

МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Рокитянський А. В.

студент магістратури кафедри комп'ютерних наук Сумського державного університету

Лавров Є. А.

доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних наук Сумського державного університету

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПЕРСОНАЛУ, НЕОБХІДНОГО ДЛЯ ОБРОБКИ ВХІДНИХ ЗАЯВОК ПРОДУКТОВОЇ ІТ- КОМПАНІЇ

Анотація: Запропоновано використання нечіткої логіки для автоматизації визначення чисельності персоналу, необхідного для обробки вхідних заявок продуктової ІТ-компанії. Наведена послідовність побудови нечіткої бази знань для підтримки прийняття рішень щодо визначення чисельності персоналу, необхідного для обробки вхідних заявок продуктової ІТ-компанії. Наведено приклад підтримки прийняття рішень щодо визначення чисельності персоналу, необхідного для обробки вхідних заявок продуктової ІТ-компанії.

Ключові слова: ергономіка, автоматизація, системи підтримки прийняття рішень, продуктова ІТ-компанія, обробка заявок, людина-оператор.

Вступ

Метою роботи продуктової ІТ-компанії є збільшення прибутку шляхом продажу її розробки максимальному числу споживачів. Для створення позитивного іміджу також прийнято пропонувати не лише послугу, а й укладати контракт про подальшу підтримку на певних умовах. Дані умови, зазвичай, включають у себе опис наданих послуг – які саме області відповідальності будуть обслуговуватись і за яких умов. Також важливо відразу узгодити такі пункти, як:

- 1) Надійність;
- 2) Час відповіді;
- 3) Порядок звітування про проблеми;
- 4) Рівень сервісу моніторингу та звітування;
- 5) Наслідки невиконання зобов'язань по обслуговуванню.

Для ефективного дотримання усіх наведених вимог менеджер проекту має бути впевненим, що кожна заявка від замовника буде належним чином опрацьована відповідним

спеціалістом. Загальноприйнята практика зазвичай пропонує наступні опції розподілу заявок:

1) Співробітники самостійно займаються розподілом вхідних заявок. Перевага методу полягає у тому, що кожен співробітник, обираючи собі заявку, є впевненим у тому, що він знайомий із предметною областю і зможе вирішити її у задані строки. Недоліком же є те, що складні заявки зазвичай будуть ігноруватись самими співробітниками.

2) Розподілом заявок займається менеджер проекту або призначений керівник. Таким чином, заявки у системі зазвичай розподілені між виконавцями і керівник упевнений, що над кожною із них працює відповідальна особа.

Однак, необхідно постійно враховувати ризики невиконання заявок наявним технічним персоналом. Тому, необхідна ефективна «гнучка» система розподілу заявок. Тільки реалізація підтримки прийняття рішень допоможе уникнути помилок при розподілі заявок між виконавцями і завчасно попередити щодо необхідності у залученні додаткового технічного персоналу. Помилки у ручній обробці даних керівником можуть бути викликані великим числом вхідних даних, якими необхідно оперувати керівнику, або ж відсутністю належного досвіду у галузі та досвіду роботи у даній команді. Як правило, розв'язку задачі розподілу заявок передують вирішення задачі визначення оптимальної кількості операторів [1 – 3].

Постановка задачі

Задача вибору чисельності персоналу та розподілу функцій між персоналом є однією з п'яти фундаментальних задач ергономіки. Її вирішенню приділяється дуже велика увага у науковій літературі. Серед основних досліджень – фундаментальні роботи авторитетних ергономістів професорів Губінського А. І., Євграфова В. Г., Падерно П. І., Ашерова А. Т. [1 – 3] та останні розробки сучасних українських вчених [4 – 10]. Однак всі ці дослідження, на жаль, не враховують особливостей продуктивних ІТ-компаній.

Сформулюємо постановку задачі автоматизованої підтримки прийняття рішень для розподілу заявок в ІТ-компанії між виконавцями та оцінці необхідних змін у складі технічного персоналу.

Дано:

- кількість категорій фахівців;
- кількість типів пріоритетів заявок;
- кількість типів проблемних компонентів програмного забезпечення;
- очікуване число заявок;
- вимоги до часу виконання заявок.

Необхідно побудувати модель визначення кількості фахівців кожної з визначених категорій.

Розробка підходу до побудови базової моделі для розв'язання задачі

Основні припущення і вибір базової технології прийняття рішень

На першому етапі дослідження введемо припущення:

- заявки поступають рівномірно;

- фахівці спеціалізуються на виконанні заявок, пов'язаних лише з одним типом проблемних компонентів програмного забезпечення.

- Всі фахівці мають приблизно однаковий рівень кваліфікації

При прийнятті рішень щодо кількості фахівців, керівник зазвичай оперує якісними поняттями, які не мають чіткого числового еквіваленту, що обумовило застосування моделі нечітких знань при вирішенні поставленої задачі.

Взв'язку з цим необхідно:

- Сформувати функції приналежності основних змінних, що використовуються в задачі прийняття рішень
- Побудувати систему правил (базу знань), основу на досвіді висококваліфікованих операторів-керівників продуктивних ІТ компаній.

Побудова функцій приналежності

Наступна класифікація пріоритетів є типовою для більшості компаній, що займаються розробкою програмного забезпечення.

- 1 – Низький пріоритет
- 2 – Нормальний пріоритет
- 3 – Високий пріоритет
- 4 – Критичний пріоритет
- 5 – Роботу заблоковано

Перелік компонентів значно залежить від направленості компанії. Зазвичай прийнято виділяти наступні:

- 1 – Користувацький інтерфейс
- 2 – Інтеграції зі стороннім програмним забезпеченням
- 3 – Основна програмно-апаратна частина
- 4 – Мобільні платформи
- 5 – Системне адміністрування

Кількість операторів включає себе наступні змінні:

- 1 – Малий штат
- 2 – Середній штат
- 3 – Великий штат

Вимоги до часу виконання заявки залежать від значення пріоритету:

- 1 – Для пріоритету «Роботу заблоковано» час виконання становить до 1 години
- 2 – Для пріоритету «Критичний пріоритет», «Високий пріоритет» час виконання становить до 4 годин
- 3 – Для пріоритету «Нормальний пріоритет», «Низький пріоритет» час виконання становить до 8 годин

Наведемо приклади функцій приналежності, деяких змінних, що використовувались нами при вирішенні задачі визначення кількості фахівців (за матеріалами компанії NetCracker) на рис.3.1-3.6.

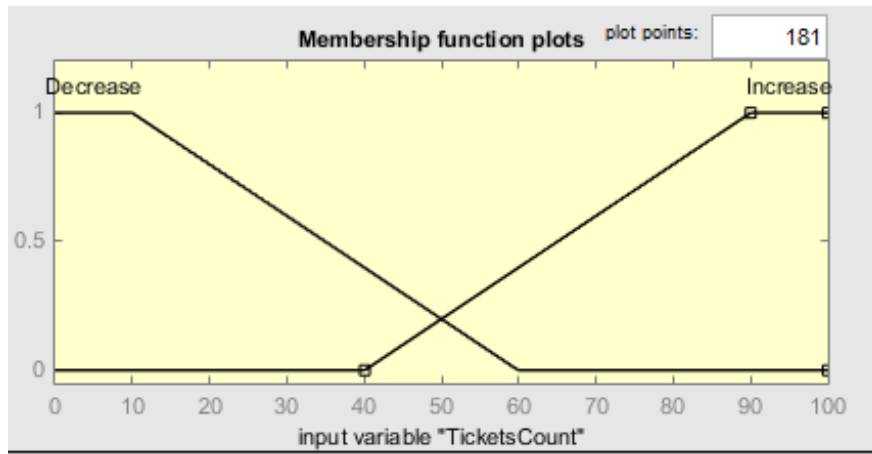


Рис. 3.1. Приклад функції приналежності для змінної «Очікуване число заявок» (будується для кожної категорії заявок)

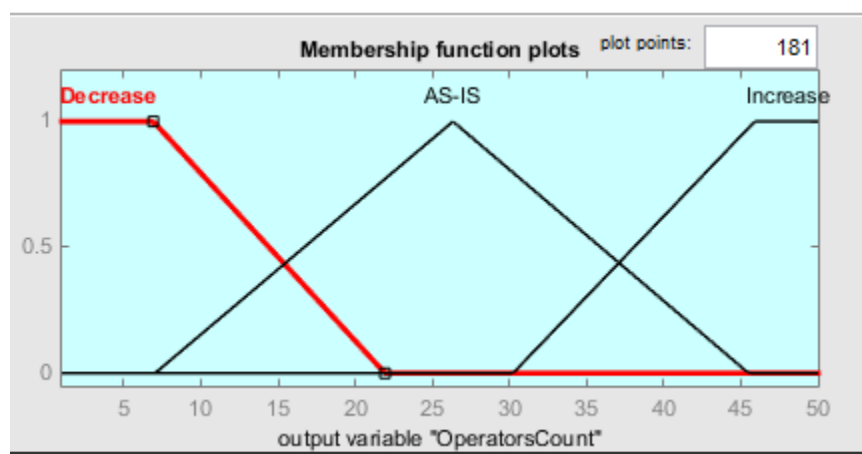


Рис. 3.2. Приклад функції приналежності для змінної «Необхідна кількість операторів» (будується для кожної категорії)

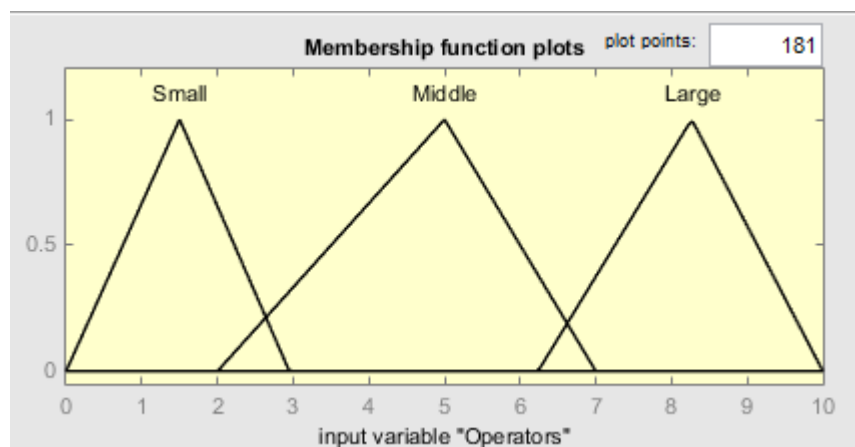


Рис. 3.3. Приклад функції приналежності для змінної «Кількість операторів» (будується для кожної категорії)

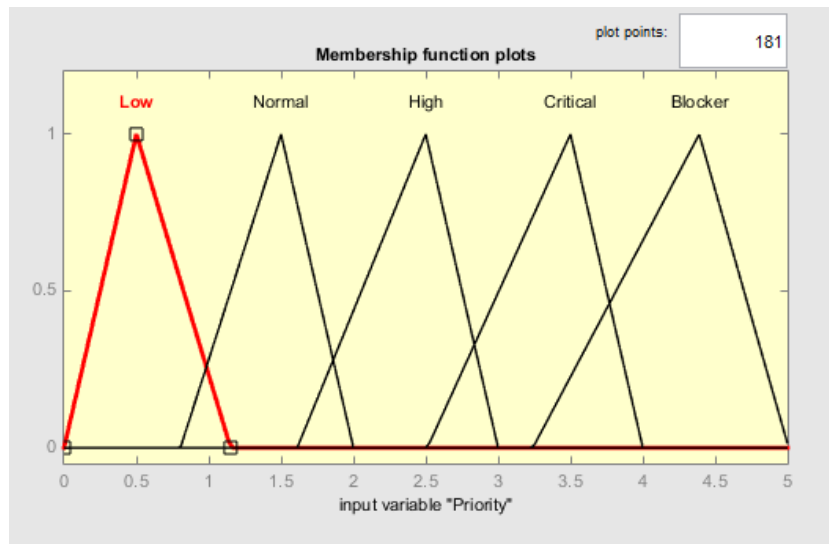


Рис. 3.4. Приклад функції приналежності для змінної «Пріоритет заявок» (будується для кожної категорії)

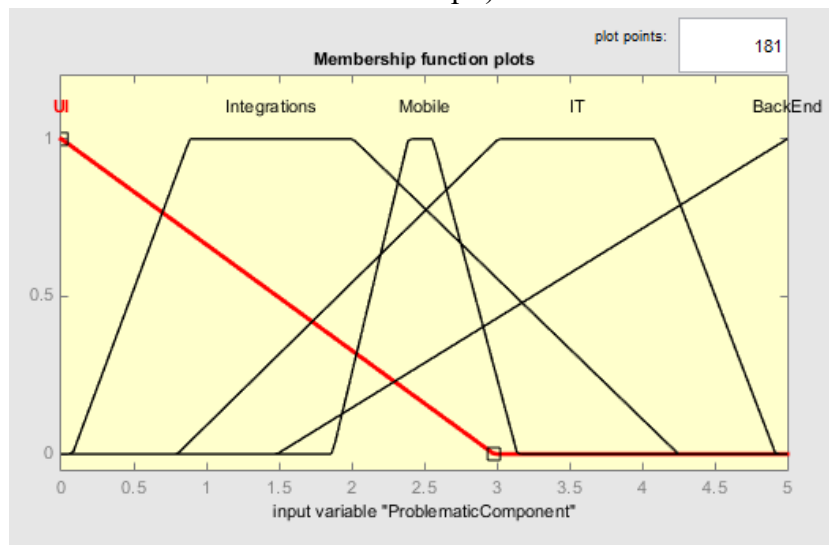


Рис. 3.5. Приклад функції приналежності для змінної «Проблемна компонента програмного забезпечення» (будується для кожної категорії)

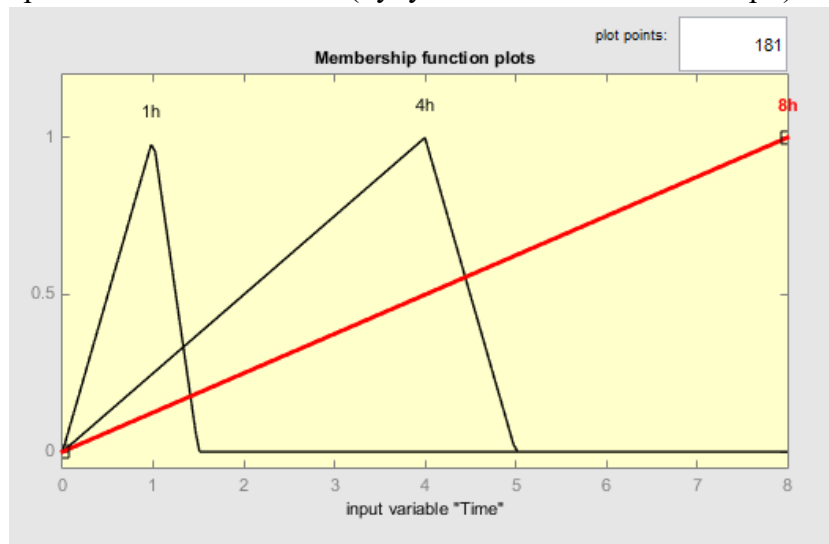


Рис. 3.6. Приклад функції приналежності для змінної «Час виконання заявки» (будується для кожної категорії)

Побудова Базис правил

Загальний вигляд продукційного правила має вигляд:

ЯКЩО значення «Очікуване число заявок пріоритету P_n компоненти C_m що мають бути опрацьовані операторами категорії O_k за час t_r » = «зростає» / «зменшується» ТО значення «Зміна числа спеціалістів, що спеціалізуються на компоненті C_m » = «скоротити штат» / «залишити штат незмінним» / «розширити штат».

Розглянемо фрагмент в вигляді продукційних рядків. Наведено правила лише для пріоритету P_1 компоненти C_1 , категорії O_1 та часу t_1 / t_2 , тоді як загальне число пріоритетів рівне n , компонентів – m , категорій – k та часу – r

ЯКЩО значення «Очікуване число заявок пріоритету P_1 компоненти C_1 що мають бути опрацьовані операторами категорії O_1 за час t_1 » = «зростає» ТО значення «Зміна числа спеціалістів, що спеціалізуються на компоненті C_1 » = «розширити штат»

ЯКЩО значення «Очікуване число заявок пріоритету P_1 компоненти C_1 що мають бути опрацьовані операторами категорії O_1 за час t_1 » = «зменшується» ТО значення «Зміна числа спеціалістів, що спеціалізуються на компоненті C_1 » = «залишити штат незмінним».

ЯКЩО значення «Очікуване число заявок пріоритету P_1 компоненти C_1 що мають бути опрацьовані операторами категорії O_1 за час t_2 » = «зменшується» ТО значення «Зміна числа спеціалістів, що спеціалізуються на компоненті C_1 » = «скоротити штат».

Наведемо приклад (фрагмент) системи правил бази нечітких знань в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Фрагмент бази нечітких знань

№	Параметри стану об'єктів					Рішення
	Кількість	Пріоритет	Компонент	Число заявок	Час	
1	Малий штат	Низький	Користувацький інтерфейс	Зменшується	до 8 год.	Скоротити штат
2	Малий штат	Нормальний	Користувацький інтерфейс	Зменшується	до 8 год	Скоротити штат
3	Малий штат	Високий	Користувацький інтерфейс	Зменшується	до 4 год	Залишити штат незмінним
4	Малий штат	Критичний	Користувацький інтерфейс	Зменшується	до 4 год	Залишити штат незмінним
5	Малий штат	Роботу заблоковано	Користувацький інтерфейс	Зменшується	до 1 год	Залишити штат незмінним
6	Малий штат	Низький	Користувацький інтерфейс	Зростає	до 8 год	Залишити штат незмінним
7	Малий штат	Нормальний	Користувацький інтерфейс	Зростає	до 8 год	Залишити штат незмінним
8	Малий штат	Високий	Користувацький інтерфейс	Зростає	до 4 год	Залишити штат незмінним
9	Малий штат	Критичний	Користувацький інтерфейс	Зростає	до 4 год	Залишити штат незмінним
10	Малий штат	Роботу заблоковано	Користувацький інтерфейс	Зростає	до 1 год	Розширити штат

Аналогічні правила будуються для кількості операторів «Середній штат, «Великий штат» та компонентів «Інтеграції зі стороннім програмним забезпеченням», «Основна програмно-апаратна частина», «Мобільні платформи» і «Системне адміністрування»

4. Приклад визначення чисельності персоналу для продуктової ІТ-компанії

Наведемо приклад проблемної ситуації, що мала місце в практиці однієї з компаній. У даному випадку підтримкою користувача займалась велика команда спеціалістів. Оскільки програмний продукт компанії-розробника нещодавно було встановлено на робочих станціях компанії-замовника, то очікувався значний приріст заявок, що необхідно буде вирішувати. Відповідно за кожним компонентом було зафіксовано від 6 до 8 операторів. Вхідні дані наведено на табл. 4.1.

Необхідно визначити кількість фахівців кожної спеціалізації.

Приклад технологій формування результатів наведено на рис 4.1.

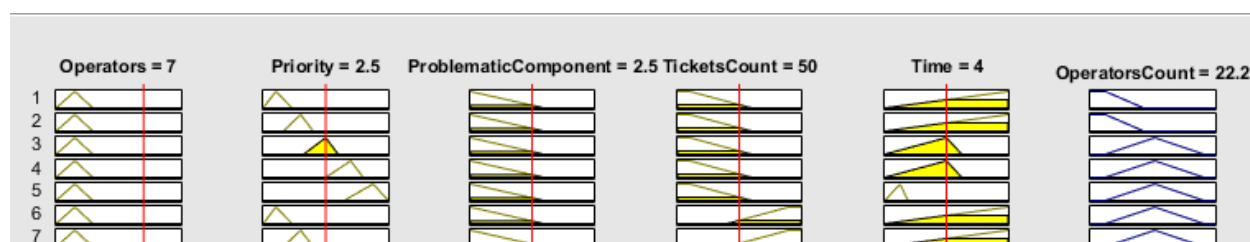


Рис. 4.1 Виведення значень по змінній «Число операторів»

Таблиця 4.1

Вхідні дані на прикладі компанії на початку фази підтримки користувача

№	Кількість операторів	Пріоритет	Компонент	Число заявок	Час
1	8	Низький	Користувацький інтерфейс	Зростає	До 8 год
2	7	Низький	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 8 год
3	8	Низький	Мобільні платформи	Зростає	До 8 год
4	6	Низький	Системне адміністрування	зростає	До 8 год
5	7	Низький	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 8 год

Продовження таблиці 4.1

7	7	Нормальний	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 8 год
8	8	Нормальний	Мобільні платформи	Зростає	До 8 год
9	6	Нормальний	Системне адміністрування	Зростає	До 8 год
10	7	Нормальний	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 8 год
11	8	Високий	Користувацький інтерфейс	Зростає	До 4 год
12	7	Високий	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 4 год
13	8	Високий	Мобільні платформи	Зростає	До 4 год
14	6	Високий	Системне адміністрування	Зростає	До 4 год
15	7	Високий	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 4 год
16	8	Критичний	Користувацький інтерфейс	Зростає	До 4 год
17	7	Критичний	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 4 год
18	8	Критичний	Мобільні платформи	Зростає	До 4 год
19	6	Критичний	Системне адміністрування	Зростає	До 4 год
20	7	Критичний	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 4 год
21	8	Роботу заблоковано	Користувацький інтерфейс	Зростає	До 1 год
22	7	Роботу заблоковано	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 1 год
23	8	Роботу заблоковано	Мобільні платформи	Зростає	До 1 год
24	6	Роботу заблоковано	Системне адміністрування	Зростає	До 1 год
25	7	Роботу заблоковано	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 1 год

Результат розв'язання задачі наведено в табл. 4.2. Всі значення було округлено згідно правил округлення чисел.

Таблиця 4.2

Результат розв'язання на прикладі компанії на початку фази підтримки користувача

№	Кількість операторів	Пріоритет	Компонент	Число заявок	Час	Необхідна кількість операторів
1	8	Низький	Користувацький інтерфейс	Зростає	До 8 год	9
2	7	Низький	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 8 год	10
3	8	Низький	Мобільні платформи	Зростає	До 8 год	9

Продовження таблиці 4.2

4	6	Низький	Системне адміністрування	зростає	До 8 год	10
5	7	Низький	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 8 год	10
6	8	Нормальний	Користувацький інтерфейс	Зростає	До 8 год	9
7	7	Нормальний	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 8 год	10
8	8	Нормальний	Мобільні платформи	Зростає	До 8 год	10
9	6	Нормальний	Системне адміністрування	Зростає	До 8 год	16
10	7	Нормальний	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 8 год	10
11	8	Високий	Користувацький інтерфейс	Зростає	До 4 год	13
12	7	Високий	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 4 год	16
13	8	Високий	Мобільні платформи	Зростає	До 4 год	13
14	6	Високий	Системне адміністрування	Зростає	До 4 год	16
15	7	Високий	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 4 год	15
16	8	Критичний	Користувацький інтерфейс	Зростає	До 4 год	24
17	7	Критичний	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 4 год	25
18	8	Критичний	Мобільні платформи	Зростає	До 4 год	24
19	6	Критичний	Системне адміністрування	Зростає	До 4 год	26
20	7	Критичний	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 4 год	26
21	8	Роботу заблоковано	Користувацький інтерфейс	Зростає	До 1 год	27
22	7	Роботу заблоковано	Інтеграції зі стороннім ПЗ	Зростає	До 1 год	27
23	8	Роботу заблоковано	Мобільні платформи	Зростає	До 1 год	30
24	6	Роботу заблоковано	Системне адміністрування	Зростає	До 1 год	32
25	7	Роботу заблоковано	Основна програмно-апаратна частина	Зростає	До 1 год	31

Приклад однієї з чисельного типу поверхонь, що формуються системою, наведено на рис 2.7

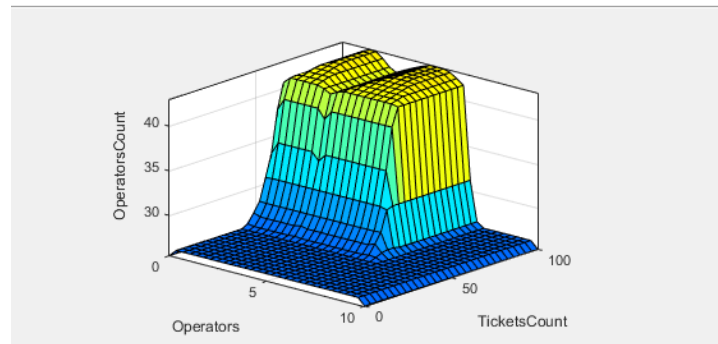


Рис. 2.7. Залежність кількості операторів від початкового числа операторів та числа вхідних заявок

Висновки

Запропонована автоматизована система підтримки прийняття рішень дозволить вирішити завдання автоматизованого розподілу заявок між виконавцями у системі і забезпечить високу ефективність керівника у прийнятті рішень щодо зміни числа співробітників. Впровадження запропонованої системи підтримки прийняття рішень підвищує продуктивність роботи ІТ-компанії шляхом скорочення часу на планування необхідних людських ресурсів.

У ході подальших досліджень заплановано зняти закладені обмеження щодо частоти надходження заявок, передбачити можливість роботи оператора над кількома типами заявок та враховувати імовірність безпомилкового виконання заявки.

Список використаних джерел

1. Губинский А. И. Эргономическое проектирование судовых систем управления / А. И. Губинский, В. Г. Евграфов. – Л.: Судостроение, 1977. – 224 с.
2. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: справочник / А. Н. Адаменко, А. Т. Ашероф, И. Л. Бердников и др.; под общ. ред. А. И. Губинского и В. Г. Евграфова. - М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.
3. Попович П. Р. Эргономическое обеспечение деятельности космонавтов / П. Р. Попович, А. И. Губинский, Г. М. Колесников. - М.: Машиностроение, 1985. - 272 с.
4. Лавров Е. А. Язык описания функциональных сетей для моделирующего кваліметричного комплексу ерготехнічних систем / Е. А. Лавров, Н. Б. Пасько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Информационно-управляющие системы. – Харьков, 2010. – 3/11 (45). – С. 4-10.
5. Лавров Е.А. Состояние и задачи развития компьютерного моделирования дискретных систем «человек-машина» // научная мысль. – 2013.- № 2-3 (10) . – С. 73–79
6. Lavrov, E. Mathematical models for the distribution of functions between the operators of the computer-integrated flexible manufacturing systems [Text] / E. Lavrov, N. Pasko, A. Kryvodub, A. Tolbatov // Proceedings of the XIIIth International Scientific Conference TCSET'2016, 2016. – P. 72–77.
7. Lavrov, E. Planning of Group Activity of Man-Operators in Information Systems [Text] / E. Lavrov, N. Pasko // International Scientific Conference “UNITECH II”. Proceedings. – 2011. – Vol. 1. – P. 371–376.

8. Лавров Е. А. Анализ предметной области «Эргономическое качество полиэргатических систем обработки информации и управления» / Е. А. Лавров, Н. Б. Пасько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, серия Информационно-управляющие системы. 2/9 (56). – 2012. – С. 63-69.

9. Эргономика –ИТ аутсорсинга. Разработка математической модели для распределения заявок между операторами / Е. А. Лавров, Н. Б. Пасько, А. С. Криводуб [и др.] // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2016. – №4(80). – С. 32-40

10. Lavrov E. Ergonomic support of man-machine interaction. Approach to designing of operators' group activities / V. Lyubchak, N. Pasko // International Journal of Bio-medical Soft Computing and Human Sciences Volume17, №2. – Japan,