Учителі мають достатню автономію у викладанні та оцінюванні учнів. Також кожна школа має право розробляти і друкувати свої підручники, які відповідають їй напряму, немає системи централізованого постачання підручників [16].

Закон про освіту викладачів включає в себе загальне навчання, предметне та стажування. Перед стажуванням вчителі повинні пройти кваліфікаційні випробовування. З 2018 року Міністерством освіти впроваджено «Керівні принципи щодо професіоналізму вчителів» та «Критерії, що регулюють дошкільну підготовку педагогічних кадрів для педагогічної освіти» [17].

Японія. Японія дуже близька до Тайваня за своїми географічними, культурними, освітніми характеристиками. В обох країнах є пріоритет щодо сприяння міжнародній освіті і

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

залученню іноземного досвіду. Система освіти в Японії побудована на конфуціанстві. Тому школи і навчання завжди були і є привілеєм, мають повагу в населення і незламний статус. Цей статус підтримується і фінансово. Навіть у післявоєнні часи оплата вчителів знаходилась на рівні держслужбовців [14].

Оскільки «...якість системи освіти не може перевищувати якості вчителів та керівників шкіл, а якість вчителів та керівників шкіл не може перевищувати якість організації роботи, професійного розвитку та підтримки, наданої школам та місцевим громадам» [14], то частиною освітніх реформ в Японії п'ятдесят років тому стала робота в напрямі підготовки та перепідготовки вчителів. У результаті було сформульовано основні вимоги до навчання вчителів [18]:

- Усі викладачі повинні мати вищу університетську освіту. Щоб стати вчителем, студенти повинні відвідувати сертифіковану міністерством освітню програму навчання в університеті або коледжі.

- У системі обов'язкової освіти створено програму стипендій та систематичного навчання вчителів. У Японії є кілька національних викладацьких навчальних університетів, що підтримують підготовку вчителів які навчають молодих вчителів. Навчальна практика є загальною частиною всіх програм навчання вчителів.

- Молоді вчителі спочатку залучаються до навчання на один рік випробувального періоду під наглядом досвідчених вчителів, після чого вони можуть приступати до основної роботи. Досвідчені вчителі беруть на себе відповідальність за консультування та керівництво молодих колег. Молоді вчителі набувають досвід, лідерські здібності в навчанні та стають впевненими в собі.

- Розширена система сертифікації для залучення більшої кількості вчителів. Спеціалізовані навчальні коледжі забезпечують навчання в галузі загальної освіти. Ці коледжі є відкритими і не вимагають спеціального вступного іспиту. Випускники отримують диплом після закінчення середньої школи та можуть продовжувати навчання в післядипломній освіті, щоб отримати додаткові дипломи.

- Установлено систему надання спеціального рангу та компенсації вчителям, які мають високий рівень спеціалізованої компетенції. Проте популярність професії вчителя тримається не тільки за рахунок високої оплати. Вчителям надається довіра як

фахівцями стати: лідерами реформ у країні, прикладом професійності в завданні виростити більшість успішних учнів. Підготовка вчителів створює сильне відчуття особистої відповідальності за навчання та благополуччя учнів.

- Компенсація вчителів приведена до кращої відповідності з типовою компенсацією для людей з їхнім рівнем освіти. Викладачі можуть самостійно організувати спеціалізовані дослідницькі групи для розвитку своїх навичок роботи. Загалом колективна робота цілком відповідає командній роботі на підприємствах і в установах у всій країні.

У 1998 році зміни в освітній політиці на «спрощене навчання» (yutori education - зменшення годин на математику та науку) призвело до втрати шести позицій в міжнародному рейтингу PISA. Це виявилось стимулом до повернення статусу точним наукам у шкільній освіті і прийняття заходів для популяризації STEM-напряму діяльності [19]:

- Створення навчальних центрів для викладачів базових наук (Training Centers for Core Science Teachers - CST) (підготовка вчителів початкової школи, кваліфікованих викладачів університетів, підтримка впевненості в підготовці вчителів та проведення семінарів, навчання вчителів для поширення знань для інших учителів).

- Вибрані школи отримали цілеспрямоване фінансування, елітну програму, передові математичні або наукові програми з математики, науки, вдосконалені дослідження за допомогою співпраці з університетами, посилення міжнародних відносин, наприклад, участь у Міжнародній математичній олімпіаді та Міжнародній олімпіаді з фізики.

- Посилення навчальних планів обов'язковим вивченням науки та математики в початковій та середній школі (збільшення кількості години та зміст).

Таке поняття, як STEM, зустрічається рідко в публікаціях. У більшості нормативних документів мова йде про науку, технології та інновації (STI). Основний закон про науку і техніку в Японії є фундаментальним документом для інноваційної діяльності в країні. Цей закон визначає довгострокові національні цілі. До цього закону кожні п'ять років переглядається Базовий план – проводиться аналіз регулярної політики та корегування існуючої системи підвищення якості освіти. Цей план відображає поступову зміну стратегії держави в глобальному просторі: перехід від торгівлі до виробництва,

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

потім до інтелектуальної власності, а тепер до досліджень і розробок. Останній, п'ятий базовий план було прийнято на період 2016-2021 років [20]. Його відмінністю від попередніх планів стала орієнтація не на досягнення в дослідженнях і розробках, а побудова суспільства 5.0: розширене злиття кібер та фізичного простору, збалансування економічного розвитку з вирішенням суспільних проблем, побудова суспільства, орієнтованого на людину. Для досягнення цієї мети визначено вирішення проблем у сімнадцяти основних напрямках, серед яких: зелені інновації, інновації в житті та відновлення після стихійних лих. Незважаючи на високий рівень професіоналізму вчителів, упровадження нових навчальних програм, які відповідали б вимогам 21 століття, буде вимагати від останніх систематичного навчання та оновлення методів навчання.

Японське науково-технічне агентство (Japanese Science and Technology Agency - JST) є неурядовою організацією, яка сприяє поширенню наукового розуміння та технологій у суспільстві [21]. Цією організацією ініційовано створення навчальних центрів для викладачів базової науки (Training Centers for Core Science Teachers - CST). Створення таких центрів має на меті забезпечити університети кваліфікованими викладачами, для залучення молоді до STEM-наук та покращення якості їх освіти. Ця організація співпрацює з місцевими радами освіти та університетами. Участь у цій програмі беруть як майбутні, так і практикуючі вчителі, переважно вчителі початкових та середніх класів. Потім ці вчителі, як лідери, розповсюджують отримані знання у формі лекцій, семінарів, організують обмін досвідом, ідеями з колегами тощо.

У 2018 році Міністерством освіти (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology - MEXT) прийнято Основну політику щодо просування науки, технологій та інновацій (science, technology and innovation - STI) для цілей сталого розвитку (Sustainable Development Goals - SDGs). Ця програма є наслідком рішення організації ООН «2030 Agenda for Sustainable Development» (2015р.). Одним із пунктів цього плану є розвиток людських ресурсів: підготовка молодих дослідників, сприяння діяльності жінок-дослідників, залучення дослідників з-за кордону і їх заохочення, збереження різноманітності наукових досліджень, технологій та інновацій, зокрема тренування людей, які будуть відповідальними за STI в наступному поколінні [22].

Австралія. На відміну від Китаю, Австралія відома своїми більш гнучкими вимогами до вчителя і системи освіти в цілому. В 2013 році австралійським урядом було прийнято стратегію розвитку STEM напрямів в інтересах держави. У цьому документі було визначено напрями, в яких необхідно буде зосередити зусилля для забезпечення соціальної стабільності та збереження світового лідерства: освіта – формальна і неформальна, знання - забезпечення безперервного потоку нових ідей та їх поширення, інновації – використання знань для виготовлення якісних товарів та послуг, вплив – використання співпраці, мереж та альянсів, щоб країна залишалася серед перших у світі [23]. Серед основних завдань цієї стратегії:

- вирішення суспільних проблем, надання першочергової уваги відповідним дослідженням та інноваціям;
- підвищення якості дисциплін, які є основою STEM виробництва: сприяння математиці, науці, техніці та технологіям;
- підвищити обізнаність суспільства та їх взаємодію у STEM;
- порівняти переваги і силу досліджень Австралії.

На виконання цієї стратегії у 2015 році було прийнято національну стратегію розвитку STEM-освіти (National STEM School Education Strategy) на 2016-2026 роки [24]. Метою її стало забезпечити всіх учнів, що закінчують школу, міцними знаннями в галузі STEM та пов'язаних із ними навичок, а також мотивувати учнів до прагнення використовувати STEM у сфері професійної підготовки. Ця стратегія має п'ять ключових напрямків національних дій, в яких шкільна освіта має найбільшу вагу.

1. Збільшення кількості учнів зацікавлених у STEM.
2. Підвищення можливостей учителя та якості викладання STEM.
3. Підтримка можливостей STEM-освіти в шкільних системах.
4. Сприяння ефективному партнерству із закладами вищої освіти, бізнесом та промисловістю.
5. Створення міцної доказової бази.

Для кожного з пунктів цієї стратегії визначено Національні спільні дії (дослідження рівнів досягнень, завантаженості тощо) та юридичні дії (визнання, надання статусу онлайн платформам, STEM-осередкам, співпраця територіальних центрів тощо). Також у стратегії визначено рекомендації для розвитку STEM в освітньому середовищі:

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

- внесення до шкільної культури визнання та цінування STEM-освіти а також її доступність,
- сприяння поширенню інформації про STEM-професії та їх можливості,
- спонукання до творчої та дослідницької діяльності через пробудження інтересу до дослідів та знань,
- заохочення вчителів до пріоритетності STEM-змісту,
- використовувати навколишнє оточення та шкільні дані при складанні та розв'язанні практичних завдань, пов'язаних зі STEM,
- створення умов та організація співпраці школи та учнів так, щоб можна було відслідковувати їхні успіхи у STEM.

У концепції визначено напрями забезпечення якості освіти: підвищення якості освіти учнів, підвищення якості викладання, демонстрація інноваційних способів впровадження STEM. А також основні принципи впровадження STEM: STEM буде перебувати однаково поряд з громадянством та грамотністю в культурі та навчальних програмах австралійських шкіл; практикуючі STEM Австралії будуть підтримувати високі етичні стандарти в рамках активної соціальної компактності і отримувати підтримку громади за свою роботу.

Реалізація STEM-освіти в окремих школах Австралії розпочалася в рамках проектів. Першими кроками стало впровадження інтегрованого навчання математиці, науці, технологіям. Наступним кроком – міждисциплінарний підхід до викладання предметів. Школи, які брали участь у цих проектах розміщували результати та опис свого досвіду в мережі [25]. Третій крок, який проводиться зараз, це розробка галузевої програми, спрямованої на STEM та розвиток навичок, пов'язаних із практичною діяльністю.

Для забезпечення виконання стратегії потрібна відповідна підготовка вчителів. Національна програма інновацій та науки (National Innovation and Science Agenda - NISA) – це один із способів для вирішення проблеми якості та професійного розвитку вчителів. Зокрема, завдяки цій програмі впроваджено ініціативу Embracing the Digital Age. Також діють інші ініціативи, такі як Академія кодування в Квінсленді (Queensland Coding Academy) та Зламай Код (Crack the Code) в Новерландії. На території країни діють також незалежні міжнародні організації та їх програми, такі як Code Club.

Також для вдосконалення практики навчання STEM в країні діє волонтерська програма STEM-професіонали в школі (STEM Professionals in Schools) від ініціативи CSIRO, яка раніше називалася Вчені та математики в школі (Scientists and Mathematicians in Schools). Фахівці в різних галузях можуть приєднатися до програми і обрати різні варіанти співпраці з вчителями:

- Розробка уроків із вчителем, що узгоджуються із загальними можливостями австралійського навчального плану.
- Наставництво вчителів.
- Відвідування сайту чи екскурсії.
- Запуск спеціальних STEM-клубів.
- Лекції про кар'єру та презентації (профорієнтація).
- Демонстрації експериментів.
- Підтримка учнів у спеціалізованих проектах.
- Он-лайнова підтримка.

Одночасно в школах діє ініціатива по грантах у рамках програми «Цифрова грамотність», яка підтримує інноваційні способи реалізації навчальної програми шляхом надання школам грантів для придбання цифрової техніки. Оскільки найближчим часом у школах Австралії мають впроваджувати навчальну програму зі штучного інтелекту (AI), то потрібна також підтримка вчителів із вивчення цього напрямку і забезпечення технологіями.

На підтримку вчителів кожні чотири роки незалежним статутним органом Австралії (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority – ACARA), який співпрацює з департаментом освіти, розробляються навчальні плани для шкіл країни. Цією установою зараз розробляються навчальні плани для кожного зі STEM-предметів для підтримки вчителів [26]. Розроблено навчальні плани окремо для таких предметів, як математика, технології (дизайн та технології, цифрові технології) та наука (біологія, хімія, земля та екологія та фізика). Технології вивчаються тільки до 10 класу, математика та наука до 12 класу.

Університети країни приймають безпосередню участь у впровадженні STEM-освіти. Університетом Аделаїди створено он-лайн платформу Цифрові технології (Digital Technologies MOOCs), яка забезпечує безкоштовне професійне навчання вчителів за австралійським навчальним планом: доступ до цифрових технологій та його безкоштовного новітнього програмного забезпечення. Також

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

існує ініціатива Австралійської комп'ютерної академії (ACA), яка в Сіднейському університеті проводить професійні навчальні семінари для вчителів шкіл усієї країни.

На підтримку міждисциплінарних наукових досліджень існує в країні Австралійська Рада Навчальних Академій (ACOLA), яка поєднує чотири австралійські навчальні академії: Австралійську академію гуманітарних наук, Австралійську академію наук, Академію соціальних наук Австралії та Австралійську академію технологічних наук та інженерії. Цією радою проведено ряд досліджень у галузі STEM, які лягли в основу прийнятих рішень із впровадження і підтримки нового освітнього напрямку. Їх робота сприяє національній політиці та розробці інноваційних рішень складних глобальних проблем на національним інтересам [27].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведений огляд досліджень щодо розвитку та підтримки STEM-освіти в східних країнах та Австралії виявив таке:

1. Відтік кадрів в інші країни, незважаючи на економічне зростання, є спільною проблемою багатьох країн. Також є проблемою мала залученість молоді до науки та технологій. При виборі спеціальностей технічні спеціальності та наукову кар'єру обирає досить мала кількість людей. Кожна з країн по-своєму обґрунтовує потребу в таких спеціалістах: Китай прагне посилити свою конкурентоспроможність на світовому ринку; Австралія, Сінгапур, Південна Корея головними викликами вважають технологічний світ майбутнього і ставлять за мету забезпечення учнів необхідними навичками 21 століття; Японія, Тайвань прагнуть побудувати нове технологічне суспільство, де збалансовано існують інновації та екосистеми.

2. В Китаї та Австралії державою визначаються навчальні програми та плани з кожної дисципліни. У Тайвані, Японії держава теж визначає навчальні програми та плани, але кожна школа має право модифікувати їх відносно стратегії свого розвитку.

3. У Китаї математика, фізика та природничі науки викладаються як окремі предмети. На відміну від Китаю, в Австралії дисципліна Наука викладається як інтегрований урок. У Південній Кореї вивчаються дисципліни STEAM за

інтегрованими навчальними планами. В Японії та Сінгапурі наука є невід'ємною частиною навчання. У цих країнах інтеграція та співпраця виробництва з освітніми закладами є прикладом до наслідування. Доступність технологій як для дорослих, так і для дітей є однією з переваг навчання в цих країнах.

4. Популярність професії вчителя в країнах Сходу традиційно висока і престижна, особливо на це наголошують дослідники Японії. Прояви поваги відбуваються на всіх рівнях суспільства: як на рівні держави, так і на рівні сім'ї. І, як показують дослідження, довіра до вчителя є основою всіх реформ у галузі освіти. В свою чергу підтримка реформ «знизу» забезпечує їх швидку реалізацію та кращі результати.

5. Для успішної освітньої діяльності потрібна система систематичного навчання та перенавчання. В усіх країнах вчитель повинен мати вищу освіту. Якщо такої освіти немає, то пропонуються варіанти скорочених курсів. В Японії досвідчені вчителі стають наставниками молодих вчителів, що забезпечує передачу досвіду і швидке «входження» в професію. Також продуктивною є робота вчительських спільнот, в яких можна обмінятися досвідом та практиками. Чітка траєкторія кар'єрного зростання є однією з переваг професії вчителя у східних державах. При цьому система формує зрозумілі і відчутні нагороди за успіхи.

6. Оцінювання діяльності вчителів відбувається в кожній із країн, але по-різному відбувається контроль (відслідковування) цього оцінювання. В Китаї кількісні показники не дозволяють дослідникам організувати довгострокові дослідження, оскільки моніторинг досягнень вимагає миттєвих результатів «тут і зараз».

Якість підготовки вчителя визначає якість освіти в цілому. Підвищення кваліфікації вчителів, як молодих, так і з досвідом роботи є основним фактором швидкого і якісного впровадження освітніх реформ, а також гарантією забезпечення учнів якісною освітою. Впровадження нових технологій у навчальний процес – це більше, ніж цифрова грамотність. Забезпечення вчителів часом, ресурсами та підтримкою, щоб вони могли якісно вести предмет, є однією з основних завдань освітньої політики.

Список використаних джерел

1. Marginson, S. et al. STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM)

education. Final report [Electronic resource] / Marginson, S. [et al.]. – 2013. – viewed 4 October 2018, Access mode:

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/SAF02_STEM_%20FINAL.pdf

2. China - Statistics & Facts [Electronic resource] – Access mode: <https://www.statista.com/topics/753/china/>

3. Cao C. China's 15-Year Science and Technology Plan. / C. Cao, R.P. Suttmeier, D. F. Simon // Physics Today. – 2006. – Vol. 59 (12). – P. 38-43.

4. China STI. The 13th Five-year National Plan for Science, Technology and Innovation of the People's Republic of China, 2016. [Electronic resource]. – 4 October 2018, Access mode: <http://en.ndrc.gov.cn/newsrelease/201612/P020161207645765233498.pdf>

5. Shi T. Xi Plans to Turn China Into a Leading Global Power by 2050. Bloomberg LP. 17 October 2017 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-10-17/xi-to-put-his-stamp-on-chinese-history-at-congress-party-opening>

6. Guo L. New Curriculum Reform in China and its Impact on Teachers, Canadian and International Education / L. Guo // Education canadien neet internationale. – 2012. – Vol.41(2). – viewed 4 October 2018, Access mode: <http://ir.lib.uwo.ca/cie-eci/vol41/iss2/6>.

7. Han X. China's science, technology, engineering, and mathematics (STEM) research environment: A snapshot [Electronic resource] / X. Han, R. P. Appelbaum // PLOS ONE. – 2018. – Vol. 13 (4). – viewed 10 October 2018, Access mode: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0195347>.

8. Employing STEM Curriculum in an ESL Classroom: A Chinese Case Study [Electronic resource] / G. R. MacKinnon [et al.] // K-12 STEM Education. – Vol. 3., No. 1. – P. 143-155. – viewed 10 October 2018, Access mode: <http://www.k12stemeducation.in.th/journal/issue/view/11/showToc>.

9. Eduspec to promote STEM education in China for 3 years [Electronic resource] – viewed 2 October 2018 Access mode: <https://www.thesundaily.my/archive/eduspec-promote-stem-education-china-3-years-YUARCH516776>.

10. Jon J. E. STEM Report: Republic of Korea [Electronic resource] / J. E. Jon, H. I. Chung // Report for the Australian Council of Learned Academies (ACOLA). Melbourne: Australian Council of Learned Academies, 2013. – viewed 6 October 2018, Access mode:

<https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Korea.pdf>

11. Shin Y. J. A study of the elementary school teachers' perception in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education / Y. J. Shin, S. K. Han // Journal of Korean elementary science education. – 2011. – Vol. 30. – №. 4. – C. 514-523.

12. Kong Y. T., Huo S. C. An Effect of STEAM Activity Programs on Science Learning Interest. Advanced Science and Technology Letters. – 2014. –

№ 59. – P. 41-45. – viewed 15 October 2018, Access mode: <http://dx.doi.org/10.14257/astl.2014.59.09>

13. A Teacher Education Model for the 21st Century. A Report by the National Institute of Education, Singapore. [Electronic resource]. – viewed 12 October 2018, Access mode: https://www.nie.edu.sg/docs/default-source/te21_docs/te21-online-version---updated.pdf?sfvrsn=2

14. Lessons from PISA for Japan, Strong Performers and Successful Reformers in Education [Electronic resource] // OECD Publishing. – viewed 12 October 2018, Access mode : <http://dx.doi.org/10.1787/9789264118539-en>

15. Gao Y. Report of Taiwan: STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) [Electronic resource]. – 2013. – viewed 10 October 2018, Access mode: <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Taiwan.pdf>.

16. Lee L. Approaches to assessment of technology education in Taiwan / L. Lee [et al.] // Journal of Design and Technology Education. – 2007. – Vol. 12. – No. 2. – P. 77.

17. Educational System. Ministry of Education, National Science Council, Taipei [Electronic resource]. – viewed 7 October 2018, Access mode : <https://english.moe.gov.tw/cp-31-17722-3fb83-1.html>

18. Report of the Central Council for Education on Basic Guidelines for an Overall Reform of School Education [Electronic resource]. – viewed 7 October 2018, Access mode: http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/others/detail/1317492.htm.

19. Ishikawa M., Fujii S., Moehle A. STEM country comparisons: Japan [Electronic resource] / M. Ishikawa, S. Fujii, A. Moehle // NCVER's international tertiary education research database. – 2013. – 7 October 2018, Access mode : <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Japan.pdf>

20. Science, Technology and Innovation Council for Science, Technology and Innovation [Electronic resource]. – viewed 10 October 2018, Access mode : <https://www8.cao.go.jp/cstp/english/index.html>

21. STEM Education Programs to enhance problem solving skills [Electronic resource]. – viewed 7 October 2018, Access mode: <https://www.jst.go.jp/sdgs/en/practices/p025.html>

22. Basic Policy on Promotion of Science, Technology and Innovation for Sustainable Development Goals (STI for SDGs) [Electronic resource] – viewed 5 October 2018, Access mode: http://www.mext.go.jp/component/english/icsFiles/afieldfile/2018/11/16/1409291_002.pdf

23. Office of the Chief Scientist. Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach. Canberra: Australian Government [Electronic resource]. – .2013. – viewed 6 October 2018, Access mode: <https://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/STEMstrategy290713FINALweb.pdf>

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

24. Education Council. National STEM School Education Strategy: A Comprehensive Plan for Science Technology, Engineering and Mathematics Education in Australia [Electronic resource]. – viewed 8 October 2018, Access mode : www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/National%20STEM%20School%20Education%20Strategy.pdf.

25. STEM Education: the story so far [Electronic resource]. – viewed 10 October 2018, Access mode: <http://stem-nsw.com.au/leading-stem>

26. Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [Electronic resource]. – viewed 12 October 2018, Access mode: <http://www.acara.edu.au/curriculum/learning-areas-subjects>

27. Consultant Report Securing Australia's Future STEM [Electronic resource]. – viewed 14 October 2018, Access mode: <https://acola.org.au/wp/reports-library/>

28. Noraini I. Country report Singapore STEM [Electronic resource] / I. Noraini [et al]. – 15 October 2018. Access mode: viewed <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Singapore.pdf>.

29. Asia Society. Going global: Preparing our students for an interconnected world. New York: The council of chief state school officers [Electronic resource]. – viewed 12 October 2018 Access mode: <http://AsiaSociety.org/Education>

References

1. Marginson, S et al. 2013, *STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Final report*, viewed 4 October 2018, <https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/SAF02_STEM_%20FINAL.pdf>.

2. China - Statistics & Facts n.d., viewed 6 October 2018, <<https://www.statista.com/topics/753/china/>>.

3. Cao C, Suttmeier RP & Simon, DF 2006, *China's 15-Year Science and Technology Plan. Physics Today*, pp. 38-43.

4. *China STI. The 13th Five-year National Plan for Science, Technology and Innovation of the People's Republic of China* 2016. viewed 4 October 2018, <<http://en.ndrc.gov.cn/newsrelease/201612/P020161207645765233498.pdf>>

5. Shi, TXi 2017, *Plans to Turn China Into a Leading Global Power by 2050*, Bloomberg LP.

6. Linyuan, G 2012, 'New Curriculum Reform in China and its Impact on Teachers, Canadian and International Education', *Education canadien neet international*, vol.41, iss.2, art. 6, viewed 4 October 2018, <<http://ir.lib.uwo.ca/cie-eci/vol41/iss2/6>>.

7. Han, X & Appelbaum, RP 2018, *China's science, technology, engineering, and mathematics (STEM) research environment: A snapshot. PLOS ONE*, 13 (4), viewed 10 October 2018, <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0195347>>.

8. MacKinnon, GR, Greene, K, Rawn, E, Cressey, J & He, W 2017, 'Employing STEM Curriculum in an ESL Classroom: A Chinese Case Study', *K-12 STEM Education*, vol. 3, no. 1, pp.143-155, viewed 4 December 2018, <<http://www.k12stemeducation.in.th/journal/issue/view/11/showToc>>.

9. Eduspec to promote STEM education in China for 3 years 2018, viewed 2 October 2018, <<https://www.thesundaily.my/archive/eduspec-promote-stem-education-china-3-years-YUARCH516776>>.

10. Jon, JE & Chung, HI 2013, *STEM Report – Republic of Korea, Report for the Australian Council of Learned Academies (ACOLA)*, Australian Council of Learned Academies, Melbourne, viewed 6 October 2018, <<https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Korea.pdf>>.

11. Shin, YJ & Han, SK 2011, 'A study of the elementary school teachers' perception in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education', *Journal of Korean elementary science education*, vol. 30, no. 4, pp. 514-523.

12. Kong, YT & Huo, SC 2014, *An Effect of STEAM Activity Programs on Science Learning Interest*. *Advanced Science and Technology Letters*, no.59, viewed 15 October 2018, <<http://dx.doi.org/10.14257/astl.2014.59.09>>

13. A Teacher Education Model for the 21st Century. A Report by the National Institute of Education, Singapore n.d., viewed 12 October 2018, <https://www.nie.edu.sg/docs/default-source/te21_docs/te21-online-version---updated.pdf?sfvrsn=2>.

14. OECD 2012, *Lessons from PISA for Japan, Strong Performers and Successful Reformers in Education*, OECD Publishing, viewed 12 October 2018, <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264118539-en>>.

15. Gao, Y 2013, *Report of Taiwan: STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)*, viewed 10 October 2018, <<https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Taiwan.pdf>>.

16. Lee, L et al. 2007, 'Approaches to assessment of technology education in Taiwan', *Journal of Design and Technology Education*, vol. 12, no. 2, pp. 77.

17. Ministry of Education & National Science Council n.d., *Educational System*, Taipei, viewed 7 October 2018, <<https://english.moe.gov.tw/cp-31-17722-3fb83-1.html>>.

18. Report of the Central Council for Education on Basic Guidelines for an Overall Reform of School Education n.d., viewed 7 October 2018, <http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/others/detail/1317492.htm>.

19. Ishikawa, M, Fujii, S & Moehle, A 2013, 'STEM country comparisons: Japan', *NCVER's international tertiary education research database*, viewed 7 October 2018,

СТРАТЕГІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ

<<https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Japan.pdf>>.

20. Science, Technology and Innovation Council for Science, Technology and Innovation, viewed 10 October 2018, <<https://www8.cao.go.jp/cstp/english/index.html>>.

21. STEM Education Programs to enhance problem solving skills, viewed 7 October 2018, <<https://www.jst.go.jp/sdgs/en/practices/p025.html>>.

22. Basic Policy on Promotion of Science, Technology and Innovation for Sustainable Development Goals (STI for SDGs), viewed 5 October 2018, <http://www.mext.go.jp/component/english/_icsFiles/afieldfile/2018/11/16/1409291_002.pdf>

23. Office of the Chief Scientist 2013, *Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach*, Australian Government, Canberra, viewed 6 October 2018, <<https://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/STEMstrategy290713FINALweb.pdf>>

24. Education Council 2015, *National STEM School Education Strategy: A Comprehensive Plan for*

Science Technology, Engineering and Mathematics Education in Australia, viewed 8 October 2018, <www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/National%20STEM%20School%20Education%20Strategy.pdf>.

25. STEM Education: the story so far, viewed 10 October 2018, <<http://stem-nsw.com.au/leading-stem>>.

26. Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, viewed 12 October 2018, <<http://www.acara.edu.au/curriculum/learning-areas-subjects>> .

27. Consultant Report Securing Australia's Future STEM, viewed 14 October 2018, <<https://acola.org.au/wp/reports-library/>> .

28. Noraini, I et al. n.d., *Country report Singapore STEM*, viewed 15 October 2018, <<https://acola.org.au/wp/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Singapore.pdf>>.

29. Asia Society. *Going global: Preparing our students for an interconnected world*. New York: The council of chief state school officers, viewed 12 October 2018, <<http://AsiaSociety.org/Education>>.

Стаття надійшла до редакції 30.10.2018 р.