

МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ В ЕКОСИСТЕМАХ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Розглянуто екосистему програмного забезпечення як систему з трьох взаємодіючих елементів: навколишнє середовище, програмне забезпечення та людина. Проаналізовані причини і передумови застосування екологічного підходу до досліджень програмного забезпечення. Описано компоненти екосистем програмного забезпечення. Розглянута матрична модель екосистеми і описані матриці взаємодії. Показані і описані форми взаємодії між компонентами екосистеми програмного забезпечення. Побудована модель інформаційної взаємодії в екосистемі.

Ключові слова: екосистема; програмне забезпечення; інформаційна взаємодія; моделювання екосистеми, матрична модель, модель куба

Grinenko O. O., Grinenko S. A. Model of information interaction in software ecosystems. The article describes software ecosystem as a system of three interacting elements: environment, software and people. There were analyzed reasons and conditions of applying ecological approach to research of software. There were described components of the software ecosystem. There was considered software ecosystem from the perspective of matrix model and described matrix interactions. There was constructed cube model of software ecosystem. General categories in the process of interaction that exist in software ecosystems were dedicated. Forms of interaction between the components of software ecosystem were shown and described. A model of information interaction in software ecosystem was constructed. There was given an example of software ecosystem for equipment producing company.

Keywords: ecosystem; software; information interaction; modeling ecosystem; matrix model, cube model

1. Постановка задачі. Ситуація в світі склалася таким чином, що вітчизняному бізнесу для конкурентоспроможного існування необхідно переходити на цифрові технології. Тільки при використанні правильних інформаційних технологій можна збільшити прибуток і скоротити витрати у всіх сферах підприємницької діяльності. Звичайно, інформатизація бізнесу вже відбувається, але цей процес безперервний, і інформаційні технології продовжують займати нові ніші в структурі бізнесу. Інформатизація процесів, даних, бізнесу виводить технології на новий рівень – екосистеми програмного забезпечення (ПЗ).

Екосистема ПЗ – це складна система, а тому для її ефективного функціонування необхідно своєчасна і злагоджена взаємодія всіх її елементів, що неможливо без правил обміну інформацією між ними. А основою ефективного функціонування екосистеми ПЗ є інформація. Адже відомо, що проблема взаємодії між складовими екосистеми завжди пов'язана з якістю інформаційного забезпечення її процесів. Ці процеси є динамічними, змінними, залежними від часу. У цьому випадку потрібна більш своєчасна інформація, яку отримати виходячи з високої динамічності процесів в екосистемі вчасно досить складно. І “старіє” інформація досить швидко. Якщо інформація повна, своєчасна, достовірна, то така екосистема ПЗ буде успішна. Тому питання побудови моделі інформаційної взаємодії в екосистемі ПЗ є важливим і потребує глибокого дослідження.

В статті [1] розглядається застосування екологічного підходу до дослідження ПЗ і формуються основні поняття розділу програмної інженерії – екології програмного забезпечення. Автор роботи [2] описує застосування екологічного підходу до дослідження ПЗ і наводить три напрямки екологічних досліджень ПЗ: “зелене” програмне забезпечення, сталий розвиток, цифрові екосистеми.

Необхідно зазначити, що частина існуючих робіт спрямована на дослідження питання щодо створення моделей екосистеми ПЗ. Наприклад, в роботі [3] розглядається моделювання екосистем. Автори використовують стратегічні моделі для опису залежності між виробниками програмного забезпечення, розробниками і кінцевими користувачами, а також досліджують можливості пошуку альтернативних шляхів для досягнення стратегічної мети кожного учасника.

В роботі [1] наводиться визначення екосистеми ПЗ, як об'єкта екології програмного забезпечення, розглядаючи засоби моделювання екосистем ПЗ, типи основних елементів екосистем ПЗ. Стаття [4] присвячується проблемі моделювання екосистем ПЗ, їх формального опису, а також представленню екосистеми ПЗ як системи систем. В роботі [5] описується використання концепцій екосистем та запропоновано дві моделі екосистем: холистичні, що характеризують систему в цілому, і метрологічні, що характеризують внутрішню структуру екосистеми.

Стосовно питання інформаційної взаємодії, в роботах [6-8] автор з точки зору теорії несилової взаємодії пояснює природу впливу інформації на об'єкти.

Але на сьогодні немає робіт, присвячених побудові моделі інформаційної взаємодії в екосистемі ПЗ. Хоча саме інформаційна взаємодія грає ключову роль в ефективності функціонування екосистеми ПЗ.

Мета статті полягає в розробці моделі інформаційної взаємодії в екосистемі ПЗ.

2. Визначення екосистеми ПЗ. Екосистема ПЗ – це штучний комплекс, що включає програмне забезпечення, середовище його розробки, експлуатації, супроводу і утилізації, які пов'язані між собою обміном програмними продуктами і знаннями [3].

Корпорація «Майкрософт» дає визначення екосистеми ПЗ як сукупності взаємодій і взаємних впливів організацій (державних, навчальних і комерційних) і індивідуумів, які працюють з програмним забезпеченням [4].

У широкому сенсі об'єктом дослідження екосистеми ПЗ є взаємодія ПЗ і природи. У вузькому смислі об'єкт дослідження – це взаємодія програмного забезпечення із середовищем. Предметом дослідження є принципи, методи, організації, об'єкти, предмети і процеси взаємодії. При цьому, беруться до уваги зв'язки живих організмів екосистеми між собою і з їх неживим (технічним) оточенням. Таким чином розширюються учасники та типи взаємодій, що підлягають дослідженню, з'являються нові властивості і характеристики. При цьому, можна говорити про дослідження екосистем програмного забезпечення [9].

Прикладом екосистеми ПЗ може служити проект Technology Vision 2015 року, в якому якраз можна спостерігати таку комбінацію технологій, застосувань, пристроїв та фізичних об'єктів на єдиній платформі. Ідея проекту полягає в тому, що дрони, оснащені фотокамерами, використовуються для контролю фізичного стану ліній електропередачі та трубопроводів. Компанія розробляє ПЗ, яке розпізнає можливі проблеми, аналізуючи фотографії, наприклад, розрив проводів, їх пошкодження, недозволене будівництво поблизу з об'єктів обстеження і т. д. Всі зібрані дані зберігаються на потужностях "Яндекса" і прямо в "хмарі" обробляються: аналізуються зібрані фотографії, враховуючи маршрути польотів дронів, формується ортофотоплан і 3D-модель місцевості, а потім за допомогою різних технік комп'ютерного зору і аналізу даних формується звіт для клієнта, який відображається у вигляді шарів на "Яндекс.Картах". Це, по суті, екосистема, створена для вирішення конкретного завдання, і в ній задіяно відразу кілька сторін: виробники дронів, камер, електроенергетичні підприємства, Accenture, "Сколково", Yandex Data Factory [10].

Як інший приклад екосистеми ПЗ слід розглянути напрямки Green Software – «Зелене» ПЗ в контексті Green IT – «зелених інформаційних технологій» [11,12-14]. В рамках цього напрямку основний акцент робиться на використанні ПЗ, як засобу прямого або непрямого зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище. Наприклад, стратегія Green Asus була сформульована в 2000 році і ділиться на чотири частини.

Перша частина – Green-Design – повинна забезпечувати створення і впровадження у виробництво "зелених" компонентів, які складаються з легко відновлюваних матеріалів та ефективно утилізуються.

Друга частина – Green-Manufacturing – забезпечує розробку та впровадження економічних та екологічних технологій на виробництві. Наприклад, компанія повністю відмовилася від використання свинцю, а до 2009 року припинила застосування галогенів.

Третя частина – Green-Procurement – регламентує логістику товарів, використання матеріалів і компонентів від зовнішніх виробників. Крім цього, стимулюються постачальники на перегляд свого ставлення до проблем екології.

Четверта частина – Green-Marketing – вирішує завдання утилізації старих комп'ютерів [11].

Можна вказати три причини, що викликають застосування екологічного підходу до досліджень програмного забезпечення. Перші дві пов'язані з концепцією сталого розвитку та визначаються впливом програмних продуктів та їх виробництв на навколишнє середовище. Третя причина полягає в необхідності спостережень за програмним забезпеченням як за організованою системою в контексті реального світу. Перша причина полягає в припущенні, що програмні продукти в складі систем і технологій та їх виробництво в індустрії ПЗ, як в інших інженерних галузях впливають на навколишнє середовище [1, 15]. Сьогодні людство прийшло до розуміння того природного факту, що ресурси, які воно споживає для забезпечення своєї діяльності, не нескінченні. В першу чергу це відноситься до енергетичних ресурсів, таким як газ, нафта та інші види палива. Крім того, виробництво енергії часто пов'язано з негативним впливом на екологію планети, причому цей вплив весь час зростає. Бурхливий розвиток цих технологій ми спостерігаємо сьогодні. Засоби обчислювальної техніки, комп'ютерні системи, самі по собі не відносяться до енергоємних. Ну що таке, здавалося б, 500 ват потужності, споживаної одним персональним комп'ютером? Чи варто про них турбуватися? Виявляється, варто, якщо врахувати загальну кількість комп'ютерів в світі. А ця цифра сьогодні наближається до декількох мільярдів. Отже, програмне забезпечення має негативний вплив на екологію нашої планети [16].

Друга причина ґрунтується на відомому феномені розвитку науково-технічного прогресу, суть якого полягає в тому, що доводиться здійснювати діяльність по ліквідації результатів діяльності [1, 15]. Третя причина полягає в спостереженні, що ефективно планування розвитку і обслуговування програмних продуктів вимагає розуміння не тільки їх місця в реальному світі, обліку їх сталих взаємодій з реальним світом, а також взаємодій всередині окремого продукту, і всередині елементів продукту, але і розширення учасників і типів взаємодій, що підлягають дослідженню, розумінню місця ПЗ в історичному контексті [12, 17].

3. Моделі взаємодії компонентів екосистеми ПЗ. Так як екосистема ПЗ – це складна система, розглянемо її з позиції взаємодії. Для цього розділимо екосистему ПЗ на три компоненти:

- навколишнє середовище (НС) – взаємодіє з об'єктами живої і неживої природи;
- людина – суб'єкт виробничої діяльності ПЗ;
- ПЗ – технічний об'єкт, який взаємодіє з навколишнім середовищем.

Кожен з компонентів екосистеми ПЗ складається з наступних елементів:

- а) *Навколишнє середовище*: жива і нежива природа; люди, суспільство; культура.
- б) *Людина*: виробник; постачальник; споживач; інші зацікавлені організації та особи.
- в) *Програмне забезпечення*: системне ПЗ; вбудовані програми; утиліти; прикладне ПЗ; інструментальне ПЗ.

Опишемо екосистему ПЗ множиною параметрів її компонентів. Нехай екосистема ПЗ – це множина фізичних або інформаційних компонентів:

$$R = \{r_e\}, \quad e = \overline{1, n}, \quad (1)$$

де R – екосистема ПЗ, r_e – компонент екосистеми ПЗ.

З іншого боку, кожен компонент характеризується:

$$r_e = \langle a_e, K_e, U_e, N_e, SV_e, SR_e \rangle, \quad (2)$$

де a_e – назва компонента, o_e – розмір, K_e – місткість, U_e – стійкість, N_e – надійність, SV_e – самовідновлення, SR_e – саморегуляція.

Означення 1. Розмір – це простір, в якому можливе здійснення процесів саморегуляції і самовідновлення всіх складових компонентів екосистеми.

Означення 2. Місткість – це максимальна чисельність елементів, яку даний компонент здатний підтримувати в певних умовах протягом тривалого часу.

Означення 3. Стійкість – це здатність компонента екосистеми зберігати свою структуру і функціональні особливості при впливі зовнішніх і внутрішніх факторів.

Означення 4. Надійність – це здатність компонентів екосистеми щодо повного самовідновлення і саморегулювання, тобто, утримувати свої основні параметри в часі і просторі.

Означення 5. Самовідновлення – це самостійне повернення компонентів екосистеми до стану динамічної рівноваги, з якого вони були виведені впливом будь-яких чинників.

Означення 6. Саморегуляція – це здатність компонентів екосистеми до самостійного відновлення балансу внутрішніх властивостей після будь-якого впливу за допомогою принципу зворотного зв'язку між її елементами, тобто компонент здатний зберігати свою структуру і функціонування в певному діапазоні зовнішніх умов.

Всі описані елементи повинні злагоджено взаємодіяти між собою (рис. 1). Представлена схема показує взаємодію між компонентами, але не відображає суті їх зв'язку.

Для побудови моделі інформаційної взаємодії розглянемо екосистему ПЗ з позиції *матричної моделі*, де кожен компонент розглядається як набір зазначених вище елементів, які впорядковані або пов'язані один з одним і реалізуються через процеси в екосистемі ПЗ.

На рис.2 зображена матрична модель інформаційної взаємодії екосистеми ПЗ. Дану модель можна описати у вигляді матриць (табл.1-3).



Рис 1. Взаємодія компонентів екосистеми ПЗ

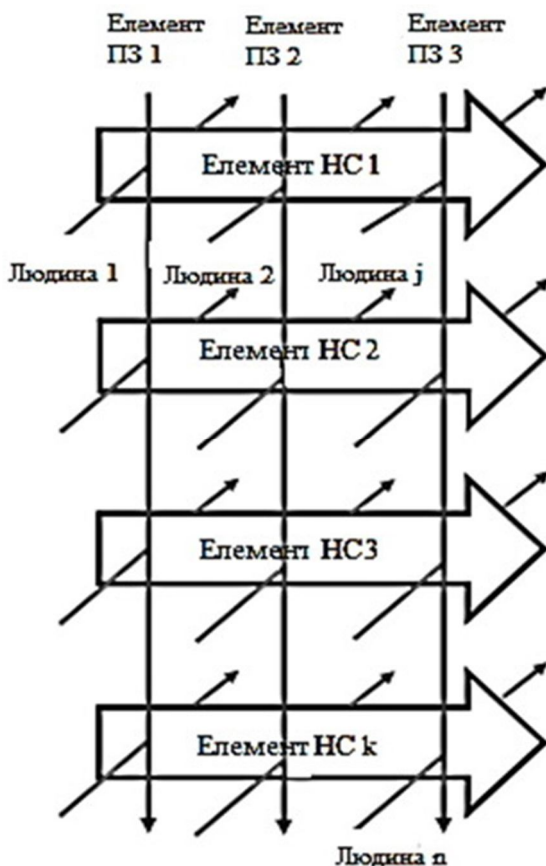


Рис. 2. Матрична модель екосистеми ПЗ

Матриця впливу (НС) на людину Табл. 1

| | Елемент НС ₁ | ... | Елемент НС _i | ... | Елемент НС _k |
|----------|-------------------------|-----|-------------------------|-----|-------------------------|
| Людина 1 | v_{11} | ... | v_{1i} | ... | v_{1k} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Людина j | v_{j1} | ... | v_{ji} | ... | v_{jk} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Людина n | v_{n1} | ... | v_{ni} | ... | v_{nk} |

Примітка: v_{nk} – інформація про потреби в необхідних змінах діяльності людини за допомогою створення або застосування ПЗ.

Матриця впливу ПЗ на НС Табл. 2

| Елемент ПЗ1 | q_{11} | ... | q_{1i} | ... | q_{1k} |
|-------------|----------|-----|----------|-----|----------|
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Елемент ПЗl | q_{l1} | ... | q_{li} | ... | q_{lk} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Елемент ПЗs | q_{s1} | ... | q_{si} | ... | q_{sk} |

Примітка: q_{sk} – інформація про рівень впливу ПЗ на навколишнє середовище (рівень негативний чи позитивний).

Матриця управління життєвим циклом ПЗ

Табл. 3

| | Людина 1 | ... | Людина j | ... | Людина n |
|----------------|----------|-----|------------|-----|------------|
| Елемент ПЗ 1 | r_{11} | ... | r_{1j} | ... | r_{1n} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Елемент ПЗ l | r_{l1} | ... | r_{lj} | ... | r_{ln} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Елемент ПЗ s | r_{s1} | ... | r_{sj} | ... | r_{sn} |

Примітка: r_{sn} – інформація про дії, які необхідно зробити з ПЗ.

Представлені матриці утворюють куб, що включає зв'язки елементів екосистеми (рис. 3). У кубі відображається структура взаємодії в екосистемі ПЗ: розподіл потреб в ПЗ в залежності від факторів НС; виробництво ПЗ; вплив ПЗ на НС.

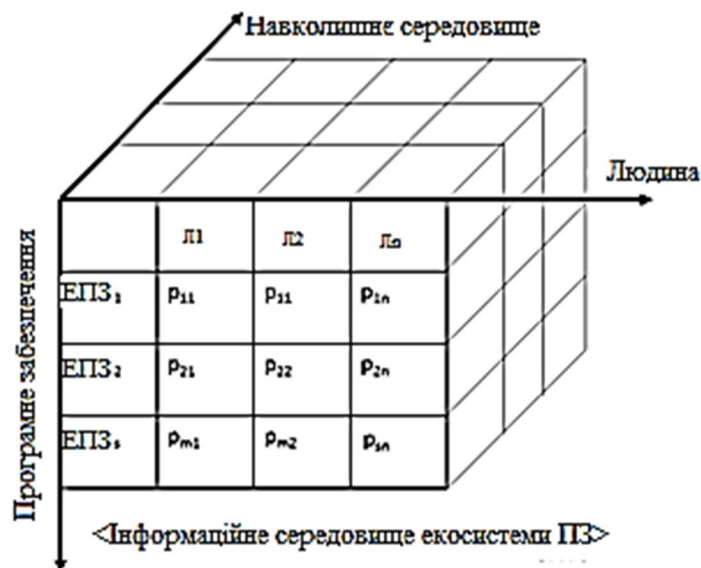


Рис.3. Модель куба екосистеми ПЗ

4. Процеси взаємодій між елементами екосистеми. Тепер розберемо взаємодії між елементами куба. Адже існування трьох матриць ускладнює процес інформаційної взаємодії в життєвому циклі екосистеми ПЗ. Виділимо основні сутності цієї взаємодії і розглянемо їх роль в екосистемі ПЗ.

Досліджуючи питання функціонування екосистеми ПЗ, необхідно визначити процеси взаємодій між елементами екосистеми. Що об'єднує процеси взаємодії в екосистемі ПЗ? Як створити єдину модель, враховуючи взаємодію всіх компонентів екосистеми ПЗ у всіх сферах виробничої діяльності людини? Відповідь на ці питання можлива тільки через виділення загальних категорій в процесах взаємодії, що існують в екосистемі ПЗ. До таких загальних категорій можна віднести: *дія, управління, реакція, вплив*.

У процесі взаємодії під впливом інформації кожен з компонентів системи повинен змінитися. Нижче наведено опис форм інформаційної взаємодії.

а) Категорія «Дія».

– *Покращення НС*: Інформація про необхідність внесення змін до ПЗ з метою поліпшення НС.

– *Аналіз НС*: Інформація про необхідність проаналізувати НС за допомогою ПЗ.

– *Пристосування до НС*: Інформація про необхідність внесення змін до ПЗ з метою пристосування до НС.

–Усунення шкідливих наслідків: Інформація про шкідливий вплив результатів життєдіяльності людей на НС.

б) Категорія «Управління».

–Створення ПЗ: Інформація про необхідність створення ПЗ. Постановка цілей, завдань, вимог до інтерфейсу, швидкодії ПЗ та інше.

–Зміна ПЗ: Інформація про внесення змін до ПЗ. виправлення помилок, створення оновлень, доробка та інше.

–Утилізація ПЗ: Інформація про утилізацію частини або всього ПЗ.

–Маніпуляції з ПЗ: Інформація про проведення маніпуляцій з ПЗ. Продаж, придбання, налаштування ПЗ та інше.

в) Категорія «Реакція».

–Реакція ПЗ на управління: Інформація про стан ПЗ. Помилки, неефективна робота, не виконує поставленого завдання, незручний інтерфейс та інше.

г) Категорія «Вплив».

–Позитивна / Негативна. Інформація про позитивний або негативний вплив ПЗ на НС.

Об'єднаємо компоненти екосистеми ПЗ і форми взаємодії в єдину модель (рис. 4).

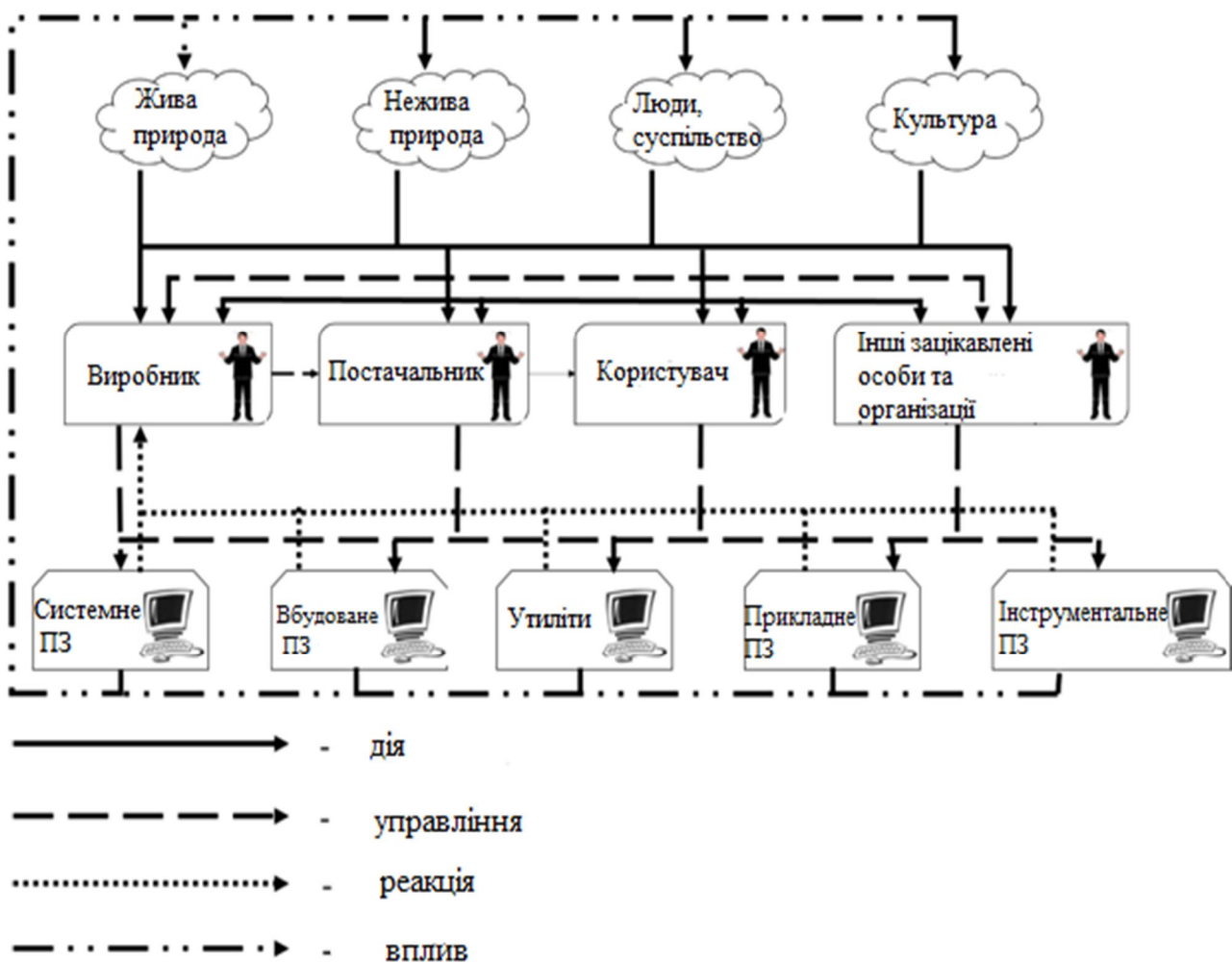


Рис. 4. Кругообіг інформації в екосистемі ПЗ

Як приклад розглянемо екосистему ПЗ на приладобудівному підприємстві, яке розробляє геодезичне обладнання. Компоненти такої екосистеми і їх взаємодія показані на рис. 5, опис зв'язків представлений у табл. 4.

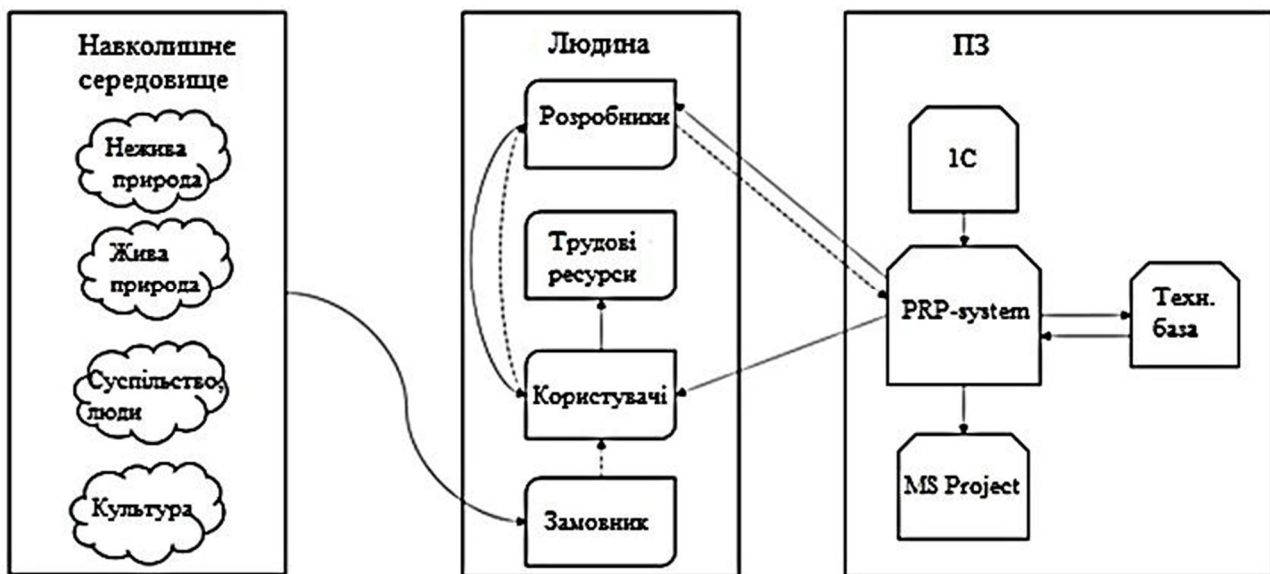


Рис. 5. Екосистема ПЗ приладобудівного підприємства

Опис зв'язків екосистеми приладобудівного підприємства

Табл. 4

| № | Зв'язок | Тип | Інформація |
|----|--|------------|--|
| 1. | Навколишнє середовище – Замовник | Дія | Потреба у створенні геодезичного обладнання для дослідження навколишнього середовища |
| 2. | Замовник – Користувач | Управління | Вимоги до ПЗ. |
| 3. | Користувач – Розробник | Управління | Вимоги до ПЗ. |
| 4. | Користувач – Трудові ресурси | Управління | Завдання і плани робіт по виробництву. |
| 5. | Розробник – Користувач | Дія | Документація користувача. |
| 6. | PRP-system – Користувач | Дія | Плани виробництва, логістики, виконання проектів, завдання трудовим ресурсам і плани використання матеріальних ресурсів. |
| 7. | ІС-PRPsystem. Технологічна база – PRPsystem. PRPsystem – технологічна база. PRPsystem – MSProject | Дія | Дані про виробництво, проектах, логістиці, фінансах тощо. |

5. Висновки. У статті розглянуто два перспективні напрямки для розвитку ІТ індустрії.

Перший напрямок – дослідження екосистеми програмного забезпечення. Протягом останніх років це питання є трендом на світовому ринку інформаційних технологій. Крім західних вчених, питанням вивчення і застосування екосистем ПЗ в життя зайнялися такі гіганти ІТ сфери як Google, Apple, Microsoft. Вони давно взяли на озброєння цей напрямок

для розвитку і продажу своїх технологій. А також до дослідження екосистем ПЗ приєдналися вітчизняні вчені, які сприяють розвитку цього напрямку. З кожним днем екосистеми ПЗ захоплюють нові ніші. За такими системами буде майбутнє ІТ індустрії.

Інший напрямок дослідження пов'язаний з інформаційними взаємодіями в екосистемі ПЗ. В екосистемах ПЗ інформація відіграє ключову роль, адже вона є двигуном взаємодії між компонентами. А завдяки своєчасно переданій необхідній інформації екосистема ПЗ може ефективно функціонувати.

З вищесказаного випливає, що питання побудови моделі інформаційної взаємодії в екосистемі ПЗ є актуальними і вимагають проведення ґрунтовних наукових досліджень.

Список використаної літератури

1. Сидоров Н. А. Экология программного обеспечения / Н. А. Сидоров // Инженерия программного обеспечения. – 2010. – № 1(1). – С. 53-61.
2. Sidorov N. Software Ecosystem Modeling / N. Sidorov, O. Grinenko // Инженерия программного обеспечения. – 2013. – №2 (14). – С. 38- 48.
3. Грінєнко О. О. Екосистеми програмного забезпечення / О. О. Грінєнко // Вісник НТУ. – 2012. – Вип. 26. – С. 508-512.
4. Грінєнко О. О. Екосистема програмного забезпечення як система систем / О. О. Грінєнко // Наукоємні технології. – 2014. – № 3 (23). – С. 280-283.
5. Хоменко В. А. Экологические системы программного обеспечения / В. А. Хоменко // Вісник Національного технічного університету (ХПИ). – 2011. – № 23. – С. 114-118.
6. Тєсля Ю. Н. Несиловое взаимодействие / Ю. Н. Тєсля. – Київ: Кондор, 2005. – 196 с.
7. Тєсля Ю. М. Вступ до інформатики природи / Ю. М. Тєсля. – Київ : Маклаут, 2010. – 255 с.
8. Тєсля Ю. Н. Диалоги с Тєсляй. Теория несилового Мира /Ю. Н. Тєсля, А. Г. Тиминский, Н. Ю. Егорченкова, Л. Б. Кубьявка, О. В. Тєсля. – Черкаси: Маклаут, 2015. – 246 с.
9. Грінєнко О. О. Моніторинг екосистем програмного забезпечення / О. О. Грінєнко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Сер. : Технічні науки. – 2014. – № 2. – С. 27-31.
10. Каждой компании нужна экосистема [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.kommersant.ru/doc/2697933
11. Турнов Н. Зеленый свет для ASUS / Н. Турнов // PC WEEK/UE. – 2008. – №24(93).
12. IBM Software: A green strategy for your entire organization. IBM Software for a greener world June. 2008. NY 10589. U.S.A. Produced in the United States of America. May 2008. 15.
13. WebberL. Green Tech: thow two and to plan implement sustain – able IT solutions / L. Webber, M. Wallance. . – FBACOM. – 2008. – 29 p.
14. Y. Velye. Green IT: Rednee your Information systems Environmental input while adding to the bottom line / Y. Velye, A. Velye, R. Elsenpeter. – 2008. – 22 p.
15. Сидоров Н. А. Экология программного обеспечения / Н. А. Сидоров // Материалы Всеукраинской конференции аспирантов и студентов «Инженерия программного обеспечения 2006» – К.: НАУ, 2006.
16. Маевский Д. А. Метрики «оттенков зеленого» в программном обеспечении / Д. А. Маевский, Е. Д. Маевская, А. В. Дрозд // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2014. – № 6 (70). – С.120-124.
17. Messershmitt D. G. Software Ecosystems: Understanding an Indispensable Technology and Industry/ D. G. Messershmitt, C. Szyperski. . – MIT press. – 2003. – 233 p.

Reference

1. Sidorov M. O. Software ecology // Inzheneriia prohramnoho zabezpechennia. – 2010. – № 1(1). – С. 53-61.
2. Sidorov M., Grinenko O. Software Ecosystem Modeling // Inzheneriia programnoho zabezpechennia. – 2013. – №2 (14). – С. 38- 48.
3. Grinenko O.O. Software ecosystems // Visnik Natsionalnogo transportnogo universitetu. – 2012. – Вип. 26. – С. 508-512.
4. Grinenko O. O. Software ecosystem as system of systems // Naukoiemni tekhnolohii. – 2014. – № 3 (23). – С. 280-283.
5. Khomenko V. A. Software ecosystems // Visnyk Natsionalnogo tehnicnogo universitetu “KhPI”. – 2011. – № 23. – С. 114-118.
6. Tesla Yu. M. Non-force interaction.– Kyiv: Kondor, 2005. – 196 с.
7. Tesla Yu. M. Introduction to the informatics of nature. – Kyiv : Maklout, 2010. – 255 с.
8. Tesla Yu. M., Timinskii A. H., Ehorchenkova N. Yu., Kubiavka L. B., Tesla O. V. Dialogues with Tesla. The theory of a non-force World.– Cherkasy: Maklout, 2015. – 246 с.
9. Grinenko O. O. Monitoring of software ecosystems // Visnyk Cherkaskoho derzhavnogo tehnologichnogo universitetu. Serii: Tekhnichni nauky. – 2014. – № 2. – С. 27-31.
10. Every company needs an ecosystem [Electronic resource]. – Access mode: www.kommersant.ru/doc/2697933
11. Turnov N. Green light for ASUS // PC WEEK/UE. – 2008. – №24(93).
12. IBM Software: A green strategy for your entire organization. IBM Software for a greener world June. 2008. NY 10589. U.S.A. Produced in the United States of America. May 2008. 15.
13. WebberL., Wallance M. Green Tech: thow two and to plan implement sustain – able IT solutions. – FBACOM. – 2008. – 29 p.
14. Velye Y., Velye A., Elsenpeter R. Green IT: Rednee your Information systems Environmental input while adding to the bottom line. – 2008. – 22 p.
15. Sidorov M. O. Software ecology // Materials of the All-Ukrainian Conference of Post-Graduates and Students "Software Engineering 2006". – Kyiv: NAU, 2006.
16. Maevskii M. A., Maevskaia E. D., Drozd A.V. Metrics of "green shades" in software // Radioelektronni i kompiuterni systemy. – 2014. – № 6 (70). – С.120-124.
17. Messershmitt D. G., Szyperski C. Software Ecosystems: Understanding an Indispensable Technology and Industry. – MIT press. – 2003. – 233 p.

Автори статті

Грінєнко Олена Олександрівна – старший викладач кафедри інженерії програмного забезпечення, Національний авіаційний університет, Київ. Тел.: +380 (97) 9125920. E-mail: Elena.Grinenko@livenau.net.

Грінєнко Сергій Анатолійович – асистент кафедри інженерії програмного забезпечення, Національний авіаційний університет, Київ. Тел. +380(97) 9710776. E-mail: SergGrinenko@gmail.com.

Authors of the article

Grinenko Olena Oleksandrivna – senior lecturer of software engineering department, National Aviation University, Kyiv. Tel.: +380(97) 9125920. E-mail: Elena.Grinenko@livenau.net.

Grinenko Serhiy Anatiliiovych – assistant of software engineering department, National Aviation University, Kyiv. Tel.: +380 (97) 9710776. E-mail: SergGrinenko@gmail.com.

Рецензент:

доктор технічних наук, професор Ю. М. Тєсля
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Дата надходження

в редакцію: 17.01.2017 р.