

МОДЕЛІ РОЗВИТКУ STEM-ОСВІТИ У США ТА ЇХ АДАПТАЦІЯ ДЛЯ УКРАЇНИ: ДОСВІД КАЛІФОРНІЇ ТА ТЕХАСУ

Батюк Л. В.

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри фізики і хімії
Харківського національного педагогічного університету
імені Г. С. Сковороди
ORCID ID: 0000-0003-1863-0265

У статті проведено поглиблений компаративний аналіз розвитку STEM-освіти у США на прикладі демократичного штату Каліфорнія та республіканського штату Техас у період з 1930 по 2025 роки. Досліджено вплив ідеології та освітніх управлінських підходів на освітню політику, фінансування К-12 та вищої освіти, прийняття стандартів (NGSS/TEKS), роль бізнесу та грантових програм у підтримці та розвитку STEM-напрямів. Використано кількісні індикатори результативності, включно з даними NAEP, TIMSS, державним фінансуванням на учня та участю у STEM-грантах. Запропоновано концептуальну модель, що відображає взаємозв'язок між ідеологічними орієнтирами, освітньою політикою, змістом STEM-освіти та результатами підготовки людського капіталу. Обґрунтовано, що відмінності у підходах до розвитку STEM-освіти визначаються не лише управлінськими підходами до освіти, але й сукупністю соціально-економічних, інституційних та історичних чинників, що обмежує можливість прямої кореляції між ідеологічною орієнтацією штатів та навчальними результатами. На основі аналізу досвіду Каліфорнії та Техасу сформульовано практичні рекомендації для України, зокрема щодо адаптації інтегративних і прикладних моделей STEM-освіти відповідно до положень чинного освітнього законодавства та потреб національної економіки, що відповідає стратегічним цілям цифровізації та євроінтеграції. Отримані результати можуть бути використані у процесі модернізації національної системи STEM-освіти в Україні, розроблення освітніх стандартів, підготовки педагогічних кадрів для високотехнологічного сектору економіки і формування ефективної державної освітньої політики.

Ключові слова: STEM-освіта, компаративний аналіз, Каліфорнія, Техас, освітня політика, NGSS, TEKS, вища освіта, університети, Україна.

Batyuk L. V. Models of STEM education development in the USA and their adaptation for Ukraine: the experience of California and Texas

The article provides an in-depth comparative analysis of the development of STEM education in the United States using the example of the democratic state of California and the republican state of Texas in the period from 1930 to 2025. The influence of ideology and educational management approaches on educational policy, K-12 and higher education financing, the adoption of standards (NGSS/TEKS), the role of business and grant programs in supporting and developing STEM areas is studied. Quantitative performance indicators are used, including data from NAEP, TIMSS, state funding per student, and participation in STEM grants. A conceptual model is proposed that reflects the relationship between ideological orientations, educational policy, the content of STEM education, and the results of human capital training. It is substantiated that differences in approaches to the development of STEM education are determined not only by managerial approaches to education, but also by a set of socio-economic, institutional and historical factors, which limits the possibility of a direct correlation between the ideological orientation of the states and educational outcomes. Based on the analysis of the experience of California and Texas, practical recommendations for Ukraine are formulated, in particular, on the adaptation of integrative and applied models of STEM education in accordance with the provisions of the current educational legislation and the needs of the national economy, which meets the strategic goals of digitalization and European integration. The results obtained can be used in the process of modernization of the national system of STEM education in Ukraine, development of educational standards, training of pedagogical personnel for the high-tech sector of the economy and the formation of effective state educational policy.

Key words: STEM education, comparative analysis, California, Texas, educational policy, NGSS, TEKS, higher education, universities, Ukraine.

Вступ. Упродовж XX–XXI століть STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) перетворилась на один з ключових інструментів науково-технологічного розвитку, економічної конкурентоспроможності та національної безпеки більшості держав. У Сполучених Штатах Америки STEM-освіта розвивалася не лише як педагогічна інновація, але й як складова частина державної політики, тісно пов'язана з ідеологічними орієнтаціями, моделями публічного управління та регіональною автономією штатів. Саме федеративна природа США створює унікальні умови для компаративного аналізу освітніх моделей у межах однієї країни. Особливої уваги заслуговує питання формування та реалізації STEM-освітньої політики на рівні штатів в умовах різних ідеологій (демократичної та республіканської) та зв'язок між державною політикою та результативністю освітніх систем, який має складну та багатовимірну природу, що потребує компаративного й кількісного аналізу. У цьому контексті штат Каліфорнія (традиційно демократичний штат) та штат Техас (переважно республіканський штат) є репрезентативними кейсами для дослідження альтернативних моделей розвитку STEM-освіти. Обидва штати мають тривалу історію індустріального, технологічного та наукового розвитку, значний вплив бізнесу на освіту, а також вагомую роль у формуванні національного ринку праці США. Водночас і Каліфорнія, і Техас демонструють суттєві відмінності у підходах до освітнього управління, фінансування шкільної освіти (K-12), впровадження стандартів природничо-наукової освіти (зокрема, NGSS), надання грантових програм університетам, а також у механізмах взаємодії освіти, науки та приватного сектору. Аналіз результатів NAEP з математики та природничих наук, обсягів фінансування на одного учня, участі штатів у федеральних STEM-грантах (NSF, NASA, DOE) та особливостей стандартів навчальних програм демонструє, що освітні результати формуються під впливом комплексу факторів: соціально-економічних, демографічних, інституційних та історичних. Політична ідеологія, на щаблях якої стоїть кожен штат США, виступає не єдиною детермінантою, а радше, рам-

ковим чинником, який визначає логіку освітньої політики, але не гарантує конкретних навчальних результатів; чинником, який не пов'язаний із спрощеною кореляцією «ідеологія → освітній результат». Особливої значущості дослідження набуває у зв'язку з євроінтеграційним та післявоєнним розвитком України, для якої питання модернізації STEM-освіти, підготовки інженерних і технологічних кадрів, а також узгодження освітньої політики з потребами економіки є стратегічними та перспективними. Компаративний аналіз каліфорнійської (інституційно-координованої, інноваційно-орієнтованої) та техаської (децентралізованої, ринково-орієнтованої) моделей дасть змогу доповнити концепцію розвитку STEM-освіти, релевантну для українських реалій та узгоджену з нормативно-правовим полем України і Європейського Союзу.

Метою статті є компаративний аналіз розвитку STEM-освіти у демократичних та республіканських штатах США на прикладі Каліфорнії та Техасу у період з 1930 по 2025 роки та оцінювання можливостей адаптації напрацьованих моделей у системі освіти України. Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

- виявити особливості освітньої політики США на прикладі Каліфорнії та Техасу, фінансування K-12, прийняття стандартів (NGSS), участі у STEM-грантах та ролі бізнесу у формуванні STEM-освіти в умовах різних освітніх ідеологій;
- проаналізувати кількісні показники результативності STEM-освіти (NAEP, TIMSS, фінансування на учня);
- сформулювати концептуальну та аналітичну модель впливу ідеології штату на освітню політику, навчальні плани й результати підготовки здобувачів освіти;
- розробити гібридну модель STEM-освіти для України, адаптовану до національних та європейських нормативно-правових рамок, що поєднує інтегративний (інноваційно-орієнтований) та прагматично-ринковий підходи;
- надати обґрунтовану концептуальну основу для модернізації української системи STEM-освіти з урахуванням післявоєнного відновлення, цифровізації та інтеграції в європейський освітній і дослідницький простір.

Методи та методики дослідження. Дослідження виконано на основі комплексного міждисциплінарного підходу, що поєднує загальнонаукові, педагогічні та кількісно-аналітичні методи задля всебічного аналізу розвитку STEM-освіти у США та можливостей адаптації цього досвіду для України. Серед загальнонаукових методів використано аналіз і синтез, індукцію та дедукцію, системний і структурно-функціональний підходи, що дали змогу розглядати STEM-освіту як багаторівневу систему, пов'язану з освітньою політикою та соціально-економічними чинниками. Педагогічні методи дослідження включали порівняльно-педагогічний та історико-педагогічний аналіз для вивчення еволюції STEM-освіти у США впродовж 1930–2025 років, а також аналіз освітніх стандартів і програм (NGSS, TEKS) задля виявлення відмінностей у підходах до змісту природничо-наукової та математичної підготовки. Метод педагогічного узагальнення використано для формулювання моделей і рекомендацій, релевантних для української системи освіти. У межах інституційного та компаративного аналізу здійснено зіставлення демократичної та республіканської моделей розвитку STEM-освіти на прикладі Каліфорнії та Техасу, а також аналіз нормативно-правового забезпечення освіти США, України та ЄС. Кількісний аналіз базувався на опрацюванні даних NAEP (математика та природничі науки), показників фінансування K-12 освіти на одного учня та участі штатів у федеральних STEM-грантах. Застосовано описово-статистичні методи з урахуванням обмежень прямої кореляції між політичною орієнтацією штату та освітніми результатами. Для узагальнення результатів використано концептуальне моделювання та тріангуляцію методів, що забезпечило наукову обґрунтованість і достовірність отриманих висновків.

Результати. Каліфорнія та Техас є найбільші за населенням і економічно значущими штатами США, що дає змогу враховувати різноманітні соціально-економічні та демографічні чинники. Економічна потужність, великі бюджети освіти та різноманітна демографія (міські та сільські райони, мультикультурне населення) цих штатів створюють можли-

вість проаналізувати та оцінити ефективність різних моделей STEM-освіти у варіативних умовах. Каліфорнія традиційно належить до демократичних штатів (синіх штатів) США, що відзначаються централізованим підходом до освіти, високим рівнем державного фінансування та впровадженням прогресивних освітніх стандартів (NGSS). Техас є типовим республіканським штатом (червоним штатом), де переважають децентралізоване управління, нижче державне фінансування і сильний вплив ринкових структур на освіту. Каліфорнія відома технологічними кластерами (Кремнієва «Силіконова» долина), що стимулюють розвиток інноваційної STEM-освіти та тісну співпрацю між школами, університетами та бізнесом. Техас має потужний енергетичний та промисловий сектор, що сприяє розвитку практико-орієнтованої STEM-освіти та дуальної системи навчання. Таким чином, обидва штати наочно демонструють зв'язок STEM-освіти з економічними потребами регіону. Окрім цього, Каліфорнія та Техас мають довгу історію освітніх реформ та впровадження федеральних і штатних програм STEM (включно із суттєвим впливом космічної гонки у 1950–70-х роках та сучасної історії цифровізації) [14]. Це дає змогу прослідкувати довготривалу еволюцію STEM-освіти у контексті політичних, соціальних і економічних змін. Обидва штати регулярно беруть участь у національних оцінках (NAEP, TIMSS) та федеральних STEM-програмах (NSF, NASA), що забезпечує порівняльність кількісних показників [14; 33]. Отже, наявність та доступність відкритих даних і стандартизованих вимірників дає змогу провести надійний компаративний аналіз результативності освіти, що свідчить про те, що обидва штати є репрезентативними кейсами для вивчення впливу освітньої політики на моделі розвитку STEM-освіти.

Хронологічну еволюцію передумов розвитку STEM-освіти у штаті Каліфорнія та Техас можна розглядати як низку науково-освітніх історичних етапів.

Етап I: 1930–1957 роки (засади STEM-освіти).

У штаті Каліфорнія спостерігається ранній розвиток інженерної та наукової освіти

при університетах Берклі (UC Berkeley – державний дослідницький університет; входить до п'ятірки найкращих навчальних закладів світу у 2020–2025 роках) [47]) та Калтех (Caltech – провідний університет США (точні науки та інженерія)) [18]. Освітня екосистема штату Каліфорнія на цьому етапі розвитку зосереджена на індустріалізації, здобутках авіації та електроніці. У штаті Техас у цей період спостерігається стрімкий розвиток класичної шкільної моделі. Штат зосереджується на аграрно-індустріальній економіці та нафтовій промисловості. STEM існує імпліцитно: Каліфорнія демонструє ранню науково-технологічну орієнтацію, Техас – прикладну й галузеву.

Етап II: 1957–1980 роки (космічна гонка та федералізація науки).

За показник розвитку STEM-освіти можна взяти Закон 1958 року NDEA (1958) [37]. У Каліфорнії спостерігається активна модернізація програм з фізики та математики. У Техасі – підтримка базових STEM-дисциплін без глибокої інтеграції в освіту. В обох штатах зростає роль університетів та вищої освіти. У Каліфорнії спостерігається розвиток провідних R&D центрів [41]. У Техасі – різке зростання галузевих досліджень (енергетика, аерокосмос) [21; 26; 27].

Етап III: 1980–2000 роки (інституціоналізація STEM).

У Каліфорнії формуються потужні науково-освітні кластери, зокрема Кремнієва («Силіконова») долина [35]. З'являються ранні програми інтегрованого навчання науки і технологій [32]. Каліфорнійська Рада з питань науки і технологій (California Council on Science and Technology (CCST)) з 1988 року активно працює над зв'язком науки, бізнесу та освіти, пропонуючи практичні рекомендації [17]. Програми, такі як “Exploratorium K-12 Science Leader Network”, розширюють можливості професійного розвитку вчителів та підтримують у викладанні STEM-наук. Вища концентрація університетів створює сильні «коридори» для переходу студентів у STEM-галузі [40; 44].

У Техасі спостерігаються збереження жорстких предметних стандартів та підтримка інженерної освіти через університети та оборонні контракти. «Кодекс освіти штату

Техасу» (“Texas Statutes Education Code”) детально прописує освітні стандарти для предметів, включно з математикою й природничими науками, але без такої багатой інтеграції технологій і проектного навчання, як у Каліфорнії [1; 45].

Етап IV: 2000–2010 роки (STEM як державний пріоритет).

Освітня політика Каліфорнії демонструє інтегрування STEM в навчальні предмети, якість та міждисциплінарність навчальних планів, зростають фінансові витрати на учня. Здобувачі освіти «знайомляться» з проектним та дослідницьким навчанням. У Техасі спостерігаються стандартизація та локальна автономія, академічна предметність, помірні витрати на освіту та податкові стимули [28].

Етап V: 2010–2025 роки (цифровізація та STEM-економіка).

Упродовж 2010–2025 років у США спостерігалась чітко визначена підтримка урядом освітніх ініціатив. Федеральні програми з освіти були націлені на підтримку учителів, матеріалів і навчальних програм [34]. STEM Education Act of 2014 (автор законопроекту – республіканець з Техасу) додав комп'ютерні науки до федерального визначення STEM, що розширило доступ до грантів та програм NSF [43]. Ця ініціатива була підтримана як республіканцями, так і демократами. Як наслідок, у Каліфорнії спостерігаються масове впровадження NGSS, розширення комп'ютерних наук і робототехніки та тісна взаємодія зі стартапами та технологічними корпораціями. У Техасі – орієнтація освіти на ринок праці (енергетика, IT, аерокосмос) та активний розвиток STEM у громадських коледжах, розвиток професійно-технічної освіти (СТЕ, Career and Technical Education), що згодом стала частиною навчання, яка готує студентів середніх шкіл та коледжів до конкретних професій, поєднуючи академічні знання з практичними навичками, затребуваними в IT, медицині чи інженерії.

Кількісні індикатори порівняння STEM-освіти в Каліфорнії та Техасі з акцентом на NAEP (математика та науки), фінансування K-12, NGSS, STEM-гранти та обмеження кореляції «різна політична ідеологія (партія) → результат» свідчать про таке.

1) За даними NAEP (загальнонаціональна оцінка, що дає змогу порівнювати рівень знань учнів у різних штатах: математика, науки) основних оцінок 8-го класу з математики 2022 року, Каліфорнія та Техас показали результати, близькі до середніх по країні:

- Каліфорнія – приблизно 270 балів;
- Техас – приблизно 273 бали.

Ці значення були в нижній або нижче середнього частині розподілу між штатами.

Середній рівень науки для Каліфорнії (TIMSS-зв'язка з NAEP) був близький до показника 499 балів, а для Техасу показник склав 524 бали за загальнонаціонального рівня 522 бали, хоча ці дані важливо інтерпретувати з урахуванням різної вибірки та стандартів. Отже, навіть у STEM-предметах результати окремих штатів не показують однозначно кращої успішності демократичних або республіканських штатів – фактичні відмінності між штатами у NAEP є незначними і варіюються залежно від конкретного предмета, демографічної структури та інших чинників.

2) Фінансування K-12 освіти (у доларах на учня). Фінансування освіти часто вважають одним з ключових факторів якості STEM-освіти, але зв'язок між витратами на учня і результатами навчання є складним і нелінійним. За даними на 2023–2025 роки:

- Каліфорнія витрачає приблизно \$25 000+ на учня (один з вищих показників у країні);
- Техас витрачає менше – приблизно \$13 400–\$14 000 на учня.

При цьому на національному рівні середні витрати на одного учня коливаються приблизно від \$17 000 до \$18 000 залежно від методики підрахунку. Отже, Каліфорнія значно більше інвестує в загальну освіту, ніж Техас, але це не приводить до кращих стандартних результатів (NAEP), що вказує на важливість ефективності використання ресурсів разом з їх обсягом.

3) Прийняття Каліфорнією та Техасом сучасних стандартів природничої науки, відомих як “Next Generation Science Standards” (NGSS) («Наукові стандарти наступного покоління») [39], що передбачають глибоке, практично-орієнтоване навчання STEM:

- Каліфорнія офіційно прийняла NGSS у 2013 році та інтегрувала їх у шкільний стандарт [42];

– Техас не приймав NGSS повністю (штат має власні TEKS “Texas Essential Knowledge and Skills” (Техас: Необхідні знання та навички)) [45; 46], які значною мірою відрізняються від NGSS-підходу. Це означає, що якість і зміст навчання в STEM можуть відрізнятися на рівні курикулумів (що вивчати, як вивчати, як оцінювати), хоча ці відмінності не завжди чітко відображаються у стандартизованих тестах.

4) STEM-гранти (фінансування досліджень та освіти). На федеральному рівні ключову роль у підтримці STEM-освіти відіграє Національний науковий фонд (National Science Foundation (NSF)), а також інші агентства, що фінансують як дослідження, так і освітні програми [2; 9]. Агентства, такі як NASA, регулярно виділяють мільйонні гранти на підтримку STEM-досліджень та навчальних програм у школах і університетах. На початку 2026 року NASA оголосило про укладення угод про співпрацю на суму понад 4,5 мільйона доларів з 18 установами по всій території США в рамках своєї програми TEAM II для покращення неформальної STEM-освіти. Ці нагороди спрямовані на надання досвіду, пов'язаного з NASA, різним спільнотам, а також разом з іншими ініціативами підтримують утримання студентів у STEM, включно із спеціалізованими грантами для жіночих коледжів [36]. Федеральне фінансування STEM-грантів, включно з NSF і програмами досліджень, хоча й підсилює можливості STEM-освіти, не є розподіленним строго за ознакою штату – воно доступне штатам незалежно від політичного контролю, що підкреслює роль федеральних агентств над партійними механізмами [38].

Під час кількісного аналізу важливо врахувати обмеження кореляції «різна політична ідеологія (партія) → результат» тому що:

- показники на рівні штатів сильно залежать від демографії, економіки та соціальних умов, а не лише від політичної орієнтації уряду; наприклад, на NAEP впливають такі фактори, як рівень ESL (англомовних учнів), доходи сімей, міграція [25];

– витрати на учня не гарантують кращих результатів – навіть високі витрати не завжди корелюють з високими NAEP-балами,

як показує досвід окремих штатів іншої групи [19];

– адаптація та зміст стандартів (як у випадку NGSS) можуть змінювати освітні практики, але ці зміни часто не одразу або непрямо впливають на NAEP/TIMSS-результати, особливо в короткостроковій перспективі;

– федеральні STEM-гранти та ініціативи (NSF, NASA тощо) спрямовуються на програми, дослідження та професійний розвиток – ці механізми працюють незалежно від партійної більшості в конкретному штаті, що створює ще один рівень незалежності між партією та STEM-успішністю.

Підсумки кількісного аналізу за період з 2022 по 2025 роки наведені в табл. 1.

Кількісні дані свідчать про відсутність прямого, чітко лінійного зв'язку між партійністю уряду штату та успішністю STEM-освіти за NAEP або іншими базовими тестами. Значущими є такі структурні чинники, як фінансування, демографія, курикулум, які впливають на освітні результати й частково перекривають собою ідеологічну детермінанту. Дослідження з вузьким фокусом на загальну освіту демонструють, що політична приналежність уряду штату може впливати на рівень витрат на освіту, а отже, й на результати навчання, але цей вплив не завжди є однозначним – іноді демократ-контрольовані штати показували кращі ресурси, але не обов'язково вищі

результати тестування, а республіканські штати – навпаки [13].

Конкретних досліджень, що систематично порівнюють STEM-результати (наприклад, математика, природничі науки) між демократичними та республіканськими штатами, поки недостатньо [2]. Однак загальна тенденція з досліджень шкільних результатів вказує на те, що інвестиції і ефективність витрат мають більший вплив, ніж сама партійна приналежність. Ідеологічні розбіжності щодо освіти проявляються у ціннісних питаннях та освітніх пріоритетах: демократи частіше підтримують сильніше фінансування освіти, профспілки вчителів і більш комплексний державний контроль над стандартами. Республіканці частіше виступають за деконцентрацію влади, шкільний вибір, ваучери, менший вплив федерального уряду, що може супроводжуватися різними підходами до навчальних програм та оцінювання [30]. Ці ціннісні відмінності можуть впливати на окремі аспекти STEM-освіти, зокрема підхід до оцінювання, стандарти та роль приватних партнерів, навіть якщо їхній прямий вплив на результати не спостерігається очно.

У період з 2020 по 2025 роки в Каліфорнії розвиваються та впроваджуються STEM-стандарти в шкільну освіту K-12, в Техасі – стандартизовані STEM-предмети з більшим акцентом на місцеву автономію та потужний розвиток державних університетів з акцен-

Таблиця 1

Розвиток STEM-освіти у штатах Каліфорнія і Техас, США, 2022–2025 роки

| Індикатор | Каліфорнія | Техас | Висновок |
|---|---|---|--|
| NAEP математика, 2022 рік (8 клас) | ~270 балів | ~273 бали | Невелика різниця, близька до середнього балу по країні |
| NAEP/Science (TIMSS link) | ~499 балів | ~524 бали | Техас має дещо вищий бал, але дані старіші |
| K-12 витрати на учня, 2025 рік | ~\$25 000+ | ~\$13 000–14 000 | Каліфорнія витрачає значно більше |
| NGSS прийняття | Так | Ні (власні стандарти) | Відмінності в курикулумі |
| AP STEM, Advanced Placement – програма старшої школи, яка готує до навчання у закладах вищої освіти США | Частка учнів, задіяних у AP STEM, висока та є глобальною для всього штату | Частка учнів, задіяних у AP STEM, середня | Відсоток STEM-випускників закладів вищої освіти найвищий по країні, але порівняно однаковий по обох штатах |
| STEM-гранти | Федеральні | Федеральні | Доступ незалежно від штату |

том на професійні STEM-тренди. Роль бізнесу та приватного сектору у формуванні освітнього середовища штату у цей період: у Каліфорнії – венчурний капітал, техногіганти, освітні фонди, приватні корпорації, значні витрати на STEM на фоні великого бюджетного ресурсу, у Техасі – корпоративні партнерства, дуальна освіта, галузеві STEM-центри, стабільне фінансування, але з упором на конкретні галузі (енергетика, ІТ). Деякі дослідження демонструють, що демократичні штати можуть більше інвестувати в вищу освіту та соціальні програми, ніж у пряму K-12 освіту, тоді як республіканці можуть акцентувати на зниженні податків і приватизації освіти (через пріоритет шкільних ваучерів чи шкільного вибору) [15; 20; 29].

Як результат, Каліфорнія стала одним з лідерів за кількістю спеціалізованих STEM-шкіл та програм завдяки потужній екосистемі університетів і технопарків, локальній підтримці інновацій, стартапів і венчурного капіталу. Місцеві корпорації (Google, Apple, Tesla) і бізнес-асоціації співпрацюють зі школами та університетами, надаючи практичні стажування й фінансування. У Техасі спостерігається зростання STEM-ініціатив, попри традиційний підхід до освіти. Техас активно формує свої виші як «центри громади» для розвитку STEM-навичок – особливо в галузі енергетики, аерокосмічної інженерії та ІТ – за підтримки партнерства з локальними корпораціями; має спеціалізовані STEM-програми (наприклад, робототехніка, STE) популярні завдяки місцевим ініціативам, але менш централізовані, ніж у Каліфорнії.

Отже, Каліфорнія розвиває STEM-освіту більш системно та інтегровано, із сильним акцентом на університети, професійний розвиток вчителів і партнерства з tech-індустрією. Техас має традиційнішу та гнучкішу систему, де STEM-освіта успішно просувається через локальні ініціативи, університети і економічні потреби ринку праці, але з меншим централізованим управлінням стандартами.

Розглянемо, як досвід розвитку STEM-освіти у штатах Каліфорнія і Техас можуть бути адаптовані для України.

Розвиток STEM-освіти в Україні відбувається в умовах воєнного стану, євроінтегра-

ції та переходу до економіки знань [7; 10; 11]. У цьому контексті досвід Каліфорнії та Техасу є релевантним як приклад двох комплементарних моделей: інноваційно-інтегративної California (CA) та прагматично-ринкової Texas (TX). Під час запозичення з демократичної моделі Каліфорнії доцільними для України є такі елементи:

- інтегрована STEM-політика на національному та регіональному рівнях з чіткою координацією між МОН, МОЗ, Мінсоцполітик та іншими міністерствами та Мінцифрою;
- запровадження міждисциплінарних стандартів (аналогів NGSS) з акцентом на студент-центрований освітній підхід («навчання на основі запитів») та проєктне навчання;
- розвиток університетських та шкільних STEM-хабів на базі провідних ЗВО та наукових установ;
- фокус на доступність STEM (сільські громади, дівчата в STEM, ВПО).

Під час запозичення з республіканської моделі Техасу практичну цінність для України мають:

- тісний зв'язок STEM-освіти з ринком праці, зокрема з оборонно-промисловим комплексом, енергетикою, ІТ та відбудовою інфраструктури;
- розвиток STE та дуальної освіти у STEM-напрямах на рівні фахової передвищої та вищої освіти;
- залучення приватного сектору до формування навчальних програм, стажувань і спільних лабораторій;
- регіональна автономія у впровадженні STEM-проєктів з урахуванням економічної спеціалізації громад.

На основі компаративного аналізу доцільно запропонувати гібридну модель STEM-освіти для України, що поєднує:

- стратегічну роль держави (CA-модель);
- гнучкість і ринкову орієнтацію (TX-модель);
- європейські підходи до якості освіти та кваліфікацій.

Концептуально модель може бути представлена так: «Державна STEM-стратегія → Регіональні STEM-хаби → Інтегрований курикулум → Відновлення та інноваційна економіка».

Адаптація STEM-моделей Каліфорнії та Техасу до українських реалій має здійснюватися з урахуванням чинних і перспективних нормативно-правових документів України та Європейського Союзу, що визначають стратегічні орієнтири розвитку освіти, науки та інновацій. Запропонована гібридна STEM-модель узгоджується з такими ключовими актами:

– Закон України «Про освіту» (2017) – закріплює компетентнісний підхід, академічну автономію та інтеграцію освіти з наукою й економікою [4];

– Закон України «Про повну загальну середню освіту» (2020) – створює умови для профілізації старшої школи та впровадження STEM-напрямів [5];

– Закон України «Про вищу освіту» (2014, зі змінами) – забезпечує автономію ЗВО, розвиток дуальної освіти та партнерства з бізнесом [3];

– Закон України «Про професійну (професійно-технічну) освіту» – орієнтує підготовку фахівців на потреби ринку праці, партнерство з бізнесом і розвиток прикладних STEM-компетентностей [6];

– Державна стратегія розвитку вищої освіти України на 2022–2032 роки – визначає цифровізацію, STEM та інновації як пріоритети [8];

– Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) – скеровує систему освіти на інтеграцію науки, технологій та інженерії [7].

Таким чином, елементи каліфорнійської (інтегрованої) та техаської (ринково-орієнтованої) моделей не суперечать українському законодавству, а можуть бути імплементовані в межах наявних правових механізмів. У контексті євроінтеграції України важливим є узгодження STEM-освітньої політики України з такими рамковими документами Європейського Союзу:

– European Education Area (EEA, до 2025 р.) – акцент на якісну, інклюзивну та інноваційну освіту [23];

– Digital Education Action Plan (2021–2027) – розвиток цифрових і STEM-компетентностей [16; 22; 48];

– EU STEM Education Strategic Framework – заохочення міждисциплінарності та участі бізнесу [12];

– Horizon Europe – інтеграція освіти, науки та досліджень у єдину інноваційну екосистему [31];

– European Qualifications Framework (EQF) – орієнтація на результати навчання та відповідність ринку праці [24].

Розглянута гібридна STEM-модель для України відповідає таким європейським принципам: «навчання протягом усього життя», «отримання компетентностей», «конкурентоспроможність», «зв'язок між освітою, дослідженнями та інноваціями». Як наслідок, запропонована на основі аналізу моделей Каліфорнії та Техасу гібридна STEM-модель синхронізована з європейським освітнім і дослідницьким простором, нормативно легітимно імплементована та може бути використана як підґрунтя для розроблення національної STEM-стратегії післявоєнного відновлення України.

Висновки. Результати досліджень показують, що ідеологічна спрямованість, світогляд та політична орієнтація (демократичний чи республіканський штат) формують загальні рамки освітнього курсу і політики, підходи до управління освітнім середовищем, пріоритети фінансування та участь бізнесу у STEM-освіті. Проте прямий зв'язок між приналежністю до конкретної партії та результатами учнів є обмеженим і не визначає успішність системи. На результати NAEP та фінансування значною мірою впливають демографічні, соціально-економічні та історичні чинники. Демократична освітня модель Каліфорнії характеризується інтегрованим підходом до STEM-освіти, високим державним фінансуванням, впровадженням NGSS, розвитком STEM-хабів і тісною кооперацією з технологічними компаніями. Республіканська модель Техасу демонструє децентралізовану, ринково-орієнтовану політику, нижче державне фінансування, власні стандарти TEKS, акцент на практико-орієнтоване навчання та співпрацю з промисловими корпораціями. Компаративний аналіз освітньої політики Каліфорнії та Техасу свідчить про те, що обидві моделі мають сильні сторони: інноваційність та інтегративність у Каліфорнії, економічну ефективність та ринкову орієнтацію у Техасі.

Кількісні індикатори результативності STEM-освіти, такі як NAEP (математика

та науки), показують невеликі відмінності між штатами. Високі витрати Каліфорнії на учня не гарантують суттєво кращих результатів у навчанні. Техас демонструє нижчі витрати за подібних або вищих NAEP-балів у деяких освітніх дисциплінах. Прийняття NGSS у Каліфорнії та власних TEKS у Техасі впливає на зміст навчання, але результати отриманих стандартних тестів не змінюються суттєво. STEM-гранти, які виділяє федеральний уряд країни, доступні незалежно від партійної орієнтації штату, що знижує роль політики у безпосередньому формуванні результатів.

Вибір Каліфорнії та Техасу обґрунтований поєднанням політичної репрезентативності, економічної значущості, технологічного розвитку, історичного досвіду STEM-освіти та доступності даних, що робить ці штати оптимальними кейсами для аналізу впливу політичної ідеології на розвиток STEM-освіти та формування рекомендацій для адаптації у контексті України. Концептуальна основа освіти США, побудована на схемі «Політична ідеологія → Освітня політика → Навчальна програма STEM → Програмні результати навчання + Моніторинг якості освіти», підтверджує системний характер взаємодії політики, освітніх стандартів, фінансування та результатів освіти на ринку праці. Концептуальна основа освіти США

демонструє, що STEM-успіх залежить від комплексу факторів, а не від «бажання» уряду штату.

Адаптація каліфорнійської та техаської моделей до сучасних реалій України дає змогу сформувати гібридну модель STEM-освіти, яка поєднує інтегративний та ринково-орієнтований підходи. Модель має відповідати чинним українським законам та державним стратегіям, включно з цифровізацією, інноваціями та дуальною освітою в Україні. Узгодження з європейськими рамками (EEA, Horizon Europe, EQF) забезпечить інтеграцію української STEM-освіти у єдиний освітньо-науковий простір та сприятиме розвитку післявоєнної економіки знань, підготовці кадрів для високотехнологічних секторів та зміцненню національної інноваційної екосистеми.

Наукова та практична цінність дослідження полягає в глибшому розумінні впливу освітньої ідеології та управлінських моделей на розвиток STEM-освіти у федеративній країні. Результати дослідження можуть бути використані для формування STEM-стратегії в Україні, а також для розроблення освітніх стандартів, програм підвищення кваліфікації вчителів і науковців. Компаративний підхід забезпечує методологічну основу для подальших досліджень у сфері освітнього середовища та інноваційних систем навчання.

Список використаних джерел

1. Авшенюк Н., Дяченко Л., Огієнко О., Пазюра Н., Постригач Н. Забезпечення якості педагогічної освіти у зарубіжних країнах: монографія. Київ: ПООД НАПН України, 2022. 373 с.
2. Батюк Л., Жерновникова О. Генезис математичної освіти в Сполучених Штатах Америки в другій половині ХХ століття – 20-х роках ХХІ століття. *Теорія та методика навчання та виховання*. 2025. № 59. С. 38–73. DOI: <https://doi.org/10.34142/23128046.2025.59.03>.
3. Закон України «Про вищу освіту». *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2014. № 37–38. Ст. 2004. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>.
4. Закон України «Про освіту». *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2017. № 38–39. Ст. 380. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
5. Закон України «Про повну загальну середню освіту». *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2020. № 31. Ст. 226. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>.
6. Закон України «Про професійну (професійно-технічну) освіту». *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 1998. № 32. Ст. 215. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/103/98-%D0%B2%D1%80#Text>.
7. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. 2026. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r>.
8. Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. 2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text>.
9. Тулученко Г. Державні програми підтримки досліджень в галузі математичних наук: досвід US NSF. *Березневий науковий дискурс 2025 на тему: «Синергія освіти, науки та бізнесу в епоху глобальних трансформацій»*: зб.

- матеріалів 3-ї Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Чернівці, 27 лютого 2025 року) / редкол.: Г. Старченко, А. Дука. Чернівці: ГО «Науково-освітній інноваційний центр суспільних трансформацій», 2025. С. 524–526.
10. Угода між Урядом України та Урядом Сполучених Штатів Америки про створення Американсько-українського інвестиційного фонду відбудови. 2026. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/840_001-25#Text.
 11. Угода про позику (Програма «Підвищення доступності та стійкості освіти в умовах кризи в Україні») між Україною і Міжнародним банком реконструкції та розвитку. 2026. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996_011-24/sp:dark#Text.
 12. A STEM Education Strategic Plan: skills for competitiveness and innovation. 13 p. 2025. URL: https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/2025-03/STEM_Education_Strategic_Plan_COM_2025_89_1_EN_0.pdf.
 13. An W. The influence of the partisanship and composition of state governments on public school spending and student outcomes in the NCLB era. *Dissertation of Doctor of Philosophy (PhD)*. University of Iowa. 2021. 145 p. DOI: <https://doi.org/10.17077/etd.005897>.
 14. Batyuk L. Major aspects of STEM education based on U.S. government initiatives. *Educational Challenges*. 2025. Vol. 30 (1). P. 88–105. DOI: <https://doi.org/10.34142/2709-7986.2025.30.1.06>.
 15. Batyuk L., Masych V. Features of Modern Higher Education in the USA: STEM Education. *Educological Discourse*. 2025. Vol. 50 (3). P. 26–39. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829/2025.3.3>.
 16. Batyuk L., Zhernovnykova O. Modern educational digital competence of future doctors of Poland as a European state. *New Collegium*. 2022. № 3. P. 55–65. DOI: <https://doi.org/10.30837/nc.2022.3.55>.
 17. California Council on Science and Technology. 2026. URL: <https://ccst.us>.
 18. California Institute of Technology. 2026. URL: <https://www.caltech.edu>.
 19. Campanile C. NY teachers' unions pump school spending to highest in the nation at \$36K per kid – yet they rank low in reading and math: report. *New York Post*. 2026. URL: https://nypost.com/2025/01/17/us-news/new-york-state-is-biggest-spender-on-schools-with-mediocre-results/?utm_source=chatgpt.com.
 20. Chin M.J., Shi L. The Impact of Political Party Control on Education Finance and Outcomes: Evidence from U.S. States. *EdWorkingPaper*. 2021. № 20–280. P. 1–55. DOI: <https://doi.org/10.26300/kvw2-5725>.
 21. Dick S.J. NASA's first 50 years: historical perspectives. *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*. 2010. 765 p.
 22. Digital Education Action Plan: policy background. *European Commission*. 2026. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/plan>.
 23. European Education Area. *Higher education*. 2026. URL: <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education>.
 24. European Qualifications Framework (EQF). *Europa Union*. 2026. URL: <https://europass.europa.eu/en/european-qualifications-framework-eqf>.
 25. Explore 2024 NAEP Results for Science at Grade 8 and Mathematics and Reading at Grade 12. *Institute of Education Sciences*. 2026. URL: <https://nces.ed.gov/nationsreportcard>.
 26. Ezell L.N. The NASA Historical Data Book. Volume II. Programs and Projects 1958–1968. National Aeronautics and Space Administration. Washington, DC, 1998. 642 p.
 27. Ford P.B., Lomax T.J. An Analysis of Commuting Patterns in Large Texas Urban Areas. *Research Report 1193-IF. Texas Transportation Institute the Texas A&M University System*. 1989. Vol. I. 114 p.
 28. College Station-Bryan, Texas. Comprehensive housing market analysis. *U.S. Department of Housing and Urban Development*. 2007. 14 p.
 29. Furnas A.C., Fishman N., Rosenstiel L., Wang D. Partisan disparities in the funding of science in the United States. Republican lawmakers consistently provided robust federal funding, often exceeding Democrats. *Science*. 2025. Vol. 389 (6766). P. 1195–1200. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.adx5154>.
 30. Hatfield J. Partisan divides over K-12 education in 8 charts. 2023. *Pew Research Center*. 2026. URL: https://www.pewresearch.org/short-reads/2023/06/05/partisan-divides-over-k-12-education-in-8-charts/?utm_source=chatgpt.com.
 31. Horizon Europe. 2026. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en.
 32. Hurst D., Tan A., Meek A., Sellers J. Overview and Inventory of State Education Reforms: 1990 to 2000. Project Officer: E. McArthur. *U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics*. NCEC 2003–020. Washington, DC: 2003. 2003. 137 p.
 33. Kocabas S. A Thesis Master of Science. Office of Graduate and Professional Studies of Texas A&M University. *STEM Education in the United States*. 2018. 85 p.

34. Lips D., Moritz M. Reforming Federal K-12 Education R&D Activities to Strengthen American Competitiveness. 2024. 30 p. URL: https://www.alicoalition.org/wp-content/uploads/2025/03/Reforming-Federal-K12-Education-RD-to-Strengthen-American-Competitiveness.pdf?utm_source=chatgpt.com.
35. Milner N.A. Brief History of Silicon Valley. *Milner Company Marketing LLP*. 2008. 13 p.
36. NASA Awards Help Inspire Future Innovators Through STEM Engagement. *National Aeronautics and Space Administration*. 2026. URL: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-awards-help-inspire-future-innovators-through-stem-engagement>.
37. National Defense Education Act of 1958. *85th Congress 2d Session. Report № 2157*. 49 p. 1958.
38. National Science Board. Science and Engineering Indicators 2024. *Alexandria, VA: National Science Foundation*. 2026. URL: <https://ncses.nsf.gov/indicators>.
39. Next Generation Science Standards Lead States. Next generation science standards: For states, by states. *National Academies Press*. 2013. DOI: <https://doi.org/10.17226/18290>.
40. Ogawa R.T., Loomis M., Crain R. Institutional History of an Interactive Science Center: The Founding and Development of the Exploratorium. *Science Education*. 2009. № 93 (2). P. 269–292. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.20299>.
41. Rhode P.W. The evolution of California manufacturing. *Public Policy Institute of California*. 2001. 126 p.
42. State Adoptions of Science Standards. 2026. 11 p. URL: https://www.copeinc.org/docs/State-Adoptions.pdf?utm_source=chatgpt.com.
43. STEM Education Act of 2014. H. R. 5031. 2014. 5p. URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/BILLS-113hr5031ih/pdf/BILLS-113hr5031ih.pdf>.
44. Summary Findings. External Evaluation of the K-12 Science Leader Network. 2021. 1p. URL: <https://www.exploratorium.edu/sites/default/files/files/Inverness%20Exploratorium%201%20pg%20Summary%20Findings%20July%202021%20FINAL%20.pdf>.
45. TEKS Guide. 2026. URL: <https://teksguide.org>.
46. Texas Essential Knowledge and Skills: Summary for Parents. *Institution Texas Education Agency, Austin*. 1998. 29 p. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED445092.pdf>.
47. UC Berkeley. 2026. URL: <https://www.berkeley.edu>.
48. Zolotarova O., Merezhko N. Digitization of education: European format. *Foreign trade economics finance law Series: Economic Sciences*. 2022. № 4. P. 91–100. DOI: [https://doi.org/10.31617/3.2022\(123\)08](https://doi.org/10.31617/3.2022(123)08).

References

1. Avsheniuk, N., Diachenko, L., Ohiienko, O., Paziura, N., Postryhach, N. (2022). Zabezpechennia yakosti pedahohichnoi osvity u zarubizhnykh krainakh: monohrafiia [Ensuring the quality of pedagogical education in foreign countries: monograph]. Kyiv: IPOOD NAPN Ukrainy – Kyiv: IPOED NAPS of Ukraine. 373 s. [in Ukrainian].
2. Batyuk, L., Zhernovnikova O. (2025). Genezys matematychnoi osvity v Spoluchenykh Shtatakh Ameryky v druhii polovyni XX stolittia – 20-kh rokakh XXI stolittia [The Genesis of Mathematics Education in the United States of America in the Second Half of the 20th Century – the 20s of the 21st Century]. *Teoriia ta metodyka navchannia ta vykhovannia – Theory and Methods of Teaching and Education*, 59, 38–73. <https://doi.org/10.34142/23128046.2025.59.03> [in Ukrainian].
3. Zakon Ukrainy “Pro vyshchu osvitu” (Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), 2014, № 37–38, st.2004). (2026). [Law of Ukraine “On Higher Education” (Vidomosti Verkhovnoi Rada (VVR), 2014, № 37–38, art. 2004)]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> [in Ukrainian].
4. Zakon Ukrainy “Pro osvitu” (Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), 2017, № 38–39, st.380). (2026). [Law of Ukraine “On Education” (Vedomosti Verkhovna Rada (VVR), 2017, № 38–39, art. 380)]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> [in Ukrainian].
5. Zakon Ukrainy “Pro povnu zahalnu seredniu osvitu” (Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), 2020, № 31, st. 226). (2026). [Law of Ukraine “On Complete General Secondary Education” (Vidomosti Verkhovnoi Rada (VVR), 2020, № 31, art. 226)]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text> [in Ukrainian].
6. Zakon Ukrainy “Pro profesiinu (profesiino-tekhnicnu) osvitu” (Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 1998, № 32, st. 215). (2026). [Law of Ukraine “On Professional (Vocational and Technical) Education” (Vedomosti Verkhovna Rada of Ukraine (VVR), 1998, No. 32, p. 215)]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/103/98-%D0%B2%D1%80#Text> [in Ukrainian].
7. Pro zatverdzhennya planu zakhodiv shchodo realizatsii Kontseptsii rozvitku prirodnicho-matematichnoi osviti (STEM-osviti) do 2027 roku. (2026). [On approval of the action plan for the implementation of the Concept for the Development of Science and Mathematics Education (STEM Education) until 2027]. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r> [in Ukrainian].

8. Pro skhvalennia Stratehii rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022–2032 roky. (2022). [On approval of the Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine for 2022–2032]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
9. Tuluchenko, H. (2025). Derzhavni prohramy pidtrymky doslidzhen v haluzi matematychnykh nauk: dosvid US NSF [State programs for supporting research in the field of mathematical sciences: experience of the US NSF]. Bereznevyi naukovyi dyskurs 2025 na temu: «Synerhiia osvity, nauky ta biznesu v epokhu hlobalnykh transformatsii»: zb. materialiv 3-yi Mizhnar. nauk.-prakt. konf., (m. Chernihiv, 27 liutoho 2025 r.). redkol.: H. Starchenko, A. Duka. Chernihiv: HO “Naukovo-osvitnii innovatsiinyi tsentr suspilnykh transformatsii” – March scientific discourse 2025 on the topic: “Synergy of education, science and business in the era of global transformations”: collection of materials of the 3rd International Scientific-Practical Conference, (Chernihiv, February 27, 2025). editors: G. Starchenko, A. Duka. Chernihiv: NGO “Scientific and Educational Innovation Center for Social Transformations”. S. 524–526. [in Ukrainian].
10. Ugoda mizh Uryadom Ukraïni ta Uryadom Spoluchenikh Shtativ Ameriki pro stvorennia Amerikansko-ukraïnskogo investitsiinogo fondu vidbudovi. (2026). [Agreement between the Government of Ukraine and the Government of the United States of America on the Establishment of the American-Ukrainian Reconstruction Investment Fund]. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/840_001-25#Text [in Ukrainian].
11. Ugoda pro poziku (Programa “Pidvishchennya dostupnosti ta stiikosti osviti v umovakh krizi v Ukraini”) mizh Ukraïnoyu i Mizhnarodnim bankom rekonstruktsii ta rozvitku. (2026). [Loan Agreement (Program “Enhancing Access and Resilience of Education in Crisis Conditions in Ukraine”) between Ukraine and the International Bank for Reconstruction and Development]. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996_011-24/sp:dark#Text [in Ukrainian].
12. A STEM Education Strategic Plan: skills for competitiveness and innovation. (2025). 13 p. Retrieved from: https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/2025-03/STEM_Education_Strategic_Plan_COM_2025_89_1_EN_0.pdf [in English].
13. An, W. (2021). The influence of the partisanship and composition of state governments on public school spending and student outcomes in the NCLB era. *Dissertation of Doctor of Philosophy (PhD)*, University of Iowa. 145 p. <https://doi.org/10.17077/etd.005897> [in English].
14. Batyuk, L. (2025). Major aspects of STEM education based on U.S. government initiatives. *Educational Challenges*, 30 (1), 88–105. <https://doi.org/10.34142/2709-7986.2025.30.1.06> [in English].
15. Batyuk, L., Masych, V. (2025). Features of Modern Higher Education in the USA: STEM Education. *Educological Discourse*, 50 (3), 26–39. <https://doi.org/10.28925/2312-5829/2025.3.3> [in English].
16. Batyuk, L., Zhernovnykova, O. (2022). Modern educational digital competence of future doctors of Poland as a European state. *New Collegium*, 3, 55–65. <https://doi.org/10.30837/nc.2022.3.55> [in English].
17. California Council on Science and Technology. (2026). Retrieved from: <https://ccst.us> [in English].
18. California Institute of Technology. (2026). Retrieved from: <https://www.caltech.edu> [in English].
19. Campanile, C. (2026). NY teachers’ unions pump school spending to highest in the nation at \$36K per kid — yet they rank low in reading and math: report. *New York Post*. Retrieved from: https://nypost.com/2025/01/17/us-news/new-york-state-is-biggest-spender-on-schools-with-mediocre-results/?utm_source=chatgpt.com [in English].
20. Chin, M.J., Shi, L. (2021). The Impact of Political Party Control on Education Finance and Outcomes: Evidence from U.S. States. *EdWorkingPaper*, 20–280, 1–55. <https://doi.org/10.26300/kvw2-5725> [in English].
21. Dick, S. J. (2010). NASA’s first 50 years: historical perspectives. *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*. 765 p. [in English].
22. Digital Education Action Plan: policy background. (2026). *European Commission*. Retrieved from: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/plan> [in English].
23. European Education Area. (2026). *Higher education*. Retrieved from: <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education> [in English].
24. European Qualifications Framework (EQF). (2026). *Europa Union*. Retrieved from: <https://europass.europa.eu/en/european-qualifications-framework-eqf> [in English].
25. Explore 2024 NAEP Results for Science at Grade 8 and Mathematics and Reading at Grade 12. (2026). *Institute of Education Sciences*. Retrieved from: <https://nces.ed.gov/nationsreportcard/> [in English].
26. Ezell, L.N. (1998). The NASA Historical Data Book. Volume II. Programs and Projects 1958–1968. National Aeronautics and Space Administration. *Washington, DC*. 642 p. [in English].
27. Ford, P.B., Lomax, T.J. (1989). An Analysis of Commuting Patterns in Large Texas Urban Areas. Research Report 1193-IF. *Texas Transportation Institute the Texas A&M University System*, I. 114 p. [in English].
28. College Station-Bryan, Texas. (2007). Comprehensive housing market analysis. U.S. *Department of Housing and Urban Development*. 14 p. [in English].

29. Furnas, A.C., Fishman, N., Rosenstiel, L., Wang, D. Partisan disparities in the funding of science in the United States. (2025). Republican lawmakers consistently provided robust federal funding, often exceeding Democrats. *Science*, 389(6766), 1195–1200. <https://doi.org/10.1126/science.adx5154> [in English].
30. Hatfield, J. (2023). Partisan divides over K-12 education in 8 charts. *Pew Research Center*. 2026. Retrieved from: https://www.pewresearch.org/short-reads/2023/06/05/partisan-divides-over-k-12-education-in-8-charts/?utm_source=chatgpt.com [in English].
31. Horizon Europe. (2026). Retrieved from: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en [in English].
32. Hurst, D., Tan, A., Meek, A., Sellers, J. Overview and Inventory of State Education Reforms: 1990 to 2000. Project Officer: E. McArthur. U.S. (2003). *Department of Education, National Center for Education Statistics. NCES 2003–020*. Washington, DC: 2003. 137 p. [in English].
33. Kocabas, S. A Thesis Master of Science. (2018). Office of Graduate and Professional Studies of Texas A&M University. *STEM Education in the United States*. 85 p. [in English].
34. Lips, D., Moritz, M. (2024). Reforming Federal K-12 Education R&D Activities to Strengthen American Competitiveness. 30 p. Retrieved from: https://www.alicoalition.org/wp-content/uploads/2025/03/Reforming-Federal-K12-Education-RD-to-Strengthen-American-Competitiveness.pdf?utm_source=chatgpt.com [in English].
35. Milner, N.A. (2008). Brief History of Silicon Valley. *Milner Company Marketing LLP*. 13p. [in English].
36. NASA Awards Help Inspire Future Innovators Through STEM Engagement. (2026). *National Aeronautics and Space Administration*. Retrieved from: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-awards-help-inspire-future-innovators-through-stem-engagement> [in English].
37. National Defense Education Act of 1958. (1958). *85th Congress 2d Session*. Report № 2157. 49 p. [in English].
38. National Science Board. (2026). Science and Engineering Indicators 2024. Alexandria, VA: *National Science Foundation*. Retrieved from: <https://nces.nsf.gov/indicators> [in English].
39. Next Generation Science Standards Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. *National Academies Press*. <https://doi.org/10.17226/18290> [in English].
40. Ogawa, R.T., Loomis, M., Crain, R. (2009). Institutional History of an Interactive Science Center: The Founding and Development of the Exploratorium. *Science Education*, 93 (2), 269–292. <https://doi.org/10.1002/sce.20299> [in English].
41. Rhode, P.W. (2001). The evolution of California manufacturing. Public Policy Institute of California. 126 p. [in English].
42. State Adoptions of Science Standards. (2026). 11 p. Retrieved from: https://www.copeinc.org/docs/State-Adoptions.pdf?utm_source=chatgpt.com [in English].
43. STEM Education Act of 2014. H.R. 5031. (2014). 5p. Retrieved from: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/BILLS-113hr5031ih/pdf/BILLS-113hr5031ih.pdf> [in English].
44. Summary Findings. External Evaluation of the K-12 Science Leader Network. (2021). 1p. Retrieved from: <https://www.exploratorium.edu/sites/default/files/files/Inverness%20Exploratorium%201%20pg%20Summary%20Findings%20July%202021%20FINAL%20.pdf> [in English].
45. TEKS Guide. (2026). Retrieved from: <https://teksguide.org/> [in English].
46. Texas Essential Knowledge and Skills: Summary for Parents. (1998). *Institution Texas Education Agency*, Austin. 29 p. Retrieved from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED445092.pdf> [in English].
47. UC Berkeley. (2026). Retrieved from: <https://www.berkeley.edu> [in English].
48. Zolotarova, O., Merezhko, N. (2022). Digitization of education: European format. Foreign trade economics finance law. Series: *Economic Sciences*, 4, 91–100. [https://doi.org/10.31617/3.2022\(123\)08](https://doi.org/10.31617/3.2022(123)08) [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 02.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 29.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.05.2026