

**Юрченко Костянтин Юрійович***Інститут програмних систем, Київ*

ORCID 0000-0003-3150-0027

**Сивицький Юрій Ігорович***Інститут програмних систем, Київ*

ORCID 0009-0008-9947-6653

## МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ ЖИТТЄВИМИ ЦИКЛАМИ СКЛАДОВИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ КОМПАНІЇ

**Анотація.** Системи управління навчанням характеризуються тим, що сценарії їх функціонування пов'язані з різними аспектами навчальної діяльності, це в свою чергу, вимагає затрат на створення програм професійної підготовки, електронних освітніх ресурсів та їх експлуатацію. Вказані проблеми підтверджують актуальність досліджень, спрямованих на розробку моделей життєвих циклів для електронних освітніх ресурсів, програм і рівнів кваліфікації фахівців, а також на створення ефективних інструментальних засобів для автоматизованого управління процесом навчання. Метою даного дослідження є оптимізації життєвих циклів електронних освітніх ресурсів, програм навчання, вимог роботодавців та підвищення ефективності при управлінні безперервним процесом підготовки фахівців. В роботі було виконано аналітичні дослідження моделей життєвих циклів електронного освітнього контенту, системи управління навчанням та навчальною діяльністю, системи управління контентом з метою вибору та розробки інструментальних засобів автоматизованого проектування та наповнення освітніх ресурсів, а також синтезу системи управління життєвими циклами її основних компонентів. Розроблено моделі життєвих циклів основних компонентів освітнього середовища, які дозволяють виконати їх узгодження та оптимізацію для системи автоматизованого управління процесами навчання та підвищення кваліфікації фахівців. Відмінними рисами моделей є комплексна синхронізація життєвих циклів всіх компонент з оцінкою ефективності даного процесу, а також налаштування на вимоги зовнішнього середовища, що змінюються. Розроблено модель синхронізації життєвих циклів компонент освітнього середовища, включаючи електронний освітній контент та систему управління процесами навчання та підвищення кваліфікації. Особливістю моделі є комплексна оцінка ефективності процесу синхронізації на всіх його етапах для автоматизованого вибору та/або синтезу персоналізованих програм навчання та електронних ресурсів відповідно до мінливих вимог стандартів та роботодавців.

**Ключові слова:** життєвий цикл, моделі, електронні освітні ресурси компанії, керування, архітектура.

**Yurchenko Kostiantyn***Institute of Software Systems, Kyiv*

ORCID 0000-0003-3150-0027

**Syvytsky Yuriy***Institute of Software Systems, Kyiv*

ORCID 0009-0008-9947-6653

## LIFE CYCLE MANAGEMENT MODELS OF COMPONENT EDUCATIONAL RESOURCES OF THE COMPANY

**Abstract.** Learning management systems are characterized by the fact that the scenarios of their operation are related to various aspects of educational activity, which in turn requires costs for the creation of professional training programs, electronic educational resources and their exploitation. These problems confirm the relevance of research aimed at developing models of life cycles for electronic educational resources, programs and qualification levels of specialists, as well as at creating effective tools for automated

*management of the learning process. The purpose of this study is to optimize the life cycles of electronic educational resources, training programs, employer requirements and increase efficiency in managing the continuous process of training specialists. Analytical studies of life cycle models of electronic educational content, learning and educational activity management systems, content management systems were carried out in the work in order to select and develop tools for automated design and filling of educational resources, as well as synthesis of the life cycle management system of its main components. Models of the life cycles of the main components of the educational environment have been developed, which allow for their coordination and optimization for the system of automated management of training processes and professional development. Distinctive features of the models are the comprehensive synchronization of the life cycles of all components with the assessment of the effectiveness of this process, as well as adjustment to the changing requirements of the external environment. A model for synchronizing the life cycles of the components of the educational environment, including electronic educational content and a system for managing learning and professional development processes, has been developed. A feature of the model is a comprehensive assessment of the effectiveness of the synchronization process at all its stages for the automated selection and/or synthesis of personalized training programs and electronic resources in accordance with the changing requirements of standards and employers.*

**Keywords:** *life cycle, models, electronic educational resources of the company, management, architecture.*

## 1. Вступ.

Кожна компанія приймаючи на роботу нових співробітників витрачає на їх навчання певний час і ресурс. Більшість компаній запровадили практику використовувати інформаційно-освітні середовища. Наразі на ринку представлено багато систем управління навчальною діяльністю для підготовки спеціалістів або підтвердження рівня знань в різних галузях, проте кожна з них має певні недоліки та обмеження [1].

Системи управління навчальною діяльністю широко використовуються для створення, інтеграції, розповсюдження та оновлення навчальних матеріалів з можливістю дистанційного доступу. Основним ресурсом таких систем є електронні освітні матеріали, що включають структуру, зміст та метадані, які необхідно супроводжувати та підтримувати протягом усього життєвого циклу.

Основні проблеми управління життєвими циклами:

- Відсутність адекватних моделей життєвих циклів. Немає достатньо розроблених моделей життєвих циклів для електронних освітніх ресурсів, програм підготовки та рівнів кваліфікації фахівців, які забезпечують комплексну автоматизацію процесу управління навчальною діяльністю.

- Інтеграція та синхронізація. Бракує інтегральних оцінок ефективності процесу синхронізації життєвих циклів електронних освітніх ресурсів, програм та рівнів кваліфікації фахівців.

- Відповідність ринку праці. Недостатня відповідність освітніх програм і контенту електронних освітніх ресурсів сучасним вимогам роботодавців.

- Інструментальні засоби. Відсутність ефективних інструментів для створення, актуалізації та супроводу освітніх ресурсів в інформаційному середовищі.

- Аналіз вимог роботодавців. Відсутність інтелектуальних засобів для аналізу вимог роботодавців з метою формування необхідних компетенцій за допомогою технологій Data Mining.

- Автоматизація узгодження програм підготовки. Відсутність технологій автоматизації процесу узгодження програм підготовки з вимогами роботодавців та наявними електронними освітніми ресурсами.

Системи управління навчанням характеризуються тим, що сценарії їх функціонування пов'язані з різними аспектами навчальної діяльності, це в свою чергу, вимагає затрат на створення програм професійної підготовки, електронних освітніх ресурсів та їх експлуатацію.

Вказані проблеми підтверджують актуальність подальших досліджень, спрямованих на розробку моделей життєвих циклів для електронних освітніх ресурсів, програм і рівнів

кваліфікації фахівців, а також на створення ефективних інструментальних засобів для автоматизованого управління процесом навчання. Синтез методик, алгоритмів і засобів підтримки прийняття рішень є критично важливим для підвищення відповідності сучасним вимогам ринку праці освітніх програм.

## **2. Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Проблеми і завдання управління життєвими циклами вивчалися різними науковими школами, що дало змогу створити методологічну основу для дисертаційного дослідження. Результати цих досліджень висвітлені в працях вітчизняних та зарубіжних учених, таких як Сидоров М.О., Andreas Meyer, Mathias Weske, D. G. Sampson, F. Zervas, P. McGee, H. Katz, G. Richards та інших.

В роботі [2] досліджується поведінка агентів як компонентів системи управління навчанням на всіх етапах життєвого циклу створення та використання програмного продукту. Моделі поведінки агентів систем навчання менеджменту дозволяють перевірити вимоги до системи на різних етапах життєвого циклу. У роботі [3] було описано підхід для виявлення студентів, яким загрожує невдача на онлайн-курсах. Питання підтримки інформаційно-освітніх систем досліджуються як у працях вітчизняних, так і зарубіжних спеціалістів. Наприклад, у роботі [4] автори аналізують військово-наукове супроводження інформаційно-освітніх систем військового призначення на шести етапах життєвого циклу: задум, проєктування, виготовлення, експлуатація, модернізація та утилізація. У дослідженні [5] розглядаються аспекти інтеграції різнорідних інформаційних систем управління оборонними ресурсами під час етапів проєктування та експлуатації. Скотт Амблер (Scott W. Ambler), розробник теорії та практики адаптивного моделювання (Agile Modeling) [6], пропонує модель життєвого циклу інформаційних систем, яка включає чотири взаємозалежні рівні відповідно до функціональних складових і методів підтримки: програмне забезпечення (розробка і розгортання програмних систем), апаратне забезпечення (розробка, розгортання, підтримка, модернізація), інформаційні технології (вся діяльність підрозділу інформаційного забезпечення) та організація бізнес-процесів (діяльність організації в цілому).

Аналіз показав, що більшість дослідників не розглядають життєві цикли з точки зору їх автоматизації та формалізації. У працях фактично не описується процес комплексної синхронізації життєвих циклів і не пропонується ефективний механізм оцінки їх узгодження [7]. Це підкреслює актуальність дослідження, яке має на меті розробку адекватних моделей життєвих циклів електронних освітніх ресурсів, програм і рівнів кваліфікації фахівців, їх синхронізацію та актуалізацію відповідно до вимог стандартів і ринку праці, синтез методик, алгоритмів і інструментальних засобів для автоматизованого управління процесом навчання в інформаційному середовищі, а також підтримку прийняття рішень при налаштуванні процесу підготовки фахівців.

## **3. Мета і задачі дослідження.**

Метою даного дослідження є оптимізації життєвих циклів електронних освітніх ресурсів, програм навчання, вимог роботодавців та підвищення ефективності при управлінні безперервним процесом підготовки фахівців у єдиному освітньому середовищі компанії на основі розроблених моделей та інструментальних засобів синхронізації.

Для досягнення мети сформульовані наступні завдання:

–виконати аналітичні дослідження моделей життєвих циклів електронного освітнього контенту;

–розробити та дослідити формалізовані моделі життєвих циклів основних складових освітнього середовища;

–виконати синтез та дослідження комплексної моделі синхронізації життєвих циклів компонент електронних освітніх ресурси, програми навчання та підвищення кваліфікації спеціалістів на основі розробленого математичного апарату

–розробити набір критеріїв для оцінки ефективності результатів оптимізації життєвих циклів електронних освітніх ресурсів, програм навчання та підвищення кваліфікації фахівців.

- запропонувати напрямки для подальших досліджень в цій області.
- запропонувати напрямки для подальших досліджень в цій області.

#### 4. Результати дослідження.

Електронний освітній ресурс – це цифровий ресурс, що містить структуру, предметний зміст та метадані. До його складу також можуть входити дані, інформація та програмне забезпечення, необхідні для його застосування у навчальному процесі. Аналітичний огляд основних робіт у даній області показав необхідність розробки та дослідження комплексної моделі синхронізації життєвих циклів складових освітнього ресурсу для аналізу взаємодій та їх узгодження з метою ефективного управління процесом навчання.

Для вирішення завдання автоматизованого управління процесами синхронізації розглянуто життєвий цикл зміни кваліфікації спеціаліста згідно загальноприйнятою концепції безперервного освіти. Модель життєвого циклу представляє собою кінцевий автомат, який описується за допомогою діаграми станів мовою UML (Unified Modeling Language). Життєвий цикл визначає ітераційний процес отримання компетенцій згідно освітнім стандартам для конкретної спеціальності, а також згідно потребам ринку праці, які складаються з узагальнених вимог роботодавців. Результатом порівняльного аналізу вимог стандартів та роботодавців є синтез траєкторій персоналізованого навчання з основних та додаткових програм на освітньому ресурсі. Так як вимоги стандартів та роботодавців та, відповідно, перелік спеціальностей та компетенцій фахівців постійно змінюються, то й освітні програми мають свої життєві цикли. Була розроблена модель життєвого циклу для програм навчання у вигляді кінцевого автомата, яка відповідає ітеративній моделі розвитку

Для отримання компетенцій у ході реалізації освітньої програми практично для всіх спеціальностей використовуються інформаційно-телекомунікаційні технології для доступу та роботи з електронним освітнім контентом у мережі Інтернет. Зміни в освітніх програмах вимагають постійного вдосконалення та модернізації електронних освітніх ресурсів. Тому вони також проходять свої життєві цикли. Представлено універсальну модель життєвого циклу освітнього контенту, зображена на рисунку 1.

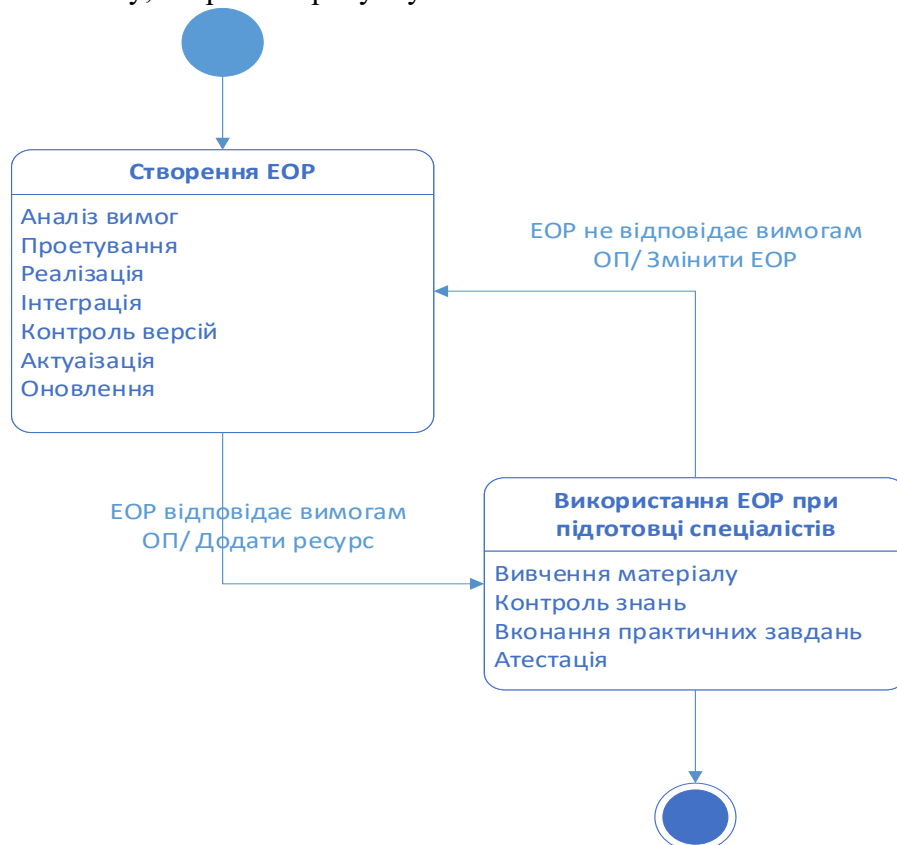


Рис 1. Модель життєвого циклу електронних освітніх ресурсів

Електронний освітній контент складається з безлічі об'єктів, які представляють різні інформаційні ресурси, наприклад, малюнки, схеми, текстовий матеріал, аудіозаписи, анімаційні ролики, відеоматеріали, які також проходять свої життєві цикли. У зв'язку з цим виникає їхнє завдання інтеграції в єдиний ресурс, актуалізації та підтримки версій. Однією з вимог до роботи з освітніми ресурсами в електронній формі є вимога зберігання вихідних версій інформаційного об'єкта, що надалі враховується в інформаційній моделі електронних освітніх ресурсів.

Розглянемо питання синхронізації життєвих циклів розглянутих компонент для автоматизованого управління процесом підготовки фахівців компанії. З цією метою розроблено структурна модель синхронізації життєвих циклів складових освітнього середовища. Процеси підготовки фахівців, синтезу та зміни освітніх програм, створення та актуалізації електронних ресурсів взаємопов'язані та вимагають комплексної синхронізації для автоматизації управління та забезпечення якісної та актуальної освіти. Тому в ході дослідження була синтезована модель синхронізації, що представлена на рисунку 2.

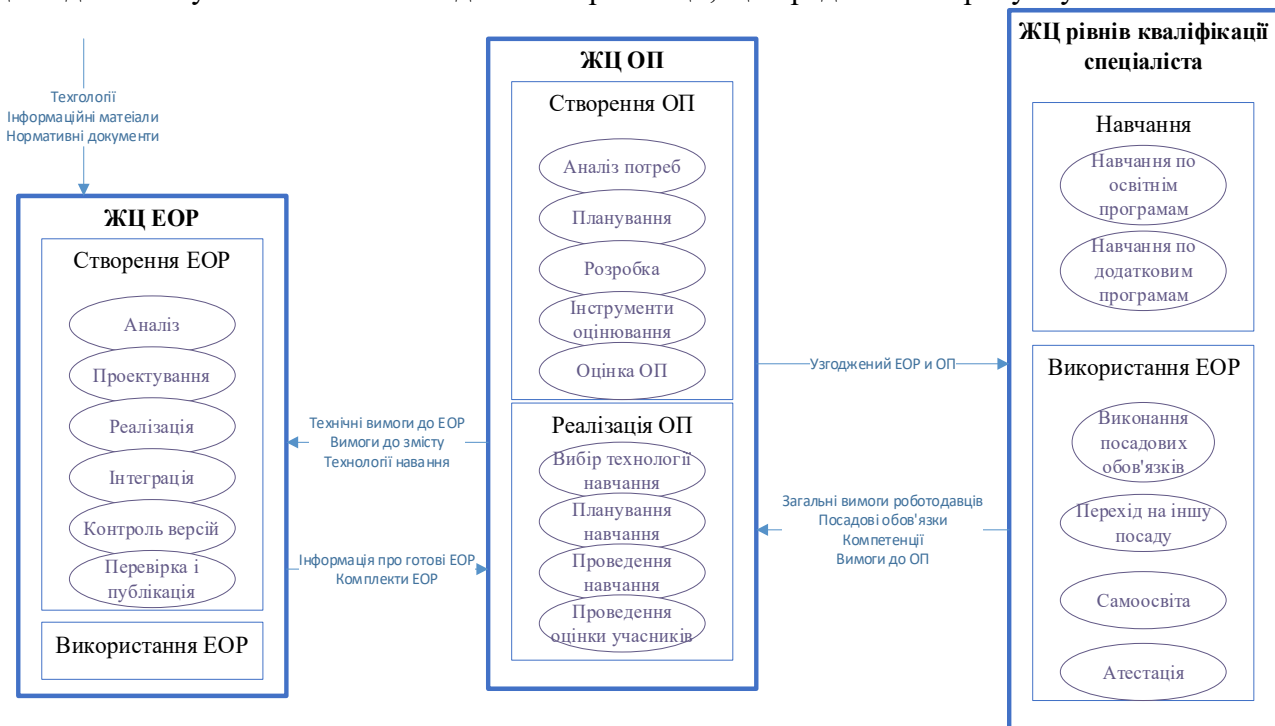


Рис 2. Модель синхронізації життєвих циклів

Синхронізація життєвих циклів основних компонент освітнього середовища дозволяє автоматизувати процес підготовки фахівців на підставі оперативного синтезу та модернізації програм та персоналізованих траєкторій навчання, створення та актуалізації електронних освітніх ресурсів. Використання моделі синхронізації також дозволяє формалізувати та автоматизувати інформаційну взаємодію між усіма компонентами освітнього середовища у процесі підготовки фахівців.

Для детальної формалізації та реалізації процесу автоматизованого управління навчальним процесом підготовки спеціалістів запропоновано графову модель синхронізації життєвих циклів її компонент. Графова модель представляє собою орієнтований псевдограф  $G = (V, E)$ , де:

1.  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  - непорожня множина вершин графа, які представляють собою етапи життєвих циклів і зовнішні впливи

2.  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}, E \subset V \times V$  - множина упорядкованих дуг, де  $E_i = \{(v, u); v \in V \wedge u \in V\}, E_i \subseteq V \forall i = 1, \dots, m$  - дуга орієнтованого псевдографа. Дуги є внутрішніми та зовнішніми переходами між етапами життєвих циклів, а також керуючими впливами.

Множина  $E$  дуг задовольняє наступним вимогам:

1.  $E_i \neq \emptyset \forall i = 1, \dots, m$  - порожні дуги недопустимі.
2.  $\bigcup_{i=1}^m E_i = V$  - множина безліч вершин дуг відповідає множині вершин графа.

Граф  $G = (V, E)$  можна представити за допомогою:

1. Матриці А суміжності з елементами  $a_{ij}$  порядку  $n \times n$ , де  $a_{ij} = \begin{cases} 1, (v_i, v_j) \in E; \\ 0, (v_i, v_j) \notin E. \end{cases}$
2. Матриці В інцидентності з елементами  $b_{ij}$  порядку  $n \times m$ , де

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, v_i - \text{кінець дуги } E_j; \\ -1, v_i - \text{початок дуги } E_j; \\ 0, v_i - \text{неінцидентна } E_j. \end{cases}$$

Модель  $M$  синхронізації представляє множину  $M = \{F, S, X\}$ , де  $F$  відповідає визначенню синхронізації життєвих циклів як псевдографа,  $S$  - матриця суміжності,  $X$  - матриця інцидентності псевдографа

На основі графоаналітичного способу опису процесу синхронізації життєвих циклів складових освітнього середовища розроблено систему показників для оцінки ефективності даного процесу У ході аналізу процесу були розроблені інтегральні показники для кожного компонента середовища. Була сформульована комплексна інтегральна оцінка ефективності процесу підготовки спеціалістів при синхронізації всіх життєвих циклів ( $I_s$ ):

$$I_s = I_{op} + I_{eor} + I_{spec}$$

Для життєвого циклу освітніх програм була запропонована інтегральна оцінка  $I_{op}$ :

$$I_{op} = P_k k_f + P_h k_h + P_{do} k_{do} + P_{mtz} k_{mtz} + P_{rm} k_{rm} + P_{zn} k_{zn},$$

де  $P_k$  - показник відповідності компетенцій спеціальності з освітнім стандартом;  $P_h$  - показник використання електронних освітніх ресурсів у навчальних дисциплінах;  $P_{do}$  - показник забезпеченості комплектами освітніх ресурсів по всьому навчальному процесу;  $P_{mtz}$  - показник матеріально-технічного забезпечення для підтримки роботи електронних освітніх ресурсів з навчального процесу;  $P_{rm}$  - показник діяльності викладачів з розробки та модернізації електронних освітніх ресурсів;  $P_{zn}$  - показник використання електронних освітніх ресурсів при закріпленні знань з окремої дисципліни

Для життєвого циклу електронних освітніх ресурсів була запропонована інтегральна оцінка  $I_{eor}$ :

$$I_{eor} = E_{ts} k_s + E_{tm} k_m + E_{cd} k_z,$$

де  $E_{ts}$  - час створення електронних освітніх ресурсів;  $E_{tm}$  - час модернізації електронних ресурсів;  $E_{cd}$  - витрати на створення (модернізацію) освітніх ресурсів в електронній формі.

Для життєвого циклу рівнів кваліфікації фахівців була запропоновано інтегральна оцінка  $I_{spec}$ :

$$I_{spec} = S_{ct} k_{zp} + S_{tl} k_{ip} + S_c k_c,$$

де  $S_{ct}$  - витрати на підготовку;  $S_{tl}$  - час підготовки;  $S_c$  - кількість отриманих компетенцій.

$k_f, k_h, k_{do}, k_{mtz}, k_{rm}, k_{zn}, k_s, k_m, k_z, k_{zp}, k_{ip}, k_c$  - коефіцієнти обліку відповідних показників у сумі рівні одиниці.

Таким чином, були запропоновані моделі та схеми управління життєвими циклами компонент інформаційно-освітньої середовища, розроблена модель синхронізації життєвих циклів, на основі якої запропоновані інтегральні оцінки життєвих циклів окремих компонентів, а також комплексна оцінка ефективності синхронізації.

Розглянемо програмне забезпечення, яке включає в себе розширений функціонал базової освітньої системи, включаючи нові компоненти системи, в тму часлі дашлети та веб-скрипти на мові JavaScript та PHP. В процесі розробки виявлено проблему імпорту категорій та вкладених курсів у цій системі. Для вирішення проблеми розроблений веб- скрипт, який використовує технологію запитів REST ( Representational State Transfer ).

В якості вхідних даних використовується структура папок (в якості категорій) та CSV-файли, що містять навчальні плани. Таким чином, створюються вкладені категорії. Далі

виконується розбір рядків CSV- файлу, в якому міститься навчальний план підготовки спеціалістів. Сам веб-скрипт представляє собою клас мовою PHP. Представлені пропозиції щодо розробки модуля обробки вимог роботодавців для підтримки актуалізації комплектів електронних освітніх ресурсів та програм.

Розроблено архітектуру освітнього середовища, що представлена на рисунку 3, та системи підтримки безперервний підготовки фахівців, що побудована за принципом відкритої інформаційної системи та такої, що реалізує інтеграцію підсистем, які відповідають за певний функціонал.

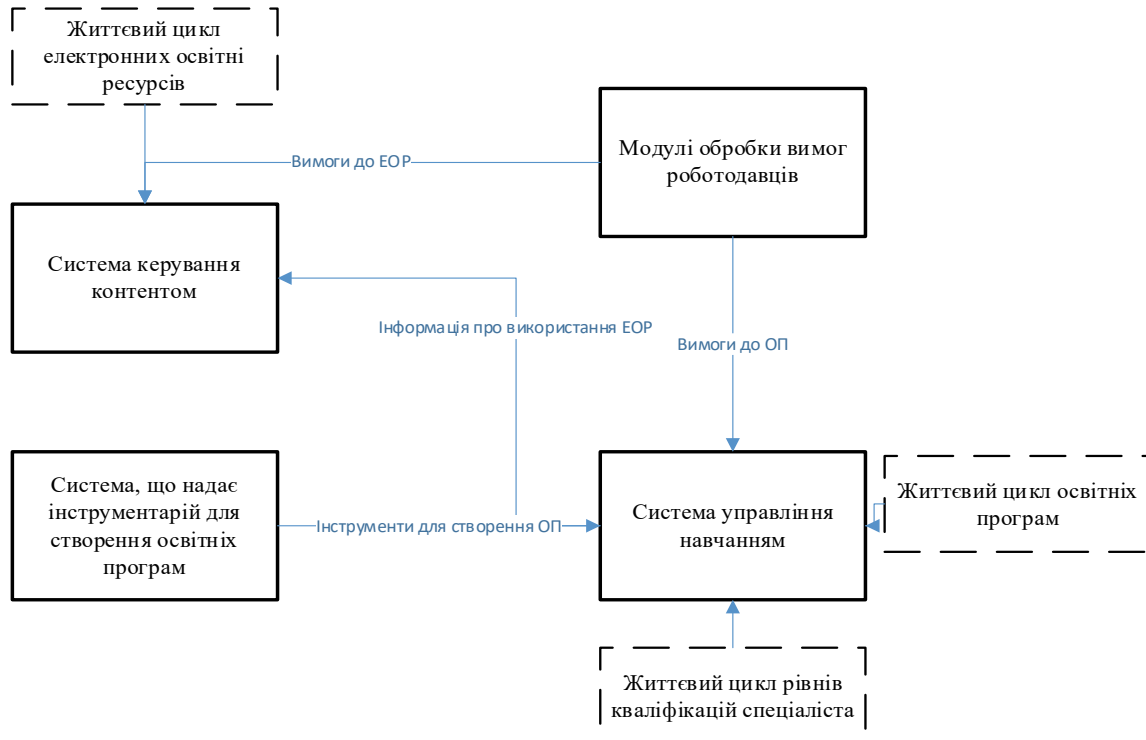


Рис 3. Архітектура системи підготовки фахівців

Структура системи підтримки безперервний підготовки фахівців включає :

1. **Систему керування контентом**, що забезпечує підтримку життєвого циклу електронних освітніх ресурсів.
2. **Систему управління навчанням** як електронну середу безперервний підготовки спеціаліста.
3. **Систему**, що надає інструментарій для створення освітніх програм.
4. Модуль обробки вимог роботодавців, необхідний для актуалізації електронних освітніх ресурсів та програм.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз систем керування життєвим циклом

Назва	Середній час створення ресурсів, год	Середній час модернізації ресурсів, год	Середня продуктивність, к-ть в місяць	Трудомісткість розробки	Можливість експорту (XML)	Контроль версій та публікація ресурсів
Classroom	48	20	4	Середня	-	-
Moodle	46	22	4	Висока	+	-
SharePoint	57	27	3	Висока	-	+
Prometheus	25	21	5	Висока	-	+
Система підтримки ЖЦ освітніх ресурсів	28	15	8	Середня	+	+

Під час дослідження було проведено оцінку ефективності розробленої системи підготовки спеціалістів. У таблиці 1 представлено порівняння аналогічних систем із запропонованою за низкою критеріїв.

Також було виконано порівняння аналогічних систем електронних освітніх ресурсів базових і доопрацьованих систем по ряду критеріїв (Рис. 4).

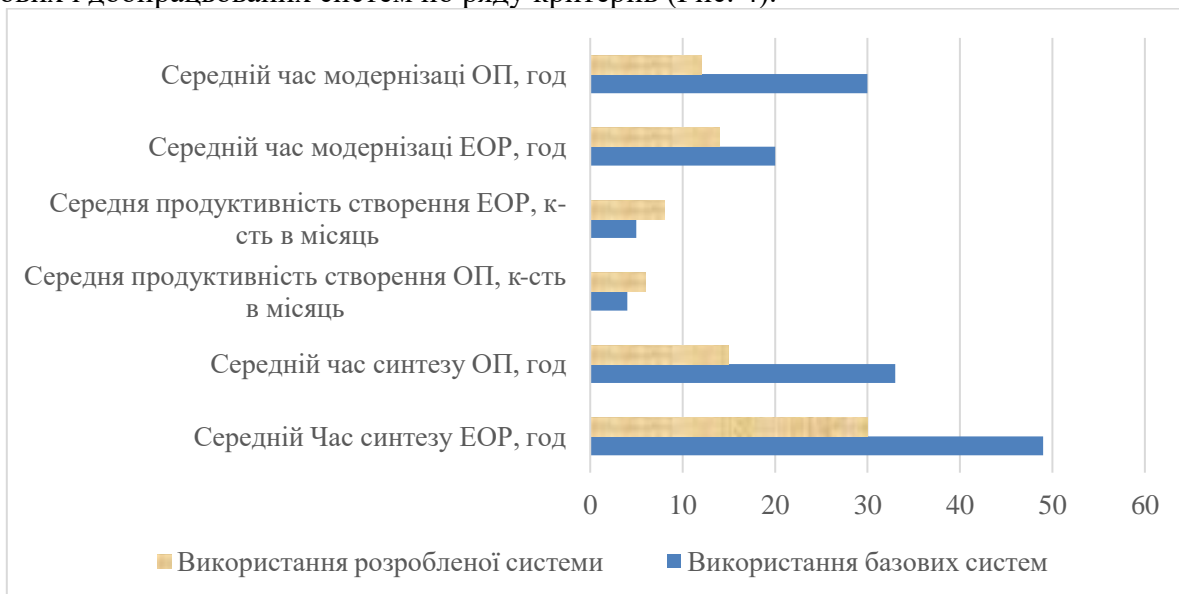


Рис 4. Графік порівняння базових и розробленої системи

На підставі результатів порівняння зроблено висновок про те, що використання розробленої системи значно скорочує часові та фінансові витрати на автоматизоване керування процесом навчання. При цьому якість підготовки знаходиться на високому рівні завдяки актуалізації електронних освітніх ресурсів відповідно до вимог стандартів та ринку праці.

## 5. Висновки.

Підготовка високопрофесійних спеціалістів є одним з етапів успішного впровадження працівника в компанію. Від того наскільки швидко та якісно новий працівник почне працювати на новому місці залежить ефективність усієї компанії.

У роботі проведено аналітичні дослідження моделей життєвих циклів електронного освітнього контенту, систем управління навчанням та навчальною діяльністю, системи управління контентом з метою вибору та розробки інструментальних засобів автоматизованого проектування та наповнення освітніх ресурсів, а також синтезу системи управління життєвими циклами її основних компонентів. Розроблено моделі життєвих циклів основних компонентів освітнього середовища, які дозволяють виконати їх узгодження та оптимізацію для системи автоматизованого управління процесами навчання та підвищення кваліфікації фахівців. Відмінними рисами моделей є комплексна синхронізація життєвих циклів всіх компонент з оцінкою ефективності даного процесу, а також налаштування на вимоги зовнішнього середовища, що змінюються. Розроблено модель синхронізації життєвих циклів компонент освітнього середовища, включаючи електронний освітній контент та систему управління процесами навчання та підвищення кваліфікації. Особливістю моделі є комплексна оцінка ефективності процесу синхронізації на всіх його етапах для автоматизованого вибору та/або синтезу персоналізованих програм навчання та електронних ресурсів відповідно до мінливих вимог стандартів та роботодавців.

Застосування розробленого комплексу дозволяє у 1,5 рази скоротити витрати на створення та експлуатацію електронних ресурсів та програм підготовки.



**Список використаної літератури**

1. СВ Поперешняк Проблеми підготовки ІТ-спеціалістів. *Системи обробки інформації*, 2010. с. 127-131
2. O. Bisikalo, O. Kovalenko and Y. Palamarchuk. Models of Behavior of Agents in the Learning Management System. *2019 IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, Lviv, Ukraine, 2019, pp. 222-227, doi: 10.1109/STC-CSIT.2019.8929751
3. B. P. Marques, J. E. Villate, Carvalho and C. V. Student. Activity Analytics in an eLearning Platform: Anticipating Potential Failing Students. *Journal of Information Systems Engineering Management*, vol. 3, no. 2, pp. 12, 2018.
4. Питання воєнно-наукового супроводження створення інформаційних систем військового призначення / О.С. Левшенко [та ін.] // *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*. Київ, 2016. №2 (57). С. 61–66.
5. Кірпічніков Ю.А., Андрощук О.В., Петрушен М.В., Васюхно С.І. Теоретичні підходи до побудови архітектури інформаційної системи управління оборонними ресурсами на основі сервісно-орієнтованої моделі. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*. Київ, 2018. №1(62). С. 80–85.
6. Ambler S., Lines M. Disciplined Agile Delivery: A Practitioner's.
7. Снитюк В. Є., Юрченко К. Н. Інтелектуальне управління оцінюванням знань // В.Є. Снитюк, К.Н. Юрченко. – Черкаси. – 2013.

**References**

1. S.V. Popereshnyak Problemy pidhotovky IT-spetsialistiv. *Systemy obrobky informatsiyi*. 2010. c. 127-131
2. O. Bisikalo, O. Kovalenko and Y. Palamarchuk. Models of Behavior of Agents in the Learning Management System. *2019 IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, Lviv, Ukraine, 2019, pp. 222-227, doi: 10.1109/STC-CSIT.2019.8929751
3. B. P. Marques, J. E. Villate, Carvalho and C. V. Student. Activity Analytics in an eLearning Platform: Anticipating Potential Failing Students. *Journal of Information Systems Engineering Management*, vol. 3, no. 2, pp. 12, 2018.
4. Pytannya voyenno-naukovoho suprovodzhennya stvorennya informatsiynykh system viys'kovoho pryznachennya / O.S.Levshenko [ta in.] // *Zbirnyk naukovykh prats' Tsentru voyenno-stratehichnykh doslidzhen' Natsional'noho universytetu oborony Ukrayiny imeni Ivana Chernyakhovskoho*. Kyuyiv, 2016. No2 (57). S. 61–66.
5. Kirpichnikov YU.A, Androshchuk O.V., Petrushen M.V., Vasyukhno S.I. Teoretychni pidkhody do pobudovy arkhitektury informatsiynoyi systemy upravlinnya oboronnymy resursamy na osnovi servisno-oriyentovanoyi modeli. *Zbirnyk naukovykh prats' Tsentru voyenno-stratehichnykh doslidzhen' Natsional'noho universytetu oborony Ukrayiny imeni Ivana Chernyakhovskoho*. Kyuyiv, 2018. No1(62). S. 80–85.
6. Ambler S., Lines M. Disciplined Agile Delivery: A Practitioner"s.
7. Snitjuk V. E., Jurchenko K. N. Intellectual management of knowledge evaluation [Intellektual'noe upravlenie ocenivaniem znaniy]// V.E. Snietyuk, K.N. Yurchenko .- Cherkasy. – 2013