

9. Формування інформаційно-комунікаційних компетентностей у контексті євроінтеграційних процесів створення інформаційного освітнього простору : посібник / О.В. Білоус, О.О. Гриценчук, І.В. Іванюк та ін. ; за заг. ред. В.Ю. Бикова, О.В. Овчарук ; НАПН України, Ін-т інформ. технол. і засобів навч. Київ, 2014. 212 с.
10. Сакунова Г.В., Мороз І.О. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів з фізики через призму STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 1(15). С. 285-289.

**Olga Ksendzenko**

*Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University*

#### **MODEL OF FORMATION OF DIGITAL COMPETENCE OF FUTURE PHYSICS TEACHERS IN THE CONDITIONS OF STEM EDUCATION**

The article discusses the concept of STEM education, its key properties. The main advantages and fundamental

differences of this type of education in comparison with traditional methods, which include the main component of information, communication and digital technologies, have been formed. The content of the concept of digital competence, the acquisition of which is one of the qualitative results of the introduction of STEM education into the educational process, is analyzed. Based on the research of scientists, the main criteria for the formation of digital competence were determined and the main directions of the development of digital competences in future physics teachers were formed. Which include the use of digital technologies and various application programs to provide theoretical and practical material, the introduction of mobile devices, robotics tools, virtual laboratories, specialized software and hardware into the educational process.

**Key words:** digital competence, STEM education, information and communication technologies, mobile devices, robotics, educational process in physics.

*Отримано: 4.11.2022*

УДК 78.147:371.134:53:004.92:004.55

DOI: 10.32626/2307-4507.2022-28.14-19

**А. М. Кух<sup>1</sup>, А. О. Пищаль**

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка*  
e-mail: <sup>1</sup>kukh@i.ua, andrij.pyschal@gmail.com; ORCID: <sup>1</sup>000-0002-7865-4704

#### **МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ В СИСТЕМІ STEM-ОСВІТИ**

У статті розглянуто адаптивну модель навчання, яка здатна надати кожному здобувачу вищої освіти допомогу для досягнення оптимального рівня інтелектуального розвитку відповідно до його природних здібностей і нахилів в системі STEM освіти. Розглянуто основні переваги адаптивної моделі навчання. Досліджено проблему адаптивного навчання в сучасних освітніх системах. Визначено, що планування і організація освітнього процесу, підбір типів завдань, рівнів їх складності, послідовності подачі матеріалу, проведення різних видів контролю, визначення критеріїв оцінки кожного виду завдання належать до методичних аспектів адаптивного навчання в системі STEM. До технічних аспектів належать: алгоритм, який пропонує перейти на новий рівень при правильному виконанні більшої частини завдань або повернутися на попередній рівень з урахуванням помилок, допущених при виконанні завдань; алгоритм формування ряду завдань відповідно до рівня знань здобувача вищої освіти; оцінювання його навчальних досягнень.

**Ключові слова:** адаптивне навчання; адаптивна технологія навчання; модель системи; дистанційні технології навчання, STEM.

З вимогами Концепції розвитку STEM-освіти до 2027 року важливе значення має її впровадження на всіх складових та рівнях освіти, встановлення партнерства з роботодавцями та науковими установами та їх залучення до розвитку природничо-математичної освіти. Головна ж мета Концепції – сприяння розвитку природничо-математичної освіти: вона визначається як фундамент конкурентоспроможності та економічного зростання нашої держави. Одним із завдань є набуття учнями STEM-компетенцій та підготовка фахівців нового покоління, здатних до засвоєння, втілення та розробки сучасних знань та новітніх технологій.

За Концепцією навчальні методики та навчальні програми STEM-освіти будуть спрямовані на формування компетенцій, актуальних на ринку праці, а саме:

- критичного, інженерного та алгоритмічного мислення;
- навичок обробки інформації та аналізу даних;
- цифрової грамотності;
- креативних якостей;
- інноваційності;
- навичок комунікації та командної роботи.

Методи викладання STEM, які давно вже застосовуються у найкращих світових навчальних закладах, суттєво відрізняються від традиційного для пострадянського простору підходу до природничо-математичної освіти. Вони доводять учням, що наука – це абстрактне, нудне і здебільшого теоретичне заняття. Адже наукові методи можна щодня застосовувати у повсякденному житті, якщо розуміти їхню суть. Результатом такого підходу до освіти стає логіко-критичне мислення, зосередженість на творчому аспекті вирішення стандартних завдань, інтерес до вирішення реальних проблем суспільства.

Для того, щоб STEM-освіта стала способом мислення та сформувала світогляд людини, залучати до неї потрібно з раннього віку.

Знайомство з STEM у молодших школярів побудовано навколо дослідження та розуміння навколишнього світу та формування обізнаності з основними напрямками та професіями STEM. Цей початковий крок забезпечує інтегрований підхід до навчання з поєднанням всіх чотирьох STEM-дисциплін (Science –

наука, Technology – технології, Engineering – інженерія, Math – математика). Головна мета – викликати в дітей інтерес до навчання та науки, а чи не виконати певну кількість заданих дослідів. Крім того, саме у молодшій школі важливо наголошувати на можливості вивчення STEM не лише у навчальному закладі, а й за межами шкільних стін.

На цьому етапі вивчення STEM-галузі дещо ускладнюється, вимагаючи від учнів засвоєння нових знань та навичок. Школярі продовжують знайомитися з напрямками та професіями STEM та дізнаватися, яких специфічних умінь та кваліфікації потребує та чи інша галузь. Саме на цьому етапі учні починають по-троху визначатися зі своїми уподобаннями та пріоритетами майбутньої кар'єри.

Програма навчання зосереджена на практичному застосуванні отриманих навичок, поглибленні знань з усіх чотирьох напрямків STEM. Досліди ускладнюються, їхнє виконання займає більше часу, а сам проєкт покликаний знайти вирішення актуальних для людства проблем сучасності: розвитку альтернативної енергетики, зменшення забруднення планети, глобального потепління, шляхів раціонального використання ресурсів тощо. Учні фокусуються переважно на можливостях, які надає STEM-освіта за межами школи.

Постійний розвиток технологій впливає на спосіб навчання учнів, змінює його, адаптуючи до вимог сучасного світу. Тому навички, які школярі набувають, навчаючись за принципами STEM, можуть забезпечити їм потужну базу для успіху: не лише у школі, а й у подальшій професійній кар'єрі.

Сьогодні існує певний дисбаланс: значна частина школярів та здобувачів вищої освіти у всьому світі ще не вивчає STEM та не розглядає кар'єру, пов'язану зі STEM. Це викликає значне занепокоєння, адже саме зараз тисячі, мільйони молодих людей здобувають спеціальності, які практично зникнуть або докорінно зміняться через автоматизацію вже протягом наступних 10-15 років. А ось попит роботодавців на випускників з кваліфікаціями та навичками STEM зростає і зростатиме, оскільки стають важливими:

- аналітичні навички: аналіз та інтерпретація інформації та оцінка найкращого напрямку дій;
- наукові навички: розуміння складних наукових понять та систем;
- математичні навички: точний збір та аналіз даних; застосування математичного апарату для вирішення завдань;
- технічні навички: усунення несправностей та налаштування складної технологічної системи чи ремонт машини.

Освіта STEM виховує критичне мислення, підвищує наукову грамотність та дає можливість розвитку наступного покоління новаторів. Значними у контексті розгляду питання методів STEM освіти є досвід В. Бикова [13], Р. Гуревича [16], М. Жалдака [17], Н. Морзе [19], Л. Петухової [22], А. Спіріна [25], А. Співаковського [24] та ін. Великий внесок у розробку психолого-педагогічних аспектів застосування інформаційних систем у навчальному процесі досліджує В. Беспалько [12]. Проблеми адаптивного навчання приділили значну увагу філософи, педагоги та пси-

хологи, зокрема І. Зазюн [18], С. Гончаренко [15]. У роботах Р. Акоффа [11] знайшли відображення проблеми самоорганізації та адаптації соціально-педагогічних систем. У зарубіжній практиці цьому питанню присвячені роботи [1; 5; 6; 9].

**Метою статті** є огляд особливостей моделі STEM освіти на основі адаптивного навчання.

Адаптивна система навчання виникла на основі аналізу тенденцій удосконалення навчального процесу під впливом новітніх психологічних та педагогічних теорій для оптимального досягнення навчальних цілей з урахуванням індивідуальних особливостей здобувачів вищої освіти. Адаптивна система навчання здатна надати кожному здобувачу вищої освіти допомогу для досягнення оптимального рівня інтелектуального розвитку відповідно до його природних здібностей та схильностей. Адаптивна система навчання сприймається як спосіб навчання, який забезпечує адаптацію до індивідуальних особливостей здобувачів вищої освіти [15]. Д. Абакумов [10] відзначає адаптивне навчання як технологічну, педагогічну систему форм та методів, що сприяє ефективному індивідуальному навчанню. Враховуючи гуманістичний підхід, адаптивна технологія передбачає диференційований підхід до навчання з урахуванням рівня інтелектуального розвитку здобувача вищої освіти, його рівня підготовки та здібностей. Зокрема, адаптивна технологія навчання, запропонована та впроваджена у навчальний процес ґрунтується на самостійній роботі, самоконтролі, проєктно-дослідній діяльності, спрямована на розвиток та вдосконалення навичок самостійної роботи для здійснення інтелектуальної діяльності. Суть адаптивної технології полягає в одночасній роботі викладача з управлінням самостійною роботою всіх здобувачів вищої освіти, роботою з окремими здобувачами вищої освіти (індивідуально), обліку та реалізації індивідуальних особливостей здобувачів вищої освіти у навчальному процесі, максимальним залученням усіх здобувачів вищої освіти до індивідуальної самостійної роботи [23]. Враховуючи інформатизацію освіти та особливості сучасного освітнього процесу, доцільно застосовувати у навчально-виховному процесі моделі навчання, що базуються на адаптивних технологіях навчання.

Ідеї адаптивного навчання у інформаційно-освітньому середовищі передбачають створення умов індивідуалізації навчання, диференціації завдань, облік індивідуальних освітніх потреб здобувачів вищої освіти, вперше були розглянуті в роботах Г. Пасха та А. Берга. Вчені досліджували адаптивне навчання як створення адаптивного механізму управління діяльністю суб'єкта навчання, який підтримує інтерес, увагу та мотивацію [8]. Адаптивна система навчання в моделі STEM освіти має низку переваг [14; 22], зокрема:

- ✓ надає здобувачам вищої освіти широкі можливості вільного вибору власної навчальної траєкторії освоєння певної теми: вибір індивідуального темпу навчання, рівня, терміну освоєння навчального матеріалу, планування самостійної та індивідуальної роботи тощо;
- ✓ передбачає диференційований підхід, заснований на тому, що у різних здобувачів вищої освіти різний досвід та рівень знань з певної теми, кожен з них освоює навчальний матеріал теми відповідно до цього рівня знань та в залежності від його індивідуального типу сприйнят-

тя (візуал, аудіал або кінестетик) та темпу навчання, тобто здійснюється перехід системи навчання від вивчення ними одного й того самого матеріалу до вивчення різного матеріалу різними здобувачами вищої освіти;

- ✓ підвищує оперативність та об'єктивність контролю та оцінки результатів навчальної діяльності; – включає діагностичний контроль за освоєнням теми та коригування траєкторії навчання відповідно до індивідуальних особливостей;

- ✓ сприяє індивідуалізації навчальної діяльності (диференціація темпу навчання, складності навчальних завдань, типу навчальних завдань тощо);

- ✓ підвищує пізнавальну мотивацію;

- ✓ сприяє розвитку у здобувачів вищої освіти виробничих, творчих функцій мислення, зростанню індивідуальних здібностей тощо;

- ✓ створює умови партнерства та співпраці здобувачів вищої освіти з викладачем.

Проблему адаптивного навчання у сучасних навчальних системах розглядають у методичному та технічному аспектах. Зокрема, планування та організація навчального процесу, визначення типів завдань, рівнів їх складності, послідовності подання матеріалу, проведення різних видів контролю: попереднього, поточного, періодичного, підсумкового, взаємного контролю і самоконтролю, визначення критеріїв оцінки відносять до методичних аспектів. До технічних аспектів належать: алгоритм, який пропонує перейти на новий рівень при правильному виконанні більшої частини завдань або повернутися на попередній рівень з урахуванням помилок, допущених під час виконання завдань; алгоритм формування низки завдань відповідно до рівня знань здобувача вищої освіти; алгоритм оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти тощо.

Розглянемо методичні аспекти моделі. Принцип адаптивності навчання у сучасних навчальних системах спрямований на побудову індивідуальних освітніх програм, націлених на психологічні коригування стереотипу дії особистості, її мислення та механізми реалізації [37]. Основними дидактичними засадами адаптивного навчання у сучасній освіті є принципи активності, самостійності, індивідуальності, систематичності та послідовності. Принцип активності передбачає, що діяльність, яка базується на адаптивній технології, має сприяти розвитку у здобувачів вищої освіти не лише умінь вирішувати завдання за заданим алгоритмом, а й самостійно будувати алгоритми для виконання творчих завдань. Принцип самостійності виявляється у тому, що у здобувачів вищої освіти формується вміння самостійно орієнтуватися в нових темах, самостійно мислити та знаходити алгоритми для виконання нових завдань. Принцип індивідуальності передбачає індивідуалізовані способи взаємодії здобувача вищої освіти та викладача. Застосування адаптивного навчання, заснованого на даному принципі, з урахуванням індивідуальних особливостей здобувача вищої освіти, сприяє формуванню високого рівня інтелектуального розвитку. Принцип систематичності та послідовності передбачає логічне, послідовне формування знань, умінь та навичок як з однієї теми, так і логічного зв'язку між різними темами. Навчальна система для адаптивного навчання повинна мати низку властивостей:

- ✓ система повинна забезпечувати умови для досягнення навчальних цілей;

- ✓ система повинна включати поєднання різних типів представлення навчальних даних, спрямованих на індивідуальні особливості сприйняття матеріалу (візуал, аудіал чи кінестетик);

- ✓ система має бути адаптована під різні форми та методи навчання [13].

Включення навчальних систем у адаптивне навчання відбувається за такими схемами: інформаційно-навчальна, контроль-коригуюча та діагностична, дослідницька та комунікативна [12; 16]. Розглянемо докладніше кожну із схем. Інформаційно-навчальна схема націлена на здобуття нових знань, формування умінь та навичок, застосування інноваційних педагогічних технологій, самопізнання. Контроль-коригувальна та діагностична схема передбачає застосування засобів контролю знань, експертних навчальних систем, діалогове вирішення практичних завдань; Дослідницька схема пов'язана з формуванням дослідницьких здібностей здобувачів вищої освіти та спрямована на набуття досвіду наукового дослідження. Комунікативна схема спрямована на регулювання вибору режимів спілкування та взаємодії. Так, О. Огієнко наголошує, що ці моделі взаємопов'язані та відповідають вимогам адаптивного навчання. В системі STEM освіти ці схеми виступають елементами адаптуючої та моделюючої діяльності здобувачів вищої освіти [20].

Ми погоджуємося з думкою С. Прийма, що адаптивні навчальні системи мають будувати освітню стратегію здобувача вищої освіти з урахуванням персоналізації [23]. Як правило, персоналізація передбачає: адаптивну взаємодію; адаптивну доставку курсу; адаптивний контент навчального матеріалу; адаптивну підтримку співробітництва [7]. П. Брусиловський [3], вказує на те, що принцип адаптивності навчання може бути реалізовано через мережні навчальні системи. Вчений розділяє адаптивні Web системи на: адаптивні інформаційні системи, що застосовуються для персоналізації даних у режимі реального часу; адаптивні фільтруючі системи, які допомагають користувачам у пошуку необхідних даних; навчальні адаптивні системи. П. Брусиловський зазначає, що всі технології адаптації, які застосовуються у навчальних системах виходячи зі сфери застосування (адаптивне планування, інтелектуальний аналіз даних, підтримка інтерактивного виконання завдань, підтримка виконання завдань на готових прикладах та підтримка спільної роботи) або зі сфери адаптивних гіпермедіа-систем. П. Брусиловський визначає адаптивні гіпермедіа-системи як системи, що відповідають трьом критеріям: вона повинна бути гіпертекстовою або гіпермедійною, мати модель користувача і адаптувати свій гіпермедіа-простір, використовуючи цю модель [2]. В роботах А. Гагаріна та С. Тітенка [14] відмічено, що адаптація контенту та адаптація навігації – дві найбільші технології, що розглядаються системами адаптивного гіпертексту та адаптивного гіпермедіа. При цьому навчальний матеріал є не статичним, а таким, що адаптивно генерується для кожного здобувача вищої освіти, залежно від рівня його знань, умінь та навичок. Основними можливостями системи адаптивного гіпермедіа є адаптивне сортування навчального матеріалу, анування для спрощення його вибору надалі.



Мета адаптивної навігації полягає у допомозі здобувачу вищої освіти побудувати індивідуальну оптимальну траєкторію освоєння навчального матеріалу. Підтримка адаптивної навігації більш гнучка до набору навчального матеріалу ніж статичний, а лінійний процес передбачає наповнення викладачем електронного ресурсу, тобто здобувач вищої освіти має можливість самостійно вибрати необхідний навчальний матеріал.

Проектування адаптивних систем з урахуванням Семантичного Інтернету зустрічається у вивченні З. Прийма [14]. Ключовими складовими Семантичного Інтернету є:

- єдина модель даних;
- система онтологій;
- модель концептуалізації сфери знань, що складається з термінів, об'єднаних у таксономії, їх визначень, атрибутів, аксіом та правил виведення;
- мови, що базуються на системі опису ресурсів, використовуються для опису онтологій [4].

Отже, структурно модель адаптивної системи навчання при застосуванні STEM освіти реалізує схему перевернутого навчання (Inside Out Learning Model), яка пропонує оволодіти не чистим академічним знанням, а методами автентичного самопізнання, виявлення і дослідження різноманітної локальної та глобальної взаємозалежності, адаптивного критичного мислення та адаптивної медіа-грамотності.

Структурно ця модель підкреслює роль гри, роль інформаційно-комунікаційних систем, а також принципи взаємодії у спільнотах однодумців.

Спроба персоналізації навчання відбувається за допомогою нових виконавчих механізмів, що залучає здобувачів вищої освіти та учнів до навчання через формування відповідальності за досягнення результату. При цьому заклади освіти більше не навчають, а швидше за все, виступають як куратори ресурсів та навчальних інструментів, а також сприяють зміцненню взаємодії зацікавлених сторін та учасників освітнього процесу (учителів, громад, наукової спільноти, сім'ї, бізнес-лідерів, гуманітарних організацій, наставників, вищих навчальних закладів тощо).

Мікроефектом тут є посилення інтелектуальної близькості, а макроефектом – це формування спільноти та свідомості, які виходять за межі простої участі, до ідей мислення, масштабу, досвіду та зростання.

У моделі можна виділити 9 доменів навчальної моделі:

#### 1. П'ять навчальних методів

- Проектне навчання.
- Неорієнтована гра.
- Навчальні симуляції.
- Цільове наставництво.
- Академічна практика.

#### 2. Зміна навичок

- Забезпечення інновацій.
- Визначення меж та масштабів.
- Зв'язок та взаємозалежність.
- Вільний вислів думок.
- Оцінка досвіду.
- Підтримка розбіжності мислення.
- Приріст винагород.
- Вимога універсальності перед обличчям змін.

### 3. Прозорість

- Взаємодії між громадами, учнями, здобувачами вищої освіти та школами.
- Дотримання стандартів навчання, результати, рубрики проєкти, критерії ефективності постійно видимі, доступні й побудовані спільно.
- Комунікація, обмін думками, обговорення, дискусія.

#### 4. Саморозподілений переказ

- Застосування старого мислення в постійно мінливих та незнайомих обставинах як постійна справа практики.
- Постійна практика визначення пріоритетних великих ідей у зростаючій складності.
- Проектне навчання, взаємне навчання та навчання на місцях доступні для сприяння висококонструктивістському підходу.

#### 5. Наставництво та спільнота

- «Підзвітність» за рахунок виконання ідеї на основі проєктів у справжніх місцевих та глобальних середовищах.
- Місцеві акції – глобальне громадянство.
- Активне наставництво через фізичні та цифрові мережі, практичні заняття, робочі групи та навчальні тури.
- Комунальний конструктивізм, мета пізнання, когнітивний тренінг та пізнавальна практика серед наявних інструментів.

#### 6. Зміна ролей

- Учні, здобувачі вищої освіти як знавці.
- Викладач як експерт з оцінки та знання ресурсів.
- Навчальні заклади як мозкові центри.
- Спільноти не просто аудиторія, а належні учасники.
- Сім'ї як дизайнери, куратори та контент-ресурси.

#### 7. Політика оцінювання

- Постійні незначні оцінки замінують іспити.
- Потоки даних повідомляють про прогрес та пропонують шляхи розв'язання проблем.
- Академічні стандарти визначені пріоритетом та потребують закріпленням у проєктах.
- Продукти, продуктивність моделювання, академічні колективи, що володіють методами самообслуговування, відіграють нову роль для вдосконалення мислення.

#### 8. Думка та абстракція

- У цій моделі боротьба та абстракція є очікуваними результатами зростаючої складності та реальної невизначеності.
- Ця невизначеність відмічена, а складність і когнітивне терпіння постійно моделюються та плануються.
- Абстракція відзначає не просто мистецтво, філософію та інші гуманітарні науки, а невизначену, неповну та суб'єктивну природу знань.

#### 9. Розширення джерельної бази

- Аналіз, оцінювання та синтез достовірної інформації.
- Критичне дослідження взаємозв'язку засобів масової інформації та суспільної думки.
- Використання джерел достовірної інформації.

- Медіа-дизайн справжніх цілей навчання.
- Художні та корисні шаблони корекції вмісту.

Основою такої адаптивної моделі STEM освіти є: теорія ситуаційного навчання (Lave), навчання як дослідження і відкриття (Bruner), комунальний конструктивізм (Holmes), зона проксимального розвитку та ближнього розвитку (Виготський), навчальний цикл (Kolb), трансфер (Thorndike, Perkins, Wiggins), звички розуму (Costa і Kallick) [6]

Однак, вказані вище особливості організації STEM навчання не передбачають застосування середовища з набором статичних інструментів та матеріалів. В розроблених сьогодні системах навчання STEM принцип адаптивності навчання реалізовано частково. Усі здобувачі освіти отримують однаковий навчальний матеріал без урахування їх індивідуальних особливостей. Відображення цієї думки зустрічаємо і у А. Гагарина і С. Титенко [14], які відзначають, що модель освітнього процесу з вимогами адаптивного навчання повинна доповнюватися: 1) визначенням освітніх потреб і цілей; 2) означенням уже наявних знань і навичок, відповідно до цілей навчання; 3) побудовою і адаптивною підтримкою релевантного навчального процесу.

Таким чином, адаптивна модель системи STEM освіти здатна надати кожному здобувачу освіти допомогу для досягнення оптимального рівня інтелектуального розвитку відповідно до його природних здібностей і нахилів, забезпечити їх комунікацію і набуття досвіду. При аналізі наукових робіт визначено, що адаптивна модель освітньої системи розглядається як спосіб навчання, який забезпечує адаптацію до індивідуальних особливостей здобувачів освіти, передбачає диференційований підхід до навчання з підвищеним рівнем інтелектуального розвитку, підготовки та здібностей. Адаптивна система навчання в STEM освіті виступає організуючим чинником не тільки закладу освіти, але громади, наукової спільноти, всіх зацікавлених осіб.

#### Список використаних джерел:

1. Babalola A. Adaptive Immune System reinforcement Learning-Based algorithm for real-time Cascading Failures prevention / Adeniyi Abdulrasheed Babalola, Rabie Belkacemi, Sina Zarrabian, Robert Craven. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. Volume 57. 2017. P. 118-133.
2. Brusilovsky P. Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction. 1996. 6 (2-3), P. 87-129.
3. Brusilovsky P. and Peylo C. Adaptive and intelligent Web-based educational systems. In: P. Brusilovsky and C. Peylo (eds.). *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2003. 13 (2-4). Special Issue on Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. P. 159-172.
4. Devedžić V. Web Intelligence and Artificial Intelligence in Education. *Educational Technology & Society*. 2004. № 7 (4). P. 29-39. URL: [www.ifets.info/journals/7\\_4/6.pdf](http://www.ifets.info/journals/7_4/6.pdf)
5. Huong May Truong. Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities. *Computers in Human Behavior*. 2016. Volume 55. Part B. P. 1185-1193.
6. Jianbo Yu. Adaptive hidden Markov model-based online learning framework for bearing faulty detection and performance degradation monitoring. *Mechanical Systems and Signal Processing*. 2017. Vol. 83. P. 149-162.
7. Khribi M. Automatic Recommendations for ELearning Personalization Based on Web Usage Mining Techniques and Information Retrieval / Mohamed Koutheai rKhribi, Mohamed Jemni, Olfa Nasraoui. *Educational Technology & Society*. 2009. № 12 (4). P. 30-42. URL: [http://www.ifets.info/journals/12\\_4/4.pdf](http://www.ifets.info/journals/12_4/4.pdf)
8. Pask G. The Foundations of Conversation theory and Lp. In.: Heylighen F., Rosseel E. & Demeyere F. (eds.). *Self-Steering and Cognition in Complex Systems. Toward a New Cybernetics*. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1990. P. 240-247.
9. Zamli K. Fuzzy adaptive teaching learning-based optimization strategy for the problem of generating mixed strength t-way test suites / Kamal Z. Zamli, Fakhrud Din, Salmi Baharom, Bestoun S. Ahmed. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2017. Volume 59. P. 35-50.
10. Аббакумов Д. Адаптивное обучение: с миру по нитке. URL: <http://www.edutainme.ru/post/adaptive-3/>
11. Акофь Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. Москва: Книга по Требованию, 2012. 270 с.
12. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) / Московский психолого-социальный институт, НПО МОДЭК. Москва, 2002. 352 с.
13. Биков В.Ю. Модели організаційних систем відкритої освіти: монографія. Київ: Атіка, 2008. 684 с.
14. Гагарін О.О. Дослідження і аналіз методів та моделей інтелектуальних систем безперервного навчання. *Наукові вісники НТУУ «КПІ»*. 2007. № 6 (56). С. 37-48.
15. Гончаренко С.У. Методика як наука. Хмельницький: Вид-во ХГПК. 2000. 30 с.
16. Гуревич Р.С. Інформаційно-телекомунікаційні технології в освіті. *Енциклопедія освіти*. Київ: Юрінком Інтер, 2008. С. 364-365.
17. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал інформатизації навчального процесу. *Наукові записки Тернопільського державного пед. університету імені В. Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2002. № 6. С. 143-154.
18. Зязюн І.А. Філософія виховання особистості в контексті розбудови Української держави. *Краса педагогічної дії*. Київ, 1997. С. 44-51.
19. Морзе Н.В. Моделі ефективного використання інформаційно-комунікаційних та дистанційних технологій навчання у вищому навчальному закладі. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2008. № 2. С. 6.
20. Огієнко О.І. Інформаційні технології як засіб адаптивного навчання дорослих. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2010. № 6 (20). URL: <http://www.ime.eduua.net/em.html>
21. Огнев'юк В. Науково-освітній потенціал нації: погляд у XXI століття. В 3-х кн. Київ: Навчальна книга, 2004. Кн. 1: Пріоритет інтелекту. 638 с.
22. Петухова Л.Є. Особливості імплементації ІКТ у навчально-виховний процес вищої школи. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2008. № 4 (8). URL: <http://www.nbuuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em8/content/08pljsho.htm>
23. Прийма С.М. Особливості функціонування інтелектуальних адаптивних навчальних систем. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України*. Хмельницький: [б. в.]. 2012. № 3. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadps\\_2012\\_3\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadps_2012_3_21)

24. Співаковський О.В. Інформаційні технології в управлінні вищими навчальними закладами : метод. посібник Херсон: Айлайт, 2005. 152 с.
25. Спірін О.М. Проблеми інформатизації освіти України в контексті розвитку досліджень оцінювання якості засобів ІКТ. Інформаційні технології і засоби навчання. 2012. № 1 (27). URL: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/632/483>
26. Сучасні тенденції в методах адаптивного навчання. URL: <http://shadowofaero.blogspot.com/2014/12/blog-post.html>

Arkadiy Kuhh, Andriy Pyschal

Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University

#### MODEL OF ADAPTIVE LEARNING OF THE STEM EDUCATION SYSTEM

The article discusses an adaptive learning model that is able to provide each student with assistance to achieve the optimal level of intellectual development in

accordance with his natural abilities and inclinations in the STEM education system. The main advantages of the adaptive learning model are considered. The problem of adaptive learning in modern educational systems is studied. It was determined that the planning and organization of the educational process, the selection of types of tasks, their levels of complexity, the sequence of material submission, the implementation of various types of control, the determination of evaluation criteria for each type of task belong to the methodological aspects of adaptive learning in the STEM system. The technical aspects include: an algorithm that offers to move to a new level if most of the tasks are performed correctly or to return to the previous level taking into account the mistakes made while performing the tasks; an algorithm for forming a number of tasks according to the student's level of knowledge; evaluation of his educational achievements.

**Key words:** adaptive learning; adaptive learning technology; system model; distance learning technologies, STEM.

Отримано: 20.11.2022

УДК 373.5:621.311

DOI: 10.32626/2307-4507.2022-28.19-23

А. В. Рибалко<sup>1</sup>, О. С. Рибалко<sup>2</sup>, О. П. Захарчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

<sup>2</sup>Обласний науковий ліцей в місті Рівне Рівненської обласної ради

e-mail: <sup>1</sup>ryb@ukr.net; ORCID:<sup>1</sup>0000-0003-1744-8488

### STEM-ДОСЛІДЖЕННЯ ШКОЛЯРІВ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ

У статті здійснено короткий огляд напрямків досліджень та публікацій щодо впровадження STEM-навчання та навчального дослідження в Українській системі освіти.

Розглянуто мету та методику постановки завдань STEM-дослідження для учнів закладів загальної середньої освіти з метою створення передумов розвитку відповідних компетентностей у різних галузях життєдіяльності. У статті запропоновано варіант STEM-дослідження для позакласної роботи учнів, що базується на таких навчальних дисциплінах та близьких до них напрямках діяльності: фізика, інформатика, математика. Окрім суто шкільних навчальних дисциплін вказаний варіант цих досліджень сприяє формуванню компетентностей у галузі програмування, медицини, економіки та фінансів. Підкреслено, що фізика та інформатика у цих навчальних дослідженнях є центральними дисциплінами, навколо яких групуються всі інші. Наявність основних дисциплін значно полегшує організацію та збільшує ефективність дослідження, оскільки об'єднує та обґрунтовує усі інші його напрями.

Запропоновано авторське бачення можливостей організації STEM-дослідження учнів загальноосвітніх навчальних закладів в області електроніки та приладобудування. Наведено конкретний зразок таких досліджень.

**Ключові слова:** STEM-дослідження, формування компетентностей у різних галузях життєдіяльності, організація навчального дослідження.

**Постановка проблеми.** У сучасній системі освіти інтенсивно впроваджуються елементи STEM-навчання та розробляються дидактичні засади його впровадження.

STEM – це не просто технічна освіта, вона охоплює значно ширше поняття, зокрема вдале поєднання креативності різних сфер діяльності. Тобто завданням STEM-освіти є розвиток компетентностей у різноманітних галузях знань. Однак слід зауважити, що, наприклад, організацію STEM-досліджень у навчанні зручно впроваджувати на основі певного навчального предмета (предметів), що є ніби «центром (центрами) кристалізації» та об'єднує інші навчальні предмети з метою формування якомога ширшого спектра компетентностей. У запропонованій статті ми розглянули навчальні предмети фізику та інформатику як такі «центри».

Видатний український педагог В.О. Сухомлинський зазначав, що «фізика є лідером сучасного природознавства і фундаментом науково-технічного прогресу. Цей предмет необхідний всім, оскільки містить потужний гуманітарний потенціал, що дає можливість розвивати мислення, формувати світогляд, розкривати цілісну картину світу через основні закони і принципи природи, виховувати естетичне почуття і духовність, зберігати здоров'я учнів.

«На уроках фізики я намагаюсь постійно створити атмосферу творчості, що дає змогу дітям розвивати свої творчі здібності». [1] Якби за часів діяльності Василя Олександровича був навчальний предмет «інформатика», то безумовно він теж відніс би його до потужного засобу розвитку мислення учнів.

Зважаючи на зазначене вище, ефективне навчання фізики та й інших предметів неможливе без засто-