

# МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПРОГРАМІСТІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

## MODEL OF FORMATION OF FUTURE SOFTWARE ENGINEERS PROFESSIONAL COMPETENCE WHILE STUDYING OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING

Професійна підготовка інженерів-програмістів у закладах вищої освіти є актуальним завданням сьогодення. Формування у студентів фахової компетентності обов'язково передбачає набуття знань з об'єктно-орієнтованої методології розробки, оволодіння об'єктно-орієнтованими мовами програмування. Вивчення об'єктно-орієнтованого програмування і зараз виявляється доволі складним для студентів, тому залишається актуальним завдання щодо створення умов для успішного формування у здобувачів вищої освіти відповідних здатностей. У статті обґрунтовано доцільність педагогічного моделювання досліджуваного процесу та представлено розроблену модель. Центральне місце в моделі належить професійній компетентності майбутніх інженерів-програмістів та організаційно-методичним умовам її формування. У структурі професійної компетентності виділено мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний та рефлексивний компоненти. Для кожного з компонентів наведено критерії та рівні (професійний, високий, достатній, низький, критичний) сформованості. Показано, що провідне значення для формування професійної компетентності у процесі вивчення ООП мають компетентнісний, особистісно-орієнтований, акмеологічний та міждисциплінарний підходи. Реалізація цих підходів відбувається із дотриманням принципів науковості, проблемності, циклічності, зв'язку теорії з практикою. Модель складається з трьох блоків. Концептуально-цільовий блок містить мету, завдання, компоненти професійної компетентності, методологічні підходи і принципи професійної підготовки. Змістово-діяльнісний блок відображує зміст форми, методи і засоби професійної підготовки майбутніх інженерів-програмістів з об'єктно-орієнтованого програмування. Критеріально-результативний блок об'єднує критерії, показники і рівні сформованості професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктно-орієнтованого програмування та очікуваний результат.

**Ключові слова:** педагогічне моделювання, структурно-функціональна модель, профе-

сійна підготовка, майбутній інженер-програміст, заклад вищої освіти, бакалавр.

Professional training of software engineers in institutions of higher education is an urgent task today. Formation of professional competence among students necessarily involves acquiring knowledge of object-oriented development methodology, mastering object-oriented programming languages. The study of object-oriented programming is still quite difficult for students, so the task of creating conditions for the successful formation of relevant abilities among students of higher education remains relevant. The expediency of pedagogical modeling of the researched process is substantiated and the developed model is presented. The central place in the model belongs to the professional competence of future software engineers and the organizational and methodological conditions of its formation. In the structure of professional competence, motivational, cognitive, operational and reflective components are distinguished. Criteria and levels (professional, high, sufficient, low, critical) of formation are given for each of the components. It is shown that competence-based, person-oriented, acmeological and interdisciplinary approaches are of leading importance for the formation of professional competence in the process of studying OOP. The implementation of these approaches takes place in compliance with the principles of scientificity, problem solving, cyclicity, and the connection between theory and practice. The model consists of three blocks. The conceptual and objective block contains the goal, tasks, components of professional competence, methodological approaches and principles of professional training. The content-activity block reflects the content of the form, methods and means of professional training of future software engineers in object-oriented programming. The criterion-result block combines criteria, indicators and levels of formation of professional competence of future software engineers in the process of studying object-oriented programming and the expected result.

**Key words:** pedagogical modelling, structural and functional model, professional training, future software engineer, higher education institution, bachelor.

УДК 378.091.21:004  
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/51.1.38>

**Конюхов С.Л.,**  
канд. пед. наук,  
ст. викладач кафедри інформатики  
і кібернетики  
Мелітопольського державного  
педагогічного університету  
імені Богдана Хмельницького,  
м. Запоріжжя

### Постановка проблеми у загальному вигляді.

Професійна діяльність сучасних інженерів-програмістів у більшості випадків передбачає використання об'єктно-орієнтованого підходу для розробки програмного забезпечення. Саме тому випускники закладів вищої освіти (ЗВО) повинні розуміти його фундаментальні принципи, володіти об'єктно-орієнтованими мовами програмування, вміти застосовувати існуючі та створю-

вати власні рішення, виконувати декомпозицію й композицію поставлених завдань, документувати процес побудови об'єктної моделі тощо. Ці вимоги не назвеш новими з огляду на понад 40 років розвитку об'єктного підходу, але й зараз студенти мають значні труднощі у процесі його опанування. У зв'язку з цим залишається актуальним завдання щодо створення умов для успішного формування у здобувачів вищої освіти відповідних здатностей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Теоретичний фундамент організації навчання майбутніх інженерів-програмістів у вітчизняних ЗВО розроблено І. Бардус, Т. Вакалюк, О. Глазуною, В. Кругликом, П. Малежиком, В. Осадчим, З. Сейдаметовою, С. Семеріковим. Його окремі аспекти досліджували І. Варава, М. Вінник, Л. Ібрагімова, В. Колісник, В. Концедайло, І. Крашеніннік, О. Наумук, О. Пархоменко, А. Сендер, С. Симоненко, Ю. Сіциліцин, А. Стрюк, А. Чорна, Д. Щедролосьєв та інші науковці. Зміст навчання майбутніх інженерів-програмістів з об'єктно-орієнтованого програмування та базові підходи до його вивчення обґрунтовано в роботах Г. Буча, М. Вайсфельда, Р. Лафоре, Б. Мейера, Б. Страуструпа та інших провідних фахівців галузі; форми, методи, прийоми та засоби навчання об'єктно-орієнтованого програмування (ООП) у закладах вищої освіти подано у роботах В. Бублика, Ф. Ільясової, М. Нордстрома, О. Теплицького та ін.

Доволі багато публікацій протягом останніх трьох років присвячено прикладним технікам навчання об'єктно-орієнтованого програмування. Зокрема дослідниками розглядаються: веб-системи для підтримки виконання практичних вправ з ООП [12]; можливості технології переверненого класу для викладання ООП [13]; використання принципів гейміфікації в курсі ООП на рівні університету [14].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. В багатьох дослідженнях висвітлено результати педагогічного моделювання процесу професійної підготовки майбутніх інженерів-програмістів в університетах. Разом із тим окремої моделі формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктно-орієнтованого програмування не було розроблено. Отже, вирішенню цього завдання також необхідно приділити увагу.

**Мета статті.** Схарактеризувати результати педагогічного моделювання процесу формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів під час вивчення об'єктно-орієнтованого програмування в закладах вищої освіти.

**Виклад основного матеріалу.** Формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктно-орієнтованого програмування в закладах вищої освіти є цілеспрямованою діяльністю, завдання якої полягає у формуванні позитивної мотивації студентів до застосування ООП у подальшій професійній діяльності, забезпеченні набуття ними знань фундаментальних концепцій і практичних аспектів ООП, формуванні умінь використовувати об'єктно-орієнтований підхід для розробки програмного забезпечення.

Людина, здійснюючи цілеспрямовану діяльність, має образ мети цієї діяльності, який виступає

моделлю стану, до якого прагне людина. Наявність такої моделі надає змогу врахувати нові обставини діяльності та визначити можливі наслідки певних дій, не виконуючи їх реально [3, с. 103]. Отже, формуючи професійну компетентність майбутніх інженерів-програмістів під час вивчення об'єктно-орієнтованого програмування, доцільно змоделювати цей процес з метою запобігання можливим негативним ефектам і коригування педагогічних впливів у випадку необхідності.

Як зазначають С. Сисоєва й Т. Кристопчук, моделювання застосовують для з'ясування закономірностей між явищами, безпосереднє вивчення яких неможливе через складність і комплексність [11, с. 102]. В теоретичних дослідженнях з педагогіки здійснюється моделювання змісту навчання, педагогічних явищ і процесів, особистості студента, особистості фахівця й ін. [2, с. 119].

Ми повністю погоджуємось з думкою С. Гончаренка [2, с. 120] і використовуємо модель формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктно-орієнтованого програмування як допоміжний засіб для отримання нової інформації про професійну підготовку майбутніх інженерів-програмістів у ЗВО.

Центральне місце в моделі належить професійній компетентності майбутніх інженерів-програмістів та організаційно-методичним умовам її формування, схарактеризованим нами у [6]. В межах проблематики нашого дослідження найбільш значущими є її компоненти, в яких відбиваються мотивація студентів до вивчення і подальшого застосування ООП, їхні пізнавальні процеси й набуті під час вивчення ООП знання, сформовані уміння і здатність до здійснення діяльності за фахом, уміння надавати оцінку суб'єктам, процесам і результатам цієї діяльності. У зв'язку з цим нами виокремлено такі компоненти професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів:

- мотиваційний: сукупність мотивів, які спонукають здобувачів вищої освіти до активного вивчення ООП; наявність у них інтересу до поглибленого вивчення й використання в подальшій професійній діяльності різних аспектів об'єктно-орієнтованого програмування; готовність до самостійного підвищення кваліфікації з об'єктно-орієнтованої розробки;

- когнітивний: розвиток абстрактно-логічного мислення; володіння прийомами формалізації, абстрагування, декомпозиції і композиції; розуміння фундаментальних основ ООП та особливостей їх реалізації в різних мовах програмування; сукупність теоретичних знань фундаментальних концепцій і прикладних аспектів ООП;

- операційно-діяльнісний: сформованість умінь з об'єктно-орієнтованого програмування, необхідних для ефективного здійснення самостійної професійної діяльності;

- рефлексивний: здатність до саморозуміння, аналізу й оцінювання себе як фахівця та своїх дій в актуальній ситуації, в минулому та майбутньому, а також себе як члена групи розробників програмного забезпечення.

У складі мотиваційного компоненту професійної компетентності, спираючись на роботу [5], виділяємо внутрішню і зовнішню мотивацію, а також мотивацію до вивчення об'єктно-орієнтованого програмування (мотивація на успішність навчальної діяльності) та мотивацію до його використання на практиці (професійна мотивація). У складі когнітивного компоненту виділяємо знання й розуміння фундаментальних концепцій ООП, а також методів і засобів об'єктно-орієнтованого моделювання та розробки. У складі операційно-діяльнісного компоненту виокремлюємо здатності використовувати знання з методології та технології ООП у процесі написання програм, виконувати декомпозицію і композицію предметної області, визначати властивості програмних об'єктів і взаємодію між ними, реалізувати алгоритми їх обробки засобами промислових об'єктно-орієнтованих мов програмування. У складі рефлексивного компоненту, спираючись на роботу [4], виокремлюємо ситуативну рефлексію (самоконтроль, аналіз процесів, що відбуваються, співвіднесення своїх дій з ситуацією під час об'єктно-орієнтованої розробки), ретроспективну рефлексію (аналіз змісту та результатів завершеної діяльності), перспективну рефлексію (аналіз майбутньої діяльності з використанням ООП, прогнозування її можливих результатів).

Зазначені компоненти у своїй єдності та взаємозв'язку утворюють професійну компетентність майбутнього інженера-програміста, тому вважаємо можливим стверджувати, що сформованість кожного з них свідчить про сформованість професійної компетентності загалом.

Критерії сформованості компонентів професійної компетентності виокремлено нами з урахуванням їхньої сутності:

- мотиваційний компонент: сформованість мотивації до застосування у професійній діяльності об'єктно-орієнтованого програмування;
- когнітивний компонент: повнота засвоєння знань з об'єктно-орієнтованого програмування;
- операційно-діяльнісний компонент: сформованість умінь використовувати об'єктно-орієнтований підхід у процесі розробки програмного забезпечення;
- рефлексивний компонент: сформованість професійної рефлексії на особистісному й міжособистісному рівнях.

Оскільки в закладах вищої освіти для оцінювання навчальних досягнень студентів використовується шкала ЄКТС з п'ятьма рівнями позитивних

рейтингових оцінок (А, В, С, D, Е), було вирішено виокремити п'ять рівнів сформованості компонентів професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів:

- професійний: засвідчує сформованість компоненту професійної компетентності на рівні досвідченого інженера-програміста та здатність студента приступити до професійної діяльності як фахівця середньої ланки без додаткової підготовки, відповідає рівню «А» шкали ЄКТС;

- високий: засвідчує сформованість компоненту професійної компетентності на рівні інженера-програміста молодшої ланки та здатність студента приступити до професійної діяльності та самостійного виконання завдань без додаткової підготовки, відповідає рівню «В» шкали ЄКТС;

- достатній: засвідчує сформованість компоненту професійної компетентності на рівні інженера-програміста молодшої ланки та здатність студента приступити до професійної діяльності та самостійного виконання завдань з додатковою підготовкою на підприємстві, відповідає рівню «С» шкали ЄКТС;

- низький: засвідчує сформованість компоненту професійної компетентності на рівні програміста-початківця та здатність студента приступити до професійної діяльності як інженера-програміста молодшої ланки лише під безпосереднім керівництвом і з додатковою підготовкою на підприємстві, відповідає рівню «D» шкали ЄКТС;

- критичний: засвідчує надзвичайно низьку сформованість компоненту професійної компетентності та відсутність у студента здатності приступити до професійної діяльності як інженера-програміста, відповідає рівню «Е» шкали ЄКТС, а також «F» та «FX» у випадку отримання незадовільних результатів.

Показники сформованості компонентів професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів для кожного з визначених рівнів визначено на основі аналізу вимог освітньо-професійних програм їхньої підготовки за бакалаврським рівнем вищої освіти до компетентностей і результатів навчання.

Аналіз наукових досліджень з проблем вищої освіти, а також професійної підготовки майбутніх інженерів-програмістів дав підстави для визначення методологічних підходів, які мають провідне значення для формування професійної компетентності у процесі вивчення ООП, а саме:

- компетентнісний: передбачає зорієнтованість усіх дисциплін циклу професійної підготовки, в межах яких відбувається вивчення ООП, на формування в майбутніх інженерів-програмістів фахових і загальних компетентностей, єдність яких утворює професійну компетентність фахівця, а також на досягнення кінцевих резуль-

татів навчання, визначених в освітніх програмах спеціальностей. У визначенні цього підходу спираємось на положення Закону України «Про вищу освіту» [10] та матеріали проекту ТЬЮНІНГ [1];

- особистісно-орієнтований: передбачає урахування особистих якостей студентів, визнання їхнього інтелектуального та творчого потенціалу у процесі вивчення об'єктно-орієнтованого програмування, надання їм необхідної допомоги для

обґрунтованого вибору напрямку подальшої професійної діяльності, досягнення запланованих результатів навчання та успішного формування здатності до об'єктно-орієнтованої розробки. Засобом його реалізації є використання різноманітних форм, методів і засобів навчання. У визначенні цього підходу спираємось на роботу [9];

- акмеологічний: передбачає зорієнтованість дисциплін наскрізної змістово-діяльничної лінії

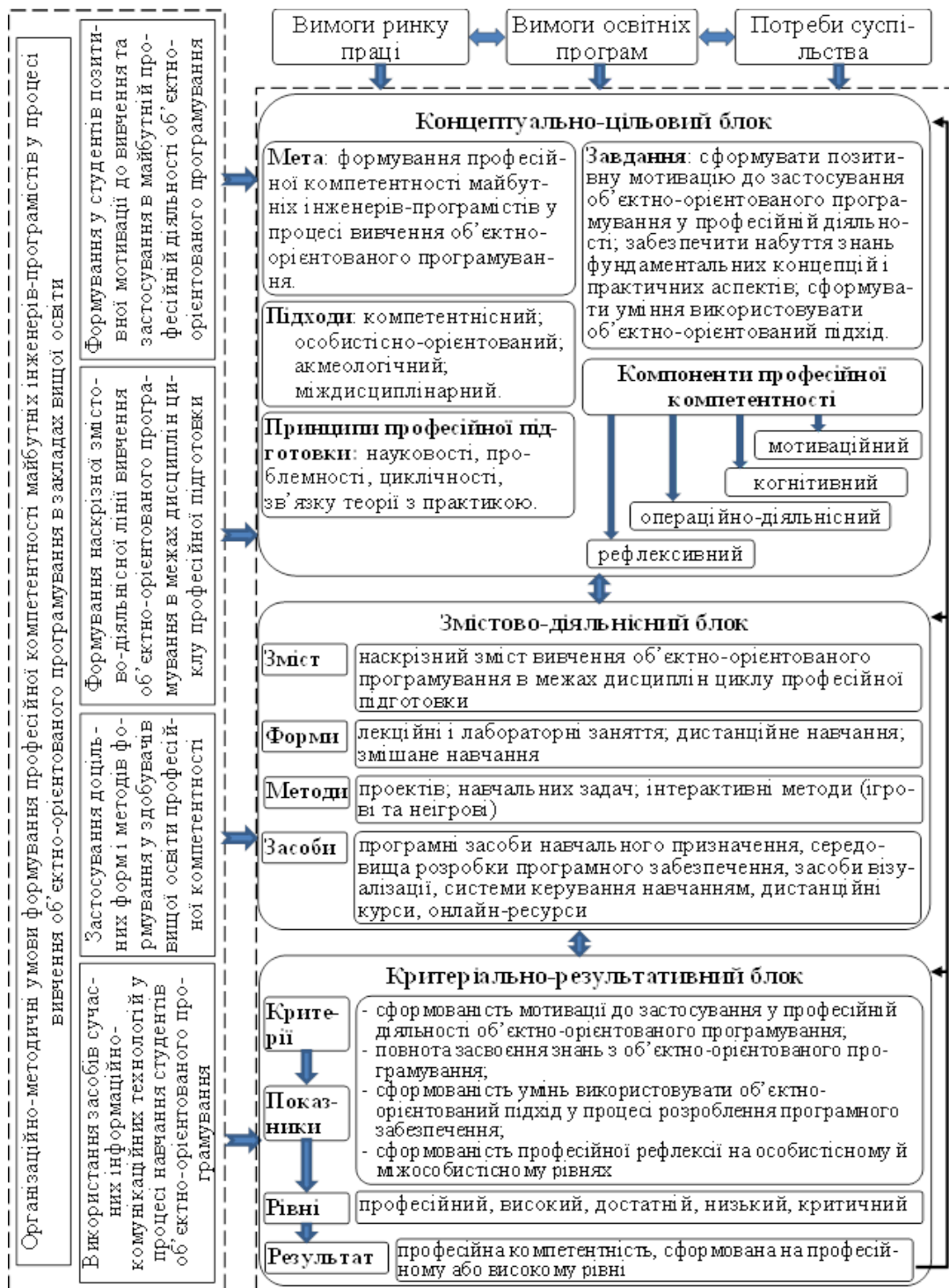


Рис. 1. Структурно-функціональна модель формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів



вивчення об'єктно-орієнтованого програмування, а також форм і методів навчання на досягнення майбутніми інженерами-програмістами професіоналізму, необхідного для успішного початку роботи за фахом, а також формування в них здатності до подальшого самовдосконалення, самореалізації у професійній діяльності та досягнення вершин професійної майстерності. У визначенні цього підходу спираємось на роботу [8];

- міждисциплінарний: спрямований на подолання проблеми відсутності зв'язків між знаннями, отриманими під час вивчення різних навчальних курсів. Передбачає посилення зв'язків між окремими дисциплінами циклу професійної підготовки майбутніх інженерів-програмістів, у межах яких відбувається вивчення ООП. Засобом його реалізації є наскрізна змістово-діяльнісна лінія вивчення об'єктно-орієнтованого програмування, а також використання двох мов програмування у процесі вивчення ООП, організація виконання студентами міждисциплінарних навчальних проєктів, спрямованих на розробку програмного забезпечення із залученням відомостей з інших галузей знання. У визначенні цього підходу спираємось на роботу [7].

Реалізація зазначених методологічних підходів відбувається із дотриманням принципів науковості, проблемності, циклічності, зв'язку теорії з практикою.

Дотримання принципу науковості передбачає обов'язкове вивчення фундаментальних концепцій парадигми ООП та методів їх застосування у практиці об'єктно-орієнтованої розробки, а також забезпечення відповідності змісту навчання сучасному стану галузі. Дотримання принципу проблемності передбачає опору на проблемний виклад навчального матеріалу з об'єктно-орієнтованого програмування, який полягає у постановці проблеми, пов'язаної з професійною діяльністю інженера-програміста, з подальшим отриманням нових знань і формуванням умінь у процесі її вирішення. Застосування принципу циклічності передбачає таку організацію вивчення ООП, коли основні поняття розглядаються у змісті всіх дисциплін наскрізної змістово-діяльнісної лінії, але з різним ступенем деталізації і на прикладі різних мов програмування. Таким чином, вивчення кожної нової дисципліни сприяє розширенню та поглибленню наявних знань, а також закріпленню умінь, переведенню їх на більш високий рівень. Дотримання принципу зв'язку теорії з практикою спрямовано на формування умінь практичного застосування кожного теоретичного поняття парадигми ООП. Цей принцип має провідне значення для формування у студентів здатності до початку професійної діяльності на підприємствах ІТ-галузі.

Модель складається з концептуально-цільового, змістово-діяльнісного та критеріально-результативного блоків.

Концептуально-цільовий блок відображує концептуальні основи і цільове спрямування модельованого процесу. Він містить мету, завдання, компоненти професійної компетентності, методологічні підходи і принципи професійної підготовки. Змістово-діяльнісний блок відображує зміст форми, методи і засоби професійної підготовки майбутніх інженерів-програмістів з об'єктно-орієнтованого програмування. Критеріально-результативний блок відображує результат, який має бути отримано у процесі впровадження розроблених організаційно-методичних умов. Блок об'єднує критерії, показники і рівні сформованості професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктно-орієнтованого програмування та очікуваний результат.

Для забезпечення можливості коригування моделі у випадку змін між її блоками встановлено взаємозв'язки. Факторами зовнішнього впливу на модель визначено вимоги ринку праці, вимоги освітніх програм і потреби суспільства. Найбільший вплив на формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення ООП мають вимоги освітніх програм спеціальностей. Вимоги ринку праці та потреби суспільства є менш формалізованими, але їх також необхідно враховувати, оскільки саме вони визначають ступінь затребуваності фахівців, а отже і можливості працевлаштування, побудови кар'єри, професійної самореалізації. Розроблену структурно-функціональну модель формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктно-орієнтованого програмування представлено на рис. 1.

**Висновки.** У процесі дослідження, спрямованого на подолання окремих проблем професійної підготовки майбутніх інженерів-програмістів у закладах вищої освіти, нами було проведено педагогічне моделювання. Воно мало на меті отримати образ досліджуваного явища для його попереднього аналізу, а також дієвий інструмент для подальшого вдосконалення організаційно-методичних умов формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктно-орієнтованого програмування та розповсюдження отриманих напрацювань. Представлена редакція моделі потребує подальшого розвитку з урахуванням поточного стану закладів вищої освіти, спричиненого війною, зокрема для вирішення завдань, що постають перед переміщеними університетами, які вимушені працювати в умовах жорстких обмежень.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:**

1. Вступне слово до Проекту ТЬЮНІНГ – гармонізація освітніх структур у Європі. Внесок університетів у Болонський процес. *TUNING Educational Structures in Europe*. URL: [http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General\\_Brochure\\_Ukrainian\\_version.pdf](http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General_Brochure_Ukrainian_version.pdf).
2. Гончаренко С.У. Педагогічні дослідження: Методологічні поради молодим науковцям. Київ–Вінниця : ДОВ «Вінниця», 2008. 278 с.
3. Дудник І.М. Вступ до загальної теорії систем. 2010. 129 с. URL: [http://www.dut.edu.ua/ua/uploads/l\\_1142\\_42884991.pdf](http://www.dut.edu.ua/ua/uploads/l_1142_42884991.pdf).
4. Карпов А.В. Рефлексивность как психическое свойство и методика ее диагностики. *Психологический журнал*. 2003. Т. 24. № 5. С. 45-57.
5. Климчук В.О., Горбунова В.В. Внутрішня мотивація учбової діяльності молоді: теорія, методика, програма розвитку : Монографія. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. 110 с.
6. Конюхов С.Л. Організаційно-методичні умови формування професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів у процесі вивчення об'єктно-орієнтованого програмування. *Фізико-математична освіта*. 2019. № 4(22). С. 68-74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-022-4-011>.
7. Методологія міждисциплінарних досліджень у сфері освіти: роб. навч. прог. для спеціальності 8.18010020 «Управління навчальним закладом» (освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр») / Розробн. Сисоєва С.О. Київ: Київський університет імені Б. Гринченка, 2014. 56 с.
8. Онищенко В.Д. Фундаментальні педагогічні теорії : монографія. Львів : Норма, 2014. 356 с.
9. Ортинський В.Л. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 472 с.
10. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
11. Сисоєва С.О., Кристопчук Т.Є. Методологія науково-педагогічних досліджень : підручник. Рівне : Волинські обереги, 2013. 360 с.
12. Asano Y., Kagawa K. Development of a Web-based Support System for Object Oriented Programming Exercises with Graphics Programming. *2019 18th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*. 2019. <https://doi.org/10.1109/ithet46829.2019.8937351>.
13. Fetaji M., Fetaji B., Ebibi M. Analyses of possibilities of Flipped Classroom in Teaching Computer Science Courses. *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. 2019. <https://doi.org/10.23919/mipro.2019.8757126>.
14. Kučak D., Bele D., Pašić Đ. Climbing up the Leaderboard: An Empirical Study of Improving Student Outcome by Applying Gamification Principles to an Object-Oriented Programming Course on a University Level. *2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)*. 2021. Pp. 527-531. <https://doi.org/10.23919/MIPRO52101.2021.9596709>.