

промисленості України. – Херсон, 2005. – № 1 (10). – С. 142–150.

3. Сус В.Б. Алгоритм послойного расчёта изменения параметров структуры паковки в поле центробежных сил / В.Б. Сус // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – Херсон: 2006. – № 2 (12). – С. 77–82.

4. Сус В.Б. Подсистема обработки и визуализации результатов компьютерного моделирования структуры паковки / В.Б. Сус // Вестник Херсонского государственного технического университета. – Херсон: 2005. – № 3 (23). – С. 164–167.

5. Задача раздельного отображения контуров сечений разнонаправленных витков в модели структуры паковки: материалы международной научно-практической конференции [“Легкая и текстильная промышленность: современное состояние и перспективы”], (Херсон, 27–29 сент. 2011г.) / М-во образ. и науки, молод. и спорта Украины, Херс. нац. тех. ун-т, Хмельн. нац. ун-т, Киевск. нац. ун-т технол. и дизайна. – Х. Херс. нац. тех ун-т, 2011. – 103 с.

Надійшла 14.5.2012 р.

Рецензент: д.т.н. В.В. Марасанов

УДК 621.316

О.С. РУБАНЕНКО, К.І. КРАВЦОВ, О.О. РУБАНЕНКО

Вінницький національний технічний університет

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Запропоновано для діагностування регуляторів під навантаженням (РПН) трансформаторів високої напруги використовувати мікропроцесорну систему діагностування РПН (СДРПН). Проаналізовано вимоги до СДРПН, виділено основні особливості її структурної схеми. Вдосконалено структурну схему СДРПН.

Proposed for diagnosis of regulator under load (RUL) of high voltage transformers use microprocessor system diagnostics of RUL. Analyzed of requirements for RUL diagnostics system, highlighted the main features of its structural scheme. Improved structural scheme the RUL diagnostics system.

Ключові слова: регулятор під напругою, система діагностування РПН.

Вступ. Властивістю сучасних ЕЕС, яка ускладнює процес керування і значно зменшує ефективність керувальних впливів, є зростання частки обладнання, яке відпрацювало нормативний термін. В разі необхідності продовження його експлуатації, актуальною стає проблема визначення поточного стану та залишкового ресурсу. В багатьох країнах світу, а серед них і в Україні, частка обладнання, яке відпрацювало свій паспортний ресурс, перевищила половину [1]. Тому ознакою сьогодення є підвищення вимог із забезпечення безпечної і безаварійної експлуатації такого обладнання. Це викликано спадом темпів створення нового обладнання, зростанням потужності енергооб'єктів і зростанням конкуренції між енергокомпаніями, викликані переходом до ринку електроенергії.

Керування параметрами нормального режиму електроенергетичних систем (ЕЕС) може здійснюватись з використанням РПН трансформаторів [2]. Однак, термін експлуатації багатьох трансформаторів перевищує 25 років [3]. Подальша експлуатація такого застарілого обладнання вимагає вдосконалення методів і засобів контролю РПН трансформаторів з метою врахування їх технічного стану в процесі керування параметрами нормального режиму. Діагностування силового електротехнічного устаткування зокрема силових трансформаторів, сьогодні стає звичним технічним заходом підвищення надійності і якості електропостачання [4]. Тому актуальною є задача моніторингу за станом силового обладнання з метою визначення поточної якості функціонування. Метою роботи є вдосконалення мікропроцесорної системи діагностування РПН трансформаторів, що дозволить визначати якість їх функціонування.

Мікропроцесорна система діагностування РПН трансформаторів складається з пристрою діагностування РПН трансформаторів, персональної електронної обчислювальної машини (ПЕОМ), з'єднувальних проводів.

Вимоги до пристрою діагностування РПН трансформаторів.

В наш час в Україні експлуатуються багато пристроїв та систем, які дозволяють діагностувати РПН з метою визначення його технічного стану за більшою кількістю діагностичних параметрів, а саме «Рекон» (НВП «Рекон»), «Ганімед» (ТОВ Димрус, Росія), мікропроцесорна система діагностики контактів контактора регуляторів напруги трансформаторів (ДІАРПН) (Інститут мікропроцесорних систем керування об'єктами електроенергетики НУ “Львівська політехніка”) та інші [5– 7]. Тому, пропонуємо систему діагностування РПН трансформатора (СДРПН) [8], яка задовольняє наступним вимогам: час встановлення робочого режиму системи не перевищує 1 хв з моменту її увімкнення в мережу; у випадку знеживлення система забезпечує збереження введеної в неї інформації, а також інформації, отриманої під час роботи, на період не менше шести місяців, система забезпечує зчитування накопиченої інформації на флеш – карту з наступним перенесенням її на переносний комп'ютер; живлення системи здійснюється від мережі змінного

струму напругою 220 В, частотою 50 Гц з допустимим відхиленням напруги +10 %... – 20 %; потужність, що споживається системою від мережі живлення не перевищує 80 ВА; електричний опір ізоляції між електричними колами живлення і металевими частинами корпусу не менше – 20 МОм, ізоляція вхідних і вихідних кіл блоку обробки сигналів системою в нормальних кліматичних умовах випробувань, встановлених ГОСТ 1510 повинна витримувати випробувальну напругу змінного струму 1500 В частотою 50 Гц протягом 1 хв; встановлене напрацювання на відмову має бути не менше 4000 годин, при середньому напрацюванні на відмову 20000 годин; система працює в умовах вібрацій та задовольняє вимогам групи М2 згідно з ГОСТ 17516.1. Робочі умови експлуатації системи: температура навколишнього середовища від – 30 °С до + 50°С; відносна вологість до 80 % для температури + 20°С. Дозволяюча здатність приладу за часом, під час запису осцилограм – 0,1 мсек. Діапазон встановлення уставки автоматичного запуску запису осцилограм від величини виставленої уставки не перевищує 5 %.

СДРПН трансформатора дозволяє не лише контролювати часові характеристики РПН, а й здійснювати автоматичне керування приводом РПН під час його діагностування, послідовно подаючи керувальні впливи з першої до останньої відпайки і назад. Порівнюючи час на виконання кожної з цих операцій можна додатково визначити стан вибирача РПН.

Особливості структурної схеми системи діагностування РПН.

Структурна схема пристрою діагностування РПН (ПДРПН-1) показана на рис. 1.

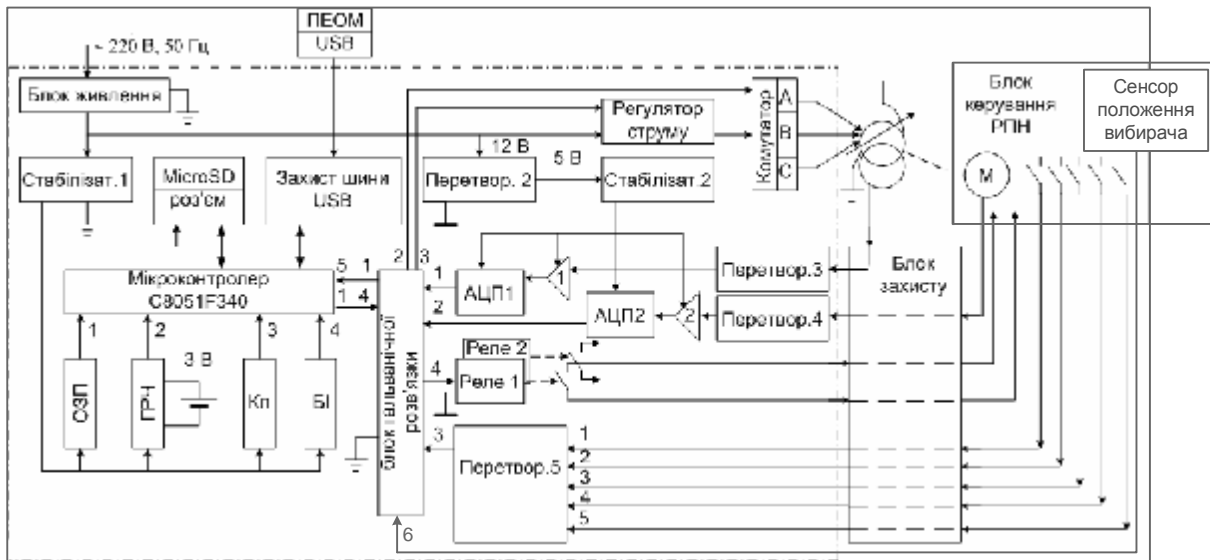


Рис. 1. Структурна схема системи діагностування СДРПН

Ця система побудована на базі мікроконтролера С8051F340 (рис. 2).

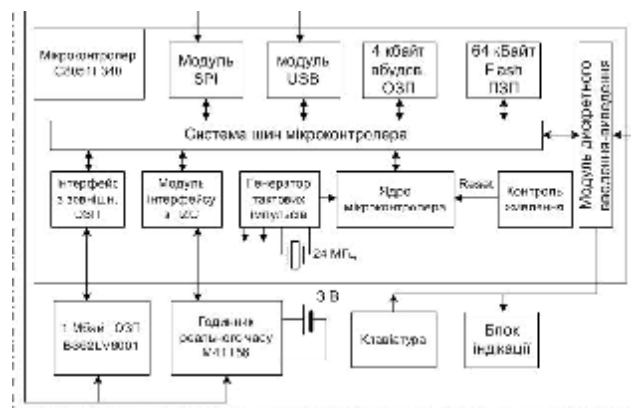


Рис. 2. Структурна схема контролера

СДРПН складається з наступних блоків: мікроконтролер С8051F340, що містить ряд вбудованих модулів, основними з яких є програмне ядро 8051, генератор тактових імпульсів, 64 КБ Flash постійний запом'ятовуючий пристрій (ПЗП), системний 4 КБ оперативний запом'ятовуючий пристрій (ОЗП), модуль інтерфейсу із зовнішнім ОЗП, модулі дискретного введення/виведення; модулі послідовних інтерфейсів USB, SPI, I2C; блок живлення з вихідною напругою +12 В; 1 МБ ОЗП даних BS62LV8001, який використовується для тимчасового збереження вимірних значень у процесі вимірювання; FLASH-карта пам'яті формату microSD, призначена для збереження даних у автономному режимі роботи; годинник реального часу (ГРЧ) M41T56 з літєвою батарейкою, призначений для фіксації дати та часу вимірювання

при роботі пристрою у автономному режимі роботи; клавіатура (Кл) та блок індикації (БІ), призначені для керування пристроєм у автономному режимі роботи; блок гальванічної розв'язки, що використовується для захисту оператора від можливих, наведених на обмотках трансформатора, напруг; блок захисту від перенапруги, призначений для захисту вимірвальних кіл пристрою; первинний перетворювач та підсилювач, призначені для перетворення вхідного сигналу до допустимих значень; аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), які використовуються для перетворення вхідного сигналу у цифрову форму. Стабілізатор напруги 1, призначений для стабілізації напруги в колах живлення мікроконтролера та інших елементів пристрою. Стабілізатор напруги 2 призначений для стабілізації напруги в колах живлення підсилювачів 1, 2 та АЦП. Реле 1, реле 2 – для керування пуском РПН (рух контактів вибирача «вперед» і «назад» відповідно). Перетворювач 2 DC/DC RB 1205S призначений для перетворення рівня випрямленої напруги 12 В і 5 В. Стабілізатор 2 LD1117S53 призначений для стабілізації випрямленої напруги, яка живить ФЦП1, АЦП 2, підсилювач 1 та 2. Перетворювачі 3 та 4 узгоджують рівні та попередньо перетворюють вхідні аналогові сигнали струму в фазі електричного двигуна приводу РПН та напруги на обмотці однієї з фаз низької напруги випробовуваного силового трансформатора. Часто причиною пошкодження електричного двигуна є його перевантаження, яке викликане пошкодженнями елементів механічної частини приводу. Тому достатньо використовувати лише один сенсор струму обмотки статора електричного двигуна. З метою обмеження величини випрямленого струму через регульовальну обмотку трансформатора, з метою захисту джерела живлення від надструмів та з метою оптимізації рівня сигналу на обмотці низької напруги пропонується використовувати регулятор струму тестового сигналу, а з метою почергового подавання напруги на фази А, В та С регульовальної обмотки – блок комутатора. Перетворювач 5 рівня напруг зменшує величини напруг які надходять на його входи: від електроконтактних сенсорів (входи 1, 2) крайніх положень вибирача РПН (коли трансформатор працює на першій або останній відпайці), від сенсора роботи приводу РПН (вхід 3), від сенсорів початку подачі команди на роботу РПН (входи 4, 5). Блок захисту від перенапруг містить розрядники та дільники напруг. Сенсор положення вибирача є сенсором кутового пересування і передає дані у вигляді дискретного сигналу.

Робота СДРПН. До регульовальної обмотки однієї з фаз силового трансформатора прикладається випрямлена напруга такого рівня, який не призводить до нагрівання обмотки, але спричиняє перенасичення сталі трансформатора. З метою захисту джерела випрямленої напруги, в коло джерела тестового сигналу випрямленої напруги послідовно включений струмообмежувальний регульований опір. У регульованій обмотці силового трансформатора, під час перемикачів, виникають перехідні процеси, які трансформуються і призводять до появи напруги на обмотці низької напруги. Вхід приладу, який призначений для вимірювання аналогового сигналу під'єднується (через блок захисту від перенапруг та первинний перетворювач) до обмотки низької напруги випробовуваної фази силового трансформатора. Аналіз проміжків часу між характерними для контактора РПН (зі струмообмежувальними резисторами) змінами величини тестового сигналу перехідного процесу дозволяє визначити часові характеристики роботи РПН, а амплітуда та тривалість цих процесів характеризує стан контактної системи контактора РПН.

Перед вимірюванням оператор вмикає живлення пристрою, здійснює початкове налаштування його параметрів, фіксує дату та час випробування.

Для забезпечення більшої універсальності використання СДРПН, передбачено два режими його роботи: робота під управлінням ПЕОМ та автономний режим. В першому режимі керуюча програма на ЕОМ по інтерфейсу USB передає команди оператора до СДРПН, контролює процес вимірювання, зчитує результати вимірювань, записує їх до бази даних та забезпечує можливість подальшої обробки, аналізу та роздрукування результатів. В автономному режимі оператор за допомогою клавіатури та блоку індикації задає основні параметри випробування та підтверджує запис результатів у FLASH-карту пам'яті. Після проведення серії випробувань, інформація з FLASH-карти переноситься до ЕОМ і обробляється подібно до першого режиму роботи. Інформація з FLASH-карти може бути перенесена як за допомогою будь-якого зчитувача, так і за допомогою самого пристрою підключеного до ЕОМ по інтерфейсу USB.

Перевагою першого режиму роботи є можливість швидкого аналізу результатів вимірювань безпосередньо на місці випробувань, але при цьому передбачається наявність переносної ЕОМ. В автономному режимі необхідності у переносній ЕОМ немає, але погіршується оперативність роботи.

Під час роботи під управлінням ПЕОМ оператор, вибирає режим випробувань РПН: одиночне перемикач «вперед», одиночне перемикач «назад», автоматичне перемикач з першої до останньої відпайки «вперед», автоматичне перемикач з першої до останньої відпайки «назад», автоматичне перемикач з першої до останньої відпайки «вперед» і «назад» з перемикач тестового сигналу послідовно з регульовальної обмотки фази А на обмотку фази В, а потім С. Результати осцилографування кожного перемикач кожної фази передаються в ПЕОМ де упорядковуються і зберігаються. В подальшому, програмним шляхом, для одноіменних відпайок різних фаз за умови однакових напрямів руху вибирача РПН («вперед», «назад») результати випробувань розташовуються в одних координатних вісях. Це дає можливість контролювати різночасність спрацювання РПН різних фаз.

В автономному режимі оператор подає команду на перемикач користуючись обладнанням шафи керування РПН. Синхронно із запуском перемикач РПН автоматично здійснюється запуск вимірювання. Для цього сигнал від відповідних сенсорів подається на 4 або 5 входи перетворювача 5, які контролюють момент початку роботи РПН. Сигнал з обмотки низької напруги відповідної фази силового трансформатора

через блок захисту від перенапруг, перетворювач 3 надходить до підсилювача, які перетворюють амплітуду вхідного сигналу до рівня 3 В. Отриманий сигнал надходить до аналого-цифрового перетворювача АЦП1.

Мікроконтролер через блок гальванічного розв'язування опитує аналого-цифровий перетворювач з періодом 0,1 мс і записує отримане значення амплітуди сигналу до оперативного запам'ятовуючого пристрою (ОЗП). Після закінчення циклу вимірювання, попередньо оброблені результати з ОЗП, залежно від режиму роботи, записуються у FLASH-карту пам'яті або передаються по інтерфейсу USB до керуючої ЕОМ.

Аналіз результатів вимірювань здійснюється за допомогою спеціально розробленої програми, що працює під керуванням операційної системи Windows XP або Windows 7. Програма створює та обробляє спеціалізовану базу даних вимірювань. Інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс дозволяє оператору швидко здійснювати аналіз кожного окремого вимірювання, а також у програмі є можливість ретроспективного аналізу результатів вимірювань по кожному трансформатору для визначення та уточнення його показників ресурсу та надійності.

Випробовування СДРПН. Під час дослідної перевірки робоздатності СДРПН перевірялась робота каналів, що реєструють спрацювання контактів контакторів РПН (аналогові канали по інструкції СДРПН).

Для цього використовувались три транзисторні ключі, які з частотою 10 кГц комутовали напругу від джерел випрямленої напруги 0,5 В, 1 В, 6 В та 12 В. Ця напруга, у вигляді послідовності імпульсів прямокутної форми, прикладалась до входу контролю аналогового сигналу СДРПН. Спочатку прикладались імпульси напругою 1 В., потім 5 В, а згодом і 10 В. Для цього на затвор цього транзистора подавався сигнал амплітудою 2 В, частотою 1 та 10 кГц від генератора ГЗ– 112. Для перевірки каналу, що контролює характер зміни струму електричного двигуна привода РПН, на клеми шунта цього каналу, по черзі, подавався змінний струм з амплітудним значенням – 0,1 А; 1 А; 5 А.



Рис. 3. Зовнішній вигляд СДРПН

Щоб перевірити роботу трьох аналогових вимірюваних входів СДРПН, які контролюють різночасність роботи контакторів РПН фаз А, В і С транзисторні ключі по черзі підключались між клемми 1– 2, 3– 4, 5– 6.

Перевірка робоздатності СДРПН в умовах підстанції. Робоздатність СДРПН перевірялась з використанням автотрансформатора АТДЦТН-200000/330/110/35 з РПН, який розташований в баку автотрансформатора підстанції «Вінницька – 750» s має контактори РПН зі струмообмежувальними резисторами. Спрощена схема випробувань показана на рис. 3

Напруга 12 вольт джерела випрямленої напруги прикладалась до регульовальних обмоток середньої напруги фаз А, В та С.

Сигнал з обмотки низької напруги кожної фази подавався на блок захисту від перенапруг.

Експериментами доведено робоздатність такого методу повірки та можливість його застосування на практиці. В результаті обробки експериментальних даних було проаналізовано розрахункову тривалість процесу – 2000 мсек, обчислена по осцилограмі тривалість процесу осцилографування часових характеристик аналогових каналів 1– 3 – 1998 мсек. Похибка вимірів 0,1 мсек.

Результати досліджень свідчать про те, що отримані під час випробувань характеристики СДРПН відповідають вимогам нормативної документації та паспортним даним СДРПН.

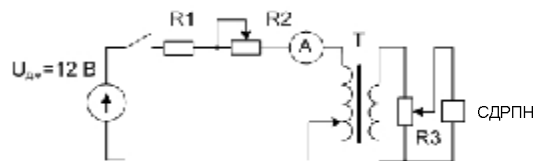


Рис. 4. Спрощена схема випробувань в умовах підстанції

В таблиці 1 наведені результати експериментальних досліджень, результати перевірки осцилографування РПН на АТДЦТН 200000-330/110 кВ підстанції "Вінницька – 750".

Таблиця 1

Результати випробування РПН автотрансформатора АТДЦТН 200000-330/110/35

Номер осцилограми	Результати випробувань			Нормована тривалість перемикачів, с.	Відхилення від норми, с.
	Час початку перемикачів контактора, с.	Час закінчення перемикачів контактора, с.	Тривалість перемикачів, с.		
5	1,498 (фаза А)	1,558	0,060	≤0,052	0,008
6	1,499 (фаза В)	1,550	0,051	≤0,052	-
7	1,496 (фаза С)	1,548	0,052	≤0,052	-

Висновки

Запропонована мікропроцесорна системи діагностування РПН, що дозволяє визначити стан РПН не розбираючи його та автоматизувати керування РПН трансформатора під час його випробовування при ремонтах трансформаторів. Наявність мікро-ЕОМ в випробовувальній системі дозволяє накопичувати інформацію, обробляти її і давати ремонтному персоналу рекомендації щодо можливих дефектів РПН. Впровадження мікропроцесорних засобів контролю стану РПН трансформаторі дозволить покращити якість ремонтів, завчасно виявити пошкодження, запобігти їх розвитку та уникнути тяжких аварій.

Література

1. Кириленко О. Інформатизація та інтелектуалізація систем керування в електроенергетиці: деякі підсумки за останні роки / Олександр Кириленко, Артур Праховник // Технічна електродинаміка: спеціальний випуск – 2010. – С. 10– 17.
2. Лежнюк П.Д. Аналіз чутливості оптимальних рішень в складних системах критеріальним методом / Лежнюк П.Д. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 131 с.
3. Алексеев Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 216 с.
4. Лежнюк П.Д. Діагностування силових трансформаторів з використанням нечітких множин / П.Д. Лежнюк, О.Є. Рубаненко, І.А. Жук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2005. – № 1. – С. 43– 51.
5. Романишин Я. Контакти під контролем. Мікропроцесорна система діагностики контактів контактора (РПН) трансформаторів (ДІАРПН) [Електронний ресурс] / Романишин Я. – Режим доступу: <http://www.proelectro.info/content/de tail/3075>
6. ГАНИМЕД-2 – универсальный прибор контроля состояния РПН высоковольтных трансформаторов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dimrus.ru/index.php/production/transformers/ganimed>
7. Програма обробки аварійної інформації регістраторів «РЕКОН» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://forca.ru/instrukcii-ro-ekspluatatsii/rzia/rekon.html>
8. Рубаненко О. Оперативне діагностування трансформаторів в задачах оптимального керування / Петро Лежнюк, Олена Рубаненко // Вісник Хмельницького національного технічного університету. – 2007. – № 2. – С. 185– 189.

Надійшла 13.5.2012 р.

Рецензент: д.т.н. Лежнюк П.Д.

УДК 65.012.45

Н.А. ДЛУГУНОВИЧ

Хмельницький національний університет

ІНСТРУМЕНТАРІЙ ВИБОРУ СКЛАДОВИХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ПІДПРИЄМСТВ

Надано формалізований опис системи вибору ІТ-проектів, здійснений розвиток однієї з складових цієї системи – інструментарія вибору ІТ-проектів. Описана розроблена система підтримки прийняття рішень щодо вибору ІТ-проектів, що поєднує у собі оригінальні та традиційні методи багатоатрибутного аналізу: метод експрес-оцінювання альтернатив та метод аналізу ієрархій

The formalized description of choosing IT projects is considered and developed by the one component of this system - the tool of choice between different IT projects. Developed system of supporting for selecting IT projects which combines original and traditional methods complex analysis: a method of rapid evaluation of alternatives and the method of analysis hierarchy processes

Ключові слова: ІТ-проекти, інформаційний простір, альтернативи ІТ-проекту, програмний продукт.

Зараз важко уявити сучасне підприємство яке не використовує в своїй діяльності ІТ-технології. Згідно досліджень, здійснених провідними ІТ-компаніями, 66% українських представників малого та середнього бізнесу вважають, що ІТ-технології відіграють ключову роль у подоланні економічної кризи їхніми компаніями, а 63% переконані, що інформаційні технології є саме тим фактором, який допоможе їм успішно здійснювати свій бізнес, а не просто виживати після кризи. Великі підприємства взагалі не можуть існувати без ІТ-технологій, оскільки сучасному підприємству характерні роботизація, створення автоматичних гнучких виробництв, автоматизація проектування виробів і технологічних процесів, а також автоматизація управління всім промисловим комплексом. Єдиний інформаційний простір високотехнологічного виробництва будується на основі таких систем та технологій як CAD, CAE, CAPP, ERP, CRM, DSS, CALS тощо.

Ключовим моментом побудови інформаційного простору підприємства на сучасному етапі розвитку економіки та ІТ-технологій, стає те, що розробка повністю всієї системи з «нуля» майже неможлива з двох