

## **АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ КОМП'ЮТЕРНИХ ТРЕНАЖЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ СКЛАДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

© Михайлів Назар, Сав'юк Лариса, 2016

Проаналізовано моделі комп'ютерних тренажерних комплексів складних технологічних об'єктів та виділено основні ознаки, за якими здійснено класифікацію цих моделей КТК. Наведено схему класифікації КТК. Проведено огляд кожної класифікаційної ознаки та подано приклади використання моделей КТК. Обґрунтовано перехід на платформу технологій адаптивно-інтелектуальних систем.

**Ключові слова:** комп'ютерний тренажерний комплекс, класифікація, адаптивні технології, інформаційні моделі, інтелектуальні системи.

Conducted analysis of existing models of computer training complexes complex technological objects and allocated the main features of by which was conducted the classification of these models of CTC. Shown the scheme of classification CTC. Conducted review of every signs of the classification, showed examples of models of CTC. Substantiated transition to new adaptive technology.

**Key words:** computer training complex, classification, adaptive technology, information models, information systems.

### **Актуальність теми**

Сучасні комп'ютерні тренажерні комплекси (КТК) для професійної підготовки операторів складних технологічних об'єктів (СТО) будуються на платформі адаптивних та інтелектуальних технологій мережевих систем дистанційного навчання (СДН). Мережеве навчання, або WEB-орієнтоване навчання (Web-based education – WBE), в останні 20 років стало центром уваги вчених та викладачів таких всесвітньо відомих науково-дослідних та освітніх закладів, як Інститут людино-комп'ютерної взаємодії в структурі Університету Карнегі-Меллона (США), Університету Бредлі (США), Університету електрокомунікацій (Японія), Університету Пірея (Греція).

Останні роки WEB-орієнтоване навчання будується на технології інтерактивної підтримки у вирішенні поставлених завдань. Ця технологія надає інтелектуальну підтримку суб'єктові навчання на кожному кроці розв'язання задачі, при цьому реалізується різний рівень допомоги – від повідомлення про неправильно зроблений крок до виконання наступного кроку за студента. В СДН такі системи називають інтерактивними тренажерами завдяки можливості спостереження за діями студентів, поновленню моделі еталонного випробовуваного з формуванням персональної траєкторії навчання для кожного студента [1].

КТК СТО необхідно сприймати як спеціалізовані системи WEB-орієнтованого навчання. Відповідно під час аналізу сучасного стану розвитку та впровадження систем подібного класу слід спиратися і на класифікацію мережевих систем навчання, і на класифікацію безпосередньо КТК СТО.

### **Аналітичний огляд КТК СТО**

#### **згідно з функціональним призначенням та способом реалізації**

До початку стрімкого розвитку в XXI ст. інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та глобальної мережі Інтернет КТК СТО класифікували за функціональним призначенням (група систем під номером 1 на рисунку), за моделлю навколишнього світу (група систем під номером 2 на рисунку), способу моделювання (група систем під номером 3 на рисунку) та способу доступу (група систем під номером 4 на рисунку).

Вказані класифікаційні ознаки є класичними та найочевиднішими, на відміну від класифікації КТК СТО за закладеними інформаційними моделями, яка до сьогодні залишається спірним

питанням. Аспекти класифікації КТК СТО будуть розглянуто окремо із наведеними прикладами реалізації систем такого класу на основі сучасних інформаційних моделей.

Серед КТК СТО за призначенням можна виділити такі види тренажерних систем:

- для відпрацювання навичок практичної діяльності людини здебільшого ці види КТК СТО розробляють для сфери діяльності людини, де навички повинні бути відпрацьовані до автоматизму, без помилок під час виконання. Наприклад, це навички водіння, здійснення складних технологічних операцій на виробництві, виконання різних медичних операцій;

- для відпрацювання алгоритмів. Ці тренажерні системи призначені для того, щоб навчити людину працювати зі складними технологічними об'єктами, а також різним професійним обладнанням, працюючи із яким, потрібно виконати заздалегідь визначену послідовність операцій;

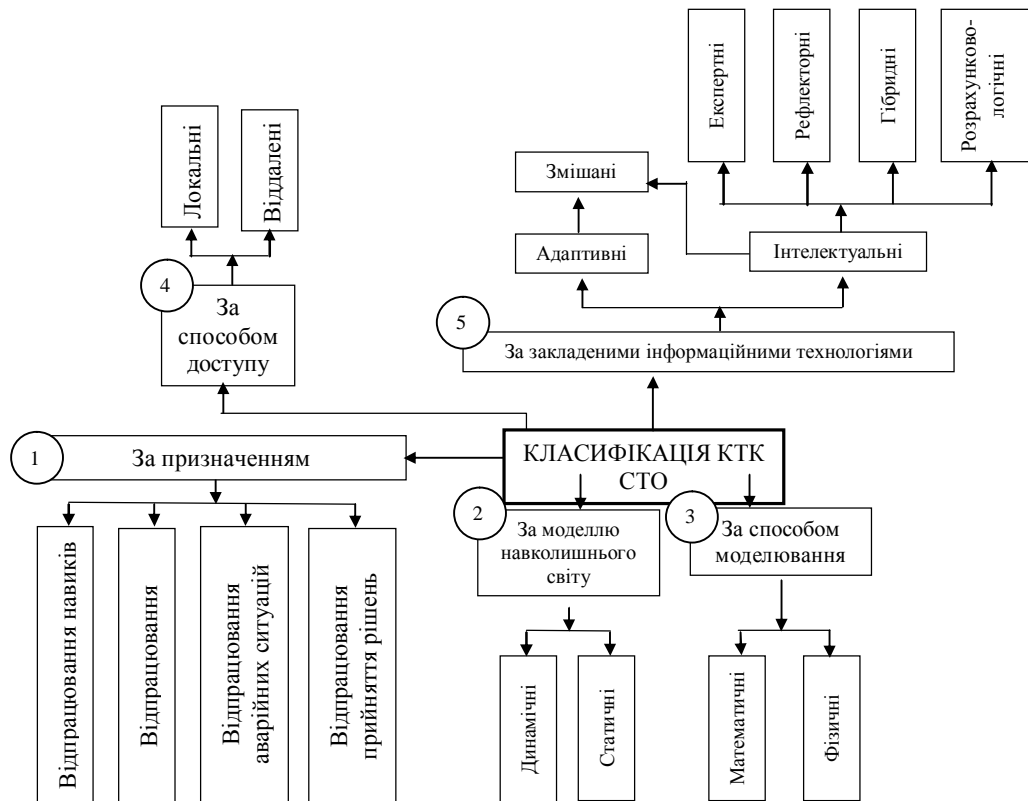
- для відпрацювання різних аварійних ситуацій на СТО, коли помилка оператора може істотно вплинути на технологічний процес загалом, а також призвести до техногенних катастроф, особливо відпрацювання аварійних ситуацій на виробництвах із підвищеним рівнем безпеки;

- для відпрацювання прийняття рішень ці моделі КТК СТО доволі часто використовуються для навчання персоналу роботи з різними системами, де є декілька варіантів досягнення потрібних цілей, але із різною цінністю вибраної траєкторії. Такі системи також дають змогу навчити інженера операторного профілю правильно виконувати проектування складних систем.

Дуже часто для класифікації КТК СТО використовують класифікаційну ознаку за способом реалізації моделі навколишнього світу. КТК СТО може бути виконаний у простішому варіанті на основі статичної моделі, а також на основі повнофункціональної динамічної моделі.

Під час роботи зі статичною моделлю у структурі КТК СТО ніякого зовнішнього впливу на саму модель не відбувається, людина – оператор цього тренажерного комплексу має змогу відпрацьовувати лише моторні навички роботи із обладнанням, або пультом управління. У системі відсутня імітація будь-яких аварійних ситуацій.

Під час побудови КТК СТО на основі динамічної моделі передбачається наявність випадкових або заздалегідь спланованих експертом зовнішніх збурень під час проходження навчання людини-оператора. Ці зовнішні збурення є основою імітації відпрацювання аварійних та позаштатних ситуацій, які супроводжують роботу СТО.



Класифікація КТК СТО за основними ознаками

За способом моделювання можна виділити такі види КТК СТО:

– тренажерні системи на основі програмно-математичних моделей, які використовують, у коли немає потреби використовувати реальне фізичне обладнання у процесі навчання, атестації та тренування операторів СТО, а завдання – відтворити всі можливі технологічні процеси за допомогою програмного забезпечення у віртуальному середовищі. Ці види КТК СТО можуть стати доволі популярними в недалекому майбутньому через значну популяризацію останнім часом розробок у сфері віртуальної реальності;

– комплекси на основі фізичних моделей, які передбачають відтворення усіх можливих апаратних засобів реального технологічного об'єкта під час розроблення КТК. Ці тренажери сьогодні є одними із передових, оскільки їхні функціональні можливості можуть відтворити реальну роботу зі складним технологічним процесом.

З розвитком інформаційних технологій у розроблення КТК інтегруються найвдаліші інформаційні моделі. Навчання за допомогою КТК передбачає значні часові затрати, а саме на очікування доступності тренажера. Нові покоління КТК вирішують цю проблему, використавши віддалений метод доступу до обладнання, а в цьому випадку до самого тренажера. Це дає змогу не очікувати на роботу із локальними тренажерними комплексами, а попрацювати із програмними аналогами, відпрацювавши основні навички роботи зі складними технологічними об'єктами.

Як вказано у роботі [5], кожний із вказаних типів тренажерів має власні особливості апаратно-програмної реалізації із урахуванням визначеного СТО та професійних обов'язків спеціаліста-оператора, який такий об'єкт обслуговує.

### **Аналіз розроблених і впроваджених КТК СТО згідно із закладеними інформаційними технологіями**

На сучасному етапі розвитку КТК СТО особливо цінні їх класифікація та аналітичний огляд відповідно до закладених інформаційних технологій. Аналіз літературних джерел показав, що за закладеними у структуру КТК СТО інформаційними технологіями їх можна поділити на:

- адаптивні;
- інтелектуальні;
- змішані (адаптивно-інтелектуальні).

Ця класифікація наведена на рисунку. Кожен клас КТК СТО має свої технологічні особливості, переваги та недоліки, досвід та область впровадження. Однак зауважимо, що всі вказані технології КТК СТО розробники запозичили у проектувальників WEB-орієнтованих систем навчання.

Адаптивність WEB-орієнтованих систем навчання передбачає адаптивні презентацію навчального контенту та навігаційне забезпечення проходження курсу в СДН.

Інтелектуальна технологія побудови мережевих навчальних систем до кінця 1990-х років ХХ ст. мала три основні складові: пасивну та активну побудову послідовності навчального курсу з формуванням індивідуальної траєкторії навчання, інтелектуальний аналіз відповідей студентів та інтерактивну підтримку у вирішенні завдань. Суттєвим внеском у вдосконалення цієї технології стала складова у вигляді допомоги у вирішенні завдань на прикладах.

Починаючи із ХХІ ст., із розвитком інформаційно-комунікаційних та мережевих технологій, адаптивні й інтелектуальні технології рухаються одна назустріч одній, що породжує новий клас адаптивно-інтелектуальних систем, за якими майбутнє і у сфері освіти, і в області професійної підготовки кадрів на платформі сучасних КТК СТО.

Необхідно також проаналізувати саму специфіку інтелектуальної системи та її функціональні особливості з погляду групи наук, поєднаних однією назвою “Штучний інтелект”. Згідно із положеннями штучного інтелекту, інтелектуальна система – це технічна або програмна система, яка здатна вирішувати завдання, що традиційно визнаються творчими, належать до певної предметної області. Знання зберігаються у пам'яті системи.

Структура інтелектуальної системи містить три основні модулі [6]:

- базу знань;
- механізм (алгоритм) виведення рішень;
- інтелектуальний інтерфейс.

Інтелектуальні системи – це інформаційно-обчислювальні системи, які розв’язують задачі без участі людини за наявності людини-оператора, що є особливістю КТК СТО в режимі навчання під керівництвом інструктора, система є інтелектуалізованою.

Інтелектуальні системи можна поділити на п’ять основних видів (рис. 1):

1. Інтелектуальні інформаційні системи – комплекс програмних лінгвістичних та логіко-математичних засобів для реалізації підтримки діяльності людини та пошуку інформації в режимі просунутого діалогу природною мовою [7].

2. Експертні системи – комп’ютерні системи, які здатні замінити спеціаліста-експерта у вирішенні проблемної ситуації.

3. Розрахунково-логічні системи, які призначені для вирішення управлінських і проектних завдань з декларативного опису умов.

4. Гібридні інтелектуальні системи, в яких для розв’язання задач використовується більш ніж один метод імітації інтелектуальної діяльності людини [8].

5. Рефлекторні інтелектуальні системи, які формують зворотні реакції на різноманітні комбінації вхідних впливів згідно із закладеними спеціальними алгоритмами.

Прикладом успішної реалізації сучасних КТК СТО адаптивно-інтелектуального рівня є інтелектуальні комп’ютерні тренажерні навчальні комплекси на базі багатоваріантних адаптивних моделей опису об’єктів проектування і управління для підготовки і підвищення кваліфікації проектувальників і операторів сучасних багатостадійних багатоасортиментних хімічних виробництв з технологією на рівні переналаштування [9].

Авторам на основі аналізу сучасних автоматизованих систем навчання і накопиченого досвіду розроблення КТК вдалося визначити найперспективніші напрями розвитку систем такого класу та виробити єдину методологію і технологію автоматизованого синтезу інтелектуальних автоматизованих КТК для хімічних виробництв з використанням сучасних ІКТ. На їхній погляд, з яким погоджуємо повністю, найперспективніші напрями розвитку КТК СТО такі:

1. Розроблення гнучких програмно-апаратних комплексів для інформаційної підтримки всіх етапів життєвого циклу створюваної інтелектуальної тренажерної навчальної системи на базі імітаційних математичних моделей СТО.

2. Створення технологій автоматизованого синтезу тренажерних навчальних комплексів для проектування та управління СТО.

3. Інтеграція КТК для навчання процесам керування в автоматизовані системи управління (АСУ) СТО з використанням єдиної бази даних промислових процесів.

4. Побудова розподілених інтелектуальних КТК СТО для дистанційного навчання проектуванню та управлінню віддаленими хіміко-технологічними установками.

У роботі [10] автори проаналізували відомі програмні рішення зі створення КТК для холодильної техніки, що дозволило виявити недоліки систем цього класу. Одна з важливих проблем, виявлених в результаті аналізу, полягає в тому, що кожен з розглянутих КТК описує роботу деякої конкретної холодильної установки, принципи роботи якої можуть істотно відрізнятися від принципів роботи іншої установки. Окрім того, в результаті проведеного дослідження виявлено, що застосування класичних методів моделювання не приводить до задовільних результатів, коли початковий опис проблеми управління СТО, яку необхідно вирішити, є неточним або неповним. У цьому випадку найдоцільніше скористатися інтелектуальними методами, які спеціально орієнтовані на побудову моделей, що враховують неповноту і неточність початкових даних.

Проектувальники та розробники КТК багатьох типів СТО, зокрема літальних апаратів, медично-діагностувальних комплексів, об’єктів нафтогазового комплексу, вказують на необхідність переходу на платформу уніфікованих алгоритмів і методів розроблення КТК СТО модульного типу з обов’язковим використанням та переведенням систем цього класу в клас адаптивно-інтелектуальних систем.

Ми розробляємо КТК для підготовки, тренування, перепідготовки та атестації змінних інженерів газоперекачувальних станцій (КПС), які працюють з особливо небезпечними СТО, а саме газоперекачувальними агрегатами (ГПА), типи яких на різних КПС відрізняються між собою за технологічними параметрами, а в деяких випадках за функціональними особливостями [11, 12].

Незважаючи на це, у професійних обов'язках змінних інженерів ГПА, у нештатних та аварійних ситуаціях, які супроводжують цей тип СТО, переважна більшість спільних ознак та вимог до якісних характеристик.

Тому прийняте рішення розробити КТК ГПА для змінних інженерів ГПС адаптивно-інтелектуального рівня з віддаленим доступом на основі гібридних інтелектуальних технологій з повнофункціональною математичною моделлю СТО під час роботи у штатних, нештатних та аварійних ситуаціях.

За призначенням проєктований КТК ГПА повинен бути комбінованого типу з відпрацюванням алгоритмів роботи СТО, щоб тренувати персонал приймати рішення в умовах виникнення нештатних та аварійних ситуацій.

КТК ГПА повинен бути інтегрованим у систему управління ГПС для здійснення оперативного контролю персоналу та перекваліфікації, підвищення кваліфікації змінних інженерів ГПА, а також для проведення планових атестаційних заходів.

### Висновки

Проведення аналітичних досліджень щодо сучасного стану розвитку, розроблення та практичного впровадження КТК СТО на основі багатознакової класифікації, особливо на основі закладених у структуру КТК інформаційних технологій, дає змогу вибрати оптимальний шлях проєктування систем такого класу, безпомилково та точно визначити їх структуру і функції.

Переведення КТК СТО у клас адаптивно-інтелектуальних систем уніфікованого типу дає змогу поліпшити якість підготовки спеціалістів операторного профілю, а також зменшити часові та майнові витрати на їх розроблення, апробацію і впровадження.

Розвиток цього напрямку в перспективі має привести до виникнення та вдалого використання автоматизованих систем розроблення КТК на основі єдиних алгоритмів, методів та апаратно-програмних засобів, незалежно від області застосування СТО.

1. Brusilovsky P. *Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education* / P. Brusilovsky, C. Rollinger, C. Peylo. // *Künstliche Intelligenz, Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching*. – 1999. – № 4. – С. 19–25.
2. Филатова Н. Н. *Проектирование мультимедиа тренажеров на основе сценарных моделей представления знаний* / Н. Н. Филатова, Н. И. Вавилова // *Educational Technology & Society*. – 2000. – № 3. – С. 193–202.
3. Еришова О. В. *Control Sciences*. – 2010. – № 3. – С. 60–65.
4. Краснянский М. Н. *Виртуальные тренажерные комплексы для обучения и тренинга персонала химических и машиностроительных производств* / М. Н. Краснянский, А. В. Остроух, К. А. Баринов // *Вестник ТГТУ*. – 2011. – № 2. – С. 497–501.
5. Михайлів Н. Д. *Методичні та математичні аспекти проєктування комп'ютерних тренажерних комплексів складних технологічних об'єктів* / Н. Д. Михайлів. // *Вісник ХНУ*. – 2016. – № 3. – С. 66–72.
6. Лисьев Г. *Технологии поддержки принятия решений*. – / Г. Лисьев, И. Попова. – М. : Флинта, 2011. – 133 с. – (2-е, стереот.).
7. Трофимова Л. *Управление знаниями: учеб. пособ.* / Л. Трофимова, В. Трофимов. – СПб.: СПбГУЭФ, 2012. – 77 с.
8. Колесников А. В. *Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки* / А. В. Колесников. – СПб., 2011. – 711 с. – (СПбГТУ).
9. Чистякова Т. *Информационные технологии синтеза компьютерных тренажеров для химических производств* / Т. Б. Чистякова // *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)*. – 2007. – С. 90–95.
10. Еришова О. В. *Компьютерные тренажерные комплексы для повышения эффективности управления процессами электротермического производства* / О. В. Еришова // *Control Sciences*. – 2010. – № 3. – С. 60–65.
11. Селиванова А. *Автоматизация процесса управления обобщенной холодильной установкой в компьютерном тренажере* / А. Селиванова, Т. Мазурок, А. Селиванов // *Вестник ХНТУ. Информационные технологии*. – 2011. – С. 189–192.
12. Larysa Savyuk *Module creation of professional and psychological selection of shift engineers in gas compressor service in the structure of computer training facility* // *Proceedings of the Ninth International Conference “New information technologies in education for all”*. – Kiev, 25 November 2014.– International Section.– Kiev, IRTC ITS. – P. 130–138.
13. Mykhailiv Nazar. *The development of the computer staff trainer complexes* // *Proceedings of the Ninth International Conference “New information technologies in education for all”*. – Kiev, 25 November 2014. – International Section.– Kiev, IRTC ITS. – С. 100–106.

## ANALYSIS OF CURRENT STATE OF THE COMPUTER TRAINING COMPLEX FOR PROFESSIONAL TRAINING OPERATORS COMPLEX TECHNOLOGICAL OBJECTS

### Introduction

Modern Computer Training complexes (CTC) for training operators of complex technological objects (stations) are built on a platform of adaptive and intelligent network technology distance learning systems (DLS). Network training or WEB-oriented learning (Web-based education – WBE), the last 20 years has been the center of attention of scientists and teachers of world-renowned research and educational institutions as the Institute for Human-computer interaction in the structure of Carnegie Mellon University (USA), University of Bradley (USA), University of Electro-Communications (Japan), University of Piraeus (Greece).

### Purpose of the research

The aim of this study is to analyze existing models of CTC for service, and the allocation of core classifications. Find the main advantages of upgrading CTC old samples to the modern, using modern information technologies.

### Discussion

The last years of WEB-oriented education based on technology assisted support in solving problems. This technology provides intelligent support at every step solution of the subject of study, with different levels of care implemented by notification made wrong step to the next step for the student. In such SDL system called interactive simulators by allowing monitoring the actions of personal renovation benchmark test model of the formation of personal learning paths for each. Since the twenty-first century, with the development of information and communication and network technologies, there is a movement to the adaptive and intelligent technologies to meet each other, creating a new class of adaptive, intelligent systems are the future.

### Conclusions

Upgrading of CTC to the adaptive intelligent systems unified type can increase the quality of training of professional operator profile and reduce the time and costs of development, testing and implementation. The development of this area in the future, must lead to successful use and development of automated systems CTC based on common algorithms, methods, and hardware and software, regardless of the application station.

### References

1. Brusilovsky P. *Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education* / P. Brusilovsky, C. Rollinger, C. Peylo // *Künstliche Intelligenz, Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching*. – 1999. – № 4. – P. 19–25.
2. Filatov N. N. *Designing multimedia simulators based on scenario models of knowledge representation* / N. N. Filatov, Vavilov // *Educational Technology & Society*. – 2000. – № 3. – P. 193–202.
3. Ershov O. V. *Control Sciences*. – 2010. – № 3. – P. 60–65.
4. Krasnyansky M. N. *Virtual training complexes for the education and training of staff of chemical and engineering industries* / M. N. Krasnyansky A. V. Ostroukh, K. A. Barinov // *Herald TSTU*. – 2011. – № 2. – S. 497–501.
5. Mykhailiv N. D. *Methodical and mathematical aspects of computer design training complexes complex technological objects* / N. D. Mykhailiv // *Bulletin of KNU*. – 2016. – № 3. – P. 66–72.
6. Lisiev G. *Technology support decision-making* / G. Lisiev, I. Popov. – Moscow: Flint, 2011. – 133 p. – (2-e, stereotyped).
7. Trofimov L. *Knowledge Management. Textbook* / L. Trofimov. – SPb.: SPSUEF, 2012. – 77 p.
8. Kolesnikov A. V. *Hybrid intelligent systems. Theory and technology development* / A. V. Kolesnikov. – St. Petersburg, 2011. – 711 p. – (SPbGTU)
9. Chistyakov T. *Information computer simulators synthesis technology for chemical industry* / T. B. Chistyakov // *Proceedings of the St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)*. – 2007. – P. 90–95.
10. Ershova O. V. *Computer trenazhnye systems to improve process control efficiency of electrothermal production* / O. V. Ershov // *Control Sciences*. – 2010. – № 3. – S. 60–65.
11. Selivanov A. *Automation of process control oboschënnoy holodylnoy installation in a computer simulator* / Alexander Selivanov, T. Mazurok, Alexander Selivanov // *Bulletin HNTU. Informatsyonnye technology*. – 2011. – P. 189–192.
12. Savyuk L.

*Module creation of professional and psychological selection of shift engineers in gas compressor service in the structure of computer training facility // Proceedings of the Ninth International Conference “New information technologies in education for all”. – Kiev, 25 November 2014.– International Section.– Kiev, IRTC ITS.– P. 130–138*

*12. Nazar Mykhailiv. The development of the computer staff trainer complexes // Proceedings of the Ninth International Conference “New information technologies in education for all”. – Kiev, 25 November 2014.– International Section.– Kiev, IRTC ITS.– P. 100–106.*

УДК 004 + 371.21 + 376.3

Юрій Вінтюк

Національний університет “Львівська політехніка”

## **РОЗРОБЛЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ З ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП’ЮТЕРНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ДЛЯ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ СОЦІАЛЬНИХ ПРАЦІВНИКІВ**

© Вінтюк Юрій, 2016

Викладено результати дослідження, спрямованого на розроблення навчального курсу, призначеного для надання необхідних знань про застосування інформаційно-комп’ютерних технологій (ІКТ) у фаховій діяльності майбутніх соціальних працівників.

**Ключові слова:** інформаційно-комп’ютерні технології, фахова підготовка, соціальна робота, професійна діяльність.

A summary of the investigational results aimed at the development of a learning course designed to provide necessary knowledge of the use of the information-computer technologies (ICT) in professional activity of future social workers is given. The necessity of developing and implementing such a course in the process of training in higher education based on contemporary needs of practice and the available facilities is based. The feasibility of its creation and implementation caused by the rising requirements for professionals and the need in this context in development of the international experience in the given field is noted. It was found out that the ICT applications that require the most attention include the implementation of the rehabilitation of various client groups: social, psychological and physical. The results of the review carried out on the literature on the subject, indicated key areas and possibilities of ICT for the needs of rehabilitation in social work. The most important areas include: developmental gaming environment, developing learning environment, developmental communicative environment, developing activities, therapeutic effects, a programme for professional diagnosis and correction, and also the automation of scientific investigation. Possibilities offered by modern ICT for carrying out the rehabilitation in social work in each of these areas are pointed out. The data on the programme elaborated course “Information and computer technology in rehabilitation” set for the professional training of future social workers are given. The list of lectures in which the material needed for theoretical acquaintance with the available opportunities of ICT use is given. Consolidation of the theoretical material for each of the themes envisages practical lessons, which should teach students how to use the appropriate computer programmes and form the necessary skills to work with them. The conclusions of the work are made; the prospects for further work in this direction are scheduled.

**Key words:** information and computer technologies, professional training, social work, professional activity.

### **Вступ**

Перехід суспільства в інформаційну епоху розвитку супроводжується упровадженням ІКТ у всі сфери суспільного життя. Однак викладання соціальних і гуманітарних дисциплін належить до тих сфер діяльності, які, через свої специфічні особливості, погано піддаються комп’ютеризації і,