



Віртуальні лабораторні комплекси для навчального процесу і наукових досліджень

*Чорний О.П., Родькін Д.Й., Євстіфєєв В.О.,
Кременчуцький державний політехнічний університет
ім. М. Остроградського, м.Кременчук*

Незважаючи на те, що на зміну минулому сторіччю, названому століттям енергетики, прийшло століття інформації, а суспільство з індустріального перетворюється на інформаційне, більшість технологічних процесів в різних галузях діяльності людини як і раніше пов'язана з генерацією, перетворенням і споживанням електричної енергії. Електро-механічні системи (ЕМС) є основою комплексної механізації і автоматизації виробничих і технологічних процесів та визначають технічний прогрес і ефективність у всіх сферах народного господарства. Необхідність розробки нових, модернізації і експлуатації існуючих ЕМС, ставить задачі їхнього дослідження і діагностики для підготовки фахівців в галузі проектування і технічної експлуатації.

Могутнім засобом дослідження процесів функціонування ЕМС, інтенсифікації і підвищення продуктивності науково-дослідної і інженерної праці є дослідження на основі математичних моделей - комп'ютерне моделювання, що забезпечує оперативний розрахунок сталих і перехідних режимів роботи в штатних і нештатних експлуатаційних режимах. Методологічну і методичну основу математичного моделювання сучасних ЕМС на базі пристроїв силової електроніки і мікропроцесорної техніки складають системний підхід, імітаційне і аналітичне моделювання, чисельні методи дослідження моделей, причому як імітаційних, так і аналітичних. Труднощі моделювання ЕМС обумовлені їхньою неоднорідною фізичною природою, топологічною і математичною складністю моделей, необхідністю реалізації багаторівневого моделювання.

В даний час в усьому світі надбаний великий досвід з дослідження різноманітних енергетичних об'єктів і

процесів, що в них відбуваються. В значній мірі це відноситься до ЕМС і зокрема систем електроприводу. В залежності від задач дослідження використовуються різні методи, і вони складають дві великі групи: експериментальні і теоретичні. Розроблені методи призначені для дослідження установлених і динамічних режимів ЕМС і використовують як детерміновані, так і вірогіднісні підходи. Експериментальні методи дослідження здебільшого потребують спеціального обладнання, а у випадку, коли ЕМС лише проектується, їх застосування взагалі неможливе. Тоді дослідження виконуються теоретичним шляхом на основі створених математичних моделей.

Для вирішення задач проектування і дослідження ЕМС розроблена значна кількість прикладних математичних комп'ютерних пакетів. Серед зарубіжних фірм передові позиції в розробці програмних засобів моделювання займають MathWorks, MicroSim, Cadence Design Systems, Interactive Image Technologies, National Instruments, Spectrum Software, MathSoft, Wolfram Research. Розроблені ними віртуальні лабораторії застосовуються при проведенні експериментальних досліджень на ЕОМ - так звана simulation. Різні пакети програм відрізняються один від одного своїм призначенням, універсальністю, можливістю, вартістю, тощо. Серед найбільш відомих світових лідерів в галузі створення пакетів для моделювання та тренажерних технологій на їх основі можна назвати Raytheon Training (США), Thomson Training & Simulation (Великобританія, США, Франція), MedSim Advanced Medical Simulations, Ltd. Істотним розвитком ідеї комп'ютерних тренажерів є використання в них віртуального навколишнього середовища (віртуальної реальності VR). Серед організацій, що зай-

маються використанням VR у навчанні й тренажерних технологіях такі відомі фірми як Ford Motor, Northrop, Rockwell International, Boeing, Volvo.

Для дослідження і проектування електронних компонентів силової та мікроелектронної техніки, моделювання ЕМС добре зарекомендували себе прикладні пакети в основі яких використовувався пакет Pspice, OrCAD9, Realise DesignLab, Circuit Market. Найпоширенішими серед віртуальних лабораторій є Matlab, Mathcad, Electronics Workbench, LabVIEW і інші.

Останніми роками у сфері застосування інформаційних і комунікаційних технологій з'явився новий термін "Віртуальна урочна лабораторія" (ВУЛ) стосовно до технічної освіти. Концепція ВУЛ орієнтована на реалізацію вимог до комп'ютеризації інженерної підготовки, відповідає ідеям відкритого і дистанційного навчання і дозволяє, хоча б частково, згладити гостроту існуючих нині проблем матеріально-технічного забезпечення урочного процесу.

Нечисленні поки науково-методичні роботи з тематики ВУЛ обмежені, в основному, описом віртуальних приладів і лабораторних занять з їхнім використанням. Проте, в методологічному плані поняття ВУЛ для інженерної освіти набагато ширше і може інтегрувати в себе не тільки віртуальні прилади, але і віртуальні урочні кабінети конструкцій технічних об'єктів, системи математичного і імітаційного моделювання, урочні і промислові пакети прикладних програм, компоненти CALS-систем і т.п. А самі ВУЛ можуть використовуватися не тільки в лабораторному практикумі, але і в курсовому і дипломному проектуванні, в науково-дослідних роботах студентів.

Об'єднання локальних електронних компонентів урочних мате-

ріалів в учбові мультимедіа комплекси зазвичай виконуються за допомогою спеціальних авторських систем. Вони ж дозволяють готувати вправи для інтерактивного тренінгу і контролю знань. Про дидактичний інтерфейс також не потрібно піклуватися - авторські системи мають "програвач" підготовлених мультимедіа комплексів (Director 8 Shockwave Studio, Dazzler і Dazzler Deluxe, HyperStudio, ToolBook II; CourseBuilder, КАДІС, ОРОКС). Активно розвиваються останніми роками мережеві програмні системи управління учбовим процесом, такі як Learning Space, Top Class, WebCT, ІОС ОО і ін. Ці системи інтегрують основні функції організації електронного навчання - реєстрацію, підтримку самостійної роботи, організацію індивідуальної і групової взаємодії студентів і викладачів, проміжне і підсумкове тестування та ряд інших функцій, що підтримують, перш за все, дистанційні форми організації учбового процесу.

Найбільш близькими по структурі побудови ВУЛ є віртуальні лабораторні комплекси (ВЛК), які запроваджені в Кременчуцькому державному політехнічному університеті (КДПУ). Це комплекси "Електричний привод. Курс дистанційного обучения", який розроблений в Московському енергетичному інституті, "Лабораторний практикум для дистанційного обучения общетехнических дисциплинам" Новосибірського державного технічного університету, та комплекси, що впроваджуються на кафедрі електричних машин Харківського національного технічного університету "ХПІ". Комплекси проходять апробацію уже протягом 3-х років.

Ідея ВЛК з'явилася як природне продовження робіт із створення і впровадження в учбово-дослідницький процес вимірювально-діагностичних комплексів (ВДК) на базі сучасних цифрових пристроїв і систем. ВДК широко використовуються в лабораторіях кафедри систем автоматичного управління та електропривода (САУЕ) КДПУ та автоматизованого електропривода (АЕП) Криворізького технічного університету (КТУ), а також кафедрах інших вищих учбових закладів України, які співпрацюють з кафедрою САУЕ. Впровадження ВДК дозволило сформулювати нові вимоги до сучасного лабораторного обладнання профільної кафедри:

- обсяг досліджень, проведених на лабораторних комплексах, повинен охоплювати як можна більшу

кількість технічних дисциплін, передбачених навчальним планом;

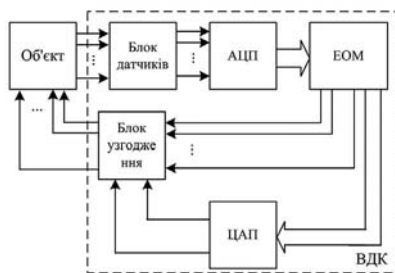
- лабораторне обладнання, призначене для навчального процесу, повинно бути складовою частиною дослідницької бази кафедри;

- максимальна відповідність рівню і спрямованості технічного прогресу, яка дозволить адаптувати фахівця до сучасних вимог та умов європейського рівня;

- широкі функціональні можливості, що містять елементи інтелектуального та пізнавального аспектів;

- доступність за ціною для навчальних закладів.

З урахуванням наведеного, були створені і широко впроваджені лабораторні вимірювально-діагностичні комплекси (ВДК), до структури яких входить електромеханічне обладнання (електричні машини, силові напівпровідникові перетворювальні пристрої, комутаційна апаратура), розгалужена система датчиків для контролю електричних і механічних величин, аналогово-цифрові (АЦП) і цифро-аналогові (ЦАП) перетворювачі, персональна ЕОМ.



Функціональна схема ВДК

Найважливішою ланкою правильного використання ВДК було визначення обсягу лабораторних робіт, що ефективно можуть проводитися, та особливостей створення методичного забезпечення до всього комплексу дослідження.

Виходячи з функціонального складу стендового устаткування можна виділити напрямки, в яких можливо виконувати роботи, наприклад, за напрямком "Електромеханіка":

- дослідження статичних і динамічних характеристик електричних машин постійного струму;

- дослідження статичних і динамічних характеристик електричних машин змінного струму;

- вивчення і дослідження енергетичних характеристик електричних машин постійного струму;

- вивчення і дослідження енергетичних характеристик електричних

машин змінного струму;

- вивчення характеристик приводу постійного струму при різних способах регулювання;

- вивчення характеристик приводу змінного струму при різних способах регулювання;

- вивчення принципів побудови і функціонування силових перетворювальних пристроїв;

- вивчення принципів побудови і функціонування систем імпульсно-фазового управління;

- вивчення характеристик перетворювальних пристроїв;

- вивчення характеристик тиристорного електроприводу постійного і змінного струму;

- вивчення принципів побудови і дослідження характеристик різних систем автоматизованого управління електроприводом;

- вивчення принципів побудови і дослідження цифрових систем управління та їхніх характеристик;

- вивчення основ цифрової обробки даних;

- дослідження електромагнітних і електромеханічних властивостей електричних машин;

- дослідження енергетичних показників систем електроприводу;

- дослідження систем динамічного навантаження машин постійного і змінного струму;

- дослідження несиметричних режимів роботи АД.

Аналіз наведеного переліку лабораторних робіт свідчить, що впровадження його на практиці можливе тільки за умов виконання декількох вимог до програмного забезпечення ВДК, яке повинне виконувати такі функції як:

- візуальне спостереження сигналів, що представляють методичний пізнавальний інтерес для характерних лабораторних робіт. Цей режим відповідає електронному осцилографу, що працює в реальному масштабі часу;

- аналіз контрольованих сигналів, включаючи гармонічний аналіз, компоненти цифрової обробки сигналів;

- можливість використання банку математичних моделей для дослідження процесів в електромеханічній системі;

- завдання управляючих сигналів з набору, характерного для всього комплексу лабораторних робіт;

- реалізація цифрових систем управління і регулювання параметрів електричних машин усього комплексу (зворотних зв'язків за швидкістю,

струмом, регуляторів з можливістю зміни їхніх настроювань та ін.);

- математичного апарата для виконання розрахункових операцій при дослідженні режимів роботи елементів комплексів, вивчення яких передбачено переліком лабораторних робіт;

- методичного забезпечення для підготовки і виконання конкретних лабораторних робіт.

Виконання роботи повинне здійснюватися за твердим, заздалегідь розробленим алгоритмом чи шляхом його створення за завданням оператора безпосередньо під час підготовки:

- пакета програмних і методичних матеріалів, що дозволяють здійснювати самопідготовку, контроль знань і допуск до роботи;

- пакетів програмних продуктів спеціальних модулів-імітаторів лабораторних комплексів, на яких можлива реалізація програм підготовки в режимі роботи віртуального устаткування.

Керований електропривод, який є ядром кожного стенду, і наявність комп'ютеризованої системи вимірювання і управління можуть в комплексі реалізувати гнучкі системи управління електроприводом. Таким чином, один комплекс охоплює в собі декілька курсів. Це дозволяє вивести лабораторні комплекси на сучасний етап розвитку техніки, поглибити наукові дослідження.

Ефективність і інформативність ВДК дозволила реалізувати цілий комплекс науково-дослідних робіт принципово нового характеру. Однак, недоліком ВДК, при всій його універсальності, є складність реалізації на широкий діапазон потужностей, що вимагає наявності вимірювальних комплексів практично на кожному лабораторному стенді.

Розв'язання цієї проблеми привело до створення віртуальних комплексів як ВДК і конкретного лабораторного обладнання. Це дозволяє перетворити ВЛК на ідеальний тренажер для придбання навичок в роботі на фізичному обладнанні оснащеного ВДК. Розробці таких комплексів в 2005-2007 р.р. на кафедрі САУЕ було присвячено близько 26 дипломних і 8 магістерських робіт.

Виконання комплексу робіт з віртуальних комплексів привело до розуміння того, що ВЛК це не просто модель електропривода із зручним інтерфейсом, а модель електромеханічного обладнання або електромеханічного комплексу з технологічним

механізмом. В цьому зв'язку стає очевидним, що роботи по віртуальному обладнанню необхідно розглядати, як можливість розв'язання проблеми: дефіциту робочого часу; ускладнення електромеханічних систем; необхідності вивчення фундаментальних основ перетворення всіх видів енергії (в кінематичних зв'язках; електричних контурах; магнітних зв'язках та ін.); нових принципів управління електромеханічними системами, у тому числі інтелектуальних. Такий підхід вимагає постановки нових задач в загальній проблемі розвитку освітнього процесу і наукового пошуку:

- чіткого розуміння істотної різниці між моделями взагалі, моделями процесів і моделями обладнання;
- формування моделі ВЛК, як аналога фізичного обладнання з можливістю настройки віртуальної моделі на його параметри;

- розвитку нових напрямів досліджень процесів і явищ, якості перетворення енергії, рушання механізмів, формування вібраційного фону в пускових і стаціонарних режимах роботи електромеханічних систем та інш.

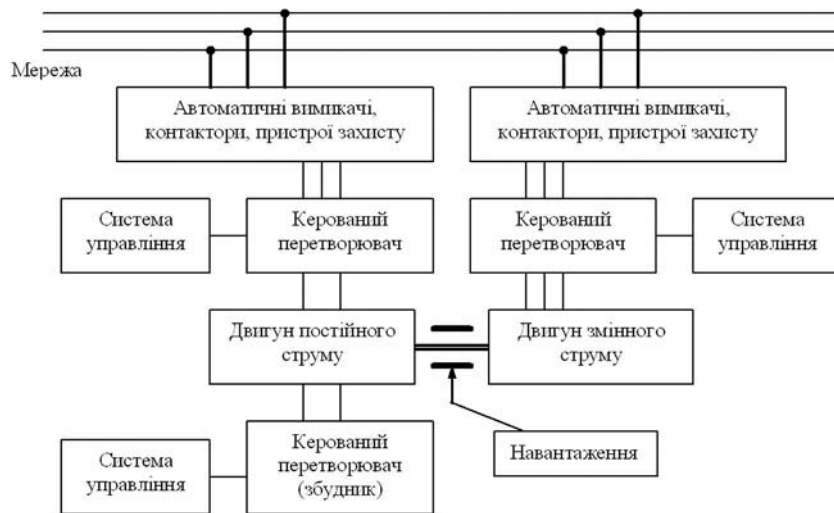
- використання ВЛК для вивчення енергопроцесів і формування їхніх показників і характеристик: енергоспоживання, енерговикористання і енергоуправління;

- використання технології інтегрованого вивчення технічної іноземної мови при підготовці студентів по фундаментальних і спеціальних дисциплінах;

- створення на основі ВЛК методології оцінювання якості навчання і рівня професійної підготовки фахівців.

Кафедра САУЕ Інституту електромеханіки, енергозбереження і комп'ютерних технологій (ІЕЕКТ) КДПУ має значний досвід створення комп'ютеризованих ВЛК, які дозволяють виконувати лабораторний практикум з електротехнічних дисциплін та проводити наукові експериментальні дослідження в галузі електромеханіки. Для дослідження електромеханічних систем професійно орієнтованих та спеціальних дисциплін запропонована єдина структура ВЛК. На основі запропонованої схеми виконуються лабораторні роботи з електричних машин - досліджуються "електричні двигуни"; з електричних апаратів - "автоматичні вимикачі, контактори, пристрої захисту"; з силової перетворювальної техніки - "керовані перетворювачі енергії"; з електричного приводу та систем управління електроприводами - всі елементи стенду, тощо. На наведеному ВЛК можна виконувати до 10-15 лабораторних робіт з кожної навчальної дисципліни. Модульна структура стенду і автономність математичних моделей його окремих елементів дозволяє виконувати експериментальні дослідження як системи в цілому, так і її складових, причому конфігурація системи і функціональні можливості стенду можуть легко змінюватися залежно від поставленої в лабораторному практикумі задачі.

До переліку програмних модулів належить інтерфейс користувача і підсистеми: модель мережі живлення, модель електроприводу, модель навантаження. Інтерфейс користувача містить засоби управління роботою віртуального лабораторного стенду (ВЛС) (кнопки, перемикачі), систему меню, засоби представлення число-



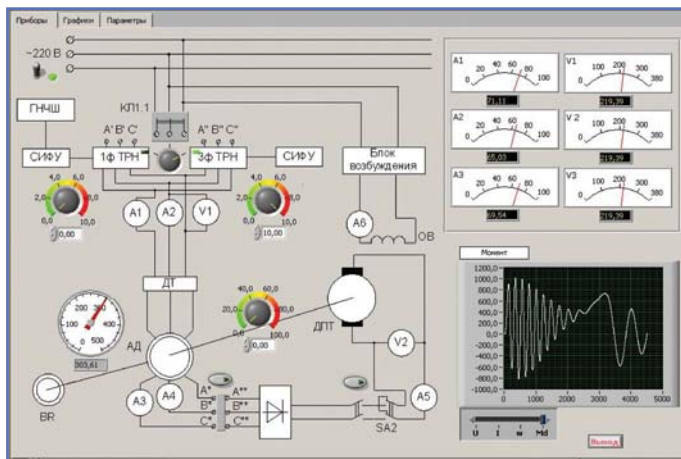
Функціональна схема універсального віртуального комплексу

вої, текстової і графічної інформації, дозволяє здійснювати інтерактивні дії на параметри моделей під час функціонування ВЛС.

Підсистема "Модель мережа живлення" призначена для моделювання напруги живлення шляхом завдання первинних її параметрів (амплітуди, частоти, фази). Модель надає можливість інтерактивної дії на параметри мережі.

Підсистема "Модель електропривода" призначена для моделювання режимів роботи електричного двигуна з перетворювачем енергії на основі систем диференціальних рівнянь. Для реалізації моделей вибрані як трифазна, так і ортогональні системи координат.

Програмне забезпечення в цілому має такі характеристики:

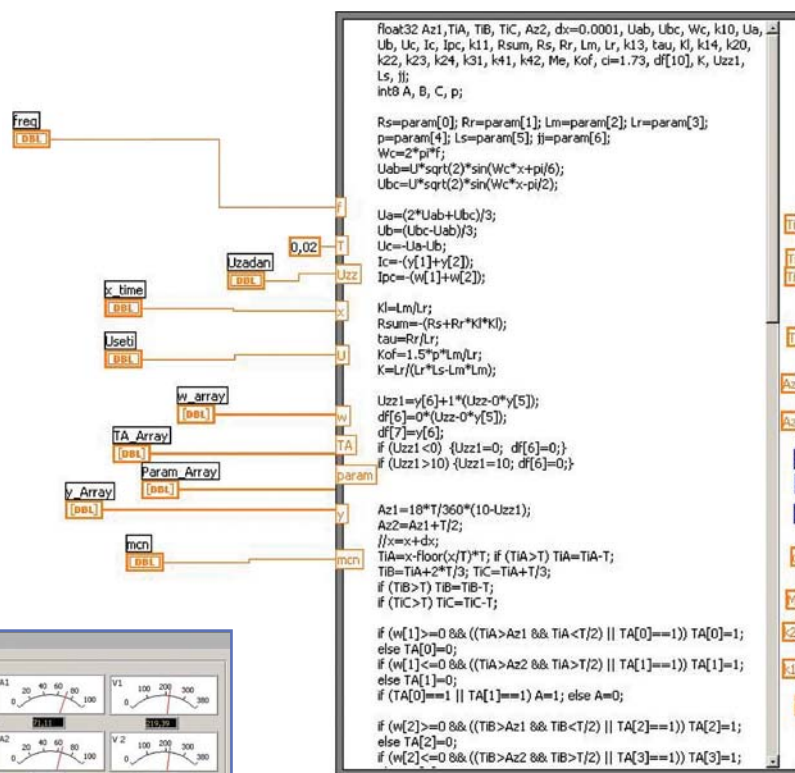


Віртуальний лабораторний стенд для дослідження тиристорних електроприводів змінного струму

- гнучку конфігурацію;
- графічний інтерфейс обслуговування з віконною технікою і управління маніпулятором;
- можливість інтеграції модулів до складу інших програмних продуктів шляхом створення бібліотек (DLL).

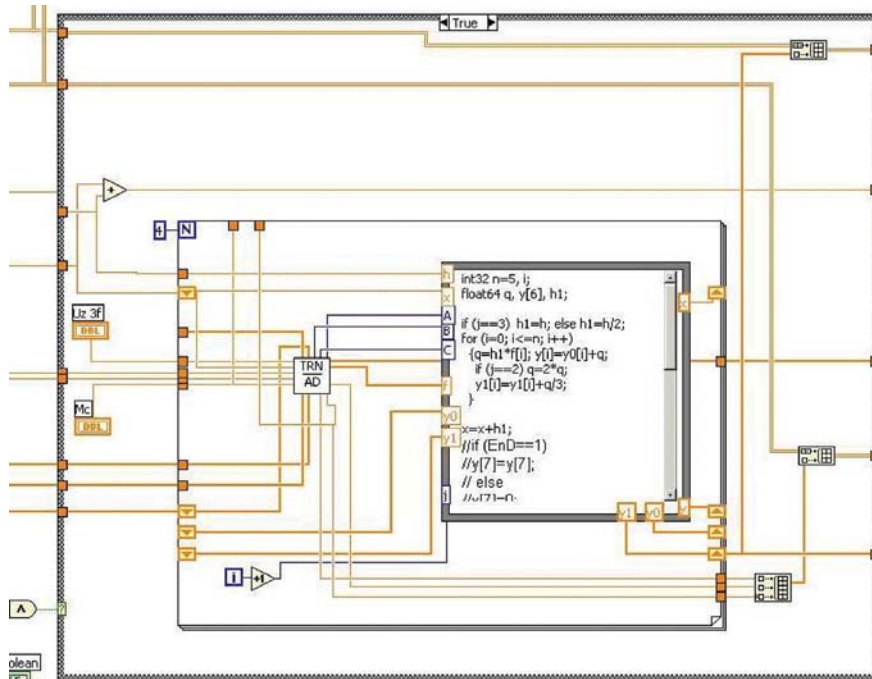
Вимоги до реалізації комплексу задач ВЛС передбачають можливість його майбутньої модернізації у випадках розширення його функціональних можливостей.

Основним елементом алгоритмічних структур ВЛС є математична модель. Програмна реалізація моделі виконана засобами пакету LabView і заснована на використанні конструкції Formula Node. Математична модель електропривода реалізована у вигляді SubVi. Для її вирішення розроблено програмне забезпечення, що реалізує метод Рунге-Кутта 4-го порядку з постійним кроком інтегрування. Розв'язання здійснюється в конструкції LabView Case в значенні



Фрагмент реалізації моделі

Тут відповідно до дій користувача - заданими параметрами і "значеннями органів управління" інтерфейсу користувача. Вихідними параметрами є вектор розв'язання системи диференціальних рівнянь, що описують модель. Крім того, в цьому блоці виконується формування вектора змінних стану для обчислення ефективних значень фазних струмів і напруг, а також виводу розрахункових осцилограм для їхнього перегляду і



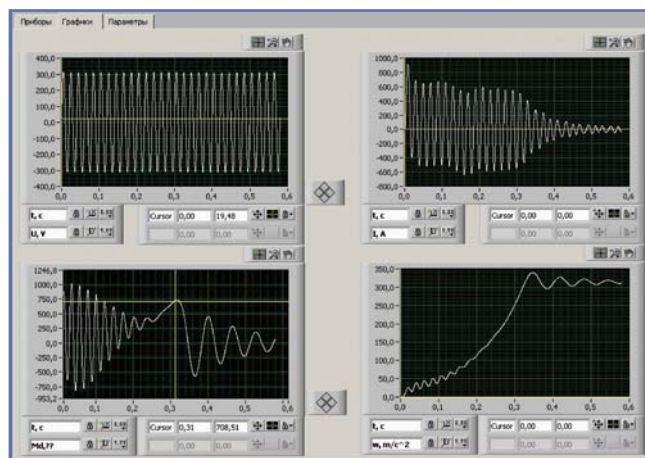
Фрагмент реалізації розв'язання рівнянь моделі з використанням методу Рунге-Кутта 4-го порядку

аналізу. Закладка "Графіки" забезпечує вивід осцилограм змінних стану для їхнього перегляду і аналізу відповідно до вибору користувача: вибір області для перегляду, її масштабування, перегляд амплітудних значень і т.п. Користувач здійснює управління виводом виключно за допомогою сервісних засобів, якими володіє використовуваний віртуальний прилад "Wavefrom Graph".

З використанням розробленої технології в 2005-2008 навчальних роках були виконані:

- розробки ВЛК для дослідження систем управління різними технологічними об'єктами в умовах лабораторій кафедри: компресорною уста-

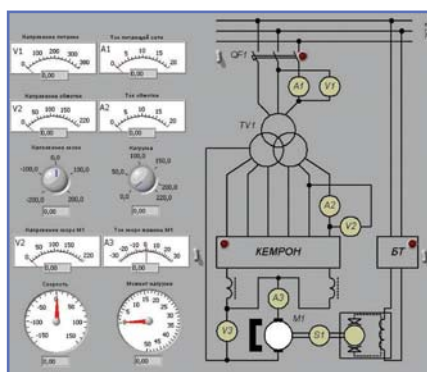
ДПС, системи Г-Д, а синхронного електроприводу з ТРН в ланцюгу статора, характеристик ДПС послідовного збудження, систем захисту асинхронних двигунів, полегшеного пуску привідного двигуна системи Г-Д, систем динамічного навантаження ДПС, тиристорного електроприводу постійного



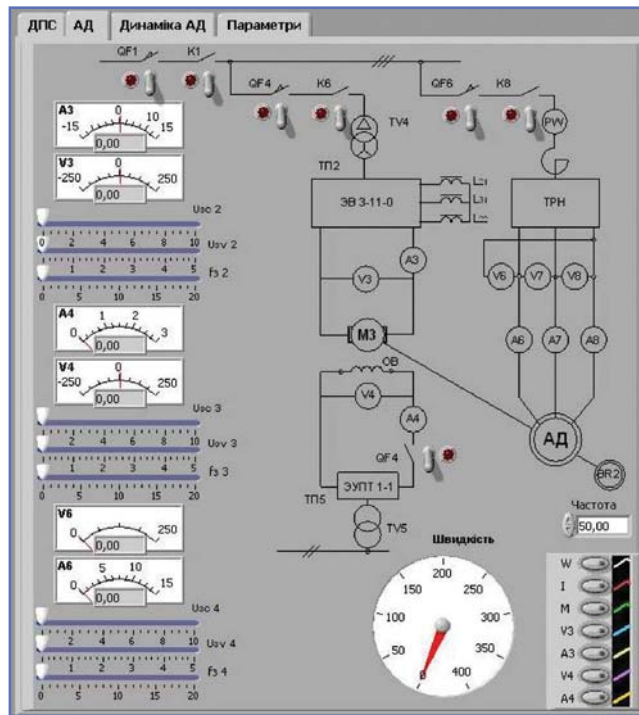
Зовнішній вигляд закладки "Графіки": основний режим

новкою, конвеєрною установкою, воздухоподувною, краном-штабелером, маслостанцією, гідротранспортною системою, робототехнічним комплексом, процесом нагрівання в печі, процесом згоряння вуглеводів та інш.;

- розробки віртуальних лабораторних комплексів для дослідження характеристик, режимів роботи і енергетичних процесів електроприводів постійного і змінного струму: електроприводу за системою ЕМП-



Комплексний електропривод постійного струму КЕМРОН



Двудвигунний електропривод

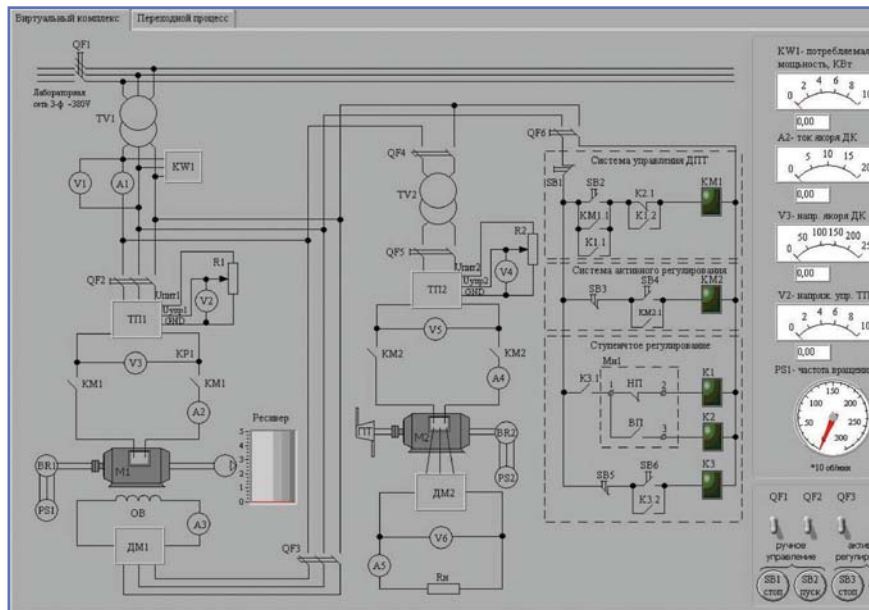
струму, електроприводу крана, енергоконтролю параметрів електромеханічних систем, енергетичних процесів в частотно-регульованому електроприводі, режимів примусового

охолодження електричних машин та інш.

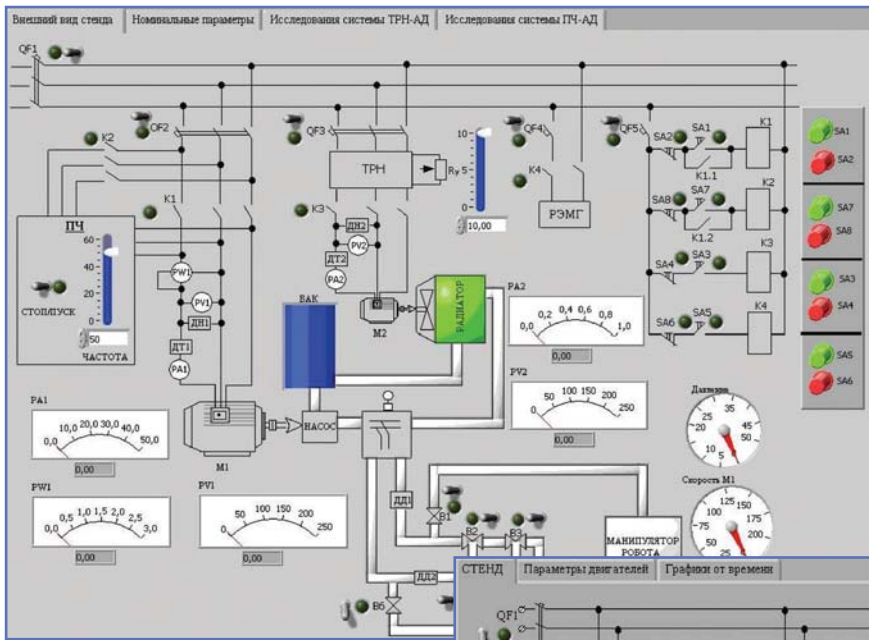
Виконані роботи дозволяють говорити про створення ВЛК спеціальностей "Електромеханічні системи ав-

томатизації і електропривод" та "Системи управління і автоматики", які забезпечують ефективний лабораторний практикум по професійно-орієнтованих і спеціальних дисциплінах.

Вирішення задачі оснащення ВЛК інструкціями з користування і відповідним методичним забезпеченням призвело до створення комп'ютеризованих навчально-методичних комплексів (КНМК) навчальних дисциплін спеціальностей "Електромеханічні системи автоматизації і електропривод" і "Системи управління і автоматики". До складу КНМК окрім



Автоматизований електропривод компресорної установки



Автоматизований електропривод нафтоналивної

ВЛС входить робоча навчальна програма, методичне забезпечення відповідної дисципліни, контрольні завдання, система тренінгу і контролю знань.

На сьогодні кафедрою виконані розробки КНМК з 16 навчальних дисциплін: системи цифрового керування; теорія електроприводу; системи керування електроприводом; автоматизований електропривод типових промислових механізмів; мікропроцесорні пристрої; теорія автоматичного управління; моделювання електромеханічних систем; системи живлення комп'ютеризованих систем управління; проектування електромеханічних систем; основи збору, передачі і обробки інформації та інш.

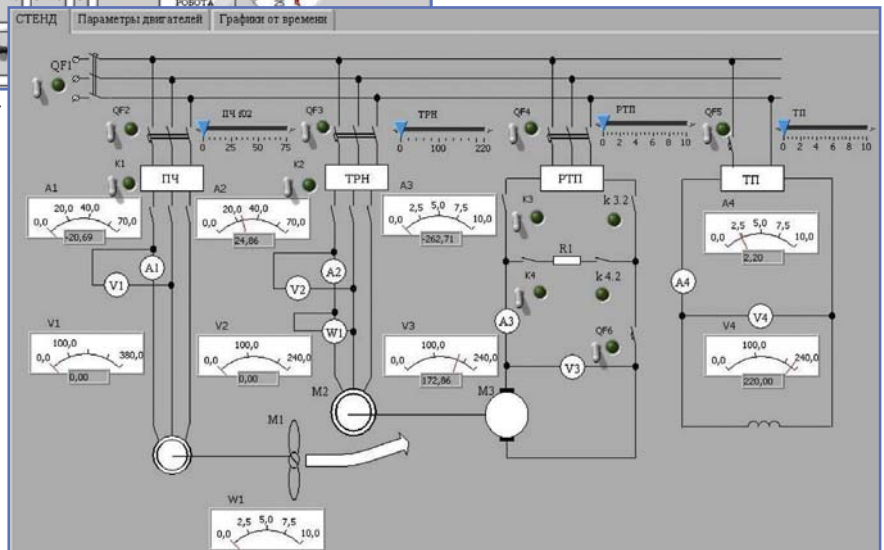
Один з таких комплексів, створений викладачами кафедри за участю студентів старших курсів, є КНМК дисципліни "Теорія автоматичного керування" - однієї з базових дисциплін навчального плану. Комплекс сформовано, як цілком закінчений програмний продукт, який може бути записаний на компактдиск і наданий студенту для виконання повного обсягу навчальної роботи з дисципліни. Навігація по комплексу здійснюється за допомогою зручного інтерфейсу користувача.

Головним елементом комплексу є робоча навчальна програма (РНП) дисципліни, яка містить її погодинний обсяг, тематику лекцій, перелік лабораторних і практичних занять, тематику розрахунково-графічних робіт, зміст самостійної роботи студента, список літератури. З будь-якого

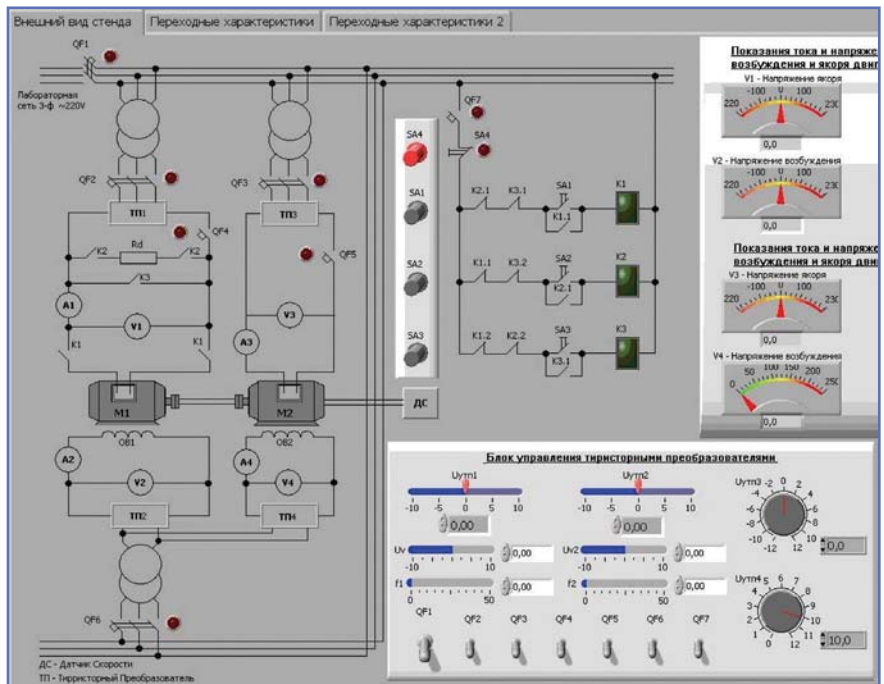
розділу РНП студент може перейти до електронного навчального посібника (ЕНП), відповідних методичних вказівок, електронної бібліотеки з даної дисципліни. Усі складові комплексу також пов'язані між собою, що дозволяє студенту на будь-якому етапі роботи звернутися до необхідного документу.

Одним з найважливіших переваг комплексу є наявність у його складі ВЛК, що дозволяє студенту самостійно підготуватися і повністю виконати необхідний лабораторний практикум з дисципліни.

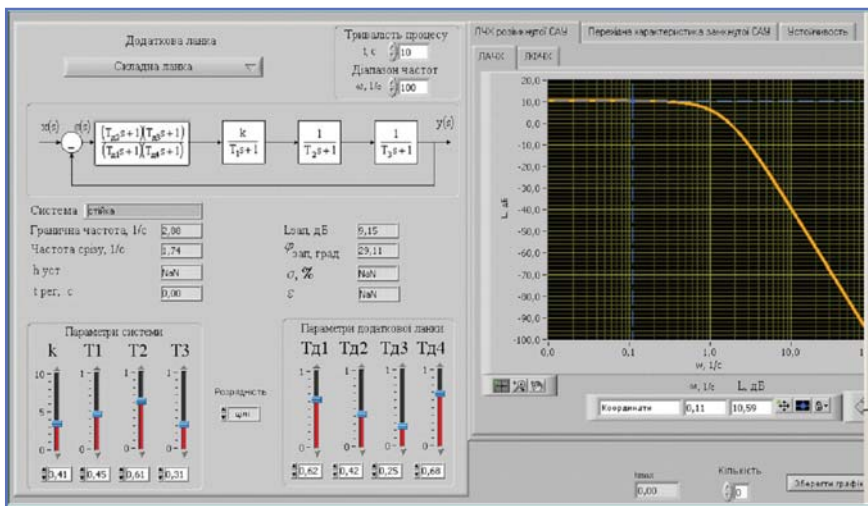
ВЛК розроблено у середовищі пакету LabVIEW. Електронні методичні вказівки до лабораторних робіт до-



Система примусового охолодження електричних машин



Система випробування електричних машин



Лицьова панель стенду 4

воляють студенту отримати необхідну теоретичну інформацію, ознайомитись з віртуальним лабораторним стендом, вивчити порядок виконання роботи. Особливістю цих вказівок є те, що вони містять інструкцію користувача віртуального лабораторного комплексу, яка супроводжується відеороліками і звуковими коментарями, що пояснюють порядок роботи зі стендами. Після виконання лабораторної роботи студент має можливість автоматично сформувати відповідний звіт, який зберігається в окремому файлі.

Складова ВЛК, що присвячена лінійним САК містить чотири віртуальних лабораторних стенди і дозволяє виконувати такі лабораторні роботи:

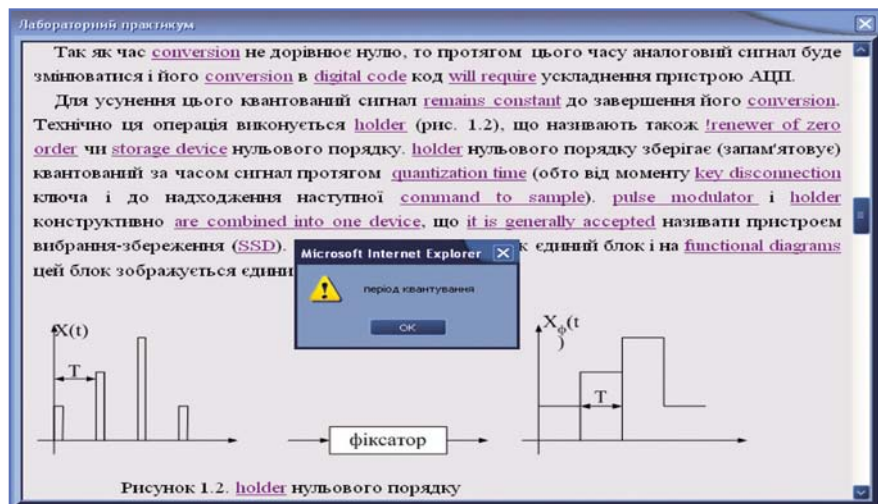
- дослідження часових і частотних характеристик типових динамічних ланок (стенд 1);
- дослідження впливу зворотних зв'язків на властивості типових динамічних ланок (стенд 2);
- дослідження систем із запізненням (стенд 3);
- дослідження методів забезпечення стійкості лінійних безперервних систем (стенд 4);
- дослідження методів підвищення точності регулювання в усталених режимах (стенд 4);

Усі стенди дозволяють:

- виконувати необхідні дослідження у двох режимах: одноразовому і циклічному;
- у циклічному режимі у динаміці спостерігати, як впливають зміни параметрів ланок чи системи (постійний час, коефіцієнту передачі, коефіцієнту демпфірування) на їх характеристики;
- змінювати час розрахунків часових характеристик і діапазон частот

для побудови частотних характеристик;

- у одноразовому режимі виконувати розрахунок до п'яти характеристик



Вікно програми (текст з імплементованими англійськими технічними термінами)

тик для різних значень параметрів і фіксувати необхідні графіки для звіту з лабораторної роботи;

- спостерігати поточні значення досліджуваних функцій.

Стенд 4 також дозволяє автоматично аналізувати стійкість системи, визначати граничні значення параметрів елементів системи, частоту зрізу, запаси стійкості за фазою і амплітудою для стійкої системи, прями показники якості (час регулювання, перерегулювання, помилку керування в усталеному режимі).

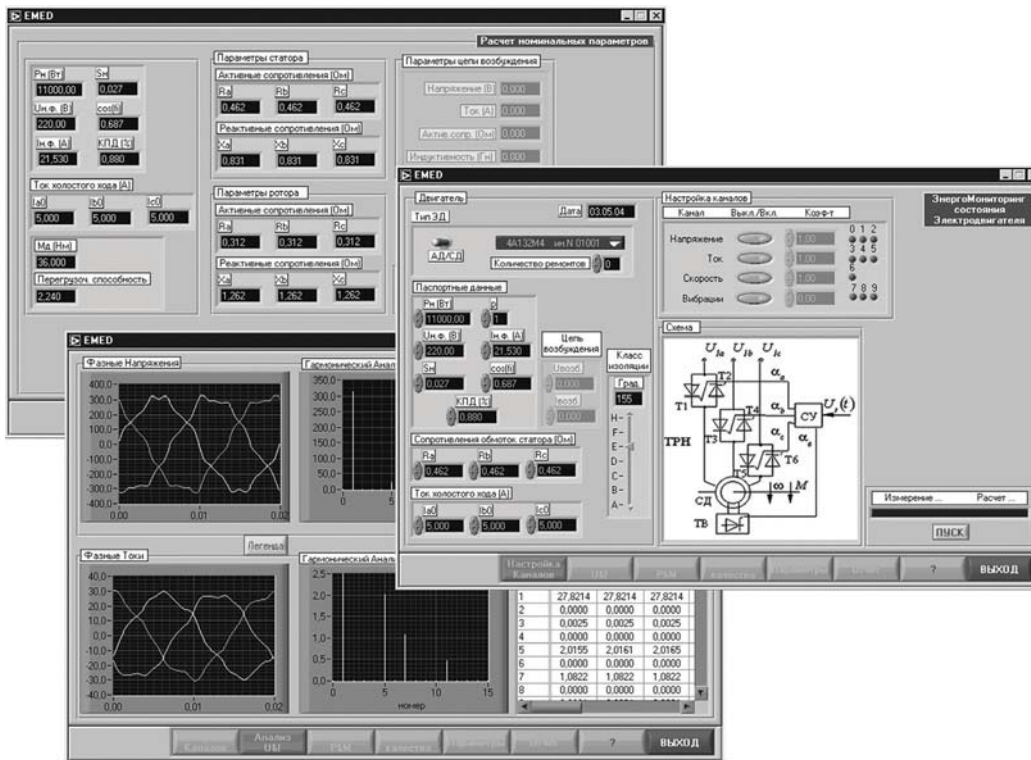
До складу КНМК обов'язково входить система контролю рівня отриманих знань, яка містить тести для контролю знань з окремої теми лекційного матеріалу, теми практичного заняття, тести для допуску до ла-

бораторних занять і захисту виконаних лабораторних робіт, тести модульного і семестрового контролю знань. Використання даної підсистеми під час самостійного вивчення навчальної дисципліни дозволяє студенту отримати інформацію щодо рівня отриманих знань, і таким чином тестування стає частиною процесу самонавчання. Результати тестування подаються у вигляді протоколу, який може бути сформований у двох формах: скороченій і повній. Скорочена форма містить таку інформацію: П.І.Б. студента, академічну групу, кількість питань, набрану кількість балів, кількість і відсоток вірних відповідей.

Комплекс можна використовувати під час вивчення інших навчальних дисциплін: системи керування електроприводом, системи оптимального керування, цифрові системи керування, методи оптимізації керуючих алгоритмів, тощо. Важливою особ-

ливістю всіх розроблених КНМК є те, що вони не потребують інсталяції на комп'ютері користувача пакетів програм, у середовищі яких створено комплекси. Створення ВЛК і КНМК навчальних дисциплін дозволяє вирішити одне з основних питань з організації підготовки фахівців-електромеханіків - організація ефективного тренінгу студентів, з точки зору придбання навичок практичної роботи з електромеханічним обладнанням і розуміння фізичних процесів, що відбуваються.

Однією з особливостей ВЛК є те, що в окремі види лабораторних робіт включений практикум з інтегрованим вивченням англійської мови професійного спрямування. Для забезпечення необхідного рівня володіння



Віртуальний комплекс для діагностики електромеханічних систем

англійською мовою розроблена технологія формування умінь і навичок самостійної роботи з іноземною фаховою літературою, яка передбачає імплементування англословних технічних термінів в текст теоретичної частини лабораторної роботи. На початку роботи студент проходить тестування щодо вхідного рівня знань з технічних термінів англійською мовою, що мають відношення до лабораторної роботи, яку студент має виконати. За результатами тестування студенту надається право роботи з одним із текстів теоретичної частини практикуму, які відрізняються один від одного за рівнем складності. Рівень складності тексту визначається кількістю англословних технічних термінів, імплементованих в текст. Так, текст першого рівня складності має 20% від загальної кількості термінів, другого - 50%, третього - 80%, четвертого - повністю англословний. Імплементовані англословні терміни є

гіперпосиланнями, що дає змогу студенту, при необхідності, отримати їх переклад та почути вимову.

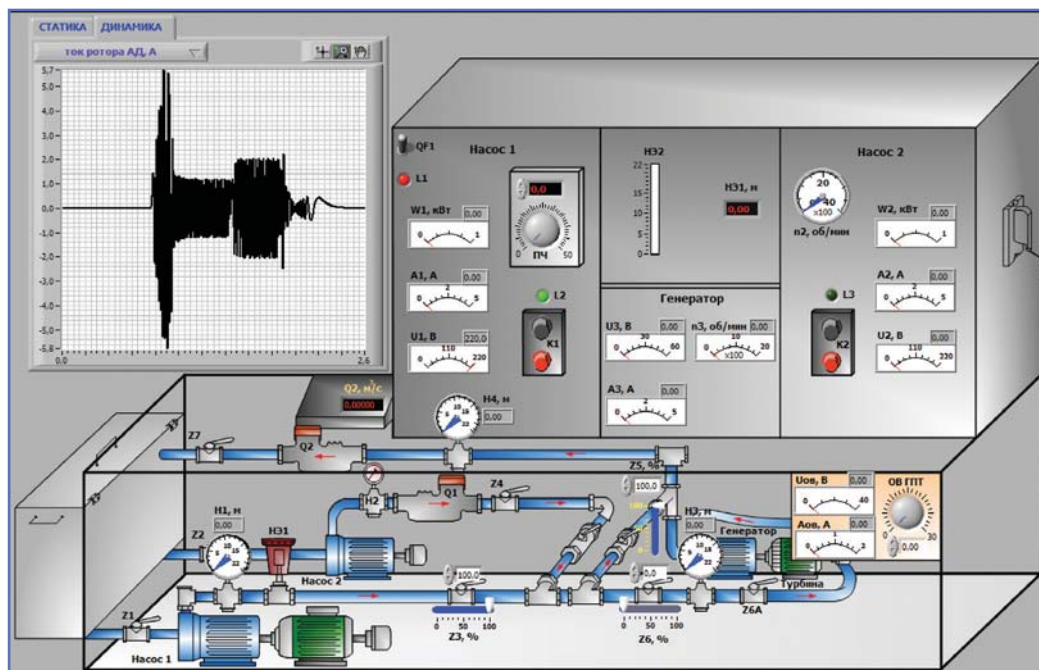
Після закінчення роботи з теоретичною частиною, студент має відповісти на контрольні запитання для отримання допуску до практичної роботи в лабораторії.

Програма також має блок статистичних даних, де фіксуються наступні параметри:

- номер лабораторної роботи;
- дата;
- час, затрачений на роботу з теоретичною частиною та відповіді на контрольні запитання;
- рівень складності тексту;
- лексичні одиниці, до перекладу яких звертався студент;
- кількість звернень до перекладу окремих лексичних одиниць;
- результати відповіді на контрольні запитання.

Крім того, програма містить статистичні діаграми, які будуються за результатами всіх лабораторних робіт, які виконувалися кожним студентом. А саме:

- рівень складності тексту, з яким працював студент;
 - терміни, до перекладу яких звертався студент, кількість звернень.
- За допомогою цих даних простежується динаміка розвитку умінь і навичок самостійної роботи з англословною фаховою літературою. Критерієм сформованості умінь та навичок самостійної роботи з англословною фаховою літературою вважається робота студента з текстом четвертого рівня складності. Дані експерименту показу-



Мнемосхема віртуального лабораторного гідротранспортного комплексу

ли досить високу ефективність розробленої технології.

Окрім використання пропонованих віртуальних комплексів в учбовому процесі для самостійної роботи студентів і дистанційного проведення лабораторних робіт, можливе також їх впровадження в промисловості і в галузі наукових досліджень. Особливо цікавим є створення мобільних віртуальних комплексів, що дозволяють проводити необхідні дослідження безпосередньо в умовах виробництва, оперативно отримувати і обробляти результати моделювання і формувати рекомендації по підвищенню якості управління і ефективності використання реального устаткування.

На кафедрі САУЕ розроблений комплекс, що складається з реального обладнання і програмно-апаратної підтримки (пакет LabVIEW), призначений для діагностики електричних двигунів в умовах цеху 12 АТ "Укртатнафта". Створена за допомогою технології віртуальних інструментів зовнішня оболонка, що значно спростила розв'язання питань вибору схеми, введення початкових даних, відображення виміряних величин, висновку результатів розрахунку.

Впровадженню розроблених систем на промислових підприємствах передувє велика дослідницька робота. В цьому випадку розроблені віртуальні лабораторні комплекси дозволяють наочно досліджувати статичні й динамічні режими роботи технологічного обладнання, вивчення його ефективних режимів роботи. Прикладом є ВЛК для дослідження гідравлічних процесів у трубопровідній мережі й аналізу режимів роботи насосної установки при різних способах регулювання продуктивності й напору. Розроблений ВЛК дозволяє вирішити цілий ряд дослідницьких задач: аналіз технологічних можливостей і енергетичних показників різних методів регулювання технологічних параметрів; дослідження динамічних процесів у трубопровідній мережі; визначення регульовальних і енергетичних характеристик систем регульованого електропривода; дослідження групової роботи турбомеханізмів і інш.

Висновки. Створення універсальних комп'ютеризованих віртуальних лабораторних комплексів на основі єдиного підходу з відповідним методичним забезпеченням, систе-

мою тренінгу і контролю знань дозволяє організувати ефективний лабораторний практикум по циклах електротехнічних дисциплін і тим самим вирішити дану задачу в достатньо короткі терміни з якнайменшими фінансовими витратами. Доцільність і ефективність створення комплексів обумовлена тенденцією зростання обсягу самостійної роботи студентів з одночасним зменшенням кількості аудиторних занять, недостатньою кількістю, а іноді і відсутністю сучасної технічної літератури з дисциплін, необхідністю матеріальних витрат на організацію традиційного лабораторного практикуму. Крім того, запропоновані комплекси безумовно є корисними для заочної та дистанційної форми навчання.



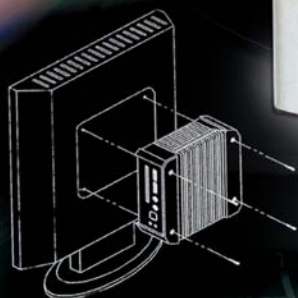
КОНТАКТИ:

тел.: +8 (05366) 36000, 25167
e-mail: apch@polytech.poltava.ua

Powerful, Silent but Mini*

Миникомпьютеры eBox-3300**

- CPU MSTI PDX-600 1GHz (Без кулера)
- onboard 256MB DDR2
- 3xUSB, CF, microSD slot
- mini PCI slot (опц.)
- 1(2)xLAN, 2xRS-232 (опц.)
- 24-bit GPIO (опц.)
- 2,5" HDD монтаж
- PXE boot



ХОЛИТ™ Дельта Системс

(044)241-8739, 492-3108(09) www.holit.ua

*Потужний, тихий, але малий

**Мінікомп'ютери eBox-3300