

УДК 004.9

[https://doi.org/10.32515/2664-262X.2026.13\(44\).22-32](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2026.13(44).22-32)

**В.О. Качурівський<sup>1</sup>**, доц., канд. пед. наук, **Г.М. Качурівська<sup>1</sup>**, доц., канд. фіз.-мат. наук, **Р.В. Чорба<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», м.Бережани, Україна*

<sup>2</sup>*Національний університет «Одеська політехніка», м.Одеса, Україна*

*e-mail: kv.orestovich@gmail.com, anna.kachurivska@gmail.com, radim.chorba@gmail.com*

## Об'єктно-орієнтована архітектура інтегральної інформаційної системи моніторингу професійної діяльності науково-педагогічних працівників

У статті представлено архітектуру інформаційної системи моніторингу професійної діяльності науково-педагогічних працівників на основі об'єктно-орієнтованої моделі яка включає такі компоненти: абстрактний клас та його підкласи які описують події професійної діяльності та забезпечують поліморфізм через абстрактні методи; клас Npp містить множину елементарних подій різних типів; менеджери аналітики, які відповідають за обробку даних, формування звітності, оцінку відповідності Ліцензійним умовам, прогнозування та планування подальшого розвитку; системні класи, що забезпечують взаємодію з базою даних і цифровим сховищем документів. Визначено об'єктно-орієнтовані зв'язки між компонентами: успадкування, агрегація, асоціація і залежність. Запропоновано багаторівневу структуру (N-Tier Architecture), де виділяються рівні бізнес-логіки, сутності та доступу до даних.

**цифрова трансформація, заклади вищої освіти, об'єктно-орієнтована модель, моніторинг діяльності, N-Tier архітектура, автоматизація управління**

**Постановка проблеми.** Цифрова трансформація у закладах вищої освіти (ЗВО) потребує перебудови усіх процесів діяльності на основі цифрових даних. Серед усього спектру можливого переходу від паперових документів до цифрових слідів можна виділити такі чотири напрями: *цифровізація освітнього процесу*, яка включає системи керування навчанням (LMS), використання ШІ для адаптації навчального контенту до потреб конкретного здобувача освіти, віртуальні та доповнені реальності; *трансформацію менеджменту закладом освіти*, а саме, управління та моніторинг основних критеріїв діяльності серед яких є автоматизація кадрового обліку, фінансів, документообігу, процесів збору первинної інформації, зокрема професійної діяльності та виконання ліцензійних умов провадження освітньої діяльності, інтегрування IoT для керування інфраструктурою; *цифровізація наукової діяльності* на основі хмарних технологій які надають науковцям потужності для обробки Big Data; *цифрова взаємодія зі студентом* через адміністрування послуг.

Для цифрової трансформації менеджменту закладом освіти та моніторингу професійної діяльності науково-педагогічних працівників (НПП), як ефективного інструменту управління закладом вищої освіти, необхідно мати архітектуру об'єктно-орієнтованої моделі інформаційної системи, що здатна автоматизовано та структуровано здійснювати задля ефективного контролю за виконанням ліцензійних

умов (ЛУ). Дана архітектора є частиною одного з найважливіших напрямків – управління на основі даних (Data-Driven Management). Універсальна модель може бути реалізована різноманітними стеками програмного забезпечення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні тенденції розвитку інформаційного суспільства та проблеми впровадження цифрових технологій у вітчизняній освіті і науці визначено у праці Бикова В. Ю. [1]. Науковцями Сущенко Л., Андрющенко О. та Сущенко П. «розкрито й науково обґрунтовано теоретичні засади процесу цифрової трансформації закладів вищої освіти в умовах діджиталізації суспільства» [2]. Авторами Биков В. Ю., Спирін О. М., Пінчук О. П. «розглянуто умови і сучасні тенденції розвитку інформаційного суспільства, а також зумовлені ними ключові проблеми впровадження інформаційно-комунікаційних і цифрових технологій у вітчизняній освіті, що потребують невідкладного вирішення» [3]. Як зазначає Стасюк О. «все більшої актуальності набуває питання підвищення ефективності їхньої діяльності в умовах трансформації освітнього середовища, адже цифровізація висуває нові вимоги до системи управління закладами, зокрема в частині прийняття рішень на основі великих обсягів даних, управління поточними та потенційними змінами, розвитку людського капіталу та забезпечення сталого функціонування освітніх установ.» [4, с.233].

Діяльність закладу вищої освіти (ЗВО) регламентується багаторівневою системою нормативно-правових актів, яка визначає межі автономії закладу, вимоги до якості освітнього процесу та критерії оцінки науково-педагогічної діяльності. Діяльність закладу освіти регламентується вищезгаданими нормами, що зумовлює необхідність автоматизації моніторингу, контролю та перевірки відповідності реальних даних тобто вибудувати власну систему забезпечення якості освіти. Одним із завдань внутрішньої системи забезпечення якості освіти є моніторинг виконання ліцензійних умов провадження освітньої діяльності, зокрема п.38 Постанови Кабінету Міністрів України № 1187 “Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності” [5] та професійного розвитку науково-педагогічних працівників [6].

У праці [7] «висвітлено вирішення науково-технічного завдання розробки інформаційно-аналітичної системи для цифрової трансформації збору, збереження, обліку й аналізу професійного розвитку викладачів закладу вищої освіти в Україні, яка забезпечує автоматизацію формування звітності за визначеними критеріями, прогнозування та планування на перспективу особистої освітньої траєкторії з професійного розвитку».

В наукових джерелах активно ведеться висвітлення інформаційних систем для організації цифрового моніторингу діяльності закладу освіти як внутрішньої системи забезпечення якості освіти. Модель інформаційної системи моніторингу опублікованих тез наукових конференцій висвітлено у праці [8].

Аналіз останніх досліджень та чинної нормативної бази свідчить, що попри наявність окремих рішень для автоматизації збору наукових метрик, існує гостра потреба у створенні цілісної (інтегральної) архітектури для, що зумовлено такими чинниками: багатокомпонентність об’єкта моніторингу, необхідність переходу від звітування до управління, мінімізація суб’єктивізму та бюрократичного навантаження, забезпечення відповідності динамічному законодавству, технологічна інтеграція сервісів.

**Постановка завдання.** Мета дослідження полягає у розробленні архітектури системи моніторингу виконання ліцензійних умов (ЛУ), базуючись на об’єктно-орієнтованій парадигмі програмування. Для реалізації моніторингу професійної

діяльності необхідно розробити архітектуру інформаційної системи на виконання ліцензійних умов (ЛУ) базуючись на об'єктно-орієнтованій парадигмі програмування.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

1. На основі аналізу п.38 ЛУ визначити основні компоненти моделі моніторингу. Компоненти повинні забезпечувати формалізацію реквізитів подій (публікації, патенти, сертифікати, підвищення кваліфікації тощо) у вигляді класів.

2. Розробити архітектуру об'єктно-орієнтованої моделі інформаційної системи, яка визначає та описує зв'язки між компонентами, що забезпечує структуроване представлення моніторингу професійної діяльності науково-педагогічних працівників.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Цифрова трансформація системи моніторингу забезпечується через веборієнтовану платформу, яка здійснює збереження та обробку інформації на основі клієнт-серверної архітектури. Програмна реалізація платформи потребує розробки об'єктно-орієнтованої моделі, яка заснована на базі класів та логіки зв'язків між ними. На основі аналізу ЛУ та процесу моніторингу професійної діяльності визначено такі компоненти об'єктно-орієнтованої моделі:

1. **Елементарні події.** Кожну одиницю професійної діяльності, що підтверджена через офіційний документ, будемо розглядати як елементарну подію. Кожен клас описується множиною власних специфічних властивостей притаманних лише цій події. Перетин множин усіх можливих класів дозволяє виділити спільні атрибути та винести їх окремим класом *Event*, як універсальний опис будь-якої освітньої, наукової, винахідницької, методичної та інших видів діяльності НПП. *Event* визначає абстрактний клас, а інші підкласи наслідують його атрибути та методи забезпечуючи поліморфізм.

До атрибутів базового класу віднесено: *teams* – колектив авторів (частковим випадком є один автор); *title* – назва події (назва патенту, свідоцтва, наукової публікації, сертифікату, інших документів); *date\_issued* – вихідна календарна дата документа.

Абстрактний клас містить метод *getInfo()*. Призначення даного методу – це формування відображення даних про елементарну подію у відповідності до загального або локального шаблону. Метод повертає сформований html-код для подання інформації про об'єкт на вебсторінці системи.

Загальний шаблон описує інформацію про подію, що підлягає стандартизації за вимогами ДСТУ 8302:2015 (наукові статті, тези конференцій, патенти, монографії, підручники та посібники – пункти 1, 2, 3, 4, 12). Локальний шаблон використовується для подій, що не класифікуються за ДСТУ 8302:2015 це пункти 5 – 11, 13 – 20.

Підкласи (*Article, Patent, Copyright, Development* та інші) успадковують метод *getInfo()* із тією ж назвою, але реалізуються по-різному відповідно до шаблону.

Розглянемо реалізацію методу *getInfo()* при конструюванні класів елементарних подій, які відповідають пункту 38.2 ЛУ «наявність одного патенту на винахід або п'яти деклараційних патентів на винахід чи корисну модель, включаючи секретні, або наявність не менше п'яти свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір»[1].

Даний пункт складається з двох видів подій:

- патенти на винаходи, деклараційні патенти чи корисні моделі (клас *Patent*);
- авторські свідоцтва про реєстрацію авторських прав на твір (клас *Copyright*).

Відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання», патенти оформляються за таким шаблоном.

*Шаблон «Patent»:*

Дані автора (авторів) . Назва патенту : пат. Номер патенту Країна : код МПК . № Номер заявки ; заявл. Дата заявлення ; опубл. Дата опублікування , Бюл. № Номер бюлетеня. Кількість сторінок.

Оскільки в Україні існує спеціальна інформаційна система УКРНОІВІ (СІС), то шаблон «Patent» можливо доповнити покликанням на патент (атрибут link).

Код методу *getInfo()* класу *Patent*, що реалізовує шаблон «Patent» мовою PHP 8.1 є таким:

```
public function getInfo() {
    $note = $this->teams.' '.$this->title." : ";
    $note .= 'пат. '.$this->number_patent.' Україна : ';
    $note .= $this->code_mpk.' . ';
    $note .= 'заявл. '.date('d.m.Y', strtotime($this->date_application)).'; ';
    $note .= 'опубл. '.date("d.m.Y", strtotime($this->date_issued)).'; ';
    $note .= '№ '.$this->order.' ; ';
    $note .= 'Бюл. № '.$this->bulletin.'.';
    if (!empty($this->page)){$note.=' '.$this->page.'c.';}
    if (!empty($this->link)){
    $note .= ' URL:<a href="'.$this->link.'">'.$this->link.'</a>';}
    return $note;
}
```

Для представлення свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір згідно ДСТУ 8302:2015 застосовуємо такий шаблон:

*Шаблон «Copyright».*

Автор(и) . Назва твору [Текст] : свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № Номер свідоцтва від . Дата свідоцтва / власник(и) авторського права . – Київ : Державна служба інтелектуальної власності України, Рік .

Метод *getInfo()* класу *Copyright* реалізовує шаблон «Copyright»..

Елементарні події, що описують результати професійної діяльності науково-педагогічних працівників, підтверджуються відповідними документами, сертифікатами, свідоцтвами, патентами, подяками тощо. У контексті цифрової трансформації управління закладом освіти постає завдання переведення таких документів у електронний формат із можливістю їх інтеграції до інформаційної системи. Часто офіційні документи вже існують у цифровому вигляді, що відкриває можливість їх безпосереднього використання для візуалізації подій у системі моніторингу. Цифрові документи зберігаються у файловому репозиторії *FileRepository*. Файловий репозиторій можна організувати локально на сервері або у хмарних середовищах (Amazon S3, Google Cloud Storage, Microsoft Azure, Blob Storage та інші). Назва файлу зберігається окремим атрибутом класу та забезпечує асоційований зв'язок з репозиторієм.

У підкласах, де подія підтверджується зображенням або PDF-документом (наприклад, *Patent*, *Copyright*, *Development*), реалізовано метод *getInfoImg()*, який викликає базовий метод *getInfo()* і доповнює отриману інформацію зображенням документа. Таким чином забезпечується інтеграція текстової та візуальної інформації в єдиному об'єктно-орієнтованому представленні події. Метод *getInfoImg()* можна застосовувати у цифровому портфоліо науково-педагогічного працівника для візуалізації його досягнень.

Діаграму класу елементарних подій, які відповідають п.38.2 ЛУ, подано на рисунку 1.

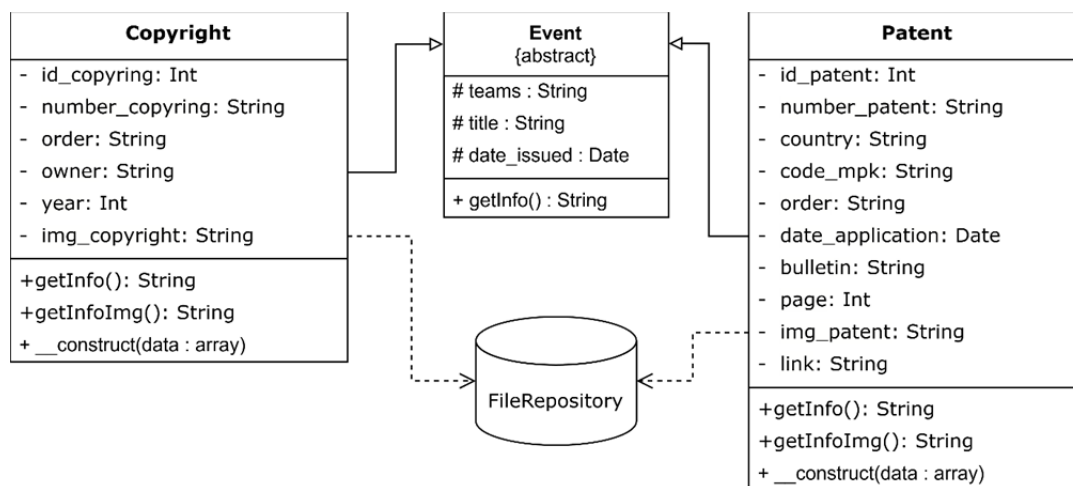


Рисунок 1– UML-діаграма класів Patent та Copyright

Джерело: розробка авторів

Аналогічним чином структуруються документи до відповідних підпунктів Ліцензійних умов та конструюються відповідні класи елементарних подій з деталізацією методів *getInfo()* та *getInfoImg()* за потреби.

2. **Науково-педагогічний працівник.** Суб'єктом моніторингу (менеджментом закладу вищої освіти) є досягнення науково-педагогічного працівника в професійній діяльності (п.38 ЛУ). Даному компоненту відповідає клас *Npp*, якому притаманні такі атрибути: ідентифікатор; прізвище, ім'я та по батькові; посада; належність до структурного підрозділу; колекції про елементарні події.

Базовими атрибутами класу є колекції, які відображають хронологію елементарних подій, що формують професійну відповідність та стосуються кожного підпункту відповідно до п.38 ЛУ. Для зручності відповідні колекції позначимо п.38.1 – *item1*, п.38.2 – *item2* і так далі. Кожна елементарна подія є об'єктом конкретного класу. Для повноти моніторингу клас *Npp* містить двадцять таких колекцій. Колекції можуть бути, як гомогенними, так і гетерогенними. Колекція *item1* є гомогенною, оскільки вона складається тільки з об'єктів одного класу *Article* (статті в наукових виданнях). Колекція *item2* є гетерогенною, оскільки вона складається з екземплярів двох різних класів: об'єкти класу *Patent* (патенти на винаходи, корисну модель, промисловий зразок) та об'єкти класу *Copyright* (авторські свідоцтва на твір).

Відповідним чином формуються колекції *item3* - *item20*, які описують усі професійні здобутки.

До професійної діяльності можна віднести підвищення кваліфікації, стажування та самоосвіту (клас *Development*). Цей вид професійної діяльності регламентується нормативними документами як загальнодержавними, так і локальними нормативними документами закладу освіти. Атрибут *list\_dev* містить об'єкти класу *Development*, які формують індивідуальну траєкторію професійного саморозвитку НПП.

Підсумовуючи вище сказане, отримуємо двадцять одну колекцію, як частину атрибутів класу *Npp*. Атрибути класів визначено як приватні або захищені, що забезпечує контрольовану взаємодію між об'єктами через публічні методи доступу (гетери та сетери), що підвищує рівень надійності та узгодженості даних.

Окрім, аналізу досягнень науково-педагогічного працівника, інформаційна система може здійснювати моніторинг діяльності структурного підрозділу закладу освіти зокрема, кафедри, циклової комісії та інше. З цією метою клас *Department* містить колекцію (*list\_npp*) тих об'єктів класу *Npp*, які входять у кадровий склад підрозділу.

Клас *Event*, підкласи *Event* та агрегуючі класи *Npp*, *Department* складають рівень «Сутності» багаторівневої структури моніторингу. Ієрархію класів рівня «Сутності» подано на рисунку 2.

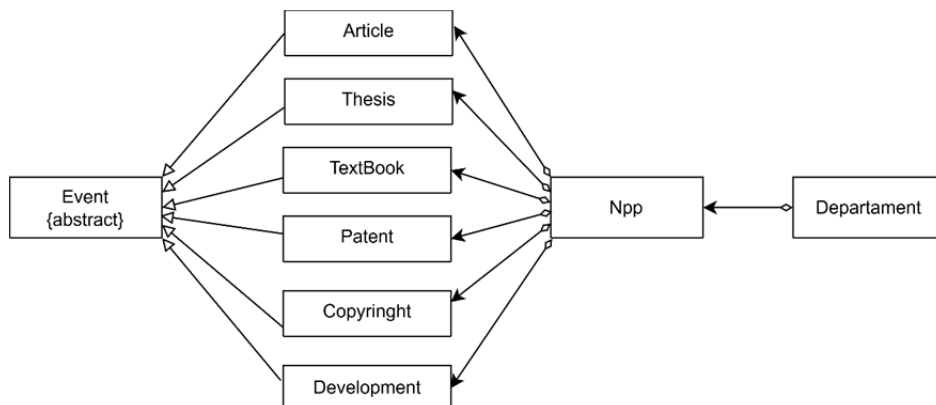


Рисунок 2 – Діаграма класів рівня «Сутність»

Джерело: розробка авторів

3. **Менеджери аналітики.** Менеджери аналітичного рівня системи моніторингу забезпечують обробку даних, формування звітів, оцінку відповідності, прогнозування тенденцій, планування розвитку та побудову інтерактивних дашбордів. Виходячи із функціональних завдань системи визначено такі менеджери:

а) *Менеджер звіту (ReportManager)* – формування інформації для усіх об'єктів обраної колекції *Npp* або *Department*. В основу методу *reportNpp()* покладено інтерювання конкретної колекції та застосування методу *getInfo()* або *getInfoImg()*. Метод *reportDep()* формує звітність по структурному підрозділу.

б) *Менеджер відповідності (ComplianceManager)* – визначає відповідність колекції об'єкту *Npp* за визначеним критерієм у ЛУ.

Розглянемо детальніше критерії визначення відповідності до п.38.2 ЛУ науково-педагогічного працівника (*Npp*). Колекція *item2*, яка агрегує об'єкти класів *Patent* та *Copyring*, описує хронологію подій досягнень у професійній діяльності п.38.2 в межах часової шкали на відрізьку останніх п'яти років.

$$item2 = \sum_i Patent_i + \sum_j Copyring_j$$

У пункті п.38.2 ЛУ визначено такі критерії:

- наявність не менше п'яти об'єктів класу *Copyring*;
- або не менше п'яти об'єктів класу *Patent*, де тип патенту: корисна модель, промисловий зразок;
- або не менше одного об'єктів класу *Patent*, де тип патенту – винахід.

Якщо хоча б один з критеріїв виконається, то метод *checkNpp()* повертає значення *True* – відповідність, інакше *False* (не відповідність). За необхідність можна викликати *ReportManager* та відобразити інформацію з аналізованої колекції. Метод *checkDep()* аналізує колекції *list\_Npp* класу екземпляру *Department*.

с) *Менеджер прогнозування (ForecastManager)* – виконує прогнозування професійного розвитку. Менеджеру передається календарна дата прогнозу, на основі якої аналізуються передана колекція та формується нова колекція елементарних подій, до якої відбираються тільки ті події, які знаходяться в діапазоні від дати прогнозу мінус п'ять років до дати прогнозу. Як результат роботи менеджера повертається нова

актуальна колекція. Також за необхідності можна її передати до *ReportManager*. Отримана колекція аналізується на відповідність *ComplianceManager*.

d) *Менеджер планування (PlannigManager)* – планує подальшу професійну діяльність на основі прогнозу. Надаються рекомендації подальших кроків для підтримки пункту ЛУ в актуальному стані. Результати можуть бути використані для складання індивідуального плану НПП на поточний навчальний рік.

e) *Менеджер побудови дашбордів (DashboardManager)* – створює інтерактивні дашборди для візуалізації індивідуальної хронології подій певної колекції. Джерелом для побудови графічної візуалізації є аналітична інформація про кількісне наповнення відповідної колекції та побудова відповідної діаграми за допомогою бібліотек Chart.js, D3.js, Google Charts та інші. Метод *buildingNpp()* виконує аналітичний аналіз колекції та здійснює саме побудову діаграми.

Менеджери аналітики можуть обробляти множину вибраних колекції класів *Npp* або *Department*.

4. **Системні класи.** Дані класи забезпечують зв'язок з базою даних та файловим репозиторієм.

Клас *DataBaseConnector* забезпечує зв'язок між об'єктною моделлю системи і реляційною базою даних (інфраструктурним рівнем). Даний клас забезпечує: встановлення та підтримання з'єднання з БД; виконання SQL-запитів для взаємодії з даними, що зберігаються в БД, а саме для їх додавання, зміни, видалення та вибірки; передавання даних об'єктам *Patent*, *Copyring*, *Article*, *Thesis*, *Development* тощо); інкапсуляції логіки роботи з БД у межах класу. Метод *fetchAll()* забезпечує вибірку даних та безпечну взаємодію з БД через підготовлені запити та параметри, які йому передаються.

Фрагмент коду методу *fetchAll()* на PHP.

```
public function fetchAll($sql, $params = []) {
    $stmt = $this->connect()->prepare($sql);
    $stmt->execute($params);
    return $stmt->fetchAll(PDO::FETCH_ASSOC);
}
```

Результат роботи методу використовуються конструктором класів елементарних подій. Для уніфікації доступу до бази даних усі SQL-запити зберігаються в окремому конфігураційному файлі (наприклад *sql\_requests.json*).

Клас *FileRepository* реалізує збереження документів у файловому репозиторії (хмарне чи локальне сховище), до якого звертається *FileRepository*. Усі документи, що підтверджують професійні події, зберігаються у структурованому файловому репозиторії. Клас виступає інтерфейсом між системою та фізичним сховищем та забезпечує завантаження файлів, їх оновлення, видалення та формування шляху для використання у методі *getInfolmg()* класів.

**Архітектура системи моніторингу.** Системний підхід до моделювання потребує визначення зв'язків між компонентами та чіткого визначення як вони взаємодіють. Архітектура формується на основі деталізації зв'язків, що забезпечують цілісність та зрозумілість даних, є основою для програмної реалізації та масштабування.

Аналіз компонент дозволив виділити такі ключові зв'язки:

1. **Успадкування** (*Event* ← *Article*, *Event* ← *Patent* та інше). Абстрактний клас *Event* є базовим для елементарних подій. Класи *Article*, *Patent*, *Copyright*, *Development* та інші успадковують атрибути та методи від нього, гарантуючи спільний інтерфейс і всі події мають можуть оброблятися поліморфно.

2. **Агрегація** (*Npp* → колекція елементарних подій об'єктів класів *Article*, *Patent*, *Copyright*, *Development*). Клас *Npp* володіє наборами об'єктів конкретних класів

елементарних подій, але події можуть існувати незалежно. *Npp* має колекції: *list\_dev: Development[], item1: Article[], item2: (Patent | Copyring)[], item12: (Article | Thesis)[]* та інші. Клас *Department* агрегує у собі колекцію об'єктів класу *Npp*.

3. **Асоціація** (Елементарні класи → Системні класи). Кожен клас елементарних подій *Article, Patent, Copyright, Development* та інші асоційований із системними класами *DataBaseConnector* та *FileRepository*. Класи елементарних подій використовують системні класи для ініціалізації даних, які реалізуються у конструкторі класу. Системні класи виступають як сервіси доступу до бази даних та файлового репозиторію.

4. **Залежності** (Менеджери аналітики → *Npp*). Менеджери аналітики не зберігають *Npp* як дані, а використовують їх. Менеджери аналізують дані, що містяться в об'єктах *Npp* (тобто дані про самого працівника та його агреговані події).

Отже, об'єктно-орієнтована структура системи моніторингу професійної діяльності НПП, базується на ієрархічній моделі взаємопов'язаних класів:

- Абстрактний клас *Event* визначає спільні властивості подій, що підтверджуються цифровими документами.
- Клас *Npp* агрегує множини таких подій, утворюючи індивідуальний профіль діяльності працівника.
- Менеджери (*ReportManager, ForecastManager* тощо) забезпечують аналітичну, прогнозну та планувальну функціональність системи.
- Системні класи *DataBaseConnector* і *FileRepository* реалізують рівень взаємодії з базами даних і цифровими сховищами, що гарантує цілісність і відтворюваність даних у рамках цифрової трансформації управління освітнім закладом.

Архітектура системи моніторингу подана у вигляді UML-діаграми на рисунку 3.

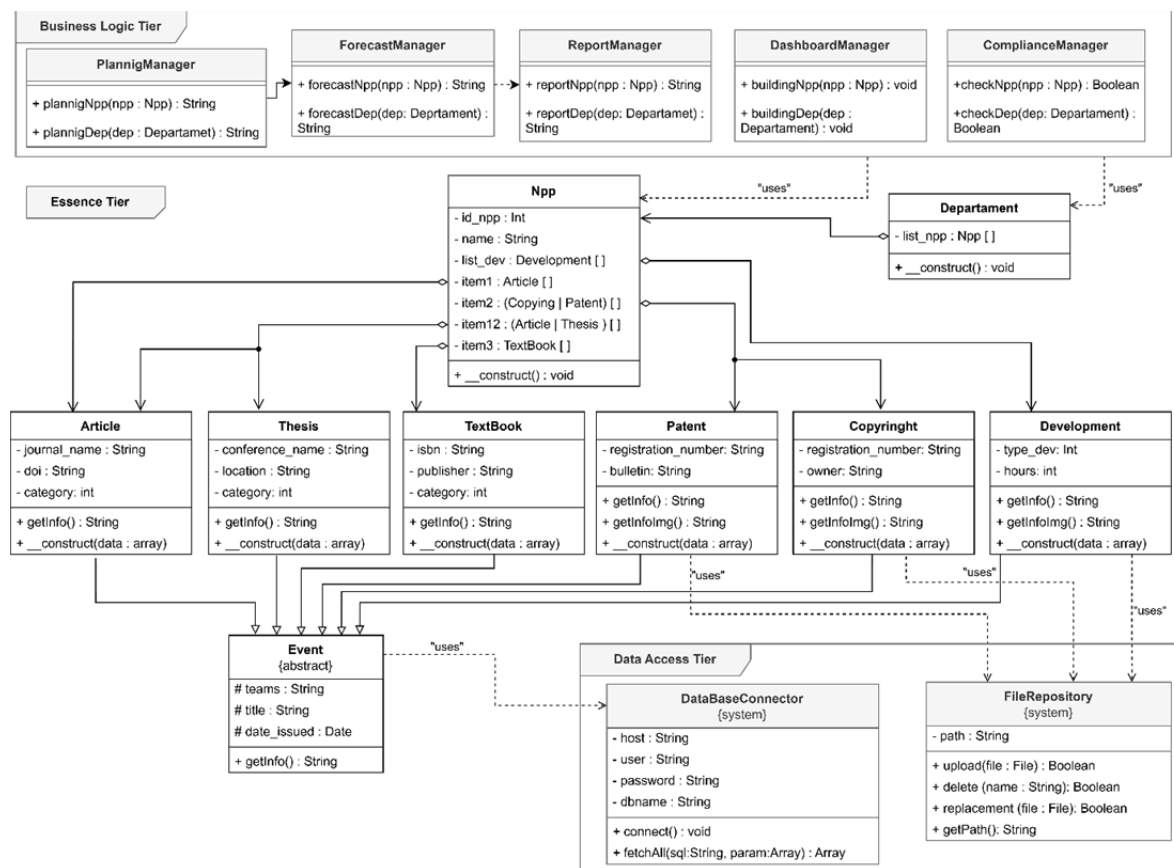


Рисунок 3 – Концептуальна діаграма архітектури системи моніторингу

Джерело: розробка авторів

Аналізуючи компоненти об'єктно-орієнтованої моделі (рис 3.) можна відзначити, що модель має багаторівневу структуру (N-Tier Architecture).

*Верхній рівень моделі* (Business Logic Tier) утворюють менеджери класів: *MenegerReport*, *MenegerForecast* та *MenegerPlanning*, які реалізують методи відображення, прогнозування й планування відповідно. Кожен із них оперує даними класу *Npp*, здійснюючи аналітичну обробку інформації, формування звітів і побудову прогнозних сценаріїв розвитку.

*Середній рівень* (Essense Tier) складають класи, які визначають організаційну структуру представлення даних. Це абстрактний клас *Event*, підкласи *Article*, *Patent*, *Copyright*, *Development* та інші, клас *Npp* який містить колекції підкласів та клас *um* який містить множину об'єктів класу *Npp*.

*Нижній рівень* (Data Access Tier) містить системні класи *FileRepository* та забезпечує роботу з електронними документами, а *DataBaseConnector* реалізує взаємодію із базою даних.

Дана архітектура, представлена на діаграмі (рис.3), описує логіку роботи серверної частини інформаційної системи, оскільки вона визначає як дані обробляються, зберігаються та аналізуються, повністю ігноруючи клієнтський інтерфейс (Presentation Tier). Таким чином, ця діаграма є детальним планом реалізації бекенду системи, що визначає структуру даних та їхню обробку.

Для підтвердження працездатності запропонованої об'єктно-орієнтованої моделі було реалізовано прототип інформаційної системи моніторингу професійної діяльності науково-педагогічних працівників. Реалізацію здійснено мовою програмування PHP із застосуванням принципів інкапсуляції, спадкування та поліморфізму, що забезпечує структурованість програмного коду, його повторне використання та розширюваність.

Функціонування прототипу передбачає автоматизований збір та обробку даних про результати діяльності НПП, формування звітів у форматах HTML, PDF, а також візуалізацію показників динаміки професійного розвитку у вигляді графіків і діаграм. Така реалізація підтвердила ефективність запропонованої об'єктно-орієнтованої моделі, яка забезпечує інтеграцію даних, узгоджене представлення подій різних типів і створює основу для моніторингу, прогнозно-аналітичної підтримки управлінських рішень як внутрішньої системи забезпечення якості освіти.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження розв'язано актуальне науково-практичне завдання щодо обґрунтування та розробки архітектури інтегральної інформаційної системи моніторингу професійної діяльності науково-педагогічних працівників (НПП) у контексті цифрової трансформації закладів вищої освіти.

Встановлено, що сучасні вимоги до забезпечення якості вищої освіти та дотримання ліцензійних умов провадження освітньої діяльності (зокрема п. 38 Постанови КМУ №1187) потребують переходу від фрагментарного збору даних до інтегральних систем. Запропонований підхід дозволяє сформувати цілісний цифровий профіль викладача, що об'єднує різнопланові професійні події (публікації, патенти, підвищення кваліфікації тощо) у єдине інформаційне середовище.

Обґрунтовано доцільність застосування об'єктно-орієнтованої парадигми для формалізації професійної діяльності. Використання механізмів успадкування (від базового класу *Event*), агрегації та інкапсуляції дозволило створити гнучку модель, яка легко адаптується до змін у законодавстві та дозволяє розширювати перелік об'єктів моніторингу без докорінної зміни архітектури системи, об'єднати ці класи в єдиний цифровий профіль науково-педагогічного працівника (клас *Npp*)

Розроблено та описано багаторівневу архітектуру системи (N-Tier Architecture), яка чітко розмежує логіку бізнес-аналітики (Business Logic Tier), об'єктне представлення сутностей (Essence Tier) та сервіси доступу до даних (Data Access Tier).

Таке структурування забезпечує високу інтегрованість компонентів та описує повний цикл роботи бекенду – від збереження «елементарних подій» у репозиторіях до формування стратегічних звітів і прогнозів.

Практична апробація моделі шляхом розробки програмного прототипу мовою PHP підтвердила життєздатність запропонованої архітектури. Впровадження такої системи дозволяє закладу вищої освіти реалізувати принцип Data Once, мінімізувати бюрократичне навантаження на НПП та автоматизувати внутрішній аудит якості освіти, забезпечуючи об'єктивність прийняття управлінських рішень.

Перспективи подальших досліджень полягають в інтелектуалізації аналітичних модулів системи. Пріоритетним напрямком є розвиток алгоритмів прогнозування у межах компонента ForecastManager із застосуванням методів машинного навчання для аналізу індивідуальних траєкторій розвитку викладачів, а також деталізація модуля PlanningManager для автоматизованої генерації рекомендацій щодо професійного вдосконалення НПП на основі ретроспективного аналізу їхньої діяльності.

## Список літератури

1. Биков В.Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. Матеріали методологічного семінару НАПН України "Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку». 4 квітня 2019 р. / За ред. В.Г. Кременя, О.І. Ляшенка. К, 2019. С.20-26.
2. Сущенко Л., Андришченко О., Сущенко П. Цифрова трансформація закладів вищої освіти в умовах діджиталізації суспільства: виклики і перспективи. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота», 2(51), 2025, С.157–162. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2022.51.157-162>
3. Биков В. Ю., Спирін О. М., Пінчук О. П. Сучасні завдання цифрової трансформації освіти. Вісник ЮНЕСКО в Україні. 2020. Вип. 1. С. 27–36.
4. Стасюк. О. Цифрова трансформація закладів вищої освіти. Проблеми і перспективи економіки та управління, Вип.3 (43), 2025, С. 232–242. [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-3\(43\)-232-242](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-3(43)-232-242)
5. Постанова Кабінету Міністрів України № 1187 "Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1187-2015-%D0%BF#Text> (дата звернення: 8.11.2025).
6. Деякі питання підвищення кваліфікації педагогічних і науково-педагогічних працівників : Постанова Кабінету Міністрів України від 21 серп. 2019 р. № 800 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/800-2019-%D0%BF> (дата звернення: 13.11.2025).
7. Качурівський В.О., Качурівська Г.М., Білоус Н.М. Технологічна модель та проектування інформаційно-аналітичної системи цифрового моніторингу професійного розвитку науково-педагогічних працівників. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. Т.1 № 5 (2025). 2025. С.182-190. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.5.1.19>
8. Kachurivskiy V., Kotovskiy A., Lykhodid T., Kachurivska H., Dorenskiy O. The Concept of Digital Transformation of Monitoring Scientific Activity of Participants in Educational Process of the Ukrainian HEI. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Вип. 11(42), ч. I. 2025. P.27-36. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).1.27-36](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).1.27-36)

## References

1. Bykov, V. Yu. (2019). Tsyfrova transformatsiia suspilstva i rozvytok kompiuterno-tekhnologichnoi platformy osvity i nauky Ukrainy [Digital transformation of society and development of the computer-technological platform of education and science of Ukraine]. In V. H. Kremen & O. I. Liashenko (Eds.), Proceedings of the methodological seminar of the NAES of Ukraine "Information and digital educational space of Ukraine: transformational processes and development prospects" (pp. 20–26). Kuras.
2. Sushchenko, L., Andriushchenko, O., & Sushchenko, P. (2025). Tsyfrova transformatsiia zakladiv vyshchoi osvity v umovakh didzhytalizatsii suspilstva: vyklyky i perspektyvy [Digital transformation of higher education institutions in the conditions of society digitalization: Challenges and prospects]. Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: "Pedagogy. Social Work", 2(51), 157–162. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2022.51.157-162>
3. Bykov, V. Yu., Spirin, O. M., & Pinchuk, O. P. (2020). Suchasni zavdannya tsyfrovoi transformatsii osvity [Modern tasks of digital transformation of education]. UNESCO Bulletin in Ukraine, (1), 27–36.

4. Stasiuk, O. (2025). Tsyfrova transformatsiia zakladiv vyshchoi osvity [Digital transformation of higher education institutions]. *Problems and Prospects of Economics and Management*, 3(43), 232–242. [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-3\(43\)-232-242](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2025-3(43)-232-242)
5. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2015). Pro zatverdzhennia litsenziinykh umov provadzhennia osvitnoi diialnosti [On approval of Licensing conditions for educational activities] (Resolution No. 1187). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1187-2015-%D0%BF#Text>
6. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2019). Deiaki pytannia pidvyshchennia kvalifikatsii pedahohichnykh i naukovopedahohichnykh pratsivnykiv [Some issues of professional development of pedagogical and research and pedagogical staff] (Resolution No. 800). *Legislation of Ukraine*. <https://zakon.rada.gov.ua/go/800-2019-%D0%BF>
7. Kachurivskiy, V. O., Kachurivska, H. M., & Bilous, N. M. (2025). Tekhnolohichna model ta proektuvannia informatsiino-analitychnoi systemy tsyfrovoho monitorynhu profesiinoho rozvytku naukovopedahohichnykh pratsivnykiv [Technological model and design of the information-analytical system for digital monitoring of professional development of research and pedagogical staff]. *Tavriiskiy Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*, 1(5), 182–190. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.5.1.19>
2. Kachurivskiy, V., Kotovskiy, A., Lykhodid, T., Kachurivska, H., & Dorenskiy, O. (2025). The concept of digital transformation of monitoring scientific activity of participants in educational process of the Ukrainian HEI. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, 11(42), part I, 27–36. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).1.27-36](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).1.27-36)

**Volodymyr Kachurivskiy**<sup>1</sup>, Assoc. Prof., PhD ped. sci., **Hanna Kachurivska**<sup>1</sup>, Assoc. Prof., PhD phys. and math. sci., **Radim Chorba**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Berezhany Agrotechnical Institute", Berezhany, Ukraine*

<sup>2</sup>*Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine*

### **Object-Oriented Architecture of an Integrated Information System for Monitoring the Professional Activities of Research and Pedagogical Staff**

The article substantiates the necessity for and presents the architecture of an integrated information system for monitoring the professional activities of research and pedagogical staff (NPP) within the framework of the digital transformation of higher education institutions. The relevance of this study is driven by the complexity of monitoring compliance with current Licensing Conditions (specifically, Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 1187) and the need for a transition toward data-driven management in educational institutions.

The proposed solution is based on an original object-oriented model that allows for the formalization of complex business processes within an educational institution. The architecture includes a hierarchy of classes, where the base is the abstract class Event, which, through inheritance and polymorphism mechanisms, describes diverse elementary events of professional activity: publication activity (Article class), patent and licensing work (Patent class), copyrights (Copyright class), and scientific developments (Development class). The Npp class serves as the central node of the model, implementing an aggregation relationship with collections of these events, which enables the formation of a comprehensive digital profile of the faculty member.

Special attention is paid to the analytical data processing layer, represented by specialized analytics managers. It is proven that the use of components such as ReportManager, ComplianceManager, ForecastManager, and PlanningManager allows for the automation of not only retrospective reporting but also intelligent decision support through professional development forecasting and the automated generation of individual plans. The technological integrity of the system is ensured by system classes (DataBaseConnector, FileRepository) that isolate business logic from the details of physical data storage.

Object-oriented relationships between components – inheritance, aggregation, association, and dependency – are defined and graphically interpreted. The proposed multi-level structure (N-Tier Architecture) clearly distinguishes between the layers of business logic, entities, and data access, describing the complete logic of the system's server side. The validity of the developed model is confirmed by the implementation of a software prototype in PHP, which demonstrated the system's effectiveness in minimizing the bureaucratic burden through the implementation of the "Data Once" principle. The implementation of the system ensures the objectivity of internal monitoring of education quality and the institution's resilience to changes in regulatory legislation.

**digital transformation, higher education institutions, object-oriented model, monitoring, N-Tier architecture, management automation**

*Одержано (Received) 19.01.2026*

*Прорецензовано (Reviewed) 11.02.2026*

*Прийнято до друку (Approved) 24.02.2026*