

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ПРАКТИЧНОГО ВИВЧЕННЯ СТАНДАРТНОГО МЕТОДУ ПРОЕКТУВАННЯ АСУ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді запропонована методика застосування комп'ютерного тренажера при практичному вивченні студентами стандартного методу проектування автоматичних систем управління.

Ключові слова: комп'ютерний тренажер, практичне вивчення, процес проектування, автоматична система управління.

Abstract

The report reviews the using of computer trainer for student's practical studying of standard designing method for automatic control systems.

Keywords: computer trainer, practical studying, design process, automatic control system.

Вступ

Широке використання автоматичних систем управління (АСУ) у всіх сферах людської діяльності вимагає від фахівців з автоматизації наявності відповідних теоретичних знань та практичних навичок для ефективної реалізації життєвого циклу таких систем, зокрема, етапу проектування на основі сучасних стандартних методів та інформаційних технологій їх підтримки [1, 2]. Проте, набуттю студентами потрібної професійної кваліфікації зазвичай не сприяє складний й суперечливий стан вітчизняної вищої технічної освіти, який нерозривно пов'язаний із процесами, що відбуваються в соціально-політичному й економічному житті країни.

З іншого боку, інформаційна революція й формування нового типу суспільного устрою - інформаційного суспільства – призвели до формування нової парадигми розвитку світової вищої освіти – електронного навчання. Саме цей шлях подальшого розвитку освіти зараз вважається найбільш ефективним для подолання існуючих проблем традиційної освіти [3].

У зв'язку з цим, метою дослідження є розробка методики застосування в існуючому навчальному процесі спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" електронного освітнього ресурсу (ЕОР) у вигляді комп'ютерного тренажера (КТ), який би ефективно підтримував як аудиторне, так і самостійне практичне освоєння студентами процесу проектування АСУ за стандартним методом COMET.

Результати дослідження

Автоматичні системи управління, з точки зору побудови та функціонування їх програмного забезпечення (ПЗ), є паралельними програмними системами (ПС), до яких відносяться такі ПС, як розподілені, клієнт-серверні та реального часу [4, 5]. Розробка їх програмного забезпечення є достатньо складною та дорогою справою, тому для її оптимізації застосовуються той чи інший робочий процес, який вже добре зарекомендував себе при рішенні аналогічних задач. Одним з таких процесів, що зараз широко застосовується у світовій практиці програмної інженерії, є Rational Unified Process (RUP), запропонований в кінці 90-х років минулого сторіччя співробітниками компанії Rational Software Corporation [6]. В основу RUP покладене візуальне моделювання внутрішнього устрою та поведінки програм (ПЗ, ПС) стандартною мовою UML (Unified Modeling Language). При цьому адаптацію RUP до розробки паралельних ПС було запропоновано Хасаном Гома у вигляді стандартного методу COMET архітектурного проектування та моделювання паралельних об'єктів

(Concurrent Object Modeling and Architectural Design Method) [5]. Модель життєвого циклу розробки програмного забезпечення АСУ, згідно до методу COMET, являє собою ітеративний процес на основі концепції прецедентів (рис. 1).

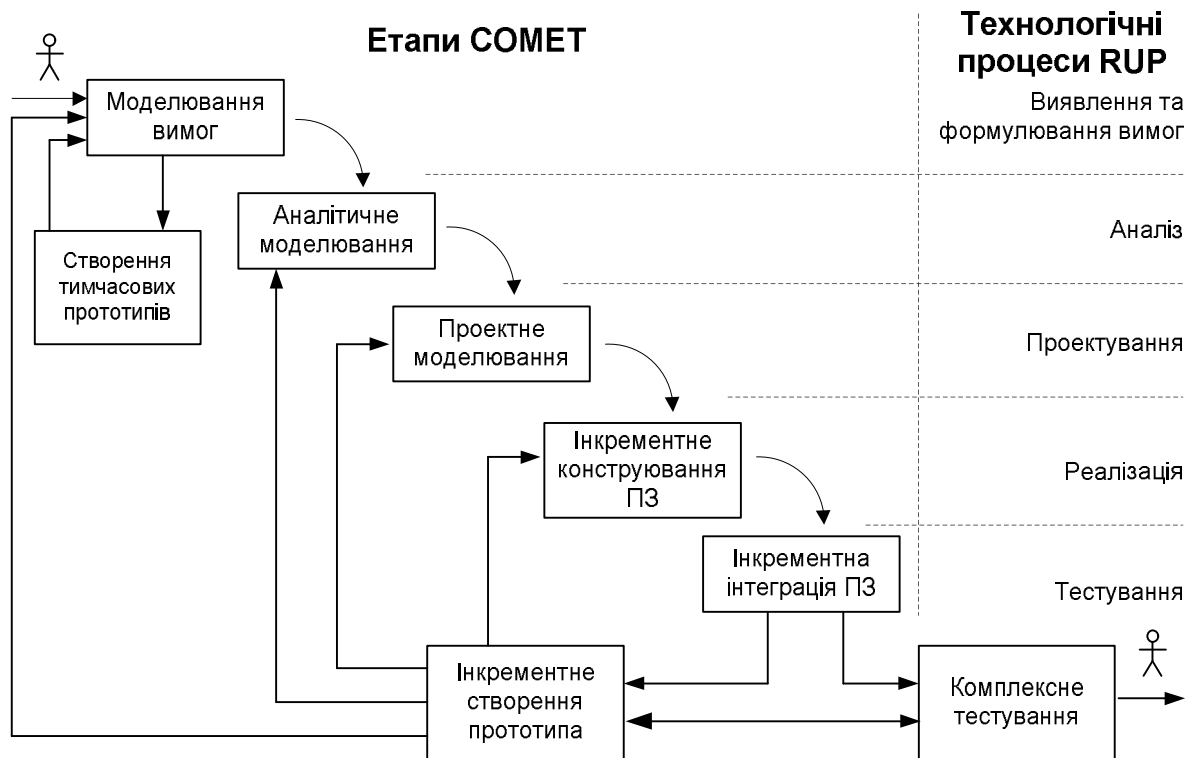


Рис. 1. Модель ЖЦ розробки ПЗ АСУ за методом COMET

На етапі моделювання вимог розробляється модель, у якій визначаються функціональні вимоги до системи в термінах акторів і прецедентів. Формулюється словесний опис кожного прецеденту - для цього необхідна активна участь користувачів проєктованого ПЗ. Якщо вимоги не цілком зрозумілі, то можна створити тимчасовий прототип.

На етапі аналітичного моделювання за допомогою мови UML будуються статична й динамічна моделі системи. Статична модель задає структурні відносини між класами предметної області. Класи й відносини між ними зображуються на діаграмах класів. Для визначення того, які об'єкти варто розглядати в аналітичній моделі, застосовуються критерії розбивки на об'єкти. Потім створюється динамічна модель, у якій уточнюються прецеденти з моделі вимог з метою показати, які об'єкти беруть участь у кожному прецеденті і як вони взаємодіють. Об'єкти і їхні взаємодії зображуються на діаграмах кооперації або послідовності мови UML. У динамічній моделі об'єкти, що залежать від стану, визначаються за допомогою діаграм станів.

На етапі проєктного моделювання розробляється на мові UML програмна архітектура системи, при цьому аналітична модель відображається на експлуатаційне середовище. Аналітична модель, у якій найбільш важливою була предметна область, переноситься на проєктну модель, де головною стає область рішення. Для декомпозиції системи застосовуються критерії розбивки на підсистеми, останні розглядаються як агреговані або складові об'єкти. Особлива увага приділяється проєктуванню розподілених підсистем у вигляді компонентів, що конфігуруються і взаємодіють шляхом обміну повідомленнями. Потім на мові UML проєктується кожна підсистема. Для послідовних систем акцент робиться на об'єктно-орієнтованих концепціях приховання інформації, класів і спадкування. При проєктуванні паралельних систем (реального часу, клієнт-серверних і розподілених) крім об'єктно-орієнтованих концепцій необхідно брати до уваги також концепції паралелізму.

Після завершення етапу проєктування архітектури настає черга інкрементного конструювання ПЗ. При цьому визначається, яка підмножина системи буде реалізована на кожному кроці. Підмножина вибирається з урахуванням того, які прецеденти й об'єкти, що беруть участь у них, варто

додати. Інкрементне конструювання включає детальне проектування, кодування й автономне тестування класів, що ввійшли у відібрану підмножину. Такий поетапний підхід дозволяє поступово створювати й об'єднувати фрагменти системи, поки вона не буде зібрана цілком.

На етапі інкрементної інтеграції провадиться тестування сполучень всіх створених до цього моменту фрагментів. Тести сполучень засновані на тих прецедентах, які були вибрані для реалізації на черговому кроці. Для будь-якого прецеденту розробляється свій комплект тестів. При тестуванні сполучень система розглядається як "прозорий ящик", перевіряються інтерфейси між об'єктами, що беруть участь у прецеденті.

При кожному розширенні формується інкрементний прототип. Після того як чергове розширення визнане задовільним, будується й інтегрується наступне, для чого повторно виконуються етапи інкрементного конструювання й інкрементної інтеграції. Якщо ж під час роботи над черговим розширенням виявилися істотні проблеми, можна повернутися до етапів моделювання вимог, аналітичного або проектного моделювання.

На етапі комплексного тестування провадиться функціональне тестування системи в цілому, тобто перевірка на відповідність функціональним вимогам. Тут система розглядається як "чорний ящик" і створюється комплект тестів для кожного прецеденту її використання в такій якості. Будь-яке розширення системи, передане замовникові, повинне пройти етап комплексного тестування.

Наведений узагальнений опис методу СОМЕТ показує, що він як предмет вивчення, є занадто складним для практичного освоєння студентами спеціальності. Тому для вирішення цієї проблеми треба або шукати шляхи вдосконалення існуючих традиційних форм проведення та методів організації навчального процесу, або повністю змінювати ці форми та методи.

Проведені дослідження предметної області електронного навчання показали, що найбільш перспективним шляхом вирішення даної проблеми є впровадження в навчальний процес спеціальності комп'ютерного тренажера (програми), який, по-перше, дозволить студентам сконцентруватися лише на творчому процесі проектування ПЗ АСУ, по-друге, не буде обмежувати час виконання студентами проектної роботи, бо програма-тренажер зможе працювати або на домашньому комп'ютері студента, або дистанційно на сервері кафедри, або на комп'ютерах обчислювального центру кафедри. З іншого боку, така програма-тренажер не зможе відтворювати весь інкрементний процес розробки ПЗ АСУ за методом СОМЕТ, який передбачає як покрокове проектування ПЗ, так і його покрокову реалізацію. Іншими словами, традиційна методика застосування даного комп'ютерного тренажера в навчальному процесі не сприятиме ефективній практичній підготовці студентів до проектування АСУ за методом СОМЕТ, а тому необхідно розробити нову методику його застосування у навчальному процесі спеціальності.

По-перше, основне застосування комп'ютерного тренажера доцільно реалізувати в рамках лабораторного курсу професійно-орієнтованої дисципліни "Проектування програмних засобів систем управління" ("ППЗСУ"), яка читається студентам спеціальності на 4 курсі у весняному семестрі. По-друге, додаткове застосування комп'ютерного тренажера треба реалізувати в рамках іншої професійно-орієнтованої дисципліни – "Проектування систем автоматизації" ("ПСА"), яка читається одночасно з попередньою. При цьому практична підготовка в рамках дисципліни "ПСА" організована у формі лабораторних занять та самостійної роботи студентів, а суть практичних завдань полягає, в основному, у реалізації програмного забезпечення АСУ. Така методика одночасного практичного вивчення студентами процесу проектування ПЗ АСУ за допомогою комп'ютерного тренажера (дисципліна "ППЗСУ") та процесу реалізації такого ПЗ (дисципліна "ПСА") і забезпечить ефективне практичне вивчення студентами всіх етапів життєвого циклу АСУ за методом СОМЕТ.

За цією методикою студенти в рамках лабораторного курсу дисципліни "Проектування програмних засобів систем управління" повинні будуть виконувати на комп'ютерному тренажері покрокове проектування ПЗ деякої автоматичної системи управління, а паралельно, у рамках лабораторного курсу дисципліни "Проектування систем автоматизації", здійснювати покрокову реалізацію результатів проектування даного ПЗ. Тобто в ході навчального процесу буде повністю відтворюватися реальний інкрементний процес розробки за методом СОМЕТ програмного забезпечення автоматичної системи управління, що, без сумніву, буде лише сприяти більш ефективному набуттю студентами професійного досвіду та практичних навичок проектування.

При цьому для реалізації та тестування спроектованого ПЗ АСУ під час лабораторних занять з дисципліни "Проектування систем автоматизації" доцільно використати багатофункціональну комп'ютеризовану лабораторію промислової мікропроцесорної техніки ФКСА ВНТУ [7].

Виходячи з того, що предметна область автоматичної системи управління, для якої на комп'ютерному тренажері буде проектуватися ПЗ за методом СОМЕТ, повинна бути добре знайомою для студентів (вони не будуть витрачати зайвого часу на її дослідження), є доцільним вибрати в якості об'єкту управління, встановленого в цій лабораторії, фізичну модель ліфта. Конструкція цього лабораторного об'єкту складається з вертикальної металевої стійки, виконавчого механізму та електроприводу переміщень кабіни ліфта. Стійка імітує шахту пасажирського ліфта, встановленого в багатоповерховому будинку, а також служить направляючою для вертикальних рухів кабіни ліфта. Електропривод виконавчого механізму вертикальних переміщень кабіни ліфту побудований на основі асинхронного двигуна. Цей електропривод живиться від частотного перетворювача з векторним управлінням. Управління роботою частотного перетворювача здійснюється за допомогою п'яти сигналів, що подаються з промислового ПЛК.

Проте існуюча конструкція фізичної моделі ліфта не повністю відтворює роботу реального пасажирського ліфта багатоповерхового будинку – немає звичайних кнопок виклику кабіни ліфта на кожному поверсі, немає світлових табло для індикації положення та напрямку руху кабіни і т.д. Тому для забезпечення повної сумісності комп'ютерного тренажера з лабораторним об'єктом "Ліфт" треба додатково оснастити цей лабораторний об'єкт відповідним комутаційним та сигнальним обладнанням. На рис. 2 показаний варіант такого доопрацювання конструкції фізичної моделі ліфта.

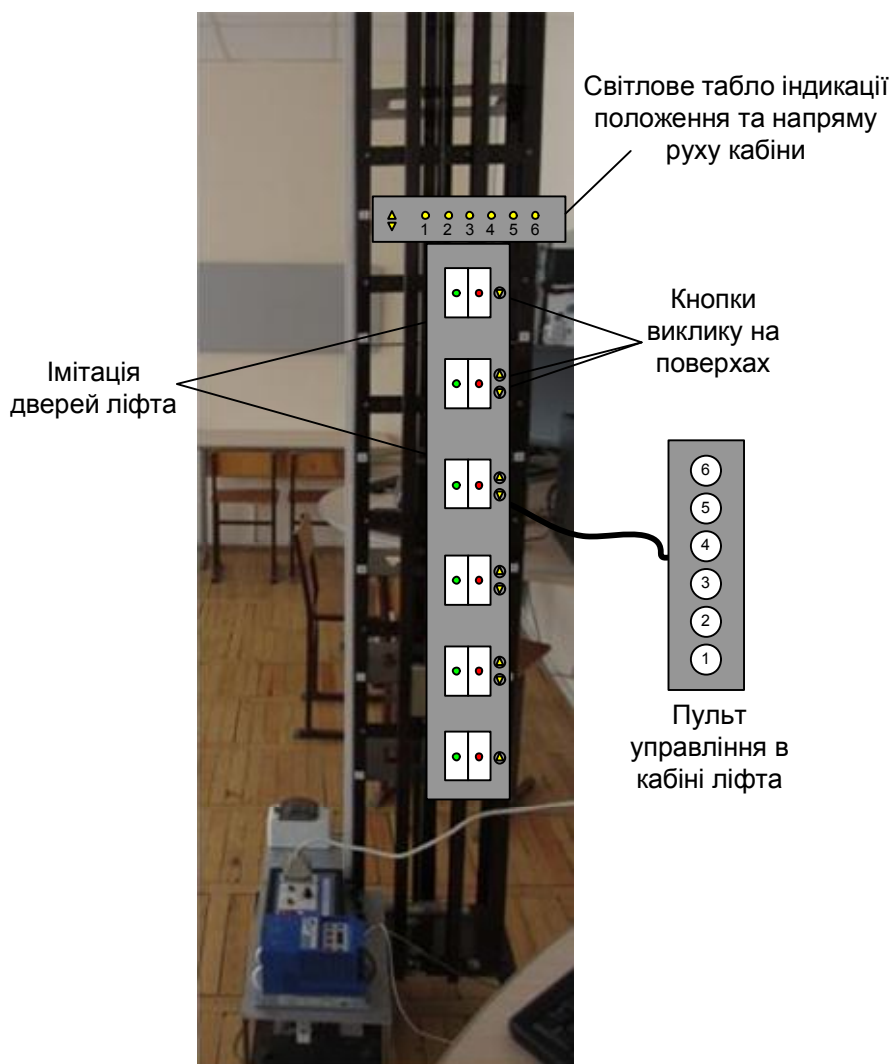


Рис. 2. Варіант удосконаленої конструкції фізичної моделі ліфта

На металевій стійці фізичної моделі, що відтворює шахту ліфта, змонтована додаткова вертикальна панель, на якій на рівні кожного поверху розміщені засоби імітації дверей ліфта та

кнопки виклику ("Нагору", "Донизу"), які постачені лампочками, що підсвічують. При цьому на нижньому та верхньому поверхах встановлено тільки по одній кнопці виклику. Засоби імітації дверей ліфта кожного поверху складаються з двох лампочок різного кольору – червоного та зеленого. Якщо горить червона лампочка, то це відображає зачинений стан дверей, якщо ж зелена, то відчинений стан дверей. Ці лампочки, по суті, відображають і стан електроприводу дверей ліфту.

У верхній частині вертикальної стійки фізичної моделі розміщується додаткова горизонтальна панель, на якій змонтовано світлове табло для індикації як положення кабіни ліфта у шахті, так і напрямку її руху. У реальному ліфті екземпляри такого світлового табло встановлюються на кожному поверсі та всередині кабіни ліфта. Проте для спрощення конструкції фізичної моделі доцільно використати тільки один екземпляр такого табло. Дві стрілки цього табло, що підсвічуються відповідними лампочками, показують поточний напрямок руху кабіни, а горизонтальний ряд лампочок – поточний стан кабіни у шахті ліфта.

Для управління роботою ліфта з середини кабіни у фізичну модель введений додатковий пульт управління. Конструктивно він виконується у вигляді окремого модуля, а його електрична схема з'єднується зі схемою фізичної моделі ліфта через спеціальний з'єднувач і кабель. На цьому пульті встановлені кнопкові вмикачі з лампочками, що підсвічують. Натискання будь-якої з цих кнопок буде призводити до вмикання відповідної лампочки, що підсвічує цю кнопку, та надсилання до системи управління ліфтом наказу, на який поверх треба перемістити кабіну.

Усе описане вдосконалення існуючої конструкції фізичної моделі ліфта максимально наблизить її до реальної предметної області, яка добре вже знайома студентам з повсякденного життя. Тому при аналізі роботи фізичної моделі студенти не матимуть жодних труднощів у розумінні її дії, а тому зможуть правильніше відображати її предметну область у вигляді моделі аналізу, яку вони мають створювати на комп'ютерному тренажері.

Розглянемо тепер детальніше методику сумісного використання комп'ютерного тренажера та вдосконаленої фізичної моделі ліфта, яка дасть змогу підвищити ефективність практичного освоєння студентами як проектування, так і розробки автоматичної системи управління за методом СОМЕТ (рис. 3).

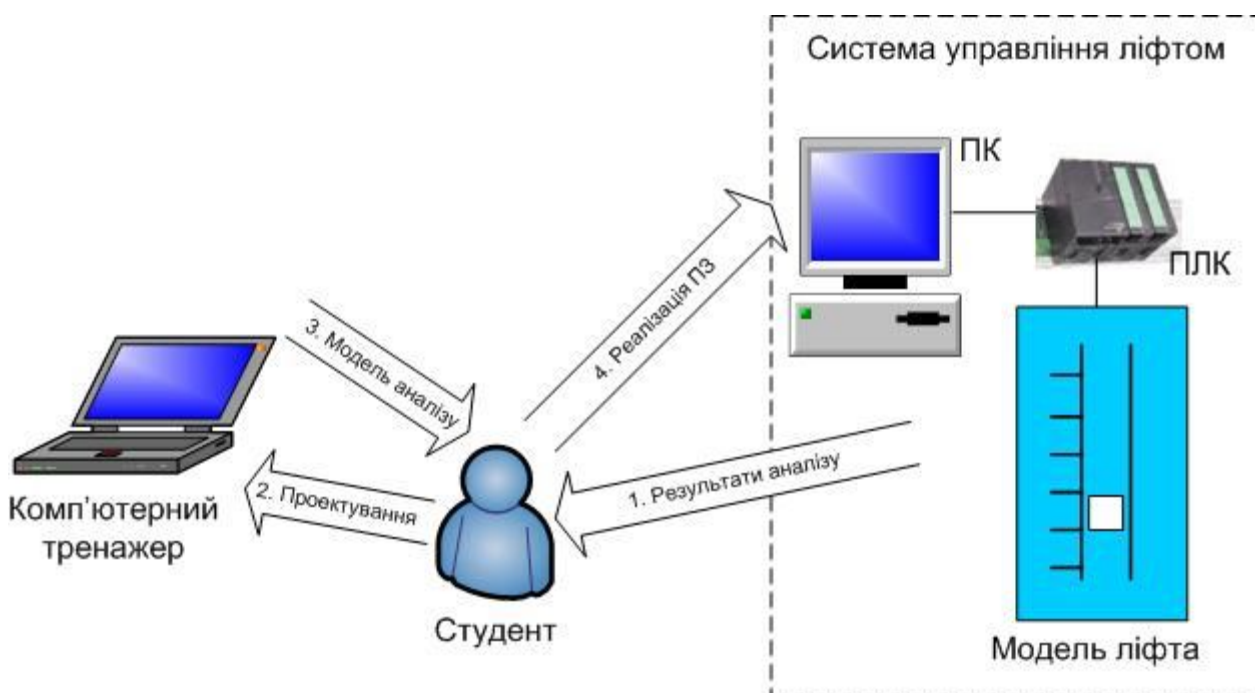


Рис. 3. Методика використання комп'ютерного тренажера у навчальному процесі

Згідно до цієї методики, на початку студент під час лабораторного заняття з дисципліни "Проектування систем автоматизації" аналізує в лабораторії конструкцію та принцип дії фізичної моделі ліфта, як об'єкту управління. Далі отримані результати аналізу студент використовує для початку проектування на комп'ютерному тренажері ПЗ системи управління ліфтом у вигляді моделі

аналізу. Це відбувається або під час лабораторного заняття з дисципліни "Проектування програмних засобів систем управління", або під час самостійної роботи на домашньому комп'ютері. Потім отримані студентом результати розробки моделі аналізу лягають в основу реалізації окремих програмних модулів ПЗ системи управління, що може робитися або на ПК лабораторії під час лабораторного заняття з дисципліни "Проектування систем автоматизації", або на домашньому ПК під час самостійної роботи. Подальше тестування окремих програмних модулів ПЗ разом з фізичною моделлю ліфта провадиться тільки в лабораторії під час лабораторного заняття з дисципліни "Проектування систем автоматизації". Студент отримує додаткові результати аналізу і виконує наступний крок (цикл) ітеративного процесу розробки ПЗ.

В ході подальшого практичного вивчення методу СОМЕТ модель аналізу ПЗ АСУ доповнюється моделлю проектування. У ході розробки моделі проектування виконується циклічний та ітераційний процес відображення готових UML-моделей аналізу в область практичних рішень програмного забезпечення АСУ. При цьому студентам під час лабораторного заняття з дисципліни "Проектування систем автоматизації" знадобиться додатково досліджуватися в лабораторії ФКСА предметну область АСУ для з'ясування тих особливостей її функціонування, які впливатимуть на подальші проектні рішення її програмного забезпечення, що виконуються на комп'ютерному тренажері в рамках дисципліни "Проектування програмних засобів систем управління". Таким чином, у ході розробки і моделі проектування дана методика відтворює реальний циклічний та ітераційний процес проектування ПЗ АСУ, що передбачений методом СОМЕТ. Паралельно з розробкою моделі проектування студенти в рамках дисципліни "Проектування систем автоматизації" будуть виконувати і покрокову реалізацію, і тестування готових програмних рішень.

Висновки

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тім, що на відміну від існуючих методик, нова методика застосування комп'ютерного тренажера передбачає його інтеграцію у багатофункціональну комп'ютеризовану лабораторію промислової мікропроцесорної техніки, що підвищує ефективність практичного освоєння студентами методу проектування СОМЕТ за рахунок того, що при такій інтеграції в ході навчального процесу студенти можуть суміщати покрокове проектування ПЗ АСУ з його програмною реалізацією у комп'ютеризованій лабораторії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гирак П. Рациональное проектирование АСУ ТП / П. Гирак // Мир автоматизации. – 2010. – №4. – С. 71-73..
2. Сухоребрый В.Г Объектное проектирование АСУ ТП / В.Г. Сухоребрый, Ю.К. Швыдкий, А.С. Гристан // Мир автоматизации. – 2017. – №3. – С. 50-54.
3. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология [Электронный ресурс] / А.В. Соловов. – Режим доступа: - http://cnit.ssau.ru/news/book_solovov/oglavlenie.html.
4. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Г. Олссон, Дж. Пиани. – СПб: Невский диалект, 2011 – 557 с.
5. Гома Хасан. UML. Проектирование систем реального времени, распределенных и параллельных приложений / Хасан Гома. – М.: Издательство «ДМК», 2012. – 704 с.
6. Рабочие процессы RUP и диаграммы UML [Электронный ресурс] / Трофимов С. – Режим доступа: http://www.caseclub.ru/articles/rup_uml.html.
7. Папінов В.М. Багатофункціональна комп'ютеризована лабораторія для наскрізної практичної підготовки студентів спеціальності 151 / В.М Папінов, Я.А. Кулик // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2018. - №2(36). – С. 89-104.

Папінов Володимир Миколайович - канд. техн. наук, доцент кафедри АПТ, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vnpapinov@gmail.com;

Papinov Volodimir M. - Ph. D., Assistant Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: vnpapinov@gmail.com.