

# ОБ'ЄКТНО-ОРИЄНТОВАНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ІМІТАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ РОЗУМНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ПРИКЛАДІ РОЗУМНОЇ КУХОННОЇ СИСТЕМИ

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## **Анотація**

Здійснено моделювання та проєктування програмної системи на основі моделі подання програмної архітектури «4+1 Architectural View Model» Ф. Крухтена для дослідження діяльності розумних об'єктів на прикладі розумної кухонної системи. Результати дослідження довели, що запропонована авторами концептуальна модель розумної кухонної системи відповідає підходу User-Centered-System і може бути використана в майбутньому для застосування в інтелектуальних системах підтримки приготування їжі.

**Ключові слова:** інтелектуальна кухонна система, комп'ютер, штучний інтелект

## **Abstract**

Modeling and designing of a software system for researching the activity of smart objects using the example of a smart kitchen system based on F. Kruchten's "4+1 Architectural View Model in Software" was carried out. The results of the study proved that the conceptual model of a smart kitchen system proposed by the authors corresponds to the User-Centered-System approach and can be used in the future for application in intelligent food preparation support systems

**Keywords:** smart kitchen system, computer, artificial intelligence

## **Вступ**

Сьогодні повсякденне життя людей тісно пов'язане з інтелектуальними технологіями. У наш час кухня – це багатofункціональний простір, де люди проводять багато часу в процесі приготування їжі та її споживання, де члени родини збираються разом і проводять час, відпочиваючи після робочого дня. Кухня також є найбільш небезпечним приміщенням: більше половини побутових нещасних випадків відбувається саме на кухні (55%) [1]. Отже, створення розумної кухонної системи, яка забезпечуватиме надійні заходи безпеки, задоволення вподобань кожного користувача щодо продуктів та страв з них, здійснюватиме моніторинг здоров'я, створюватиме умови для зручного, приємного та ефективного приготування їжі, є актуальною проблемою.

## **Постановка задачі**

*Метою* дослідження є розробка концепції розумної кухонної системи, де користувач є центральним елементом дизайну системи. Концепція розумної кухонної системи має зробити комфортнішим і безпечнішим кухонне середовище шляхом включення технологічних взаємодіючих розумних і зручних рішень і пристроїв.

*Об'єктом* дослідження є бізнес-процеси, що відбуваються в розумній кухонній системі, в процесі приготування їжі з використанням розумної кухонної системи.

*Предметом* дослідження є модель подання архітектури програмної системи для моделювання діяльності розумної кухонної системи, що заснована на використанні кількох взаємодоповнюючих уявлень, які використовуються для опису системи з погляду зацікавлених осіб, таких як кінцеві користувачі, проєктувальники, розробники, системні інженери та керівники проєкту.

Вхідними даними для моделювання і проєктування програмної системи, що імітує розумну кухонну систему, є перелік функцій розумної кухонної системи та показники комфортності для користувача. На основі функціональних вимог до розумної кухонної системи визначаються набір Smart пристроїв та їх взаємодія в процесі приготування страв.

Вихідними даними є програмна система, що моделює функціональність розумної кухонної системи,

обґрунтовуючи тим самим концепцію розумної кухонної системи, яка має поєднувати взаємодіючі розумні пристрої та рішення, які за допомогою цих пристроїв можна реалізувати.

Завдання дослідження полягають в реалізації архітектурного підходу на основі моделі «4+1 Architectural View Model» Ф. Крухтена, що моделює такі функціональні вимоги до розумної кухонної системи: пошук й вибір меню і рецептів приготування страв; створення персоналізованих рецептів; розпізнавання харчових продуктів та аналіз їх якості (наявність нітратів, барвників, харчових добавок, запах, зовнішній вигляд, колір, свіжість, дата виготовлення, цілісність упаковки тощо); рекомендація страв, адаптованих до смаків кожного члена родини; налаштування режиму приготування страви; контроль технології приготування згідно з рецептурою; репозиторій рецептів; рекомендації щодо користності страви відповідно до стану здоров'я людини; підрахунок кількості калорій в їжі; відображення на сенсорному екрані меню команд користувача та процесів, що відбуваються в розумній кухонній системі; автоматичне налаштування розумних пристроїв системи; голосове управління розумними пристроями, звуковий і візуальний супровід процесу приготування; використання вбудованого комп'ютеру для застосування штучного інтелекту (AI), Internet, Bluetooth, смартфона для комунікацій різного характеру; автоматизація керування запасами та приготування їжі; обробка запитів і скарг людини за допомогою чат-боту та віртуального помічника на базі AI; кухонний асистент на голосовому управлінні для швидкої кулінарної допомоги в режимі реального часу.

### Результати дослідження

Моделювання та проектування розумної кухонної системи здійснюється на основі моделі подання програмної системи «4+1 Architectural View Model» Ф. Крухтена [2], яка складається з п'яти видів:

- логічне уявлення, що є об'єктною моделлю проекту (у разі використання об'єктно-орієнтованого проектування);
- представлення процесу, тобто групи завдань, які утворюють модуль, що виконується, і є набором логічних послідовностей взаємодіючих завдань;
- представлення розробки, яке описує статичну організацію програмного забезпечення у середовищі розробки;
- фізичне уявлення, яке описує, як програмне забезпечення буде розподілено на апаратному забезпеченні системи;
- представлення сценарію (прецедентів), що подає найбільш важливі (критичні) функціональні можливості системи, зокрема функції, що визначають сенс реалізації системи, або, які мають найбільшу частоту використання, або ті, що становлять значний технічний ризик.

Функціональність розумної кухонної системи подано сценаріями, що описані UML-діаграмами варіантів використання (рис. 1).

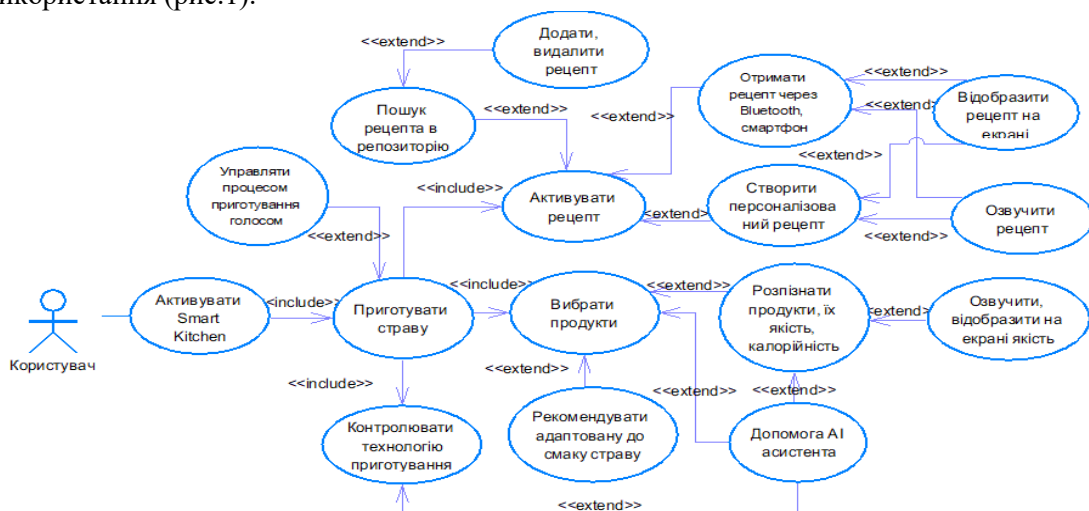


Рисунок 1.– Діаграма варіантів використання на етапі приготування страви

Для виконання поданого на рис. 1 сценарію розумна кухонна система має складатися з відповідних розумних пристроїв, що працюватимуть під управлінням AI. Декомпозиція предметної області на об'єкти з визначенням їх взаємодії є логічним уявленням програмної системи і подається діаграмою

класів (рис.2). Дано опис деяких розроблених класів. Клас SmartKitchenTable представляє розумний кухонний стіл, що реалізує процес приготування страви, інкапсулює об'єкти для виконання команд меню для роботи з розумними пристроями. Клас SensorPutOutput реалізує вивід даних на сенсорний дисплей про дії, що відбуваються під час приготування страви, та вводить потрібні значення для конкретних дій з пристроями. Клас KitchenTechnics є абстрактним класом, що узагальнює кухонну техніку, зокрема її стан. Клас Computer є контейнером для об'єктів Bluetooth, смартфона, програмного забезпечення, що реалізує AI, та Internet. Об'єкт цього класу забезпечує роботу з текстами (рецептами). За допомогою об'єкта класу Bluetooth користувач може отримати рецепта інші корисні рекомендації щодо технології приготування страв. Об'єкт класу Camera сканує продукт, розпізнає його, визначає термін його придатності та якісні характеристики. Клас ControllerTable описує процес приготування страв та реалізує автоматичний контроль режиму та технології приготування. Клас EmptyTable є контейнером, який через композицію об'єктів бездротової зарядки, USB хаба, камери та набору продуктів забезпечує зарядку кухонного стола та сканування продуктів. Об'єкт класу KitchenSink має забезпечити водокористування, перевірку її якості (жорсткість, вміст мінералів і солей, шкідливі домішки), температури та формування повідомлення про стан води. Клас Product представляє продукт з його атрибутами, зокрема зберігає значення назви, ваги, терміну придатності продукту тощо. Клас SetOfProducts призначений для опису набору продуктів, у яких вийшов термін придатності. Містить метод, що визначає наявність продуктів, які потрібні для приготування страви. Об'єкт класу Stove визначає плиту з атрибутами, що описують габарити, вагу, потужність, кількість зон нагріву. В якості методів класу задається метод для збільшення, зменшення потужності та температури. Клас USBHub задає стан підключення пристрою. Клас WirelessChargingDock описує бездротову зарядну станцію та визначає тип пристрою, який потребує зарядження.

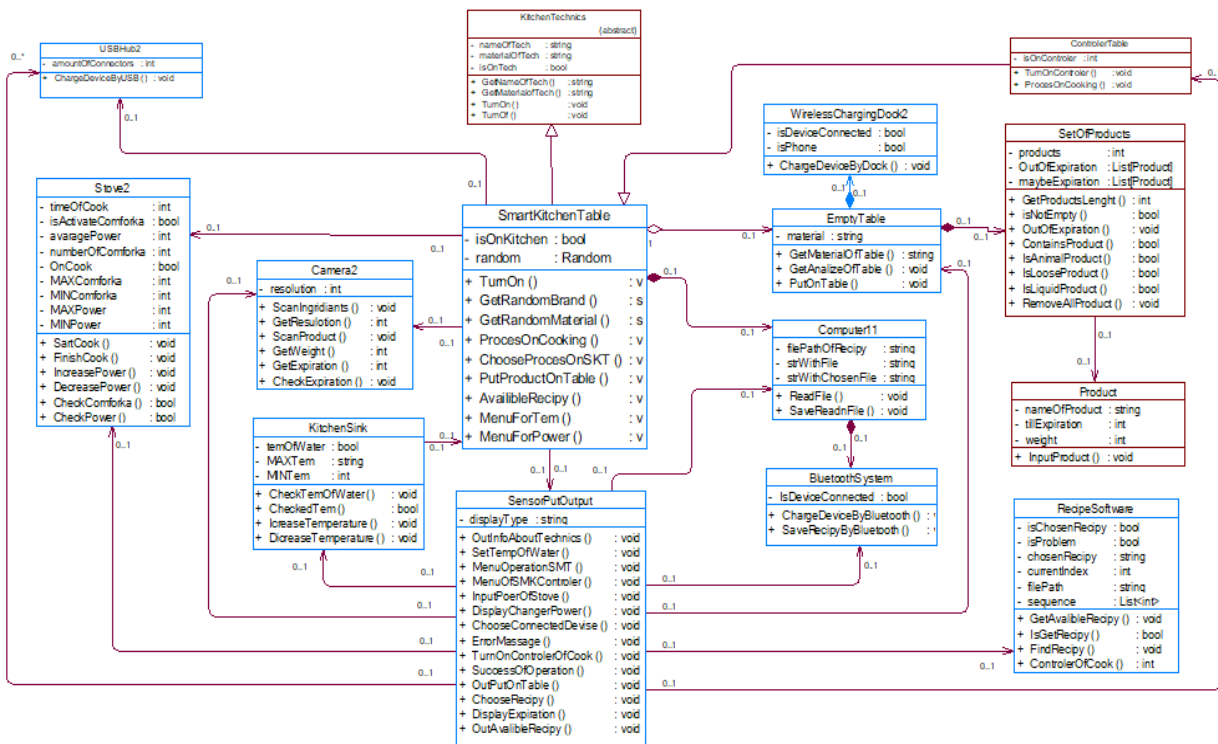


Рисунок 2. – Фрагмент діаграми класів системи моделювання розумного кухонного стола

Подання процесу фокусується на поведінці системи під час виконання програми і подається діаграмами послідовності (рис.3).

Статична організація програмного забезпечення моделювання бізнес-логіки розумної кухонної системи в «4+1 Architectural View Model» подається діаграмою компонентів або модулів (бібліотек) і підсистем (рис. 4).

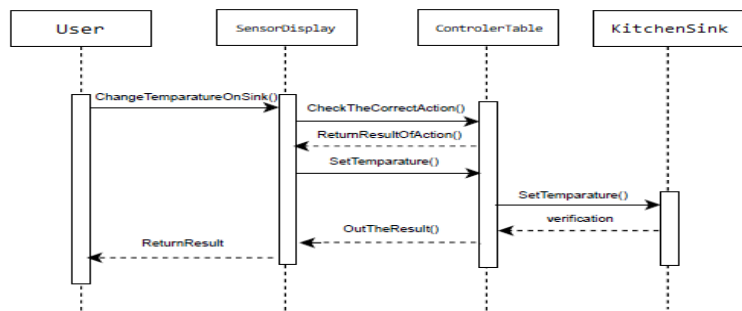


Рисунок 3.– Діаграма послідовності в процесі підготовки води для приготування їжі

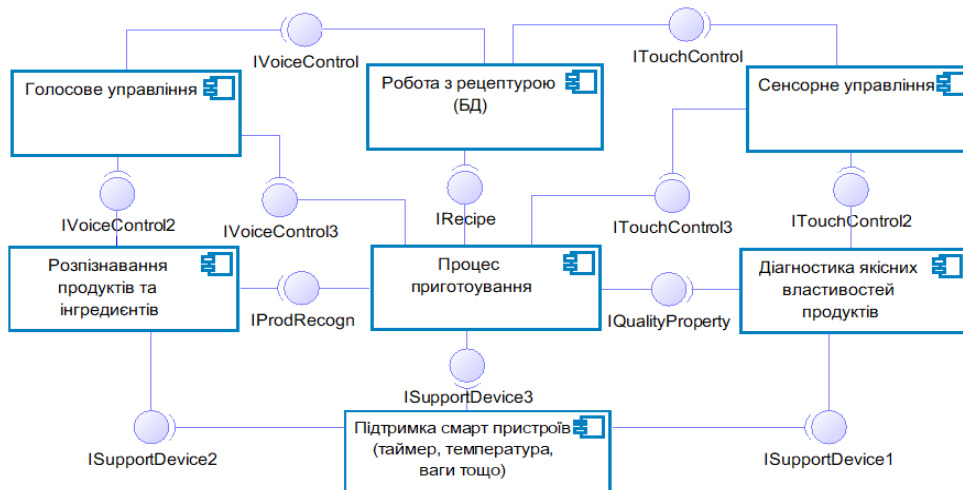


Рисунок 4. – Фрагмент діаграми компонентів ПЗ моделювання бізнес-логіки розумної кухонної системи

Автори провели аналіз даних, що опубліковані у відкритому доступі, щодо причин, через які люди уникають кулінарної діяльності та щодо травм, отриманих ними на кухні. Так, згідно із статистикою нещасних випадків на кухні [3,4] у США щороку приблизно 160 000 дітей отримують травми на кухні. Понад 35% побутових пожеж виникають на кухні. У 2018 році було зареєстровано приблизно 4600 відвідувань відділень невідкладної допомоги через травми, пов'язані з мікрохвильовою піччю. У Великій Британії приблизно 5500 пожеж на рік викликаються кухонними плитами або духовками. Близько 70 дітей віком до 16 років щомісяця гинуть або отримують травми у Великобританії в результаті нещасних випадків на кухні. Понад 60% пожеж починаються із загоряння їжі чи інших матеріалів для приготування їжі. У США 89% домашніх пожеж, які починаються на кухні, спричинені приготуванням їжі. Кулінарія є головною причиною житлових пожеж, причому 49% з них виникають на кухні. Така статистика служить попередженням про те, щоб бути особливо пильними під час приготування їжі, оскільки навіть найменші помилки можуть мати руйнівні наслідки. Розробка та впровадження розумної кухонної системи може покращити статистику нещасних випадків і запобігти їм.

### Висновки

У статті розглянуті питання об'єктно-орієнтованого моделювання та проектування програмного забезпечення, що імітує роботу розумної кухонної системи на основі моделі подання програмної системи «4+1 Architectural View Model» Ф. Крухтена. Розроблена об'єктно-орієнтована модель предметної області, визначена взаємодія об'єктів у вигляді асоціації, агрегації, композиції та успадкування, здійснена програмне моделювання поведінки об'єктів відповідно до уяви авторів про розумну кухонну систему із засобами автоматизації та штучного інтелекту, що можуть застосовуватися при приготуванні їжі.

Фізична реалізація розумної кухонної системи ще чекає свого інвестора, але вже сьогодні можемо стверджувати, що процес приготування їжі може перетворитися на інтерактивну, персоналізовану та адаптивну до бажань і потреб користувача дію. Подальший розвиток концепції розумної кухонної системи автори пропонують в напрямку інтеграції в систему функцій моніторингу стану здоров'я користувача.

тувача, перевірки екологічної чистоти продуктів, сприяння здоровому харчуванню, забезпечення надійної системи безпеки на кухні та запобігання випадкам опіків, пожеж, порізів, електротравм тощо. Вважаємо, що розумна кухонна система стане незамінним помічником у домі, значно покращивши наш досвід приготування їжі та життя в цілому.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. S. Ceccacci, R. Menghi, M. Germani. Example of a New Smart Kitchen Model for Energy Efficiency and Usability. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://teced.com/wp-content/uploads/smart\\_2015\\_1\\_30\\_40042-3.pdf](https://teced.com/wp-content/uploads/smart_2015_1_30_40042-3.pdf).
2. Ph Kruchten. Architectural Blueprints—The “4+1” View Model of Software Architecture. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.win.tue.nl/~wstomv/edu/2ip30/references/Kruchten-4+1-view.pdf>.
3. Must-Know Kitchen Accident Statistics [Latest Report]. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gitnux.org/kitchen-accident-statistics/>
4. Kitchen Fires Statistics. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://industrialfiretx.com/kitchen-fires-statistics/>
5. 12 Cooking Fire Statistics & Safety Tips (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.prolinerangehoods.com/blog/cooking-fire-statistics-safety-tips/>.

**Каймачнікова Валерія Сергіївна**, група ПЗ-11, факультет інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, e-mail: [lerasmile2066@gmail.com](mailto:lerasmile2066@gmail.com)

**Ковалюк Тетяна Володимирівна**, к.т.н., доцент, доцент кафедри програмних систем і технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, e-mail: [tetyana.kovalyuk@gmail.com](mailto:tetyana.kovalyuk@gmail.com)

**Valeriya Kaymachnikova**, group IPZ-11, faculty of information technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, e-mail: [lerasmile2066@gmail.com](mailto:lerasmile2066@gmail.com)

**Tetiana Kovaliuk**, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Software Systems and Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, e-mail: [tetyana.kovalyuk@gmail.com](mailto:tetyana.kovalyuk@gmail.com)