

УДК 629.735.072.8.08:004 (045)

Рябокін Ю.М.,  
Мендзєбровський І.Б.

## ДОМЕННИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕРФЕЙСУ ПУЛЬТА ІНСТРУКТОРА АВІАЦІЙНОГО ТРЕНАЖЕРУ

Національний авіаційний університет

*Представлено результати доменного аналізу програмного забезпечення інтерфейсу пульта інструктора авіаційного тренажеру, як підходу, що запропонований для визначення повторно використовуваних рішень.*

### Вступ

Пульт інструктора є основним компонентом авіаційного тренажеру, що використовується для управління процесом тренування. За допомогою пульта інструктор здійснює контроль якості пілотування, установку початкових умов польоту, імітацію взаємодії пілотів з диспетчером, керування імітацією відмов літака, розбір помилок та особливостей пілотування [1].

Тренування пілотів відбувається відповідно до програм підготовки, які формуються інструкторами в залежності від конкретних задач тренування, і передбачають проведення серійних учбових польотів на тренажерах в заданих умовах. Програми підготовки можуть змінюватися в період експлуатації літака з врахуванням набутого досвіду пілотування. Тому, для ефективного виконання навчальних дій та швидкого аналізу даних інструктору необхідно володіти детальною інформацією, представленою в доступному для огляді виді [2].

Основним засобом представлення інформації є інтерфейс. Інтерфейс пульта інструктора здійснює представлення інформації про учбовий політ і надає можливість інструктору керувати тренажером та умовами польоту [3]. Він складається із безлічі інтерфейсних елементів, які представляються двома групами: індикатори (елементи для відображення інформації) та елементи управління (елементи інтерфейсу для управління процесом тренування), що призначені для полегшення роботи інструктора.

Програмне забезпечення пульта інструктора авіаційного тренажеру є спеціалізованим доменом, при розробці якого потрібні навички не лише програмістів, а й цілої низки авіаційних фахівців. Це пов'язано, в першу чергу, із наявністю відповідних знань у спеціалістів даної галузі як повинна функціонувати система. Основні труднощі, що виникають при розробці програмного забезпечення пульта інструктора пов'язані із розумінням особливостей процесу інформаційного обміну, управління і контролю

тренуванням та специфіки інтерфейсних елементів, які неодмінно ведуть до збільшення термінів та вартості розробки.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

З метою вирішення проблем пов'язаних із зниженням витрат та зменшенням часу на розробку програмного забезпечення в літературі [4–8] існують пропозиції відносно створення та застосування повторно використовуваних рішень під час розробки програмного забезпечення.

Повторне використання залишається найбільш дієвим підходом до зниження витрат на створення програмного забезпечення шляхом застосування накопиченого досвіду. Тому воно практикується не тільки всіма відомими розробниками програмного забезпечення, наприклад, AT&T, IBM, Ericsson, Hewlett-Packard, Motorola, Nec, Toshiba, які розробили власні технології повторного використання і створили відповідні підрозділи для їх впровадження, але і досліджується багатьма вченими.

### Постановка задачі

Враховуючи високу вартість розробки авіаційних тренажерів та стан авіаційної галузі, питання створення та застосування повторно використовуваних рішень набувають особливої актуальності. Повторне використання дозволяє суттєво скоротити витрати на розробку програмного забезпечення. Але тільки за допомогою систематичного повторного використання програмного забезпечення можна зменшити витрати (видатки) на його створення, скоротити терміни розробки та підвищити якість програмного забезпечення. Основу систематичного повторного використання складає доменний аналіз.

Інтерфейс пульта інструктора є основним компонентом пульта, на розробку якого завжди витрачається багато часу та фінансів,

що пов'язано з особливістю інтерфейсних елементів.

Тому, в роботі пропонується провести доменний аналіз програмного забезпечення інтерфейсу пульта інструктора для створення повторно використовуваних рішень, що можуть багатократно використовуватися при створенні інтерфейсів пультів інструкторів різних видів авіаційних тренажерів.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Доменний аналіз відомий як частина доменної інженерії, яка використовується для збору, систематизації і збереження минулого досвіду побудови систем або частин систем в конкретному домені в формі повторно використовуваних активів, а також для забезпечення належних засобів (методів) для повторного використання цих активів (тобто, пошук, розповсюдження, адаптація, збірка) при створенні нових систем [9].

Доменний аналіз є першим процесом доменної інженерії, що використовується для визна-

чення доменів, їх границь, подібностей і відмінностей систем в домені [9-11].

Доменний аналітик проводить доменний аналіз у відповідності з керівництвом по доменному аналізу. Він виконує ключову роль в розробці повторно використовуваних компонент; визначає, збирає, організовує та представляє всю важливу інформацію в домені. Ця інформація базується на існуючих системах в домені; знаннях, отриманих від доменних експертів; політики, процедур і стандартів, що лежать в основі роботи організації; і впроваджених технологій [12].

Доменний експерт є одним із основних джерел знань відносно домену. Він визначає вимоги і очікування замовника, допомагає доменному аналітику в зборі та аналізі інформації про домен [12, 13].

Основними вхідними даними процесу доменного аналізу виступають знання та потреби домену (рис. 1). Існуючі моделі домену теж приймаються в якості вхідних даних. Вони забезпечують додаткову інформацію при визначенні найбільш відповідної моделі домену для конкретного домену.



Рис.1. Процес доменного аналізу

Під час виконання процесу доменного аналізу визначаються границі домену, спільні та відмінні властивості систем в домені та зв'язок з іншими доменами.

Результатом доменного аналізу виступає модель домену – детальне представлення знань домену.

Вона складається з трьох основних компонент [9]:

- контекстної моделі;
- моделі властивостей;
- словника домену (лексикону).

Контекстна модель відображає границі домену. До неї входять сутності та абстракції домену і зв'язки між ними.

В моделі властивостей фіксуються загальні та відмінні риси сутностей в домені.

Словник домену забезпечує представлення термінів відносно домену. Його призначення – зробити спілкування між розробниками і іншими зацікавленими особами простішим та яснішим.

Результати доменного аналізу можуть бути використані не тільки при створенні нових систем домену, але й для навчання нових співробі-

тників. Оскільки представляють повну інформацію стосовно загальної структури та функціональності систем в виділеному домені.

Під час проведення доменного аналізу програмного забезпечення інтерфейсу пульта інструктора авіаційного тренажера, на початко-

вому етапі, визначається необхідний набір інформації, методи збору та джерела інформації. Отримані дані представляється в документі «досьє домену», в якому зазначається яка інформація була отримана, звідки і яким чином (табл. 1).

Таблиця 1

Основні джерела та способи збору інформації в домені «інтерфейс пульта інструктора»

№	Інформація	Спосіб збору інформації	Назва джерела	Представники
1.	1) організація роботи в авіаційній галузі	Вивчення документів та аналогічних систем	Управляючі і регулюючі документи	Конституція України, Повітряний кодекс України, документи ІКАО (Керівництво по запобіганню авіаційних подій, Керівництво по плануванню обслуговування повітряного руху), галузеві стандарти.
2.	1) структура відповідного типу авіаційного тренажера; 2) опис панелі та складових панелі інструктора авіаційного тренажера; 3) вимоги стосовно форми представлення інтерфейсних елементів	Вивчення документів та аналогічних систем	Інформаційні документи	Технічний опис літальних апаратів, керівництво по льотній експлуатації. Технічні описи та інструкції по експлуатації елементів панелі інструктора. ГОСТ 27626-88 Лицьові частини авіаційних індикаторів і приборів ГОСТ Р 50140-92 - Шрифти і знаки для авіаційних індикаторів, пультів і надписів.
3.	1) опис інтерфейсу панелі інструктора авіаційного тренажера та його складових	Вивчення документів та аналогічних систем	Існуючі пульти інструкторів	Пульти тренажерів Л-410, Ан-148, АН-24, Ту-154.
4.	1) організація проведення тренування; 2) посадові інструкції; 3) опис робочого місця інструктора; 4) опис елементів інтерфейсу панелі інструктора	Інтерв'ю, спостереження, анкетування	Авіаційні спеціалісти	Інженери-конструктори авіаційної техніки, працівники тренажерного центру, інструктори.

Отримана інформація представляється сукупністю інтерфейсних елементів пультів інструкторів різних типів авіаційних тренажерів. Враховуючи великий обсяг отриманої інформації, можна зробити висновок, що неможливо вивчити та описати кожен окрему систему домену – кожен інтерфейсний елемент. Варто обрати підмножину систем домену, яка представлятиме спільність та відмінність систем в домені.

Для представлення, систематизації та класифікації отриманої інформації, в роботі пропонується використати таксономію. Вона допомагає зрозуміти послідовність і організацію елементів інтерфейсу пульта інструктора [13].

Таксономія інтерфейсних елементів представлена множиною індикаторів та елементів (органів) управління.

Індикатори різняться за видом інформації, структурою та формою представлення (кругла, прямокутна, цифрова). Відповідно, їх розділя-

ють на: кругові, лінійні, цифрові та індикатори станів (рис. 2).

До кругових індикаторів, як правило, відносять навігаційні індикатори (прилади), які з точністю повторюють прилади кабіни пілота (контрольної панелі) [14, 15]. Серед них виділяють [14-16]: авіагоризонт, висотомір, покажчик швидкості, варіометр, покажчик курсу.

Лінійний індикатор – прилад для відображення аналогової інформації у вигляді світляного стовпчика [16, 17]. До лінійних індикаторів відносять термометри та рухомі лінійні індикатори.

Цифровий індикатор – прилад для відображення значень певної величини в дискретному вигляді (найчастіше у вигляді набору цифр) [17]. Має фіксований набір елементів відображення, що розміщуються довільно або згруповано. Цифрові індикатори інтерфейсу пульта інструктора представляються у вигляді тексту або цифр.

Індикатори станів використовуються для імітації статичних візуальних об'єктів, які мають фіксований набір станів. Індикатори станів панелі інструктора авіаційного тренажера – сигнальне табло. Воно складається з набору інди-

каторів станів, кожен з яких вказує на настання певної події під час польоту. Кожний індикатор стану представляє собою прозорий прямокутний елемент, який має відповідну назву та відповідає за настання певної події в польоті.

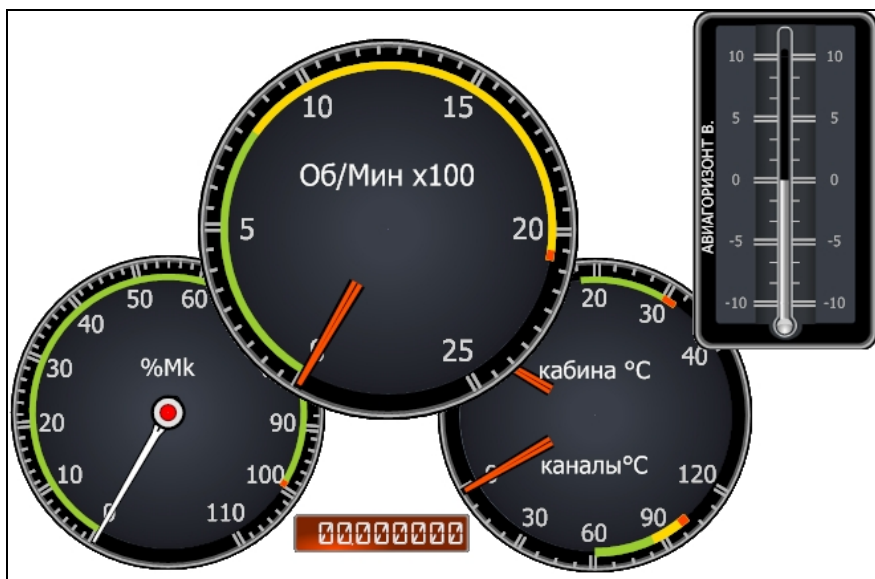


Рис. 2. Різновиди індикаторів

Серед елементів управління виділяють: панель відмов та тумблери [16, 17].

Панель відмов представляє собою набір кнопок, при натисканні на які моделюється певна позаштатна ситуація і, відповідно, особі, яка проходить тренування, надається можливість відпрацьовувати навички пілотування в аварійних умовах. Кожна кнопка відмов представляє собою прозорий прямокутний елемент, який має відповідну назву та відповідає за виклик позаштатної ситуації в польоті. Для зручності сприйняття інформації інструктором кожна кнопка у натиснутому стані підсвічується.

Тумблер – елемент управління, який використовується для переключення певних режимів [17].

Для візуалізації границь домену, отриманої таксономії інтерфейсних елементів та термінів домену в роботі створено контекстну модель (рис. 3).

Кожний круговий індикатор представляється композицією шкали, стрілки, стрічки, вісі стрічки та характеризується: типом, назвою, параметром, розміром та підписом.

Кругові індикатори мають кругові, напівкругові або секторні шкали. Вони підходять для відображення показників швидкості, варіометрів, висотомірів.

В свою чергу, складові кругового індикатору характеризуються:

- шкала – мінімальним та максимальним значенням, радіусом, положенням цифр відносно шкали, розміром цифр, кількістю малих та великих поділок, початковим та кінцевим кутом шкали;

- стрілка – типом стрілки, початковим та кінцевим відступом;

- стрічка – назвою, значенням на шкалі з якого починається стрічка та на якому закінчується;

- стрічка – назвою, значенням на шкалі з якого починається стрічка та на якому закінчується;

- вісь стрічки – типом та розміром.

Лінійні індикатори представляються композицією лінійної шкали та стрічки. Даний вид індикатору характеризується: типом індикатору, назвою, параметром та розміром. Лінійній шкалі властиві мінімальне та максимальне значення, кількість малих та великих поділок. Стрічці – назва, значення на шкалі з якого починається стрічка та на якому закінчується.

Індикатор стану характеризується: типом та назвою індикатору, параметром, пов'язаним з даним індикатором, розміром та кольором увімкненого та вимкненого індикатору.

Цифровому індикатору властивості: тип, параметр, розмір, кількість знаків, що відображаються та режим дисплею.

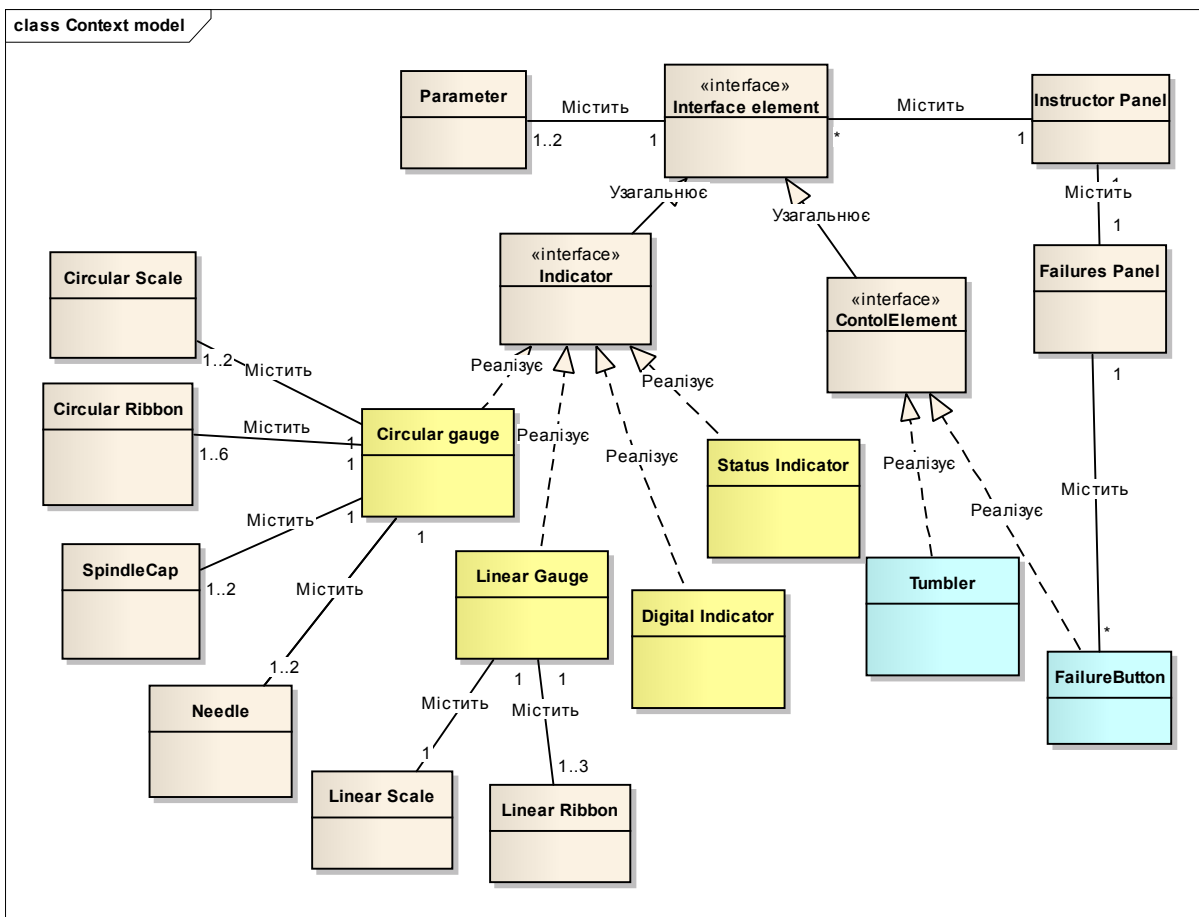


Рис. 3. Контекстна модель домену

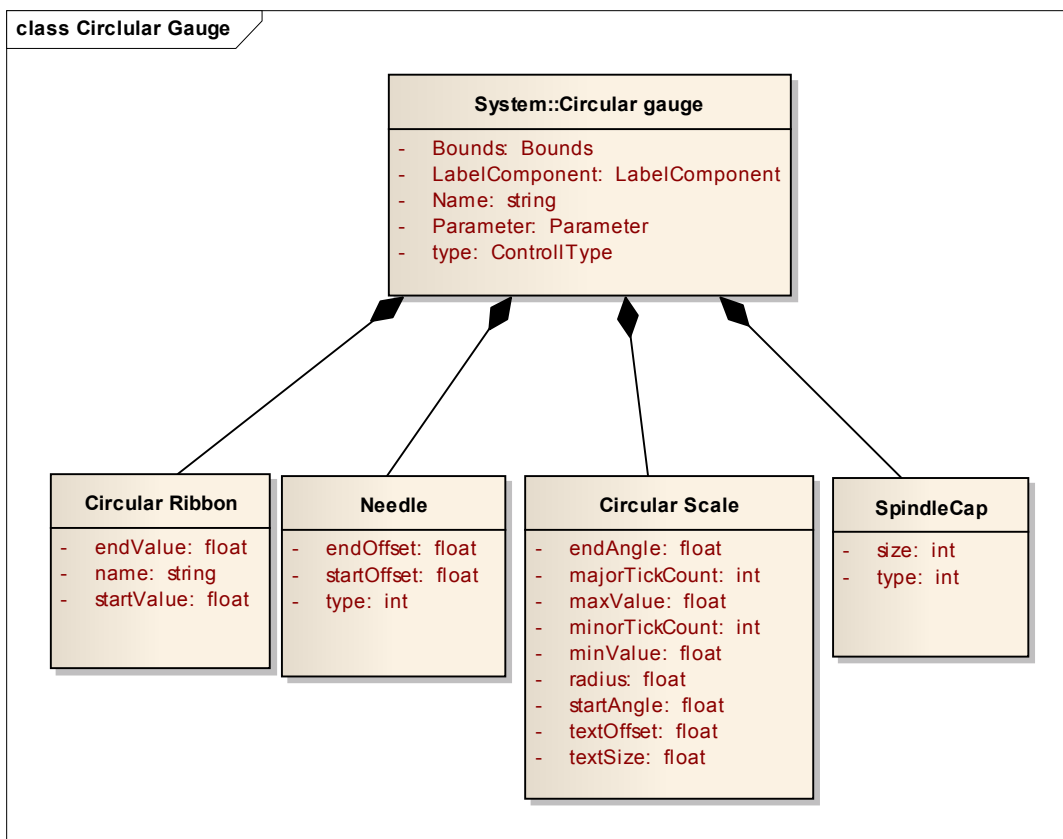


Рис. 4. Модель властивостей кругового індикатору

Елементи управління: кнопки панелі відмов, тумблери мають різну форму представлення та

різняються за призначенням, але мають спільні властивості: назву, тип, розмір.

Проаналізувавши існуючі інтерфейсні елементи можна зробити висновок, що всі елементи різняться за структурою, формою представлення та призначенням. Спільними властивостями, що притаманні інтерфейсним елементам, виступають: назва, тип та розмір. Відмінні властивості представленні індивідуальними властивостями кожного типу інтерфейсних елементів.

Виділені властивості представляються у вигляді моделей (рис. 4). Моделі властивостей в об'єднанні з контекстною моделлю утворюють модель домену, що відображає зв'язки систем домену; спільні та відмінні риси систем в домені – інтерфейсних елементів.

### **Висновки**

Систематичне повторне використання є одним з найбільш ефективних шляхів підвищення продуктивності та зниження витрат на створення програмного забезпечення.

Оскільки стан галузі авіаційних тренажерів дозволяє створювати високо рівневі, багатократно використовувані рішення, то використання доменного аналізу при створенні таких рішень дає можливість виділити відповідну інформацію домену, джерела інформації, термінологію домену, таксономію і на їх основі побудувати модель домену.

Модель домену відображає зв'язки та властивості основних понять домену; широко використовується в якості основи для розробки програмних об'єктів.

### **Список літератури**

1. Ancker G. Design of a flight simulator software architecture / Göran Ancker, Jan Wallenberg. – School of Mathematics and System Engineering, Växjö University. – 2002. – 91 p.
2. Меерович Г.Ш., Годунов А.И., Ермолов О.К. Авиационные тренажеры и безопасность полетов. – М.: Воздушный транспорт. –1990. – 343 с.
3. Луцький М.Г. Метод створення програмного забезпечення пульта інструктора АТ / М.Г. Луцький Ю. М. Рябокінь // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб. наук пр. – К.: Век+, – 2009. – № 51. – С. 78–83.
4. Jacobson I., Griss M., Jonsson P. Software Reuse. Architecture, Process and Organization for

Business Success. – Pearson Education Asia. – 2002. – 497 p.

5. Sameting J. Software Engineering with Reusable Components – Springer-Verlag, March 1997. – 285 p.

6. Tomer A., Goldin L., Kuflik T., Kimchi E., Schach S. R. Evaluating Software Reuse Alternatives: A Model and Its Application to an Industrial Case Study. // IEEE Transaction on Software Engineering, vol. 30, No. 9, September 2004. – P. 111-118.

7. Сидоров М.О. Вступ до інженерії програмного забезпечення. – К. – НАУ. – 2010. – 82 с.

8. Сидоров Н.А. Повторное использование программного обеспечения // Кибернетика. – 1989. – № 3 – С. 46-51.

9. Alana E., Rodriguez A. Domain engineering methodologies survey. – GMV AEROSPACE AND DEFENCE S.A., Madrid. – 2007. – P. 1-38.

10. Neighbors J.M. The Draco Approach to Constructing Software from Reusable Components // IEEE Trans. on Softw. Eng. – 1984. – № 3. – P. 564-576.

11. Lockheed Mertin Tactical Defense System. Organization Domain Modelling Guidebook: Version 2.0 Manassas STARS-VC-A025/001/00. – 1996. – 509 p.

12. Рябокінь Ю.М. Формування повторно використовуваних рішень при створенні програмного забезпечення пульта інструктора авіаційного тренажеру методом доменного аналізу / Ю.М. Рябокінь // Інженерія програмного забезпечення, – 2010. – № 2. – С. 44-53.

13. Рябокінь Ю.М. Генератор елементів інтерфейсу пульта інструктора авіаційного тренажеру / Ю. М. Рябокінь // Проблеми інформатизації та управління, – 2012. –№ 3 (39). – С. 130-134.

14. Воробьев В.Г., Глухов В.В., Кадышев И.К. Авиационные приборы, информационно-измерительные системы и комплексы. Учебник для вузов / Под. ред. В.Г. Воробьева. – М.: Транспорт, – 1992. – 399 с.

15. Post D. L., Task H. L. Visual display technology // International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors.– London: Taylor & Francis, 2001 – P. 850-855.

16. Кучерявый А.А., Мишин В.А., Клюев Г.И. Бортовые информационные системы: Курс лекций. – Ульяновск: УлГТУ, – 2004. – 504 с.

17. Харин В.И. Авиационные приборы. М: «Транспорт», – 1978. – 205 с.