

ДО 90-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ АКАДЕМІКА В.М. ГЛУШКОВА

УДК 004.404

Лавріщева К.М.

Інститут програмних систем Національної академії наук України

# ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРІВ, СИСТЕМ І ПРОГРАМ ВІД АКАДЕМІКА ГЛУШКОВА



**Ключові слова:** Глушков В.М., АСУ, комп'ютери, фабрика програм.

## Вступ

Академіку В.М. Глушкова належить сім наукових парадигм: математична теорія проектування ЕОМ і комп'ютерних систем; теорія програмування математичних задач алгебри і доказу теорем; принципи і методи побудови інформаційних систем, АСУ і АСУ ТП; інтелектуалізація ЕОМ з поліпшеними засобами взаємодії людини з комп'ютерним середовищем; економічні моделі і шлях вдосконалення систем управління. Їх зміст розкрито в роботі його основних учнів [1] і в його численних публікаціях [2-8].

Але Глушков рахував, що «Деяка теорія без технології мертва», вона повинна бути перевірена практикою, експериментами, які стануть доказом її сили та значимості. Технології він надавав велике значення. До списку цих парадигм треба віднести і технологія програмування (ТП), яку В.М. Глушков сформулював в 60-х роках минулого сторіччя, як збиральний конвеєрний спосіб поступового переходу від ремісничого до промислового виробництва комп'ютерів, систем і програм. Під керівництвом Глушкова вперше була захищена докторська

Стаття присвячується 90-річчю від дня народження академіка НАНУ України і СРСР Віктора Михайловича Глушкова, його внеску в розробку технології ЕОМ, комп'ютерних систем і програми в вигляді ліній продуктів. Ще в 70-тих роках останнього віку він вважав, що з'являться незабаром фабрики комп'ютерів і програм, які працюватимуть з принципу зборки, як на фабриці Форда автомобілі. З часом його передбачення були цілком виправдані і ми зараз бачимо їх багато з різних напрямів. Запропоновані їм технології порівнюються з подібними технологіями в Computer Sciences і зокрема, одна з них – Software Engineering (SE), у нас технологія програмування. Було запропоновано класифікацію дисциплін SE (наука, інженерія, економіка, менеджмент, індустрія). Вони формалізують відповідні процеси виготовлення програмних продуктів. Розроблено технологічний комплекс ІТК і експериментальну фабрику програм за принципом Глушкова в КНУ імені Тараса Шевченка на факультеті кібернетики, який відкрив академік Глушков в 1969 р. Наведено їх опис та процес е-навчання дисциплінам SE.

дисертація по технології програмування І.В.Велбицького. Тоді багата теоретиків інституту її не сприймали. І до наступного часу цього напрямку нема у відділенні інформатики НАНУ [10].

Автор є спадкоємцем цього напрямку Глушкова і багато років займаюсь розвитком його складальної тези, тому що технологія двигун прогресивного розвитку будь-якої науки, у тому числі теорії створення ЕОМ, програмного забезпечення ЕОМ і автоматизованих систем (АСУ, АСУ ТП, САПР і ін.). Своїми технологічними ідеями він вніс істотний внесок в технологію конструювання вітчизняних машин інженерних розрахунків (серія «Мир»), універсальних, управляючих ЕОМ і машин з схемною інтерпретацією мов високого рівня (проект «Україна») і ін.

В однієї з перших робіт Глушкова в ТП "Про один метод автоматизації програмування" (ж. Програмування, 1958) В.М.Глушков запропонував метод автоматизації програмування, орієнтований на побудову програмуючих і бібліотечних програм, який був апробований його першим

аспірантом А.А.Стогнієм в роботі "Про принципи побудови спеціалізованої програмуючої програми" (1958) на прикладі систем диференціальних рівнянь. Цей метод був реалізований для вітчизняних ЕОМ

В Інституті кібернетики Академії наук України під керівництвом В.М. Глушкова (1962) почали створюватися нові теорії, пов'язані з появою електронних обчислювальних машин (ЕОМ):

1) побудови ЕОМ, обчислювальних комп'ютерів для інженерних розрахунків -серія машин «Мир», ЕОМ для керування технологічними процесами автоматизації підприємств та машин зі схемною інтерпретацією мов програмування «Україна» тощо;

2) автоматизації програмування системного програмного забезпечення нових ЕОМ (операційних систем, трансляторів, редакторів тощо) та систем автоматизації програмних систем різного призначення та пакетів прикладних програм (математичного, економічного, транспортного тощо);

3) автоматизованих систем управління (АСУ), АСУ ТП підприємств СРСР як загально державної АС для централізованого керування автоматизованими робочими місцями (АРМ).

Актуальним завданням Віктор Михайлович вважав розвиток технології комплексного проектування обчислювальних систем, коли проектування технічних засобів системи поєднане в один процес з проектуванням її базисного матзабезпечення. Цю ідею було реалізовано в серії ЕОМ «Мир» для інженерних розрахунків з використанням аналітичних перетворень. Перспективну тенденцію В.М. Глушков бачив і в переході від одно процесорних фон-нейманівських машин до мозкоподібної машинної структури подібної ЕОМ «Україна» та побудови нових теорій і технологій з управляючих-обчислювальних комплексів УВК «Днепр-2» (1965 -1969 рр.) для використання в АСУ і АСУ ТП.

Нові теорії, що з'являються в природничих науках, втілювалися в життя завдяки технологій, як сукупності систематизованих знань, методів, процесів та порядку їх використання при виробництві продукту і його вживанні у багатьох сферах діяльності людства.

Саме, конкретизації розвитку технологій ЕОМ, систем і програм, а також їх побудови в наш час, як фабрик комп'ютерних продуктів за ідеєю Глушкова -збиральний (зборочний) конвеєр [9].

### Технологія ЕОМ

При виготовленні першої ЕОМ під керівництвом академіка С.А. Лебедева почала формуватися технологія проектування і виготовлення універсальних ЕОМ. Вона удосконалювалася в плані уніфікації елементної бази і методів їх зборки в окремі структурні компоненти ЕОМ. Відомі роботи Глушкова В.М., М'ясників В.А. і ін., в яких пропонувалися нові види рекурсивних, мікро і макро конвейєрних ЕОМ з новою елементною базою для організації високоефективних обчислень складних математичних і народногосподарських задач, а так само для управління устаткуванням з пріоритетним перериванням об'єктів в системах АСУ і АСУ ТП. В.М. Глушков вважав, що структурні технічні елементи ЕОМ і систем будуть постійно модернізуватися і стандартизуватися.

Для серії машин «Мир» розроблену нову мову Аналітик для виконання чисельно-аналітичних методів за допомогою алгебраїчного програмування формул, їх оптимізації та обчислень похідних, диференціальних рівнянь високих порядків, кратних інтегралів тощо. Ці роботи зі створення математичних моделей для дослідження технічних і комп'ютерних об'єктів та процесів комп'ютерної алгебри виконуються і до нині в Інституті математичних машин і систем НАНУ, де раніше розробляли малі ЕОМ та «Днепр-2» [4].

Тобто сучасний рівень розвитку комп'ютерної технології в десятки разів вищий, ніж системної та програмних технологій. Нині у світі взято курс на побудову суперкомп'ютерів, кластерів, Grid-систем для виконання глобальних проектів. Останніми роками в ІК НАН України створено енергоефективний суперкомп'ютер СКІТ-4 для проведення масштабних обчислень найскладніших задач у різних галузях народного господарства:

### Технологія АС і АСУ

Теорія побудови АСУ була висловлена Глушковым в його монографіях [2-4], якими керуються багата фахівців і сьогодні. В 70-х роках 20 сторіччя В.М. Глушков уділяв величезну увагу створенню перших АСУ в Україні. За його методологією будувалися конкретні АСУ і інформаційні системи (наприклад, АС ТП для Лісичанського хімічного комбіната, Донецького гірничо-збагачувального комбінату, Львівського телевізійного заводу, німецького

металургійного комбінату і ін.). Відомо, що Глушков запропонував систему ОГАС для об'єднання різних АС і АСУ в єдину державну систему, доступну всім організаціям і підприємствам країни. Проте в 70-е цей проект не був підтриманий ЦК КПРС. Він вимагав величезних фінансових ресурсів (більше 7.5 млрд. р.) на його реалізацію.

Основи теорії управління і побудови інформаційних систем викладені їм в останній продиктованій їм в лікарні монографії (1982) з безпаперовій інформатики. Ідеї Глушкова постійно розвиваються його послідовниками – ученими і практиками. І сьогодні в період інформатизації і комп'ютеризації особливо це необхідно. По цієї тематиці виконуються дисертації і магістерські роботи. Прикладом є дисертація ІК імені Глушкова НАН України Задорожної Н.Т. (2004), яка не тільки використовувала ідеї і принципи Глушкова по розробки інформаційної системи документообігу у сфері освіти України, але і практично реалізувала сучасну діючу систему підтримки і обміну документами в Академії педагогічних наук. Оpubлікований підручник по менеджменту документообігу інформаційних систем (<http://lib.iitfa.gov.ua/view/creators>). В ньому відображені основоположні ідеї Глушкова по створенню інформаційних систем і запропоновані нові підходи до їх реалізації з урахуванням сучасних вимог і комп'ютерних умов обробки ділової інформації. Даний підручник користується попитом в освітній і в управлінській сфері [11].

Процес виготовлення комп'ютерних систем наближено до автоматизованої зборки, як на конвеєрі Форда. Збиральний конвеєр оснащується технологічними лініями (ТЛ) побудови окремих програм і зборки їх в окремі частини комп'ютерних систем, і потім в цілому в систему. Це передбачення збулося. І сьогодні ми бачимо, що комп'ютери різних варіантів і типів збираються за принципом збирального конвеєра в масовій кількості в різних місцях світу, як це бачив Глушков.

Тобто сучасний рівень розвитку комп'ютерної технології в десятки разів вищий, ніж системної та програмної технологій. Нині у світі взято курс на побудову суперкомп'ютерів, кластерів, Grid-систем для виконання глобальних проектів. Останніми роками в ІК НАН України створено енерго ефективний суперкомп'ютер СКІТ-4 для проведення масштабних обчислень найскладніших задач у різних галузях народного господарства.

### Технологія програмних продуктів

Появі технології передувало програмування різних математичних задач і чисельних методів для перших ЕОМ. Їх опис подався мовою машин, адресною мовою К.Л.Ющенко та мов програмування Algol-60, Fortran, PL і ін. Потім розроблялися програмуючі програми для нових ЕОМ і розроблялися методи їх побудови і програмування задач. Ідеї й концепції з автоматизації програмування були в центрі уваги зав. відділом проф. К.Л. Ющенко. Разом з аспірантом Г.Є. Цейтліним було розроблено теоретичні аспекти програмування на основі адресної мови, концепція синтаксичного і семантичного аналізу в трансляторах для різних мов, а також система алгоритмічних алгебр (САА) на основі теорії автоматів Глушкова. За цими результатами авторами було видано першу монографію з теорії програмування (1972) [6]. В ній подано формальну теорію універсальних алгебр (САА), контекстно-вільних мов програмування та метамову СМ-грамматик для опису трансляторів з мов програмування тощо. Упродовж багатьох років Г.Є. Цейтлін постійно розвивав САА, провів її реалізацію в системі Мультипроцесист, створив алгоритміку і підготував по цьому напрямку біля десяти кандидатів наук. Зараз його алгоритміка є підручником для школярів, тому що програмуванню навчають вже давно в сучасних школах.

У 1975 р. В.М. Глушков зазначив перспективний спосіб для поступового переходу від ремісничого виробництва до промислового випуску комп'ютерів, програм і систем. Індустрія комп'ютерних програм має ґрунтуватися на технологічних лініях конвеєрного виготовлення продуктів. Технології комп'ютерів, інформаційних і програмних систем він вважав рушійною силою прогресу фундаментальних кібернетичних і комп'ютерних наук, спрямованою на створення ЕОМ, їх системного забезпечення і вдосконалення схемної інтерпретації внутрішньої мови до рівня мови програмування, побудови мереж обчислювальних центрів і прикладного математичного забезпечення АС.

В роботі [7] він сформулював три основні напрями технології програмування:

- модульна система автоматизації програмування АПРОП зі стандартизованих програмних заготовок у складні системи [8, 12-15];

- метод формалізованих технічних завдань для проєктування складних програмних комплексів з використанням кількох алгоритмічних мов для опису окремих блоків на рівнях послідовної деталізації проєкту [1, 2-5];

- Р-технологія програмування для автоматизації проєктування систем з першим графічним поданням структур програм і структур даних у системах керування [10].

Як результат, розроблено методи, технології, інструментальні засоби, а саме: Р-технологію, збиральну технологію з різнорідних модулів і інтерфейсів, технологію систем і пакетів прикладних програм. Цим було зроблено вагомий внесок в індустрію створення програмних продуктів на великих ЕОМ.

Насамперед сформувалися напрями – технологія програмування, новий вид програмування – збиральний, орієнтований на об'єднання різномовних модулів засобами системи АПРОП, яка розроблялася за фінансової підтримкою Міністерства радіопромисловості СРСР в складі технології ПРОТВА (Липав В.В.). Головне нововведення системи – інтерфейс (міжмодульний, міжмовний і технологічний) [8, 12-16] та бібліотека інтерфейсних функцій перетворення типів даних у різних МП і платформах. Вперше визначено поняття *інтерфейсу* та мови його опису (1976 р.) АПРОП [8]. Ідея інтерфейсу для зв'язку різномовних модулів значно випередила зарубіжні розробки – мова MIL (Module Interface Language), а також мови опису інтерфейсів API, IDL, SIDL та ін. Їх використовують і дотепер у процесі створення нових програмних систем із готових програм, компонентів повторного використання і сервісів. *Міжмодульний інтерфейс* – це посередник обміну даних у зв'язку двох модулів. *Міжмовний інтерфейс* – сукупність засобів і методів співставлення зв'язку структур і типів даних різних МП. *Технологічний інтерфейс* – сукупність методів і засобів взаємозв'язку процесів і операцій технологічних ліній. Нині інтерфейс зберігає свою актуальність і виступає як головна домінанта взаємодіючих компонентів та об'єктів у сучасних глобальних і мережевих середовищах.

Академік АН СРСР А.П. Єршов після смерті В.М. Глушкова підтримував збиральне програмування, як засіб швидкого застосування заздалегідь виготовлених «деталей». Замість деталей у збиральному програмуванні використовують програмні модулі, що мають структуру й функціональну

цілісність і разом з тим спеціально пристосовані до контрольованої інформаційно-логічної взаємодії (обміну інформацією) з іншими модулями. А.П. Єршов вважав, що збиральне програмування є ефективним, якщо комбінування порівняно невеликого числа готових запрограмованих модулів дає змогу швидко вирішити будь-яке завдання з певного класу проблем. Орієнтування на клас задач – особливість збирального програмування, що зумовлює його актуальність, оскільки широке розповсюдження міні- і мікро- ЕОМ дозволяє застосовувати кожен окрему машину для вирішення певних завдань [16, 17]. На конференціях по технології програмування і індустрії ПО в період 1969-1992 питання зборки складних систем із більш простих постійно обговорювалися.

Надалі збиральне програмування розвивалося шляхом створення фабрик програм конвеєрного типу з технологічними лініями, що цілком відповідає концепції Глушкова.

#### Всесвітні технології в складі Computer Science

Одночасно з наведеними напрямками розвитку технологій в СРСР, сформувалися за кордоном такі види технологій: комп'ютерна, системна, програмна інженерія (Software Engineering, SE). Термін SE виник одночасно з появою у нас технологій програмування, а офіційно вперше його було вжито на конференції НАТО в 1968 р. на означення самостійної дисципліни, сформованої міжнародним комітетом спеціалістів ACM і IEEE <http://www.acm.org/education/curricula.html> та <http://computer.org/curriculum>.

Комп'ютерна наука (Computer Science) чи технологія комп'ютерів сформувалися у США і СРСР одночасно у зв'язку з побудовою ЕОМ та різних типах і видах спеціалізованих комп'ютерів. До складу Computer Science входять наступні технологічні дисципліни [9, 14, 19].

*Комп'ютерна технологія* – дисципліна з теорії та принципів побудови комп'ютерів, фреймворків, мікропроцесорів, кластерів, суперкомп'ютерів, їх системного забезпечення (ОС, трансляторів, компіляторів тощо) для підтримки процесів оброблення даних. Її теоретичними основами є теорії Тюрінга, фон Неймана, автоматів, алгоритмів та кібернетики Глушкова [2, 3]. У ній використовують математику, логіку, теорію аналізу і систем, на її основі побудовано фреймворки,

багатопроекторні, рекурсивні, макроконверсні комп'ютери, різні пристрої, блоки, мікросхеми, карти тощо. Цю технологію, або комп'ютеробудування за термінологією Б.М. Малиновського, докладно описано в його монографіях, присвячених академіку В.М. Глушкову.

**Системна технологія** – це теорія, методи та принципи побудови інформаційних, комп'ютерних, автоматизованих систем, а також систем керування. Вона ґрунтується на технології комп'ютерних систем для моделювання різних комп'ютерних застосувань і нових засобів керування інформаційними системами (ОС, БД, СУБД та ін.). В її основу покладено теорію АСУ й інформатики Глушкова [2, 3], а також головні принципи логіки, математики, комп'ютерних наук і методи, які застосовують в економіці, фінансовій, банківській діяльності тощо. Сьогодні ми маємо значні досягнення у створенні загальних автоматизованих систем, що об'єднують діяльність різних міжнародних організацій.

**Програмна інженерія (технологія програмування)** – це система методів, способів і дисциплін з планування, розроблення, експлуатації та супроводу програмного забезпечення, призначених для його промислового виробництва. Вона охоплює всі аспекти створення програмного забезпечення від початку формулювання вимог до розроблення продукту і його використання, супроводження й остаточного списання. Її основою є теорії алгоритмів, програмування, обчислень і розподіленої комунікаційної мережевої технології, а масове виробництво програмних продуктів ґрунтується на теоріях менеджменту, планування, регулювання процесів і ресурсів, тестування, вимірювання результатів, оцінювання ризику та якості [19, 20]. Ця технологія розвивається в напрямі побудови індустріальних фабричних методів конструювання розподілених програмних, інформаційних та бізнес-систем масового використання.

**Програмна інженерія** – молода дисципліна. Вона визначено у стандарті з 10 розділів (artefacts knowledge), що відповідають сучасному стандарту ISO/IEC 12207 -2007. Вона ще не визначена як наука, а тільки інженерія, конструювання ПП. Автор запропонував нову класифікацію її розділів, тобто ключових дисциплін проектування ПП, що теоретично впливають на продуктивність і якість. Кожна з дисциплін має фрагменти теорії, які є базисом поглибленого теоретичного

визначення SE. Для нових запропонованих наукових дисциплін нижче наведено їх зміст, більш детально у підручнику і в [9]:

- наукова дисципліна — класичні науки (теорія алгоритмів, множин, доказу, математична логіка і т.п.), теорія програмування і засоби проектування абстрактних моделей і архітектури цільових об'єктів, теорія композиції, інтеграції (складки) і ін.

- інженерна дисципліна — сукупність технологічних засобів і методів проектування ПП за допомогою стандартних моделей ЖЦ, техніка аналізу ПП, інженерія вимог, додатків, доменів, ТЛ і лінії продуктів (Product Lines), супровід, зміна і пристосовування ПП до інших платформ і середовищ.

- управлінська дисципліна (менеджмент) — загальна теорія управління, пристосована до колективної розробки ПП, включаючи графіки робіт, стеження за їх виконанням, управління ризиками, версіями ПП, супровід і експлуатація.

- економічна дисципліна — сукупність методів експертного, якісного і кількісного оцінювання проміжних артефактів і кінцевого результату процесів тестування, а також економічних методів розрахунку часу, об'єму, трудовитрат виконавців і вартості виготовлення ПП в цілому.

- виробнича дисципліна — лінії виробництва ПС з готових ресурсів (об'єктів, компонентів, сервісів, аспектів, агентів і т.п.) з бібліотек і репозиторіїв, а також тестування, конфігурування і оцінювання якості ПП.

У світі вже є монографії по теорії і практиці менеджменту, економіки і інженерії. Поступово «Програмна інженерія» сформується і як науково-технічна дисципліна.

**Інформаційні технології** з 90-х років стали базисом комп'ютерної інфраструктури сучасних корпорацій, підприємств і державних органів управління, що вирішують різні завдання з оброблення інформації, зокрема глобального типу. На розроблення інформаційних технологій, підготовку висококваліфікованих ІТ-спеціалістів, підтримку інформаційних ресурсів і доступу до них через систему Інтернет виділяють неймовірні ресурси. Цілі й завдання інформатики з побудови інформаційних систем і технологій академік В.М. Глушков сформулював у своїй останній у житті монографії [2]. Ці ідеї й сьогодні мають велике

значення, на їх основі створено сучасну інформаційну технологію документообігу [11].

**Інформаційні системи** – це комп'ютерні системи оброблення в пошукових системах Інтернету різноманітної інформації з підприємницької та бізнес-діяльності, в тому числі бухгалтерського обліку, документообігу на всіх рівнях управлінської діяльності [1, 5, 11]. Вони є засобом керування й оброблення інформації для забезпечення продуктивності й ефективності роботи різних організацій. Нині інформаційні пошукові системи стали головним інструментом пошуку, відбору і накопичення різних інформаційних ресурсів для масового застосування.

До складу інформатики входять (рис.1): комп'ютерна технологія (Computer Engineering), системна технологія (System Engineering) і технологія програмування, або інженерія програмування (Software Engineering).

Ці дисципліни, а також інформаційні системи і технології створюють простір

інформатики, в якому технологія програмування посідає центральне місце, забезпечуючи всі складники цього простору відповідними теоріями, методами та засобами розроблення, розгортання і конфігурування програмних продуктів.

Сфера комп'ютерної технології займає всю нижню частину простору (рис. 1), що відповідає апаратному забезпеченню, а інформаційні системи – частину простору вгорі, на рівні окремих організацій. Програмна інженерія охоплює широкий діапазон, пов'язаний із систематичним розробленням програмного забезпечення, доменів, програмних проєктів, моделей систем та методів їх створення. Сфера програмної технології поширюється вниз до системної технології, а вгору – до організаційних питань з проєктування й розроблення інформаційних систем і технологій, що відповідають сучасним потребам різних організацій і підприємств.

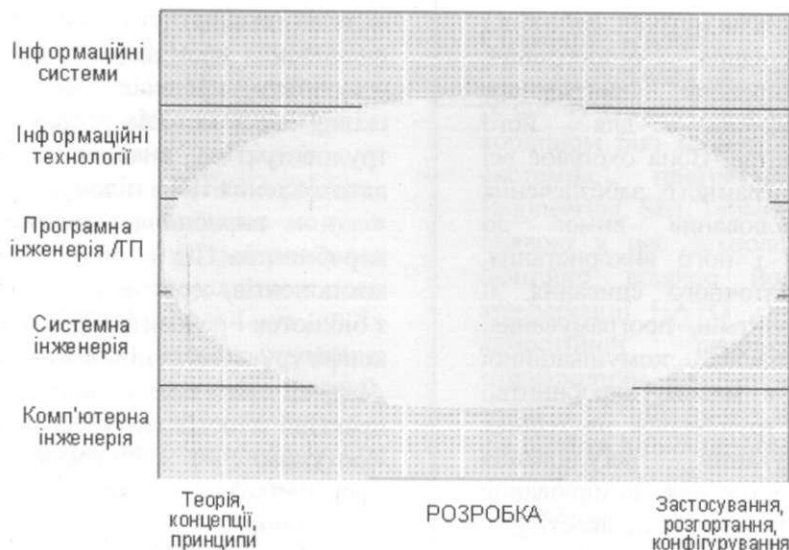


Рис. 1. Місце програмної технології в інформаційному просторі

Наведені дисципліни мають велику цінність. Вони досягли високого рівня розвитку в інформаційному світі, використовуються у всіх сферах життя, в том числі електронної влади, індустрії програмних продуктів та в освіти.

#### Індустріальні технології програмних продуктів

Методику створення технологічних ліній запропоновано нами в 1987 р. [22] і апробовано на 6 лініях автоматизованої інформаційної системи «Юпітер-470», що ставло першою

роботою з формалізації та застосування технологічних ліній у проєктах розроблення великих інформаційних систем. Подальшим розвитком цього напрямку є продуктивні лінії, запропоновані Інститутом програмної інженерії (США).

Розроблену нами концепцію ліній було автоматизовано за допомогою інтерфейсних модулів-посередників, які генерувала система АПРОП [8], що сприяло скороченню обсягу робіт під час збирання різномовних програм через інструментарій генерації посередників.

ТЛ збирального конвеєра запропонована нами в 1987г. Апробація ТЛ проведена в проекті Інституту Кібернетики АІС «Юпітер-470» для військово-морського флоту СРСР (1983-1991). В рамках даного проекту створено шість ТЛ. Вони стали першим варіантом неавтоматизованого збирального конвеєра Глушкова. З їх допомогою було створено близько 500 програм обробки даних для різних об'єктів АІС. Пізніше з'явилася альтернатива ТЛ - продуктові лінії (Product Lines) інституту SE США (<http://sei.cmu.edu/productlines/frame-report/>) 2004 р. Цей підхід пропонує зборку сімейства продуктів з готових, раніше розроблених ПП. Він має комерційну реалізацію, заснований на продуктах в старих МП, важко керованих і змінних. Зараз використовується в індустрії комерційних програмних продуктів. Не менше поширеним підходом став збиральний конвеєр – continuous integration М. Фаулера (2007), який реалізований у виряджай комерційних проектів ЕПАМ [22-26].

Питанню індустрії ПО велику увагу приділяє уряд України. Він провів вже два міжнародних наукових конгресу 17-18 листопада 2011 і 25-27 жовтня 2012 по інфраструктурі електронного уряду і індустрії ПП. Індустрія розвивається в основному за рахунок зарубіжних фірм, яких в Україні більше 1000. Вони створюють в нас продукти силами студентів університетів і інститутів. Результати цих робіт Україні не надаються, а потім продають, зокрема і нам.

Даний період розвитку індустрії програм і технологій характеризується подальшим удосконаленням об'єктів зборки і ліній конвеєра на фабриках програм. Аналіз фабрик програм показав, що в світі розроблений спектр технологій, що претендують на індустрію ПП. Це мультитехнологія К. Чернецкого і К. Айзенекера з лейтмотивом «від ручної праці до конвеєрної зборки»; технологія І. Бея з автоматизованою взаємодією різномовних програм; потокова зборка - use case UML фабрики програм Дж. Грінфільда і Г. Ленца; складальний конвеєр ЕПАМ М Фаулера та Фабрика «continius integration» в Белорусії і багато інших. Загальне, що їх об'єднує - лінії зборки різних видів програм для масового використання.

У відділі «Програмна інженерія» ІПС НАНУ в рамках фундаментальних проектів і дисертаційних досліджень були розроблені нові технології [18, 19, 22]:

- об'єктного моделювання предметних областей з використанням теорії Фреге і Г. Буча і алгебри операцій об'єктного аналізу доменів;

- компонентного проектування програмних систем за допомогою оригінальних моделей компонентів, середовищ і систем, та зовнішньої і внутрішньої компонентної алгебри;

- програмування ПС генерації і їх сімейств на основі методів трансформації і конфігурації готових компонентів у варіабельні і інтероперабельні структури для виконання в сучасних гетерогенних середовищах;

- сервіно-компонентного проектування розподілених прикладних систем з використанням моделей SOA і SCA;

- онтологічного подання життєвого циклу ПС стандарту ISO/IEC 12207, загальних типів даних стандарту ISO/IEC 11404 та їх реалізація засобами генерації нових варіантів ЖЦ для конкретного застосування;

- тестування окремих елементів даних технологій з оцінюванням їх якості і ПС в цілому.

Основні аспекти цих технологій реалізовані в інструментально-технологічному комплексі (ІТК).

#### Реалізація технології компонентного програмування в ІТК

Деякі аспекти теорії КП реалізовані практично в ІТК, як комплексна технологія. В ній об'єднанні на однієї концептуальній основі теоретичний апарат моделювання Про за об'єктами та теорією компонентного програмування ПС із різномовних КПВ на основі компонентної алгебри і апарата алгебраїчних систем з еквівалентним перетворенням типів даних КПВ до потрібних форматів середовища виконання. Комплексну технологію ТП подано спектром окремих ліній в ІТК [23-27] за веб-сайтом веб-сайті ІТК (<http://sestudy.edu-ua.net>), що включає оригінальні технологічні засоби, інструменти проектування, специфікації КПВ, розроблення ПС, членів СІС, а також готові стандартні інструменти (Eclipse, Protege, репозиторій, CORBA, MS.Net) з підтримки МП, онтологій і технологій. (рис. 2).

Спектр наведених на даному рисунку е-ліній технологій виробництва програм і систем призначено для:

- побудови КПВ і їх розміщення у репозиторії КПВ зі стандартизованим описом типу WSDL для їх повторного використання;
- зборки різномовних програм і КПВ у складні ПС;
- взаємодії програм за відповідною моделлю взаємодії програм і систем для різних операційних середовищ, переносних у інше середовище для функціонування з даними, що подаються із програм іншого середовища;
- опису онтології доменів в DSL ЖЦ SE та обчислювальної геометрії засобом Protégé;

- конфігурування готових програм і КПВ у різні варіантні структури ПС
- оцінювання показників якості, вартості та витрат ПС;
- е-програмування мовами C#, Java, Basic, C++ у середовищі VS.Net, Corba та Eclipse;
- навчання основам технології проектування ПС за е-підручником “Програмна інженерія”;
- настанови моделювання доменів засобами інструмента Protégé тощо.

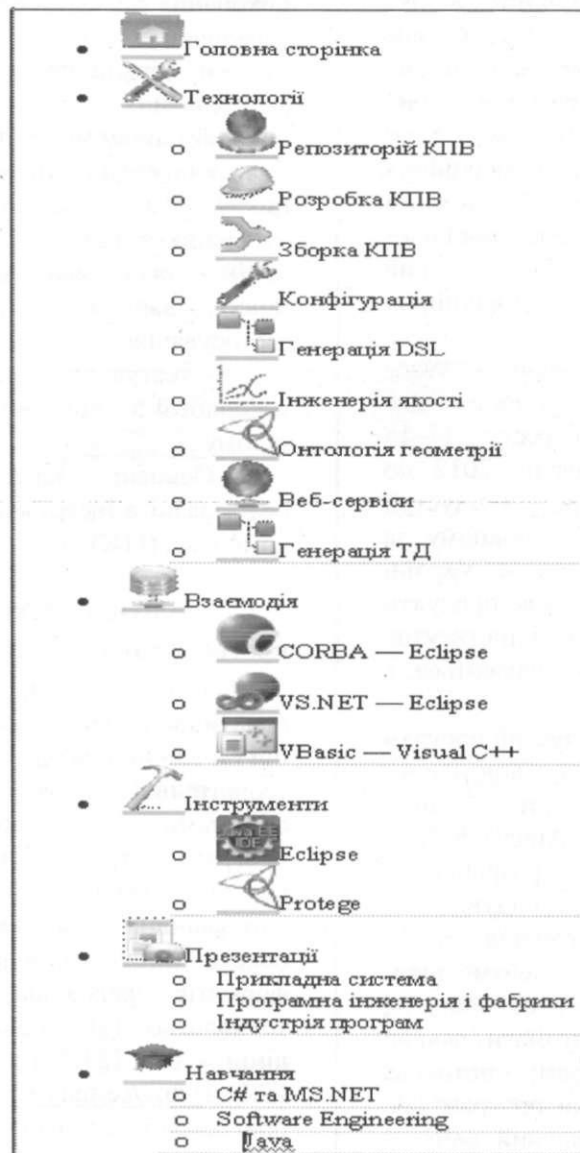


Рис. 2. Панель меню веб-сайту ІТК

Розділ «Презентація» містить прикладну систему підтримки заграничних відряджень в НАНУ, розроблену с.н.с. Куцаченко Л.І. за технологією компонентного програмування.

Особливе місце в ІТК займає низка нових операцій, пов'язаних з забезпеченням

варіантів ПС і СПС шляхом конфігурування КПВ та змінювання їх по точкам варіантності КПВ в ПС і артефактам СПС з повторним оновленням СПС еквівалентними КПВ. Кожна з технологій сайту підвищує продуктивність виготовлення елемента



продукту, поліпшує умови роботи виконавців, скорочує число складальників, підвищує якість і знижує собівартість продукції, що випускається.

До складу ІТК включено нові моделі взаємодії через Eclipse (підрозділ «Взаємодія» у сторінки меню веб-сайту рис. 2) за моделями: *Visual Studio.Net, Eclipse, Corba, Java, MS.Net; IBM VSphere, МП, Eclipse*. Крім того засобом конфігуратора розділу сайту «Технології» вирішується задача формування різних варіантів ПП [22, 25].

### Фабрика програм до 90-річчя академіка Глушкова

Концепція збирального конвеєра Глушкова реалізована студентами 4 курсу факультету кібернетики КНУ імені Тараса Шевченка у вигляді експериментальної фабрики програм (веб-сайт <http://programsfactory.univ.kiev.ua>) під керівництвом автора, викладача з 1967 р.

Київського Національного університету предмету технологія програмування і курсу «Програмна інженерія», введеного Міністерством освіти України в 2006 році згідно міжнародної програми навчання Curricula 2004. Студенти вивчають основи цих дисциплін і виконують лабораторні роботи з цієї тематики.

Ряд студентів взяли участь в розробці фундаментального проекту Інституту програмних систем Національної академії Наук України по технології програмних продуктів (2007-2011). В рамках проекту розроблена теорія, методологія і практика виготовлення ПП в ІТК ПС та на фабрики програм (рис.3), як складової частина цього комплексу. Вона виконана студентами Островським А., Ароновим А. Дзубенко А, Радцьким І. [26-33]. Фабрика обладнана лініями, створеними студентами: програмування в мовах. C# VS.Net, Java, DSL; побудова артефактів для інформаційних і програмних систем з їх збереженням в репозиторії; зборка КПВ в складні структури систем; трансформація передаваних типів даних; навчання теоретичним і прикладним аспектам SE по е-підручнику.

Рис.3. Головна сторінка фабрики програм

Результати робіт студенти уявили в магістерських роботах і статтях [28, 30-33].

Фабрика доповнюється новими лініями: генерація прикладних систем в мові DSL

(Domain Specific Language); реалізація ЖЦ стандарту для генерації різних варіантів; трансформація загальних типів даних GDT стандарту ISO/IEC GDT до фундаментальних FDT; побудова розподілених ПС з сервісів і ін.

Таким чином, в розробленому веб-сайті ІТК, включаючи фабрику програм, реалізовані теоретичні і прикладні аспекти програмної інженерії [26, 28].

Відповідно Google-статистики до цього сайту звернулися біля 10000 викладачів та студентів з різних країн (таблиця).

Таким чином, відповідно аналізу фабрик програм і побудови в світі фабрик програм (П. Андон, К. Лаврищева. Розвиток фабрик програм в інформаційному світі. Вісник НАНУ, 2010, №10 – С. – Available at <http://www.nbu.gov.ua/portal/all/herald/2010-10/a3.pdf>) на десятиріччя визначила хід розвитку ідеї Глушкова в індустрії ПП. Побудована експериментальна фабрика програм студентами КНУ - це торжество ідей і подарунок до 90-річчя Глушкова.

Таблиця  
Google статистика ІТК (2 кв. 2013)

Страна или регион	Посещения	Посещения, %
1. Ukraine	714	61,93 %
2. Russia	291	25,24 %
3. Kazakhstan	25	2,17 %
4. Belarus	24	2,08 %
5. (not set)	22	1,91 %
6. India	11	0,95 %
7. United States	9	0,78 %
8. Moldova	6	0,52 %
9. Germany	5	0,43 %
10. Latvia	5	0,43 %

[просмотреть весь отчет](#)

### Висновки

Дано опис появи технологій комп'ютерів, систем і програм в СРСР і законодам у зв'язку з побудовою ЕОМ. Проведено співставлення цих технологій. Розглянуто шляхи становлення і розвитку зборочної індустрії ПП, запропонованої академіком Глушковым. В пам'ять цієї ідеї розроблені веб сайти ІТК і фабрики програм (укр., рус., англ.). Вони унікальні в плані експериментальної реалізації окремих аспектів ТП або SE. Головне призначення фабрики програм – навчання студентів сучасним фундаментальним основам ТП, SE та знань в області технології комп'ютерів, систем і ПП. Відповідно наведеної таблиці з Google статистики, сайти використовують вузи України, країн СНГ, а також інші країни, що навчаються спеціальностям: інформатика, програмна інженерія і Computer Sciences. Підхід до е-навчання SE докладався розробниками на міжнародній конференції ICTERI-2012 і 2013, а веб-сайт ІТК здано в центр власності України..

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Капитонова Ю.В., Летичевский А.А. Парадигмы и идеи академика В.М. Глушкова. – Киев, Наук. Думка. – 2003. – 355 с. [www.isoftware.kiev.ua](http://www.isoftware.kiev.ua)
- Глушков В.М. Кибернетика, ВТ, информатика (АСУ). – Избр. труды в 3-х томах. – К.: Наук. думка, 1990. – 262 с, 267 с, 281 с.
- Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. – М.: Наука, 1982. – 552 с.
- Системы компьютерной алгебры семейства АНАЛИТИК. Теория. Реализация. Применение. – К., 2010. – 762 с.
- Глушков В.М., Цейтлин Г.Е., Ющенко Е.Л. Алгебра. Языки. Программирование. – К.: Наук. думка, 1974. – 318 с.
- Цейтлин Г.Е. Введение в алгоритмику. – К.: Сфера, 1998. – 310 с.
- Глушков В.М. Фундаментальные основы и технология программирования // Программирование, 1980. – №2. – С. 3 – 13.
- Глушков В.М., Лаврищева Е.М., Стогний А.А. и др. Система автоматизации производства программ (АПРОП). – К.: Ин-т кибернетики АН УССР, 1976. – 134 с.
- E. M. Lavrischeva. Classification of software engineering disciplines. – Springer, 2008. – Volume 44, Number 6. – Pages 791-796.

10. Вельбицкий И.В., Ходаковский В.Н., Шолмов Л.И. Технологический комплекс автоматизации программ на машинах ЕС ЭВМ и БЭСМ-6. М.: Финансы и статистика, 1980. – 253 с.
11. Задорожна Н.Т., Лаврищева К.М. Менеджмент документообігу в інформаційних системах освіти. – К.: Педагог. думка, 2007. – 220 с. (<http://lib.iitta.gov.ua/view/creators>)
12. Лаврищева Е.М., Грищенко В.Н. Связь разноразовых модулей в ОС ЕС. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 127 с.
13. Лаврищева Е.М., Грищенко В.Н. Сборочное программирование. – К.: Наук.думка, 1991. – 213 с.
14. Лаврищева Е.М., Грищенко В.Н. Сборочное программирование. Основы индустрии программных продуктов. – К.: Наук. Думка, 2009. – 319 с. ([www.twirpx.com/](http://www.twirpx.com/))
15. Липаев В.В., Позин Б.А., Штрик А.А. Технология сборочного программирования. – М., 1992. – 272 с.
16. Ершов А.П. Научные основы доказательного программирования. – Научное сообщение в президиуме АН СССР на звание академика СССР, 1984. – С. 1 – 11.
17. Лаврищева Е.М. Методы программирования. Теория, инженерия, практика. – К.: Наук. Думка, 2006. – 451 с. ([www.twirpx.com](http://www.twirpx.com/))
18. Лаврищева Е.М., Петрухин В.А. Методы и средства инженерии программного обеспечения. – М.: МОН РФ, 2007. – 415 с. ([www.twirpx.com](http://www.twirpx.com/))
19. Лаврищева К.М. Програмна інженерія. – К.: Академперіодика, 2009. – 371 с. ([www.programsfactory.kiev.ua](http://www.programsfactory.kiev.ua))
20. Андон Ф.И., Коваль Г.И., Коротун Т.М. и др. Основы инженерии качества программных систем. – К.: Академперіодика, 2007. – 680 с. ([www.twirpx.com/](http://www.twirpx.com/) технология программирования)
21. Лаврищева Е.М. Основы технологической подготовки разработки и прикладных программ СОД. – Препринт 87-5 ИК АН УССР, 1987. – 30 с.
22. Лаврищева К.М., Коваль Г.И., Л.П.Бабенко і др. Нові теоретичні засади технології виробництва сімейств ПС у контексті ГП. – Електронна монографія. – ДНТІ України, ВИНІТИ Росії та ДНТБ, 2012. – 277 с. (<http://www.nbu.gov.ua>)
23. Лаврищева К.М. Компонентне програмування. Теорія і практика //Пробл. Програм., 2012. – №1. – С. 3 – 14. ([www.isoftware.kiev.ua](http://www.isoftware.kiev.ua))
24. Лаврищева К.М. Генерувальне програмування ПС і сімейств // Проблеми програмування. – 2009. – № 1. – С. 3 – 16. [www.isoftware.kiev.ua](http://www.isoftware.kiev.ua)
25. Лаврищева К.М., Слабоспицька О.О., Коваль Г.И., Колесник А.О. Теоретичні аспекти керування варіабельністю в сімействах програмних систем. – Вісник КГУ, серія фіз.-мат.наук. – 2011. – №1. – С. 151–158.
26. Лаврищева Е.М., Зинькович В.М., Колесник А.Л. и др. Инструментально-технологический комплекс разработки и обучения приемам производства программных систем, (укр.)- Гос. служба интеллектуальной собственности Украины. – Свид. о регистрации авторского права. – № 45292, от 27.08.2012. – 103 с.
27. Lavrischeva K. M., Theory and practice of software factories, 2011. – Springer, Volume 47, Number 6. – Pages 961 – 972.
28. Аронев А.О., Дзюбенко А.И. Підхід до створення студентської фабрики програм // Проблеми Програмування, 2012. – №1. – С. 3 – 14. [www.isoftware.kiev.ua](http://www.isoftware.kiev.ua)
29. Лаврищева К.М. Підхід до формального подання онтології життєвого циклу програмних систем, – ТАAPSD – 2013. – Теоретичні і прикладні аспекти розробки програмних систем. – С.151 – 160.
30. Лаврищева К.М., Стеяшин А.Ю. Індустріальний підхід до розробки і виконання прикладних систем в гетерогенних розподілених середовищах.- Високопродуктивні обчислення-2013. – С.123 – 131.
31. Lavrischeva K., Ostrovski A., and Radetskyi I. Approach to E-Learning Fundamental Aspects of Software Engineering. – Conference ICTERI-12 <http://senldogo0039.springer-sbm.com/ocs/home/ICTERI2012/>
32. Kolesnyk A., Clabospitskaya O. Tested Approach for Variability Management Enhancing in Software Product Line – Conference ICTERI-12 <http://senldogo0039.springer-sbm.com/ocs/home/ICTERI2012/>
33. Lavrischeva E., Dzubenko A., Aronov A. Conception of Programs factory for Representation and E-learning Disciplines of Software Engineering // 9- th International Conf. ICTERI-2013 “ICT in Education, Research and Industrial Applications; Integration,” Ukraine, June 17–21, 2013 <http://ceur-ws.org/Vol-1000/>

## Відомості про автора:



**Лаврищева Катерина Михайлівна** – доктор фіз.-мат. наук, професор, Інститут програмних систем Національної академії наук України. Наукові інтереси: програмна інженерія.  
E-mail: [lavryscheva@gmail.com](mailto:lavryscheva@gmail.com)