

В. В. ПРАЧИКаспірант кафедри програмних засобів і технологій
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-4820-6830**О. М. ЛЯШЕНКО**кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри програмних засобів і технологій
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-5429-8389

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ДСНС УКРАЇНИ

Метою роботи є моделювання та аналіз програмного забезпечення для оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України.

При розробці програмного забезпечення було використано методологію об'єктно-орієнтованого програмування, технології крос-платформної розробки Java.

В роботі розроблено багаторівневу архітектуру програмного забезпечення. Багаторівневу архітектуру призначено для спрощення програмного забезпечення, оскільки можна розділити завдання між рівнями, які розташовано зверху донизу: презентаційний рівень знаходиться зверху, бізнес-рівень знаходиться у центрі, рівень даних знаходиться знизу.

Описано функціональні можливості програмного забезпечення. Побудовано діаграми класів та пакетів. Розглянуто процес моделювання станів програмного забезпечення. Побудовано діаграму станів. Діаграми станів є засобом опису поведінки систем, вони показують послідовності станів, викликаних послідовностями подій. За допомогою діаграм станів специфікуються всі можливі стани, в яких може бути конкретний об'єкт, а також процес зміни станів об'єкта в результаті настання деяких подій. Розглянуто процес моделювання взаємодій. Визначено ролі користувачів: керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, який призначається для безпосереднього управління аварійно-рятувальними та іншими невідкладними роботами під час виникнення будь-якої надзвичайної ситуації, керівник оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, командир аварійно-рятувального відділення та командир пожежно-рятувального відділення оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Побудовано діаграму використання для ролі «Керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації». Побудовано діаграму діяльності програмного забезпечення.

Також в роботі розроблено БД програмного забезпечення за допомогою MySQL Workbench – графічного інструменту для роботи з серверами та базами даних MySQL, розроблено інтерфейс користувача, наведено програмні приклади роботи програми.

Ключові слова: програмне забезпечення, цивільний захист, технології крос-платформної розробки, методологія об'єктно-орієнтованого програмування.

V. V. PRACHIKPostgraduate Student at the Department of Software Tools and Technologies
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-4820-6830**O. M. LIASHENKO**Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Software Tools and Technologies
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-5429-8389

SIMULATION AND DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR THE OPERATIONAL AND RESCUE SERVICE OF THE CIVIL PROTECTION OF THE SES OF UKRAINE

The purpose of the work is to simulate and development of software for the operational and rescue service of the civil protection of the State Emergency Service of Ukraine (SES).

When developing a software, the methodology of object-oriented programming, cross-platform Java development technologies were used.

The work developed a multi-level software architecture. The multi-level architecture is designed to simplify the software, since it is possible to divide tasks between levels that are located from top to bottom: the presentation level is at the top, the business level is in the center; the data level is at the bottom.

Describes the functionality of the software. Class and package diagrams are constructed. The process of modeling software states is considered. A state diagram is constructed. State diagrams are a means of describing the behavior of systems, they show the sequences of states caused by sequences of events. Using state diagrams, all possible states in which a particular object can be specified, as well as the process of changing the states of an object as a result of the occurrence of certain events, are specified. The process of modeling interactions is considered. The roles of users are defined: the head of the emergency response work, who is appointed to directly manage the emergency rescue and other urgent work during the occurrence of any emergency, the head of the operational rescue service of civil protection, the commander of the emergency department and the commander of the fire and rescue department of the operational rescue service of civil protection. A usage diagram has been constructed for the Emergency Response Manager role. Built a diagram of the software.

The work also developed a software database using MySQL Workbench – a graphical tool for working with MySQL servers and databases, developed a user interface, provided software examples of the program.

Key words: software, civil protection, cross-platform development technologies, object-oriented programming methodology.

Постановка проблеми

Нині практично відсутній огляд сучасних теоретико-методологічних підходів до проектування, моделювання та розроблення програмного забезпечення (ПЗ) для оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України.

Таким чином, проектування, моделювання та розроблення програмного забезпечення є актуальною науково-прикладною задачею, а його побудова потребує виявлення та аналізу сучасних тенденцій розвитку та застосування таких програм, насамперед, на основі провідних наукових публікацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В роботі [1] проведено аналіз залежності тактики дій керівника рятувальної операції від оперативної обстановки в зоні ДТП. Доведена перспективність, доцільність та практичність забезпечення та використання інформаційно-телекомунікаційних технологій при проведенні занять з особовим складом, визначення тактики подальших дій рятувальників під час слідування до місця ДТП. Вибрано комп'ютерне програмне забезпечення як один з основних видів технічного забезпечення підготовки особового складу та проведення ними аварійно-рятувальних робіт.

В роботі [2] виконано оцінку ефективності застосування інформаційної технології автоматизованого прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті з використанням глибоких нейронних мереж. Проведено оцінку точності прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті в ході функціонування гібридної нейронної мережі з використанням запропонованої інформаційної технології.

В роботі [3] розглянуті особливості функціонування ситуаційних центрів на різних стадіях розвитку надзвичайних ситуацій та особливості обґрунтування експертами антикризових рішень щодо функціонування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, органів управління та сил цивільного захисту для забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності населення та території держави. Показано, що ефективність функціонування системи ситуаційних центрів залежить від науково-технічного рівня реалізації в державі системи цивільного захисту, системи моніторингу надзвичайних ситуацій, системи передачі даних про надзвичайні ситуації та системи захисту інформації, що циркулює у процесі функціонування єдиної державної системи цивільного захисту.

Роботу [4] присвячено вивченню способів розв'язання науково-практичного завдання щодо підвищення ефективності інформаційно-аналітичних систем підтримки прийняття рішень під час виникнення надзвичайних ситуацій за рахунок зниження часу обробки моніторингових даних, а також підвищенню здатності інформаційних підсистем і компонентів до взаємодії та забезпечення розгортання єдиної інформаційної інфраструктури.

Формулювання мети дослідження

Метою статті є моделювання та розроблення ПЗ для оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України із застосуванням методології об'єктно-орієнтованого програмування та технології крос-платформної розробки Java.

Викладення основного матеріалу дослідження

Основою сучасного підходу до моделювання ПЗ є методологія об'єктно-орієнтованого аналізу та проектування (ООАП).

Фундаментальними поняттями методології ООАП є поняття класу та об'єкта, а також її основні принципи: абстракція, інкапсуляція, поліморфізм та успадкування. На використанні вищезазначених принципів ґрунтується методологія побудови об'єктно-орієнтованих моделей [5–9].

Модель системи – формальний опис системи, у якому виділено основні об’єкти, що становлять систему, та відносини між цими об’єктами [8].

Процес побудови та подальшого застосування моделей називається моделюванням.

Програмну систему можна представити у вигляді сукупності моделей трьох типів: моделі класів, моделі станів та моделі взаємодій. Кожна з цих моделей описує певний рівень функціонування програмної системи [9].

Мета побудови моделі класів полягає в тому, щоб охопити ті реальні концепції, які важливі для програми, що проектується. Щоб добре зрозуміти систему, краще спочатку вивчити її статичну структуру, тобто структуру об’єктів і відносин між ними у фіксований момент часу, що і відображає модель класів [8; 9]. У мові UML вона відображається за допомогою діаграм класів (рис. 1).

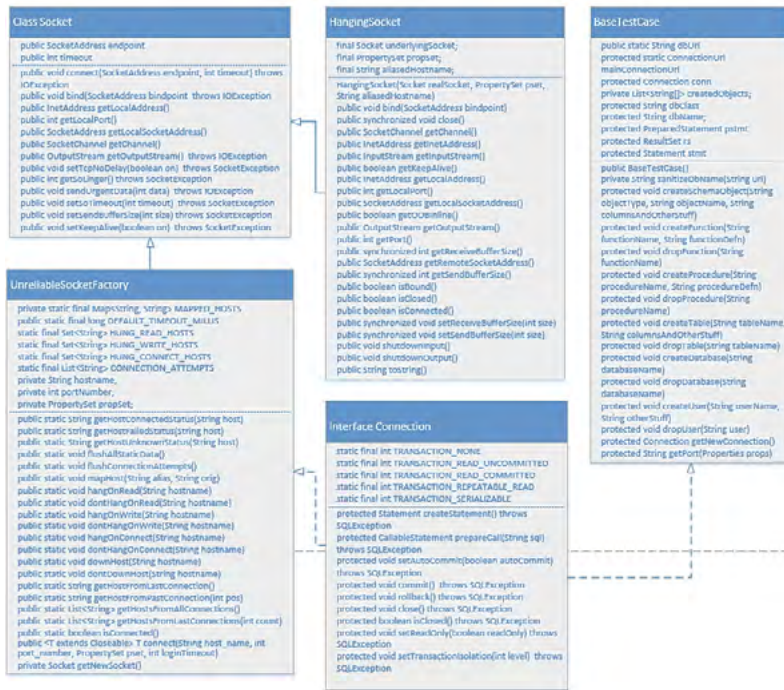


Рис. 1. Діаграма класів програмного забезпечення

В роботі було застосовано механізм пакетів для того, щоб розбивати великі моделі на частини, групуючи класи, що мають спільний функціонал. Це значною мірою спрощує розуміння та підтримку моделі (рис. 2).

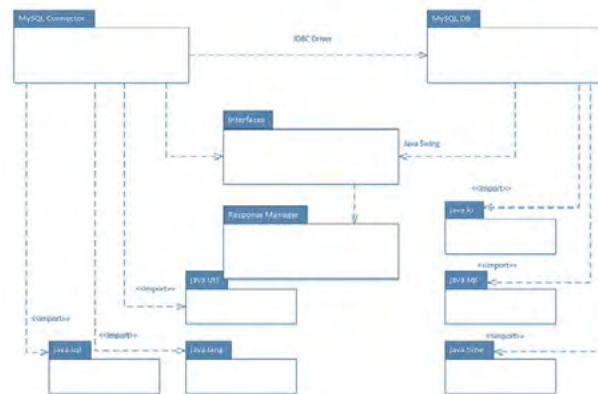


Рис. 2. Діаграма пакетів програмного забезпечення

Модель взаємодій визначає взаємодію об’єктів між собою. Моделювання взаємодій включає побудову трьох видів діаграм: діаграм варіантів використання, діаграм послідовності і діаграм діяльності [8; 9].

Основним елементом розробки та планування проекту програмного забезпечення є побудова моделі варіантів використання. Така модель описує функціональне призначення системи у найзагальнішому вигляді з погляду її користувачів і зацікавлених осіб [5–9].

Програмне забезпечення призначено для використання багатьма користувачами. Таким чином, перш за все необхідно визначити ролі користувачів.

Роль користувача представляє певний набір завдань або обов’язків, призначених групі користувачів у програмі. Призначення ролей користувачів дозволяє контролювати дії, які кожен користувач може виконувати в програмі, оптимізуючи робочий процес [5; 6; 9].

Ролі користувачів, що визначені для роботи з ПЗ:

1. Керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації. Призначається для безпосереднього управління аварійно-рятувальними та іншими невідкладними роботами під час виникнення будь-якої надзвичайної ситуації.

2. Керівник Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту.

3. Командир відділення Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту.

4. Командир відділення (аварійно-рятувального) Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту.

5. Командир відділення (пожежно-рятувального) Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту.

На рис. 3 подано приклад діаграми варіантів використання для ролі «Керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації».

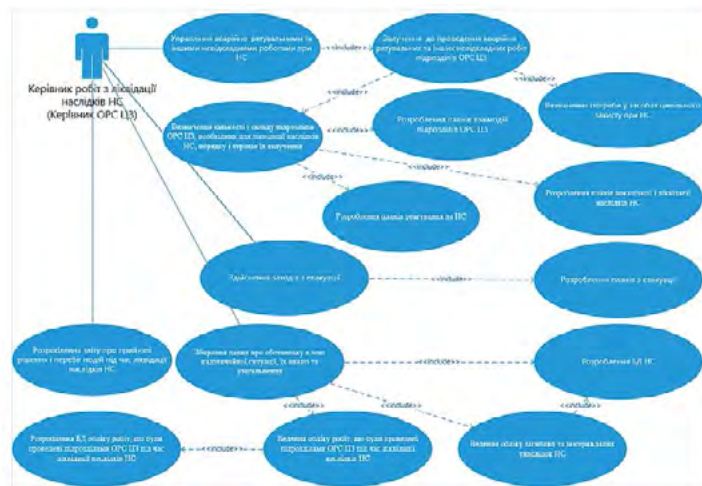


Рис. 3. Діаграма варіантів використання для ролі «Керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації»

Керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації здійснює:

- 1) збирання даних про обстановку в зоні надзвичайної ситуації, їх аналіз та узагальнення;
- 2) визначення головного напрямку ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, прийняття рішення щодо проведення аварійно-рятувальних робіт, захисту населення і території від наслідків надзвичайної ситуації та забезпечення життєдіяльності постраждалих;
- 3) розроблення оперативних планів заходів з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, зосередження в районі надзвичайної ситуації необхідних сил і технічних засобів та своєчасне введення їх у дію;
- 4) визначення кількості і складу аварійно-рятувальних формувань, необхідних для ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, порядку і строків їх залучення згідно з планами реагування на надзвичайні ситуації і планами взаємодії;
- 5) ведення обліку робіт, що були проведені аварійно-рятувальними службами та формуваннями під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- 6) ведення обліку загиблих та постраждалих унаслідок надзвичайної ситуації;
- 7) проведення евакуаційних заходів, крім загальної або часткової евакуації населення.

Діаграми діяльності слугують для моделювання послідовності дій, які виконуються різними елементами, що входять до системи (рис. 4) [8; 9].

Для проєктування та розроблення бази даних програмного забезпечення було обрано MySQL Workbench – графічний інструмент для роботи з серверами та базами даних MySQL. Структурну схему бази даних програмного забезпечення подано на рис. 5. База даних ПЗ містить 12 таблиць.

У БД виділені наступні сутності: Надзвичайна_ситуація, Тип_Надзвичайної_ситуації, Рівень_Надзвичайної_ситуації, Сила, Посада, Категорія, Підпорядкованість, Засоби, Тип_Засобів, Виробник_Засобів, Призначення_Засобів.

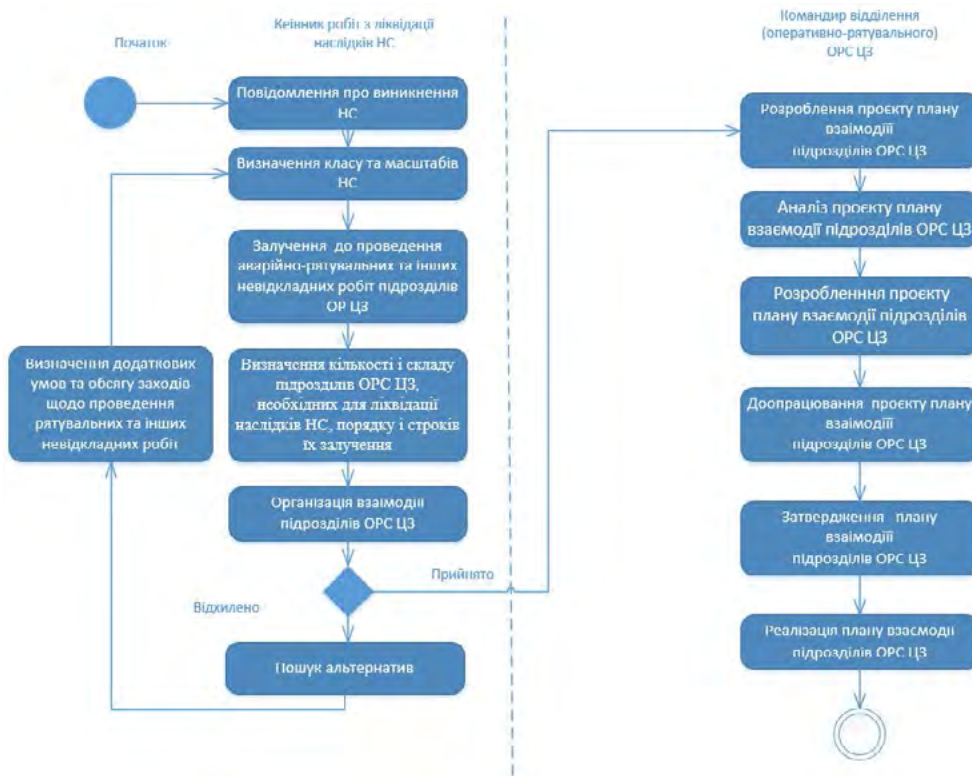


Рис. 4. Діаграма діяльності програмного забезпечення

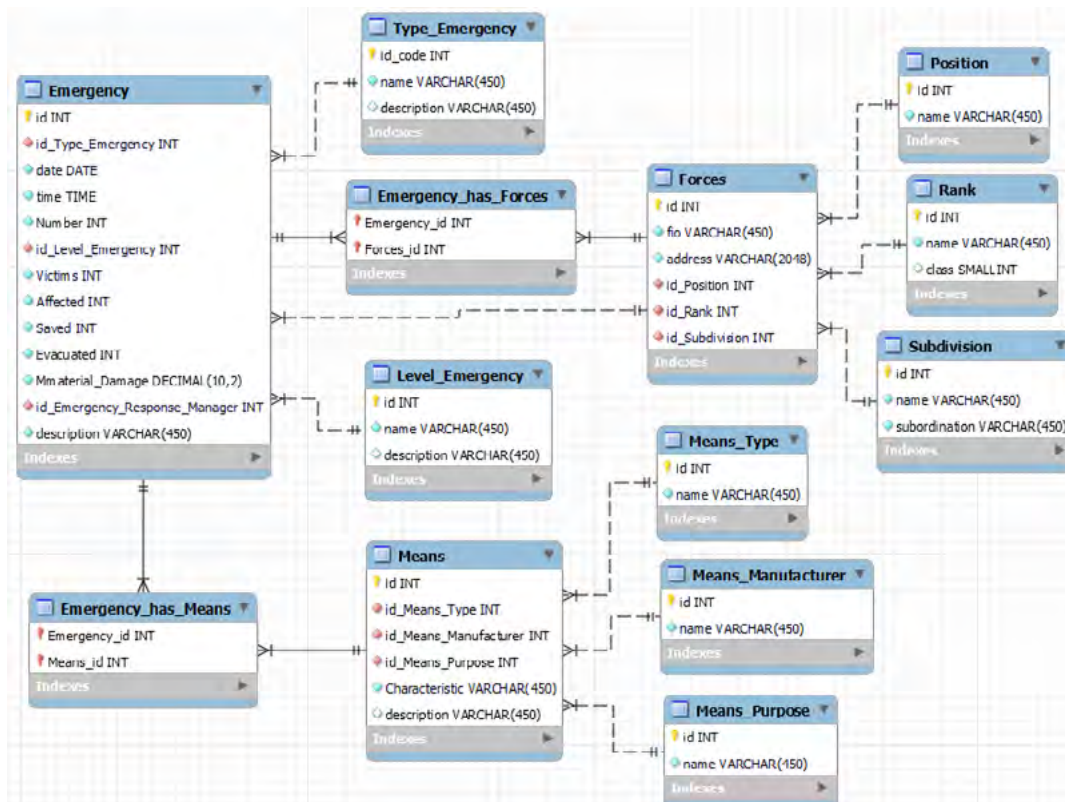


Рис. 5. БД програмного забезпечення

Сутності зі зв'язком 1 до N:

1. Надзвичайна_ситуація – Тип_Надзвичайної_ситуації.
2. Надзвичайна_ситуація – Рівень_Надзвичайної_ситуації.
3. Сила – Посада.
4. Сила – Категорія.
5. Сила – Підпорядкованість.
6. Засоби – Тип_Засобів.
7. Засоби – Виробник_Засобів.
8. Засоби – Призначення_Засобів.

Сутності зі зв'язком N до M:

1. Надзвичайна_ситуація – Сила.
2. Надзвичайна_ситуація – Засоби.

Програмне забезпечення має багаторівневу архітектуру. Діаграму архітектури ПЗ подано на рис. 6.

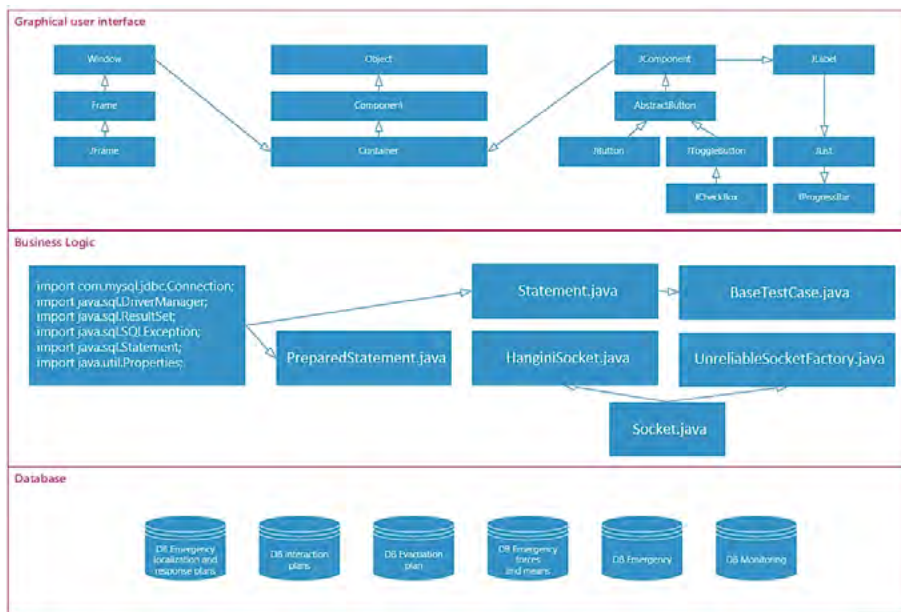


Рис. 6. Архітектура програмного забезпечення

Програмний додаток містить рівень подання (інтерфейс користувача), бізнес-рівень та рівень бази даних.

Для розроблення програмного забезпечення було обрано середовище розробки Apache NetBeans, СКБД MySQL та мову програмування java.

Приклади роботи ПЗ подано на рис. 7–8 [10].

The screenshot shows a window titled "БД Надзвичайних ситуацій" with a table of data. The table has 14 rows and 12 columns. Below the table are buttons for "Завантажити SQL Script", "Пошук", "Формат даних", "Ліміт", and "Закрити".

Код НС	Тип НС	Дата	Час	Рівень НС	Вид НС	Кількість п...	Кількість п...	Кількість в...	Кількість в...	Матеріаль...	Керівник р...	Опис НС
001	Пожежа	23.10.2023	12:13	Ріпональний	Лісова пож...	0	5	0	12	150000	Боронцов...	Радесько...
002	Пожежа, ви...	24.10.2023	14:05	Місцевий	Пожежа (в...	2	5	1	17	380000	Агєско П.Р.	У результа...
003	Пожежа	24.10.2023	11:10	Місцевий	Пожежа	1	7	0	10	240000	Агєско П.Р.	У результа...
004	Пожежа	25.10.2023	13:10	Місцевий	Пожежа	3	8	2	17	450000	Станіславс...	У результа...
005	Вибух газу	25.10.2023	14:50	Місцевий	Вибух	4	14	6	45	500000	Боцман А.Н.	Локалізаці...
006	Вибух	25.10.2023	15:00	Місцевий	Вибух	7	24	7	150	500000	Бурмак О.О.	Вибух у буд...
007	Вибух	26.10.2023	15:00	Місцевий	Вибух	19	16	9	46	450000	Бурмак О.О.	Вибух у м...
008	Пожежа	26.10.2023	16:00	Місцевий	Пожежа	6	12	8	6	230000	Агєско П.Р.	У результа...
009	Пожежа	27.10.2023	12:30	Місцевий	Вибух	7	1	8	6	150000	Агєско П.Р.	Вибух у буд...
010	Вибух	27.10.2023	13:00	Місцевий	Вибух	8	5	4	3	45000	Агєско П.Р.	Вибух у буд...
011	Вибух	27.10.2023	13:30	Місцевий	Вибух	35	78	79	166	548000	Агєско П.Р.	Вибух у буд...
012	Вибух	27.10.2023	14:30	Місцевий	Вибух	72	56	37	4	156999	Агєско П.Р.	Вибух у буд...
013	Вибух	27.10.2023	15:00	Місцевий	Вибух	9	3	12	17	345000	Агєско П.Р.	Вибух у буд...
014	Вибух	28.10.2023	15:00	Місцевий	Вибух	10	15	5	9	807000	Агєско П.Р.	Вибух у буд...

Рис. 7. Робота з БД надзвичайних ситуацій

Тип	Виробник	Призначення	Кількість	Характеристика
Ан-32П	Україна	Літак для гасіння пожеж	5	Гасіння лісових пожеж за допо...
Ан-26	Україна	Військово-транспортний літак	2	Перевозить до 40 пасажирів з...
Ан-30	Україна	Літак повітряного спостережен...	2	Застосовується для вирішення...
Ми-8	Україна	Багатоцільовий гелікоптер	2	Використовується як пожежний...
Eurocopter EC145	Франція	Багатоцільовий гелікоптер	2	Призначений для перевезення...
Авіція H225 Super Puma	Франція	Багатоцільовий гелікоптер	2	Призначений для перевезення...
Транспортери плавачки	Україна	Транспортери плавачки	2	«ПТС», «ПТС-2», ПТС-М
Машини для вярття котлованів	Україна	Машини для вярття котлованів	4	«МДК-2» і МДК-3
Бульдозер колісний «БКТ-2РК»	Україна	Бульдозер колісний	5	Бульдозер колісний «БКТ-2РК»
Машини траншейні	Україна	ТМК-2 на базі колісного тягача	4	ТМК-2 на базі колісного тягача
Крани автомобільні вантажолі...	Україна	На базі автомобілів «КрАЗ», «М...	8	На базі автомобілів «КрАЗ», «М...
Пересувна лабораторія РХБ ро...	Україна	На базі автомобілів «Газель», ...	7	«Газель», «Ford Transit»
Дезинфекційно душові установки	Україна	ДДЛ-66, ДДЛ-536 (ГАЗ-66)	4	ДДЛ-66, ДДЛ-536 (ГАЗ-66)

Рис. 8. Робота з БД засобів ліквідації НС

Висновки

Розглянуто основні поняття об'єктно-орієнтованого моделювання та розроблення програмного забезпечення. Побудовано діаграми класів та пакетів програмного забезпечення. Розглянуто процес моделювання станів програмного забезпечення. Побудовано діаграму станів. Розглянуто процес моделювання взаємодій. Визначено ролі користувачів. Побудовано діаграму використання для ролі «Керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації». Побудовано діаграму діяльності програмного забезпечення. Розроблено БД, яка містить 12 таблиць, що знаходяться у третій нормальній формі Бойса-Кодда. Побудовано архітектурну діаграму ПЗ. Програмний додаток містить рівень подання (інтерфейс користувача), бізнес-рівень та рівень бази даних. Наведено приклади роботи ПЗ.

Список використаної літератури

1. Ковальчук В.М., Лоїк В.Б., Лозинський Ю.Р. Удосконалення організації та проведення аварійно-рятувальних робіт при реагуванні на дорожньо-транспортні пригоди. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 9. 2018. С. 7–13.
2. Гришманов Є.О., Хижняк І.А., Бердник П.Г. Оцінка ефективності застосування інформаційної технології автоматизованого прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті. *Системи обробки інформації*. 2(157). 2019. С. 134–139.
3. Тютюнник В.В., Ященко О.А., Рубан І.В., Тютюнник О.О. Особливості функціонування системи ситуаційних центрів на різних стадіях розвитку надзвичайних ситуацій. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 1 (43). 2022. С. 41–52.
4. Ткаченко В.В. Використання ІТ-технологій для розв'язання задач управління екологічною безпекою в ході ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 3. 2020. С. 25–32.
5. Michael Blaha, James Rumbaugh. Object-Oriented Modeling and Design with UML. Pearson. 2004. P. 496.
6. Ajit Singh. Object Oriented Modeling and Design with UML. *Priharch Innovations*. 2019. P. 894.
7. Karoly Nyisztor, Monika Nyisztor. UML and Object-Oriented Design Foundations: Understanding Object-Oriented Programming and the Unified Modeling Language (Professional Skills Book 1). *Priharch Innovations*. 2018. P. 124.
8. Куліков В.М., Рябцев В.В., Паршуков С.С. Об'єктно-орієнтоване програмування для фахівців з кібербезпеки: навч. посіб. ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2023. 365 с.
9. Щербачов О.В., Парфьонов Ю.Е., Федорченко В.М. Основи об'єктно-орієнтованого програмування: навчальний посібник. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця. 2019. 237 с.
10. Прачик В.В., Ляшенко О.М. Розроблення інформаційної системи моніторингу природних катастроф з використанням об'єктно-орієнтованої методології та технології Java SE 11. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 32 (71). № 4. 2021. С. 150–156.

References

1. Koval'chuk V.M., Loik V.B., Lozins'kij YU.R. (2018) Udoskonalennya organizacii ta provedennya avarijno-ryatuvai'nih robit pri reaguvanni na dorozhn'o-transportni prigodi [Improvement of organization and performance of rescue operations in response to road traffic accidents]. *Visnik L'viv's'kogo derzhavnogo universitetu bezpeki zhittediyal'nosti* [Bulletin of Lviv State University of Life Safety], 9, P. 7–13. [in Ukrainian].

2. Grishmanov Є.О., Hizhnyak I.A., Berdnik P.G. (2019) Ocinka efektyvnosti zastosuvannya informacijnoi tekhnologii avtomatizovanogo prognozuvannya nespriyatlivih aviacijnih podij v pol'oti [Evaluation of the effectiveness of the information technology for automated forecasting of adverse aviation accidents in flight]. *Sistemi obrobki informacii* [Information processing systems], 2(157), P. 134–139. [in Ukrainian].
3. Tyutyunik V.V., YAshchenko O.A., Ruban I.V., Tyutyunik O.O. (2022) Osoblivosti funkcionuvannya sistemi situacijnih centriv na riznih stadiyah rozvitku nadzvichajnih situacij [Features of the functioning of the system of situational centers at different stages of emergency development]. *Suchasni informacijni tekhnologii u sferi bezpeki ta obroni* [Modern information technologies in the field of security and defense], 1(43), P. 41–52. [in Ukrainian].
4. Tkachenko V.V. (2020) Viktoristannya IT-tekhnologij dlya rozv'yazannya zadach upravlinnya ekologichnoyu bezpekoyu v hodi likvidacii naslidkiv nadzvichajnih situacij [Using IT technologies to solve environmental safety management problems in the course of emergency response]. *Integrovani tekhnologii ta energozberezhennya* [Integrated technologies and energy saving], 3. P. 25–32. [in Ukrainian].
5. Michael Blaha, James Rumbaugh.(2004) *Object-Oriented Modeling and Design with UML*. Pearson, P. 496. [in English].
6. Ajit Singh. (2019) *Object Oriented Modeling and Design with UML*. Priharch Innovations, P. 894. [in English].
7. Karoly Nyisztor, Monika Nyisztor.(2018) *UML and Object-Oriented Design Foundations: Understanding Object-Oriented Programming and the Unified Modeling Language (Professional Skills Book 1)*. Priharch Innovations, P. 124. [in English].
8. Kulikov V.M., Ryabcev V.V., Parshukov S.S. (2023) Ob'ektno-orientovane programuvannya dlya fahivciv z kiberbezpeki: navch. posib. ISZZI KPI im. Igorya Sikors'kogo. Kiïv: KPI im. Igorya Sikors'kogo [Object-oriented programming for cybersecurity specialists: tutorials. ISZZI KPI them. Igor Sikorsky. Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute]. P. 365 [in Ukrainian].
9. SHCHerbakov O.V., Parf'onov YU.E., Fedorchenko V.M. (2019) Osnovi ob'ektno-orientovanogo programuvannya: navchal'nij posibnik. Harkiv: HNEU im. S Kuznecya [Basics of object-oriented programming: tutorial. Kharkiv: KhNEU named after S Kuznets], P. 237. [in Ukrainian].
10. Prachik V.V., Lyashenko O.M. (2021) Rozroblennya informacijnoi sistemi monitoringu prirodnih katastrof z vikoristannyam ob'ektno-orientovanoi metodologii ta tekhnologii Java SE 11 [Development of an information system for monitoring natural disasters using object-oriented methodology and Java SE 11 technology]. *Vcheni zapiski Tavrijs'kogo nacional'nogo universitetu imeni V.I. Vernads'kogo. Seriya: Tekhnichni nauki* [Scientific notes of the Tauride National University named after V.I. Vernadsky. Series: Technical Sciences], 32 (71), № 4, P. 150–156. [in Ukrainian].