



Григор'єва Т., Горбачов В., Русу О., Педяш В. Адаптивне навчання роботі з операційними системами. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2025. Том 13, № 10. С. 38-48. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i10-005>.

Hryhor'ieva T., Horbachov V., Rusu O., Pedyash V. Adaptivne navchannia roboti z operatsiynymi systemamy [Adaptive training in working with operating systems]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2025. Vol. 13, No 10. S. 38-48. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i10-005>.

УДК 372.862:004

DOI: 10.31110/2616-650X-vol13i10-005

Тетяна ГРИГОР'ЄВА¹, Віктор ГОРБАЧОВ², Олександр РУСУ³, Володимир ПЕДЯШ⁴

¹⁻⁴ Міжнародний гуманітарний університет, Україна

¹ <https://orcid.org/0000-0001-8345-0020>

tig15090808@gmail.com

² <https://orcid.org/0000-0002-6668-6864>

physmgu@gmail.com

³ <https://orcid.org/0000-0002-7315-2537>

shurusu@ukr.net

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-4071-357X>

vpedyash@gmail.com

АДАПТИВНЕ НАВЧАННЯ РОБОТІ З ОПЕРАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ

Анотація. Сучасні стандартні комерційні ОС, такі як Windows та Mac OS, хоч і підтримують безліч додатків, але виявилися перевантаженими непотрібними комерційними сервісами, через що вимагають все більш дорогого апаратного забезпечення. Тому вся промислова мікропроцесорна техніка базується на альтернативних мінімалістичних кастомізованих ОС. Як альтернатива комерційним с закритим кодом ОС серед фахівців з інформатики та програмування зараз найбільш поширеними є некомерційні з відкритим вихідним кодом ОС на базі ядра Linux. Такі безкоштовні ОС на базі ядра Лінукс, які допускають установку практично на будь-яке апаратне забезпечення, налаштовуються користувачем, і при цьому значно покращують його продуктивність за рахунок відсутності комерційних сервісів та антивірусів, вкрай необхідні для використання не тільки спеціалістами з інформатики та програмування, але й усіма працівниками промисловості, освіти та навіть геймерами в режимі жорсткої економії ресурсів в нашій країні. Але процес установки мінімалізованої кастомізованої ОС є кропітким процесом, що викликає можливість помилок. Тому навіть підготовлені користувач намагаються уникати такої процедури. Проблема полягає в тому, що класичний лінійний підхід при груповому вивченні процесу встановлення ОС на ПК зовсім не виправдовує витраченому часу та зусиллям усіх учасників цього процесу, оскільки потребує постійного індивідуального консультування під час виконання кожної команди інсталяції. Проте використання сучасних педагогічних прийомів дозволяє значно спростити розуміння такого складного процесу. У літературі широко рекомендується метод адаптації складного навчального матеріалу для вирішення подібних завдань, однак практично відсутні роботи з опису застосування його на конкретних прикладах. У цієї роботі описується один з варіантів використання низки додаткових методик підвищення ефективності адаптивного методу навчання на конкретному прикладі вивчення процесу установки ОС Linux з додатками. В результаті розроблено три індивідуальні траєкторії вивчення роботи з такої ОС, кожна з яких розбита на кілька окремих блоків у рамках яких учень може перевірити коректність виконання завдання блоку та самостійно усунути недоліки. Такий підхід суттєво підвищує активність учнів, оскільки робить процес навчання більш індивідуальним, зрозумілим та доступним для різних рівнів підготовки.

Ключові слова: адаптивне навчання; ефективність навчання; встановлення операційної системи; операційна система Linux.

Tetyana HRYHORIEVA¹, Victor GORBACHEV², Oleksandr RUSU³, Volodymyr PEDYASH⁴

¹⁻⁴ International Humanitarian University, Ukraine

¹ <https://orcid.org/0000-0001-8345-0020>

tig15090808@gmail.com

² <https://orcid.org/0000-0002-6668-6864>

physmgu@gmail.com

³ <https://orcid.org/0000-0002-7315-2537>

shurusu@ukr.net

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-4071-357X>

vpedyash@gmail.com

ADAPTIVE TRAINING IN WORKING WITH OPERATING SYSTEMS

Abstract. Modern mainstream commercial operating systems, such as Windows and macOS, support a wide range of applications; however, they have become increasingly burdened with non-essential commercial services. As a result, they tend to require progressively more expensive hardware. For this reason, much industrial microprocessor-based equipment relies on alternative minimalist, customized operating systems. As an alternative to proprietary, closed-source systems, the most widely chosen option among computer science and programming specialists today is non-commercial, open-source operating systems based on the Linux kernel. Such free Linux-based systems can be installed on virtually any hardware, are user-configurable, and often provide noticeably better performance due to the absence of bundled commercial services and resident antivirus software. In conditions of strict resource constraints in the country, these systems are highly relevant not only to IT and programming professionals, but also to employees in industry and education, and even to gamers. At the same time, installing a

minimized, customized operating system is a meticulous process that is prone to errors. Consequently, even experienced users often try to avoid it. The difficulty is compounded in group instruction: a traditional linear approach to teaching OS installation on personal computers does not justify the time and effort invested by participants, because it typically requires continuous individual support while each installation command is executed. Nevertheless, the use of contemporary pedagogical techniques can substantially simplify learners' understanding of this complex process. The literature widely recommends adapting complex instructional material to address such tasks; yet, practical descriptions of how this approach is implemented in concrete cases remain scarce. This paper presents one option for enhancing the effectiveness of adaptive instruction through a set of supplementary methods, demonstrated through the teaching of Linux installation, along with the required applications. As a result, three individualized learning trajectories for working with the system were developed. Each trajectory is divided into several discrete modules, within which the learner can verify the correctness of task completion and independently remedy deficiencies. This approach significantly enhances learner engagement by making the learning process more individualized, transparent, and accessible for learners with varying levels of prior preparation.

Keywords: adaptive learning; learning efficiency; operating system installation; Linux operating system.

Постановка проблеми. Сучасні стандартні комерційні ОС, такі як Windows та Mac OS, хоч і підтримують безліч додатків, але виявилися перевантаженими непотрібними комерційними сервісами, через що вимагають все більш дорогого апаратного забезпечення. Тому вся промислова мікропроцесорна техніка базується на альтернативних мінімалістичних кастомізованих ОС. Як альтернатива комерційним з закритим кодом ОС серед фахівців з інформатики та програмування зараз найбільш поширеними є некомерційні з відкритим вихідним кодом ОС на базі ядра Linux, які спочатку розроблялися як серверні ОС. Головною перевагою ОС на базі Linux є кастомізованість, можливість вибору конфігурації системи, коли тільки користувач вирішує, які програми та сервіси встановлювати. Такі ОС є абсолютно безкоштовним і загальнодоступним, вони розробляються та супроводжуються спільнотою ентузіастів. Вже створені цілі репозиторії з безкоштовними пакетами різних утиліт та програм для різних завдань та сценаріїв використання. Всі вони гарантовано перевірені, тому така ОС не вимагає антивірусів та фаєрволів, що суттєво економить ресурси та час обробки даних. Цим же пояснюються низькі системні вимоги до процесора, оперативної пам'яті та накопичувача комп'ютера під час використання ОС з урахуванням ядра Linux. В останні роки на базі ядра Linux створено низку операційних систем, призначених для всіх типів комп'ютерів та різних категорій споживачів: з інтерфейсом, максимально схожим на Windows, з полегшеним варіантом встановлення та стандартним інтерфейсом, набори додатків для непідготовлених користувачів, креативні операційні системи для досвідчених користувачів та повні інструкції щодо їх використання. Однак, побоювання перед складністю інсталяції та налаштування нових операційних систем на ПК часто стримує користувачів від активної роботи з ними у повсякденному житті.

Все вище сказане свідчить про те, що в даний час в нашій країні в режимі економії ресурсів і вимогами розвитку індустрії, інновацій та інфраструктури, такі безкоштовні ОС на базі ядра Лінукс, які допускають установку практично на будь-яке апаратне забезпечення, налаштовуються користувачем, і при цьому значно покращують його продуктивність, повинні використовувати не тільки спеціалісти з інформатики та програмування, але й усі працівники промисловості, освіти та навіть геймери. Для цього необхідна система популяризації та навчання роботі з такими універсальними ОС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перспективність використання ОС на базі ядра Linux підтверджується тим, що за останні роки значно зріс обсяг досліджень щодо вдосконалення таких ОС [1-5]. Незважаючи на величезну кількість інструкцій, процес установки продовжує залишатися єдиним бар'єром для використання ОС Linux, тому навіть зараз продовжують публікуватись роботи, які полегшують розуміння процесу інсталяції [4-5]. Таким чином, і в усьому світі в умовах масового використання комп'ютерів у режимі економії ресурсів, проблема покращення сприйняття навчання роботі з ОС на базі ядра Linux дуже актуальна.

Проблема полягає в тому, що класичний лінійний підхід при груповому вивченні процесу встановлення ОС на ПК зовсім не виправдовує витраченому часу та зусиллям усіх учасників цього процесу, оскільки потребує постійного індивідуального консультування під час виконання кожної команди інсталяції. Для цього потрібно використання спеціально розроблених для таких цілей інноваційних педагогічних методик, які структурують такий складний для сприйняття процес, зробляють його більш доступним для сприйняття та самостійного засвоєння.

Результати сучасних досліджень у сфері підвищення доступності знань в умовах постійного збільшення їх обсягу свідчать, що найефективнішим засобом вирішення цієї проблеми є використання методики адаптивного навчання [6-8]. Дана методика передбачає використання ряду методів, що дозволяють створити адаптивне освітнє середовище для учнів, в якому кожен, хто навчається, отримує знання, що відповідають його можливостям і здібностям. Так, у роботі [9] стверджується, що адаптивні системи навчання покращують результати навчання та успішності, а також скорочують час навчання щодо традиційних підходів, максимізують розуміння учням теми або виконання завдання. Персоналізація навчального матеріалу може допомогти учням швидко знаходити необхідну інформацію і теоретично підвищує мотивацію навчання за рахунок того, що контент безпосередньо пов'язаний з особистим досвідом учня. Проте, попри докладний аналіз великої кількості експериментальних даних, у цієї роботі досліджувався лише один аспект адаптивного методу, а саме,

варіанти цілеспрямованого втручання у процес навчання для зміни рівнів його складності. Таке локалізоване застосування адаптивного методу значно знижує його ефективність.

Вже докладаються зусилля щодо створення єдиної структури, що забезпечує інфраструктуру для розробки адаптивних контекстно-залежних навчальних середовищ. Наприклад, у дослідженні [10] пропонується адаптивна структура, яка дозволяє розробляти різні типи адаптивних навчальних середовищ для широкого спектра сценаріїв навчання у формальних та неформальних умовах.

Однак для ефективної роботи методи адаптивного навчання, як і всі педагогічні методи, повинні знаходитись у стані постійного вивчення та вдосконалення [11], тому суворого протоколу виконання вимог не існує, а пропонуються лише окремі методи, які мають ефективно працювати залежно від конкретного випадку [12].

Використання адаптивного підходу до навчання дозволяє повною мірою реалізувати вимоги теорії когнітивного навантаження [13], згідно з якою для ефективного засвоєння учням нової інформації його мозок не повинен бути надто перевантажений. На основі моделі прогнозування приросту успішності при адаптивному навчанні автори статті дійшли висновку, що рушійним фактором підвищення успішності учнів є середня складність.

Ключовий компонент адаптивного навчання – це система навчального планування [14], тобто учень повинен чітко знати мету етапу навчання, можливі шляхи та засоби її досягнення, правила поведінки при прийнятті рішень. Навчання з підкріпленням [14] дуже ефективно для досягнення складної мети за безліч ходів, коли в ході виконання чергового етапу завдання учнів самостійно шукає краще рішення і отримує вигоду за його правильне виконання. Результати роботи [14] також показали, що попередні знання учнів вплинули на тип рекомендованого способу досягнення мети та інтенсифікували навчання. Разом з тим, незважаючи на ефективність використання машинних планувальників навчання, вони мають суттєві обмеження: по-перше, їх створення обходиться дорого і вимагає трудомістких процесів інженерії знань, що включають тісне співробітництво між експертами з предмету, фахівцями в галузі освіти та програмістами, а по-друге, після створення вони, як правило, залишаються незмінними і не покращуються.

Необхідною умовою використання адаптивного навчання є чітка постановка перед тими досягнення, що навчаються. У роботі [15] вивчався вплив чіткого конкретного визначення мети на результативність в адаптивній системі навчання. Було виявлено, що складні та конкретні цілі ефективніші, ніж загальні цілі типу «приклади всіх зусиль».

У дослідженні [16] внаслідок вивчення впливу стратегії адаптивного навчання на навчання учнів та досягнення компетенцій було зроблено висновок, що елемент попереднього вивчення є визначальним фактором, що сприяє кращому навчанню учнів. Результати, коли це є обов'язковим, оскільки дозволяє учню досягти більш високих результатів. Крім того, учень може прийти на заняття більш підготовленим, а викладач оптимізувати час занять. Однак, незважаючи на масштабну роботу щодо впровадження платформи адаптивного навчання в університеті, автори не отримали значної кількісної різниці у прирості знань між експериментальною та контрольною групами. І тільки, якщо «говорити описово», приріст знань був більшим в експериментальній групі на більшості етапів і курсів.

У роботі [17] на основі адаптивного підходу до подачі навчального матеріалу розроблено методологію побудови нового класу адаптивних навчальних систем, здатних навчатися на основі взаємодії з людьми, що навчаються. Такі інтелектуальні системи навчання припускають наявність як ботів, які імітують те, як вчать, а й ботів, імітують те, як вчаться. Необхідність створення систем навчання, що самовдосконалюються без участі людини, викликана тим, що для ефективного функціонування адаптивних методів навчання їх необхідно постійно вдосконалювати, а це дуже трудомісткий і дорогий процес. Однак, повна відсутність навіть описових даних щодо застосування запропонованих найскладніших методик не дозволяє оцінити їхню ефективність.

Таким чином, результати останніх досліджень показують, що використання методу адаптивного навчання як основи у поєднанні з іншими педагогічними методами потребує подальшого розвитку та дозволяє вирішити задачу підвищення доступності та покращення сприйняття такого складного розділу інформатики, як робота з операційною системою.

Мета дослідження: Метою даної роботи є використання основних методик адаптивного навчання при груповому вивченні процесу встановлення ОС Linux на персональний комп'ютер для кращого сприйняття цього процесу та підвищення ініціативності учнів з різними рівнями підготовки.

В даний час існує багато літератури з описом принципів роботи з адаптивним методом навчання [15-23], але бракує конкретних прикладів його використання. В цьому дослідженні на прикладі конкретного учбового матеріалу шкільного курсу інформатики з теми Робота з операційними системами досліджено схему використання низки методик в рамках методу адаптації.

Методи дослідження. Як показують остатні дослідження зі спрощення сприйняття складного учбового матеріалу ефективність методу адаптації значно зростає, якщо його використовувати з низкою педагогічних методик [14-17]. Але, як зазначається у роботі [16], які конкретні методи

навчання використовувати при викладанні навчального матеріалу завжди залишається індивідуальним рішенням викладача та визначається темпераментом самого викладача та рівнем підготовки цільової аудиторії, тому, щоб обрати відповідний метод, викладачеві необхідно знати особливості кожного підходу.

У роботі використано макроадаптивний підхід до навчання, при якому варіанти шляхів рівнів складності навчання вибираються учнем на початковому етапі за результатами попереднього тестування.

У нашому проєкті ми спиралися на три основні базові принципи методу адаптивного навчання:

- По-перше, принцип чіткої постановки конкретної мети навчання перед учнями. Як зазначено в [15] саме постановка складної конкретної мети ефективніша, ніж загальні цілі, такі як «докласти всіх зусиль». Щоб самостійно правильно вибрати один із способів навчання, учень повинен чітко уявити конкретну мету, яку йому належить досягти в результаті проходження цього шляху [16]. Знання мети дозволить йому мобілізувати свої колишні знання задля досягнення цієї конкретної мети, стимулює пошук нових джерел інформації.

- По-друге, основний принцип – диференціація навчального матеріалу за рівнями складності. Це найбільш трудомісткий процес для викладача, оскільки залежить від кожного конкретного випадку. Рівень складності можна змінити, просто змінивши час навчання або змінивши обсяг матеріалу, проте реальний ефект досягається тоді, коли є можливість вибору альтернативних способів досягнення однієї основної освітньої мети. У простому випадку макроадаптивного підходу шляхи досягнення мети навчання поділяються на найпростіший Базовий, Прикладний та Креативний. При такому поділі способів учень повинен мати можливість у будь який час змінити спосіб навчання [13], що є рушійним фактором підвищення активності в навчанні.

- По-третє, принцип мотивації учнів до навчання. Інстинкт вибору легшого шляху вже закладено в людській психології. Для того, щоб вибрати складніший спосіб навчання, учень повинен побачити вигоду у своєму рішенні. Такою вигодою може бути більш висока оцінка за обраний шлях, або якісніший результат, або елемент змагання при використанні ігрових форм навчання [20]. Як свідчать дослідження [20-21], саме мотивація викликає бажання здобути освіту, здобути глибші знання.

Метод адаптивного навчання оперує вище перерахованими базовими методиками, проте за останні роки накопичено багатий досвід використання додаткових методик, які суттєво підвищують ефективність адаптивного методу:

- Метод алгоритмізації, який передбачає поділ кожного шляху рівня складності окремі блоки алгоритму. Розподіл здійснюється за принципом логічного завершення певної послідовності дій із деяким проміжним результатом. Таке структурування навчального матеріалу покращує його запам'ятовування та прискорює темп роботи учнів [21], вносячи велику ясність у їхні дії.

Спрощений метод скрайбування або метод опорних міток (рис. 1). Якщо винести короткі заголовки кожного блоку алгоритму в окрему блок-схему, то для кожного шляху рівня складності ви отримаєте трек із опорних міток послідовності, послідовність яких легко запам'ятати напам'ять. В роботі [22] доведено, що в умовах великих інформаційних потоків проста візуалізація сприяє розумінню, засвоєнню та запам'ятовуванню навчального матеріалу, покращує навчальні та комунікативні навички, підвищує мотивацію навчання, сприяє критичному мисленню, утримує увагу учня на ключових моментах, змушує його бути активним учасником освітнього процесу [22].

Метод навчання на помилках дуже ефективний підвищення активності учнів, оскільки після виконання чергового етапу завдання учень самостійно перевіряє результат і домагається правильного рішення. Коли наприкінці кожного блоку алгоритму шляху рівня складності передбачена перевірка, то у разі негативного результату той, хто навчається, досить легко самостійно може знайти помилку в межах цього невеликого блоку. Подібні перевірки на мікроскопічному рівні (у кожному блоці) дозволяють активізувати увагу учня протягом усього часу навчання. Інтерактивний режим залучення учнів до роботи над своїми помилками та причинами їх сприяє так званім «продуктивним невдачам» та навчання на помилках і в результаті виявляється більш сприятливим для навчання, ніж за методом отримання правильного рішення вчителем [23].

- Методика попередньої підготовки значно скорочує час навчання. Учень повинен заздалегідь чітко знати мету уроку, шляхи та засоби її досягнення, короткий опис навчального матеріалу, який необхідно вивчити. Крім того, в ході попереднього заняття повинні бути чітко сформульовані організаційні правила: на якому етапі та за яким принципом відбувається розподіл за рівнями складності, чим відрізнятимуться результати та переваги, отримані після проходження відповідного шляху, в який момент та як. рівень складності можна змінити. Досвід показує [14], якщо учень приходить попередньо підготовленим, він може заощадити на уроку вдвічі більше часу, ніж було витрачено на попередню підготовку. Попередні знання учнів впливають на рекомендований тип способу досягнення мети та інтенсифікують процес навчання [14], також елемент «попереднього

читання» є визначальним фактором, який сприяє кращим результатам, коли він є обов'язковим, оскільки дозволяє учню досягти кращих результатів [16].

- Планування навчального істотно впливає ефективність адаптивного навчання, оскільки будь-який збій у системі призводить до втрати інтересу і довіри учнів, отже, зводить нанівець всі зусилля вчителя з організації уроку. Необхідно передбачити розвиток подій, можливі труднощі, викликані неправильними діями учнів. При розробці змісту найбільш важливими факторами успіху є: (а) педагогічне планування, яке встановлює мети навчання та структуру змісту; (б) розробка змісту та шляхів навчання, розроблена експертами відповідно до керівних принципів, встановлених у педагогічній моделі [16].

Якщо використовувати вищезазначені методики, можна побудувати адаптивну систему навчання, що ефективно функціонує, в якій учень зможе вибирати рівні складності навчання відповідно до своїх потреб і рівня підготовки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Можливість застосування перерахованих вище методики адаптивного навчання було досліджено при вивченні такого складного розділу інформатики, як робота з ОС.

Тема: Установка ОС, графічного інтерфейсу та прикладних програм на ПК. Мета: Вивчити особливості та отримати навички встановлення ОС на базі Linux, графічного інтерфейсу та прикладних програм на ПК.

Практичний результат: встановлена на ПК працююча ОС з браузером Firefox та пакетом програм LibreOffice.

Найбільш універсальна ОС на базі ядра Linux – ArchLinux. Вона дозволяє отримати всі переваги Linux за рахунок того, що основні операції адміністрування, включаючи сам процес установки системи ОС, виконуються в консолі за допомогою команд, які вводять користувач вручну (робота з консолі). Саме це унеможливує запуск вірусів у Linux. Процес установки складається з близько 100 команд і дій зі складною структурою, тому дуже велика ймовірність припуститися помилки. Вважають, що таку операцію, як установка ОС Linux, повинні виконувати тільки досвідчені користувачі. Однак використання методу адаптації для спрощення розуміння дій та команд робить процес встановлення більш доступним для більшої кількості учнів з різним рівнем підготовки.

Розмежувати процес встановлення ОС на базі Linux за рівнем складності сприйняття можна на три варіанти – креативний, прикладний та базовий.

В якості креативного варіанту установки ОС пропонується встановити універсальну ОС ArchLinux цілком з консолі. При такому варіанті установки ОС користувач має повний контроль над усіма діями та вибирає утиліти, що найбільше відповідають конфігурації комп'ютера, однак при цьому необхідно ввести вручну з консолі щонайменше 54 команди. Це вимагає особливої концентрації уваги, оскільки помилки при введенні команд виявляються наприкінці установки, після першого завантаження системи з жорсткого диска. У такому разі доведеться всі команди знову вводити.

В якості прикладного варіанту установки ОС пропонується установка ArchLinux за допомогою вбудованого в систему інсталяційного скрипту ArchInstall, що запускається з консолі і вимагає певних знань для встановлення параметрів установки: типу завантажувача, регіону, імені комп'ютера, ім'я користувача, профілю середовища робочого столу, типу графічного драйвера, типу екрана привітання, менеджера мережі. При цьому варіанті встановлюються стандартні утиліти відповідно до конфігурації комп'ютера.

В якості спрощеного базового варіанту установки ОС на базі Linux пропонується установка ОС LinuxMint, інтерфейс якої практично є копією інтерфейсу Windows, а процес установки є спрощеним варіантом установки ОС Windows, і зводиться до відповідей на питання установника.

Однак, незважаючи на свою простоту, цей варіант дозволяє досягти мети – встановити на ПК повноцінну ОС Linux, що працює.

Таким чином, у нас є три шляхи досягнення мети уроку: установка ArchLinux з консолі, установка ArchLinux за допомогою скрипта ArchInstall і установка LinuxMint. У всіх трьох випадках пакет Firefox та LibreOffice встановлюється разом із безкоштовним текстовим процесором LibreOffice Writer, формат файлів якого сумісний із Microsoft Word. Остання перевірка: запустити Firefox та LibreOffice Writer.

Для спрощення сприйняття матеріалу у роботі використано метод алгоритмізації. В результаті вся послідовність дій та команд креативного рівня складності встановлення ОС ArchLinux з консолі була поділена на шість незалежних блоків алгоритму. Поділ здійснювався за принципом логічної завершеності певної послідовності дій. Критерієм завершення кожного блоку була можливість перевірити коректність виконання алгоритму всередині блоку. Аналогічні дії були виконані для прикладного та базового рівнів складності. Отримана таким чином розгалужена структура алгоритму уроку представлена на рис. 1 у графічному вигляді.

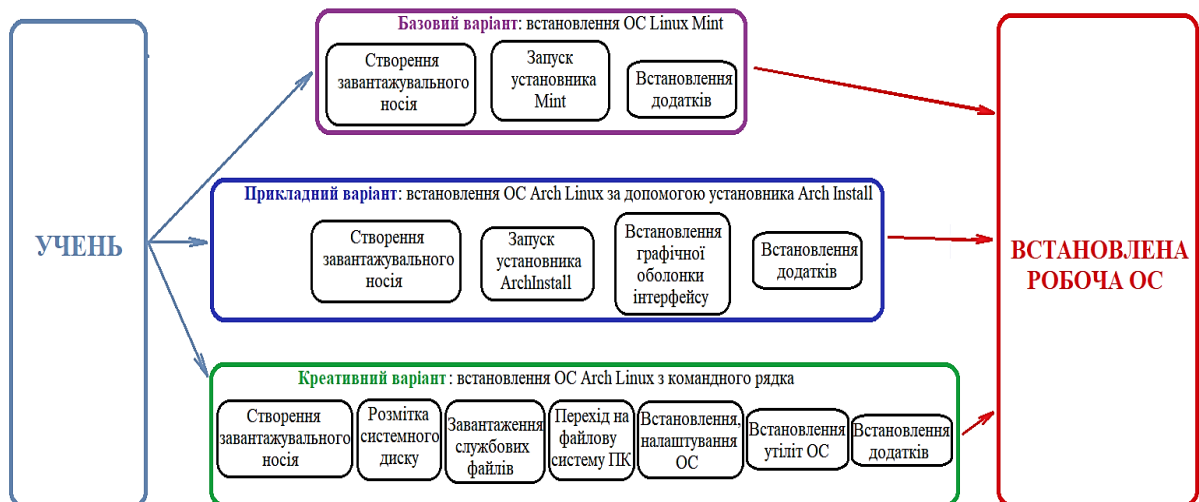


Рис. 1. Розгалужена за рівнями складності структурно-логічна схема послідовності навчальних елементів процесу встановлення ОС на базі ядра Linux на ПК

У першому блоці алгоритму креативного рівня складності (рис. 1) розглядається процес створення завантажувального носія. Насамперед, учень повинен визначитися з рівнем складності уроку та вибрати версію ОС, яка відповідатиме цьому рівню складності. Далі учню необхідно завантажити ISO-образ настановної програми, необхідний для встановлення відповідної версії ОС, з офіційного сайту Linux. За допомогою програми створення завантажувального носія збережить його на інсталяційному носії. Після виконання завдання блоку учень самостійно перевіряє правильність дій, завантажуючи комп'ютер з інсталяційного носія. Перевірка 1: успішне завантаження з інсталяційної флешки. На рис. 2 представлена таблиця відповідності першого блоку алгоритму встановлення ОС Linux на ПК.

```
#
# Блок 1. Створення завантажувального носія
# From the website https://archlinux.org/download/, from the  Ukraine section,
# you need to download it to your computer iso image of the installation program =>
# archlinux-2024.08.01-x86_64.iso
# Download and install the UltraISO bootable media creation program (or similar)
# Connect the flash drive, run UltraISO, select the drive, iso image and "write"
# You have arch linux installer bootable media from 08/01/2024
# Перевірка 1: успішне завантаження з інсталяційного носія
```

Рис. 2. Таблиця відповідності першого блоку алгоритму встановлення ОС Linux на ПК

Доцільно виконати цей процес на попередньому тренінгу відразу після оголошення результатів вступного тесту, оскільки він потребує деяких консультативних порад викладача. Процес колективного консультування у разі істотно скорочує час уроку.

Другий блок креативного рівня складності (рис. 1) описує процес розмітки системного диска, на якому буде встановлена ОС. Для цього учень запускає консольну утиліту «cfdisk» і задає параметри розділів системного диска. У статті розглядається найпростіший випадок одного диска 512 G зі стандартом таблиці розділів GPT. Перевірка 2: при повторному запуску утиліти «cfdisk» відображається таблиця розділів диска із заявленими параметрами.

Третій блок креативного рівня складності (рис. 1) описує процес завантаження службових файлів із завантажувального носія. Щоб переконатися, що цей процес виконано правильно, учень повинен за допомогою команди ls перевірити наявність завантажених файлів у папці завантаження «/mnt/usr/bin», зокрема – присутності файлу Linux64.

У четвертому блоці креативного рівня складності (рис. 1) відбувається перехід від файлової системи інсталяційного носія «root@archiso ~» до віртуальної файлової системи ПК, яка позначається квадратними дужками «[root@archiso ~]». Якщо процес пройшов успішно, колір імені користувача «root» у командному рядку зміниться з червоного на синій. В якості перевірки учень повинен визначити версію ядра ОС Linux, та отримати відповідь від системи на консолі, типу «linux 6.10.3.arch1-2». На рис. 3 представлена таблиця відповідності другого, третього та четвертого блоків алгоритму встановлення ОС Linux на ПК.

У п'ятому блоці креативного рівня складності (рис. 1) виконуються команди встановлення та налаштування ОС. В якості перевірки учень повинен визначити версію завантажувального пакету «grub».

```

# Блок 2. Розмітка системного диска
# Start utility with a simplified interface cfdisk:
root@archiso~# cfdisk
# Create partitions: Free space => New
# Options: Name-Size-Type:
# sda1-1G-EFI filesystem sda2-16G-Linux filesystem sda3-451.7G-Linux filesystem
# Save and quit: Write=> Do you ... ? => yes => Quit
# Writing the FAT32 file system to the bootable efi partition dev/sda1
root@archiso~# mkfs.fat -F32 /dev/sda1
# Writing the swap file system to the swap partition /dev/sda2 using the utility mkswap
root@archiso~# mkswap /dev/sda2 -L "SWAP"
# Activating the swap partition using the utility swapon
root@archiso~# swapon /dev/sda2
# Writing the ext4 file system to the /dev/sda3 system partition using the mkfs utility
root@archiso~# mkfs.ext4 /dev/sda3
# Mounting the system partition /dev/sda3 to mnt system directory to install the kernel
root@archiso~# mount /dev/sda3 /mnt
# Recording the order of mounting disk partitions in a special fstab file
root@archiso~# genfstab -U -p /mnt >> /mnt/etc/fstab
# Перевірка 2: повторний запуск утиліти cfdisk (таблиця розділів диска із заявленими параметрами)

# Блок 3. Процес завантаження службових файлів із завантажувального носія на диск
# Installing the Linux kernel using the pacstrap utility
root@archiso~# pacstrap -i /mnt linux linux-firmware linux-headers
# Installing the necessary package set to define a basic Arch Linux installation using
the pacstrap utility
root@archiso~# pacstrap -i /mnt base base-devel
# Перевірка 3: зафіксувати наявність завантаженого файлу Linux64 у папці завантаження
root@archiso~# ls /mnt/usr/bin

# Блок 4. Перехід від файлової системи інсталяційного носія до віртуальної файлової системи ПК
# Mounting the virtual file system in the mnt system directory
root@archiso ~ # arch-chroot /mnt/bin/bash
# Changing the root color to [root (blue) means switching to the chroot virtual file
system
# Перевірка 4: зафіксувати версію завантаженого ядра, наприклад linux 6.10.3.arch1-2
[root@archiso~]# pacman -Q linux

```

Рис. 3. Таблиця відповідності другого, третього та четвертого блоків алгоритму встановлення ОС Linux на ПК

У шостому блоці (рис. 1) учень повинен встановити утиліти ОС: драйвери звуку та відео, профіль середовища робочого столу, менеджер входу до системи. В якості перевірки учень повинен визначити версію менеджера входу «sddm».

Тільки після цього можна перезавантажити систему, при цьому комп'ютер повинен вперше завантажуватися в ОС ArchLinux.

У сьомому блоці (рис. 1) учню необхідно встановити два безкоштовні додатки: пакет Firefox і пакет LibreOffice з текстовим процесором LibreOffice Writer. Остання перевірка: запустити Firefox та LibreOffice Writer. На рис. 4 представлена таблиця відповідності п'ятого, шостого та сьомого блоків алгоритму встановлення ОС Linux на ПК.

Для підвищення активності учнів використовується метод навчання на помилках, згідно з яким наприкінці кожного блоку алгоритму передбачено перевірку. У разі негативного результату учень легко самостійно може знайти помилку в межах конкретного невеликого блоку. Таким чином, без отримання позитивного результату тесту, учень не може перейти до наступного блоку. Як показали результати занять, проведених за цим методом, усі учні пройшли етапи алгоритму, хоч і з різним часом виконання. Основною причиною затримок була неуважність при наборі команд та значень параметрів з клавіатури, але наявність перевірки наприкінці кожного блоку дозволяло не розпочинати інсталяцію заново, а виправляти помилки в межах останнього блоку. У результаті ті учні, які повторили дії кілька разів, вивчили напам'ять назви всіх шести блоків алгоритму.

Для більшої наочності та кращого запам'ятовування послідовності установки ОС була використана методика спрощеного скрайбування, за якою короткі заголовки кожного блоку алгоритму з опорними малюнками виділялися у власну блок-схему. Таку схему легко запам'ятати і в неї легко орієнтуватися. Крім того, на схемі послідовності опорних міток були показані результати перевірки правильності дій у відповідному блоці, тому кожен з елементів логічно завершений і є самостійним елементом в процесі установки.

Для попередньої підготовки учнів було розроблено вступну лекцію з короткими поясненнями структури алгоритму заняття, схеми послідовності опорних сигналів та практичної мети заняття (рис. 5).

```

# Блок 5. Встановлення та налаштування ОС
# Setting the simplified text editor Nano
[root@archiso~]# pacman -S nano
# Changing the language using the Nano editor (remove "#" in the following lines):
# # en_US.UTF-8 UTF_8 # uk_UA.UTF-8 UTF_8
[root@archiso~]# nano /etc/locale.gen
# Exit the editor => Ctrl + X. Save the file => Y. Confirmation => Enter
# Applying changed settings using the locale-gen command
[root@archiso~]# locale-gen
# Redirection of system language in the locale.conf file using the echo command
[root@archiso~]# echo "LANG=uk_UA.UTF-8 UTF_8"/etc/locale.conf
# Setting the time zone using the ln command
[root@archiso~]# ln -sf /usr/share/zoneinfo/Europe/Kiev /etc/localtime
# Assigning the computer name "ostapPC" to the hostname file using the echo command
[root@archiso~]# echo ostapPC>/etc/hostname
# Setting the network name (add line 127.1.1.1 localhost.localdomain ostapPC):
[root@archiso~]# nano /etc/hosts
# Installing NetworkManager using the Pacman package manager
[root@archiso~]# pacman -S networkmanager
# Starting the NetworkManager using the systemctl command with the enable argument
[root@archiso~]# systemctl enable NetworkManager
# Creating a user named ostap in the groups named users and wheel
[root@archiso~]# useradd -m -g users -G wheel -s /bin/bash ostap
# Creating a password for the ostap user and superuser (root) password :
[root@archiso~]# passwd ostap
[root@archiso~]# passwd
# Installing sudo utility to issue temporary superuser privileges
[root@archiso~]# pacman -S sudo
# Allow the wheel group to use the sudo utility (remove "#" in the following line):
# # %wheel ALL=(ALL:ALL) ALL
[root@archiso~]# EDITOR=nano visudo
# You need to uncomment the following line (remove #):
# Installing GRUB bootloader package using the Pacman package manager
[root@archiso~]# pacman -S grub
# Installing GRUB additional package to boot in UEFI mode
[root@archiso~]# pacman -S efibootmgr
# Installing GRUB bootloader
[root@archiso~]# grub-install --target=x86_64-efi --bootloader-id=GRUB --efi
# Creating a GRUB config
[root@archiso~]# grub-mkconfig -o /boot/grub/grub.cfg
[root@archiso~]# reboot
# Remove the installation media from the port.
# Перевірка 5: зафіксувати версію завантажувального пакету «grub», наприклад grub 2:2.12-2
[root@archiso~]# pacman -Q grub

# Блок 6. Встановлення утиліт ОС
# Installing Pulseaudio sound and video drivers using the Pacman package manager
[ostap@ostapPC ~]$ sudo pacman -S pulseaudio mesa mesa-libgl mesa-utils
# Installing X.org display server and desktop environment
[ostap@ostapPC ~]$ sudo pacman -S xorg xorg-xinit xorg-apps xfce4 xfce4-goodies
# Installing the SDDM login manager
[ostap@ostapPC ~]$ sudo pacman -S sddm
[ostap@ostapPC ~]$ sudo systemctl enable sddm
# Перевірка 6: зафіксувати версію менеджера входу sddm, наприклад sddm 0.21.0-4
[ostap@ostapPC ~]$ sudo systemctl status sddm
# Перезавантаження ПК, перше завантаження ОС ArchLinux
[ostap@ostapPC ~]$ reboot

# Блок 7. Встановлення додатків
# Installing the Firefox web browser using the Pacman package manager
[ostap@ostapPC ~]$ sudo pacman -S firefox
# Installing the Libre Office package using the Pacman package manager
[ostap@ostapPC ~]$ sudo pacman -S libreoffice
# Фінальна перевірка: запуск додатків Firefox та Writer
[ostap@ostapPC ~]$ firefox
[ostap@ostapPC ~]$ libreoffice -writer

```

Рис. 4. Таблиця відповідності п'ятого, шостого та сьомого блоків алгоритму встановлення ОС Linux

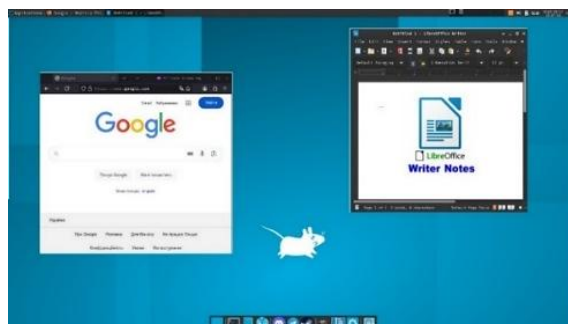


Рис. 5. Видяк вікна підсумкового результату практичної частини уроку: «Робоча ОС, встановлена на ПК із браузером Firefox та пакетом програм LibreOffice»

Зазначається, що незважаючи на однакове формулювання практичного результату заняття «Робоча ОС, встановлена на ПК з браузером Firefox і пакетом додатків LibreOffice» (рис. 8) для всіх рівнів складності, якість продукту буде змінюватись. Для креативного рівня складності користувач має сам підібрати конфігурацію системи, провівши повний попередній аналіз обладнання. В результаті ОС буде

налаштовано якнайкраще, тому успішне проходження креативного режиму оцінюється на «відмінно». Для прикладного рівня складності потрібна лише попередня інформація про відеокарту, ємності жорсткого диска та деякі параметри Linux (рис. 1), а решта налаштувань ОС будуть стандартними, тому успішне проходження прикладного режиму оцінюється на оцінку «добре». Для базового рівня складності достатньо задати регіон, мову, ім'я та паролі (рис. 1). Усі налаштування ОС будуть стандартними, тому успішне проходження базового режиму оцінюється оцінкою "задовільно". Однак після успішного чи невдалого проходження шляху будь-якого рівня складності ви можете змінити шлях рівня складності, тобто збільшити свій бал або полегшити складність. У попередній лекції описано особливості роботи у консолі, а також організаційні правила роботи.

І нарешті, щойно було складено чіткий організаційний план дій з вивчення теми, заняття стали проходити більш організовано і набагато швидше. Для визначення рівня підготовки учнів до роботи з ОС складено вступне тестування із 10 питань. При 8-10 балах учневі дозволяється пройти шлях будь-якого рівня складності, при 6-7 балах – лише прикладний та базовий рівні, а решта проходить базовий рівень складності. Для економії часу виявилось ефективніше створити завантажувальний носій на попередньому занятті відразу після вступного випробування. Тоді практичне заняття зі встановлення ОС на ПК за заздалегідь відомим алгоритмом з перевітками в кожному блоці перетворюється на захоплююче змагання для учнів.

Заняття проводились у рамках проекту ІТ-класи серед учнів двох 11-х класів ліцею протягом 16 навчальних годин по 4 години на тиждень за програмою студентської практики. На попередню підготовку було виділено 8 годин, та 8 годин на проведення практичної частини. У підготовці занять та проведенні консультацій брали участь три студенти-практиканти. В якості форми контролю було обрано повноту виконання учнями практичної частини завдання: наявність встановленої ОС із браузером Firefox та пакетом програм LibreOffice (рис. 5). Оскільки заняття проводились у формі факультативу, ефективність була оцінена у методі педагогічного спостереження за трьома критеріями: час виконання завдання, час консультування та психологічний комфорт на уроку.

При використанні описаного методу час виконання практичної частини завдання скоротився майже вдвічі в порівнянні з попередніми роками, коли такі заняття проводилися класичним лінійним способом. Час втручання викладача у процес встановлення учнем ОС також значно зменшився, а консультації зводилися до підтвердження правильності дій оператора. І головне, наявність можливості заміни рівня складності виконання завдання усунула страх учнів потрапити в тупикову ситуацію, тим самим створило комфортну психологічну обстановку на уроку. Цим же пояснюється той факт, що більшість учнів обрали «комфортний» прикладний варіант установки ОС, що узгоджується з даними роботи [13], де автори роблять висновок, що рушійним фактором підвищення успішності учня є середній рівень складності. Отримані в роботі результати також узгоджуються з висновками роботи [16], де стверджується, що інтеграція стратегії адаптивного навчання з різними методами, такими як обов'язкове попереднє навчання, алгоритмізація навчального матеріалу, персоналізовані навчальні маршрути дає кращі результати.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Аналізуючи отримані результати використання методик адаптивного навчання при груповому вивченні процесу встановлення ОС Linux на ПК порівняно з класичним лінійним підходом, можна зробити висновки: по-перше, факт значного зменшення часу виконання завдання свідчить про поліпшення сприйняття навчального матеріалу та підвищення рівня засвоєння знань; по-друге, зменшення часу затребуваних учнями консультацій пов'язано із зростанням навчальної активності учнів, зменшенням кількості помилок, з більшою самостійністю у виконанні завдань, використанням попередніх теоретичних знань у практичних ситуаціях; по-третє, відсутність у учнів напруження або страху помилитися створює психологічний комфорт на уроку, викликає мотивацію до навчання, позитивне ставлення до уроку та підвищує зацікавленість темою.

Вищевикладене дозволяє сподіватися, що описані у роботі методики адаптивного навчання можуть бути корисні щодо вивчення інших складних до розуміння тем.

Конфлікт інтересів. Автори підтверджують відсутність фінансових, особистих чи інших інтересів, що можуть розглядатися як потенційний конфлікт інтересів щодо публікації цієї статті.

Джерела фінансування. Робота виконана за відсутності фінансової підтримки з боку будь-яких організацій.

Доступність даних. Це дослідження не передбачало використання окремих наборів даних.

Використання засобів штучного інтелекту (ШІ). Інструменти штучного інтелекту не використовувались при написанні цієї роботи.

Список використаних джерел

1. Choi B., Medina E. Shall We Linux? Part 1: The Linux Command Line. In: *Introduction to Ansible Network Automation*. Berkeley: Apress CA, 2023. P. 31-109. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9624-0_2

2. Sheikh, A. F. Networking Fundamentals. In: *CompTIA Linux+ Certification Companion. Certification Study Companion Series*. Berkeley: Apress CA, 2024. P. 215-243. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0128-0_12
3. Choi, B.: Linux Fundamentals II-TCP/IP Services. In: *Introduction to Python Network Automation Volume I – Laying the Groundwork*. Berkeley: Apress CA, 2024. P. 475-559. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0146-4_8
4. Both D. Installing Linux. In: *Using and Administering Linux*. Berkeley: Apress CA, 2023. P. 123-160. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9618-9_5
5. Sheikh A.F. Installing Linux. In: *CompTIA Linux+ Certification Companion. Certification Study Companion Series*. Berkeley: Apress CA, 2024. P. 9-19. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0128-0_2
6. Носенко Ю. Г. Адаптивні системи навчання: сутність, характеристика, стан використання у вітчизняних закладах педагогічної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 3, № 17. С. 73-78.
7. Пішванова В. О. Принципи адаптивного навчання. *Вісник Запорізького національного університету. Педагогічні науки*. 2015. Вип. 1, № 24. С. 178-183.
8. Мінцер О. П. Обрії розвитку адаптивного навчання. *Медицина інформатика та інженерія*. 2017. № 1. С. 5-11.
9. Johnson C. I., Solberg J. L. Designing an Adaptive Instructional System for Financial Literacy Training. In: *Zaphiris, P., et al. HCI International 2023 – Late Breaking Papers. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer, 2023. Vol. 14060. P. 116-127. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48060-7_9
10. Hasanov A. et al. Lightlore: An Adaptation Framework for Design and Development of xAPI-Based Adaptive Context-Aware Learning Environments. *Electronics*. 2024. Vol.13. no. 13. P. 2498-2524. <https://doi.org/10.3390/electronics13132498>
11. Larionova V. et al. Introduction of Adaptive Learning at the University: UrFU Case of Implementing “Foreign Language” Discipline. *Education and Self Development*. 2024. Vol. 19. P. 111-127. <https://doi.org/10.26907/esd.19.1.09>
12. Kosharna, N. et al. An adaptive system of teaching a foreign language to students of pedagogical specialties: European experience. *Multidisciplinary Science Journal*. 2023. Vol. 5, P. 2023ss0512. <https://doi.org/10.31893/multiscience.2023ss0512>
13. Matthew D. M. et al. Adapting training in real time: An empirical test of adaptive difficulty schedules. *Military Psychology*. 2021. Vol. 33, no. 3. P. 1-15. <https://doi.org/10.1080/08995605.2021.1897451>
14. Spain R. et al. A reinforcement learning approach to adaptive remediation in online training. *The Journal of Defense Modeling and Simulation*. 2022. Vol. 19, no. 2. P. 173-193. <https://doi.org/10.1177/15485129211028317>
15. Schroeder B. L. et al. Setting Goals in Adaptive Training: Can Learners Improve with a Moving Target? In: *Sottolare, R.A., Schwarz, J. (eds) Adaptive Instructional Systems. Design and Evaluation. HCII 2021. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer, 2021. Vol. 12792. P. 422-435. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77857-6_30
16. Rincon-Flores E. G. et al. Improving the learning-teaching process through adaptive learning strategy. *Smart Learning Environments*. 2024. Vol. 11, no. 1. P. 27. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00314-9>
17. Long Z. et al. Self-Improvable, Self-Improving, and Self-Improvable Adaptive Instructional System. In: *Artificial Intelligence Supported Educational Technologies*. Cham: Springer, 2020. P. 77-91. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41099-5_5
18. Bayounes W., Bayoudh S., Kinshuk I. Adaptive learning: toward an intentional model for learning process guidance based on learner's motivation. *Smart Learning Environments*. 2022. Vol. 9, no. 1. P. 33-45. <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00215-9>
19. Patall E. A. et al. Instructional Practices that Support Adaptive Motivation, Engagement, and Learning / in Angela O'Donnell, Nicole C. Barnes, and Johnmarshall Reeve (eds). *The Oxford Handbook of Educational Psychology*. 2024. Vol. 1. 448 p. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199841332.013.36>
20. Johnson C. I., Bailey S. K. T., Mercado A. D. Does Gamification Work? Analyzing Effects of Game Features on Learning in an Adaptive Scenario-Based Trainer. In: *Sottolare, R.A., Schwarz, J. (eds) Adaptive Instructional Systems. HCII. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer, 2020. Vol. 12214. P. 493-504. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50788-6_36
21. Tsupikova E., Tsyguleva M. Psychosemantic approach as the basis for the algorithmization technology of processing educational information. *Vestnik of Satara State Technical University Psychological and Pedagogical Sciences*. 2021. Vol. 18. P. 63-84. <https://doi.org/10.17673/vsgtu-pps.2021.3.5>
22. Myagkova O. Use of scribing and sketchnoting technologies in the educational process. *Continuing Professional Education: Theory and Practice*. 2020. Vol. 4 P. 90-95. <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2020.4.11>
23. Metcalfe J. et al. Learning from errors versus explicit instruction in preparation for a test that counts. *British Journal of Educational Psychology*. 2024. Vol. 95, no. 1. P. 11-25. <https://doi.org/10.1111/bjep.12651>

References

1. Choi B., Medina E. Shall We Linux? Part 1: The Linux Command Line. In: *Introduction to Ansible Network Automation*. Berkeley: Apress CA, 2023. P. 31-109. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9624-0_2
2. Sheikh, A. F. Networking Fundamentals. In: *CompTIA Linux+ Certification Companion. Certification Study Companion Series*. Berkeley: Apress CA, 2024. P. 215-243. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0128-0_12
3. Choi, B.: Linux Fundamentals II-TCP/IP Services. In: *Introduction to Python Network Automation Volume I – Laying the Groundwork*. Berkeley: Apress CA, 2024. P. 475-559. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0146-4_8
4. Both D. Installing Linux. In: *Using and Administering Linux*. Berkeley: Apress CA, 2023. P. 123-160. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9618-9_5
5. Sheikh A.F. Installing Linux. In: *CompTIA Linux+ Certification Companion. Certification Study Companion Series*. Berkeley: Apress CA, 2024. P. 9-19. https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0128-0_2
6. Nosenko Yu. H. Adaptivni systemy navchannia: sutnist, kharakterystyka, stan vykorystannia u vitchyznianskykh zakladyakh pedahohichnoi osvity. *Fizyko-matematychna osvita*. 2018. Vyp. 3, № 17. S. 73-78.

7. Pishvanova V. O. Pryntsypy adaptivnoho navchannia. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu. Pedagogichni nauky*. 2015. Vyp. 1, № 24. S. 178-183.
8. Mintser O. P. Obrir rozvytku adaptivnoho navchannia. *Medychna informatyka ta inzheneriia*. 2017. № 1. S. 5-11.
9. Johnson C. I., Solberg J. L. Designing an Adaptive Instructional System for Financial Literacy Training. In: *Zaphiris, P., et al. HCI International 2023 – Late Breaking Papers. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer, 2023. Vol. 14060. P. 116-127. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48060-7_9
10. Hasanov A. et al. Lightlore: An Adaptation Framework for Design and Development of xAPI-Based Adaptive Context-Aware Learning Environments. *Electronics*. 2024. Vol. 13. no. 13. P. 2498-2524. <https://doi.org/10.3390/electronics13132498>
11. Larionova V. et al. Introduction of Adaptive Learning at the University: UrFU Case of Implementing "Foreign Language" Discipline. *Education and Self Development*. 2024. Vol. 19. P. 111-127. <https://doi.org/10.26907/esd.19.1.09>
12. Kosharna, N. et al. An adaptive system of teaching a foreign language to students of pedagogical specialties: European experience. *Multidisciplinary Science Journal*. 2023. Vol. 5, P. 2023ss0512. <https://doi.org/10.31893/multiscience.2023ss0512>
13. Matthew D. M. et al. Adapting training in real time: An empirical test of adaptive difficulty schedules. *Military Psychology*. 2021. Vol. 33, no. 3. P. 1-15. <https://doi.org/10.1080/08995605.2021.1897451>
14. Spain R. et al. A reinforcement learning approach to adaptive remediation in online training. *The Journal of Defense Modeling and Simulation*. 2022. Vol. 19, no. 2. P. 173-193. <https://doi.org/10.1177/15485129211028317>
15. Schroeder B. L. et al. Setting Goals in Adaptive Training: Can Learners Improve with a Moving Target? In: *Sottolare, R.A., Schwarz, J. (eds) Adaptive Instructional Systems. Design and Evaluation. HCII 2021. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer, 2021. Vol. 12792. P. 422-435. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77857-6_30
16. Rincon-Flores E. G. et al. Improving the learning-teaching process through adaptive learning strategy. *Smart Learn. Environments*. 2024. Vol. 11, no. 1. P. 27. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00314-9>
17. Long Z. et al. Self-Improvable, Self-Improving, and Self-Improvable Adaptive Instructional System. In: *Artificial Intelligence Supported Educational Technologies*. Cham: Springer, 2020. P. 77-91. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41099-5_5
18. Bayounes W., Bayoudh S., Kinshuk I. Adaptive learning: toward an intentional model for learning process guidance based on learner's motivation. *Smart Learning Environments*. 2022. Vol. 9, no. 1. P. 33-45. <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00215-9>
19. Patall E. A. et al. Instructional Practices that Support Adaptive Motivation, Engagement, and Learning / in Angela O'Donnell, Nicole C. Barnes, and Johnmarshall Reeve (eds). *The Oxford Handbook of Educational Psychology*. 2024. Vol. 1. 448 p. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199841332.013.36>
20. Johnson C. I., Bailey S. K. T., Mercado A. D. Does Gamification Work? Analyzing Effects of Game Features on Learning in an Adaptive Scenario-Based Trainer. In: *Sottolare, R.A., Schwarz, J. (eds) Adaptive Instructional Systems. HCII. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer, 2020. Vol. 12214. P. 493-504. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50788-6_36
21. Tsupikova E., Tsyguleva M. Psychosemantic approach as the basis for the algorithmization technology of processing educational information. *Vestnik of Satara State Technical University Psychological and Pedagogical Sciences*. 2021. Vol. 18. P. 63-84. <https://doi.org/10.17673/vsgtu-pps.2021.3.5>
22. Myagkova O. Use of scribing and sketchnoting technologies in the educational process. *Continuing Professional Education: Theory and Practice*. 2020. Vol. 4 P. 90-95. <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2020.4.11>
23. Metcalfe J. et al. Learning from errors versus explicit instruction in preparation for a test that counts. *British Journal of Educational Psychology*. 2024. Vol. 95, no. 1. P. 11-25. <https://doi.org/10.1111/bjep.12651>

/ Матеріал надійшов до редакції: 26.10.2025 р. / Прийнято до друку: 30.11.2025 р. / Опубліковано: 30.12.2025 р. /