

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС»  
Кафедра економічної кібернетики

## КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАЦІЙНОГО  
ВІДДІЛУ ОБЛАСНОГО ПЕНСІЙНОГО ФОНДУ»

Виконав студент 2 курсу, групи ЕК.м-61а  
(номер курсу) (шифр групи)

Спеціальності 051 «Економіка («Економічна  
кібернетика»)

Моїсеєнко А.В.

(прізвище, ініціали студента)

Керівник к.т.н., доц. Гриценко К.Г.  
(посада, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

Суми – 2018 рік

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему  
«ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАЦІЙНОГО  
ВІДДІЛУ ОБЛАСНОГО ПЕНСІЙНОГО ФОНДУ»

студента Моїсеєнка Антона Валерійовича  
(прізвище, ім'я, по-батькові студента)

Актуальність роботи полягає в тому, що сьогодні, в наслідок проведення Пенсійної реформи в Україні, збільшилась кількість звернень громадян до органів Пенсійного фонду України. У зв'язку з цим, для забезпечення дотримання законності термінів обробки звернень, необхідно провести заходи задля оптимізації потоку розгляду звернень в межах органу Пенсійного фонду. Одним з таких заходів є побудова моделі діяльності обласного пенсійного фонду, що може бути застосована на практиці для оптимізації потоку розгляду звернень.

Мета кваліфікаційної магістерської роботи – розробка імітаційної моделі діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду щодо обробки звернень.

Об'єкт дослідження – діяльність операційного відділу обласного пенсійного фонду.

Предмет дослідження – модель потоку обробки звернень громадян.

Методи дослідження – спостереження та моделювання.

Інформаційна база кваліфікаційної магістерської роботи – Закон України «Про звернення громадян» та дані надані Головним управлінням Пенсійного фонду України в Сумській області.

Основним науковим вкладом даної кваліфікаційної роботи є те, що розроблена модель являє собою рішення конкретної, актуальної проблеми державного органу, розробка є адаптивною (може використовувати в різних областях України) та інноваційною.

Рекомендується використовувати побудовану модель управлінням

обласного пенсійного фонду для полегшення прийняття управлінських рішень, та вибору найкращої стратегії для оптимізації ресурсів.

За результатами апробації моделі спеціалістами фонду встановлено, що модуль легкий та зручний у використанні, відповідає вимогам Головного управління пенсійного фонду України в Сумській області.

Ключові слова: операційний відділ, пенсійний фонд, імітаційна модель, звернення, ймовірність, оптимізація, AnyLogic.

Основний зміст кваліфікаційної магістерської роботи викладено на 63 сторінках, зокрема список використаних джерел із 22 найменувань, розміщений на 3 сторінках. Робота містить 3 таблиці, 33 рисунки, а також 1 додаток, розміщений на 2 сторінках.

Рік виконання кваліфікаційної роботи – 2017 рік

Рік захисту роботи – 2018 рік

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС»  
Кафедра економічної кібернетики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.е.н., доцент

О.В. Кузьменко

“ ” 2017 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ  
(спеціальність 051 «Економіка («Економічна кібернетика»))  
студенту 2 курсу, групи ЕК.м-61а

Моїсєнку Антону Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Імітаційне моделювання діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду

затверджена наказом по університету від «08» грудня 2017 року № 2748-III

2. Термін подання студентом закінченої роботи «12» січня 2018 року

3. Мета кваліфікаційної роботи – розробка імітаційної моделі діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду щодо обробки звернень.

4. Об'єкт дослідження – діяльність операційного відділу обласного пенсійного фонду.

5. Предмет дослідження – імітаційна модель потоку обробки звернень громадян.

6. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах Головного управління Пенсійного фонду в Сумській області.

7. Орієнтовний план кваліфікаційної роботи, терміни подання розділів керівникові та зміст завдань для виконання поставленої мети

Розділ 1 Теоретико-методичні основи імітаційного моделювання діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду – 13 листопада 2017 року

(назва – термін подання)

У розділі 1 Загальні особливості процесу імітаційного моделювання; об'єкт дослідження як система масового обслуговування; обґрунтування доцільності застосування методів імітаційного моделювання для оцінки ефективності діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду; параметри об'єкта які можуть бути досліджені засобами імітаційного моделювання; постановка задачі моделювання.

(зміст конкретних завдань до розділу, які повинен виконати студент)

Розділ 2 Побудова імітаційної моделі діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду – 12 грудня 2017 року  
(назва – термін подання)

У розділі 2 Концептуальна модель діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду; опис вхідних і вихідних даних моделі; математичний опис взаємозв'язку основних об'єктів моделі.  
(зміст конкретних завдань до розділу, які має виконати студент)

Розділ 3 Практична реалізація побудованої моделі діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду – 4 січня 2017 року  
(назва – термін подання)

У розділі 3 Характеристика програмного додатку для автоматизації методики розрахунків; аналіз натурних експериментів з моделлю; практичні рекомендації та перевірка адекватності моделі.  
(зміст конкретних завдань до розділу, які повинен виконати студент)

#### 8. Консультації з роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			

9. Дата видачі завдання: «10»жовтня 2017 року

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
( підпис)

К.Г. Гриценко  
(ініціали, прізвище)

Завдання до виконання одержав \_\_\_\_\_  
( підпис)

А.В. Моїсеєнко  
(ініціали, прізвище)

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ОБЛАСНОГО ПЕНСІЙНОГО ФОНДУ .....	9
1.1 Загальні особливості процесу імітаційного моделювання .....	9
1.2 Об'єкт дослідження як система масового обслуговування .....	14
1.3 Обґрунтування доцільності застосування методів імітаційного моделювання для оцінки ефективності діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду .....	19
1.4 Параметри об'єкта які можуть бути досліджені засобами імітаційного моделювання .....	23
1.5 Постановка задачі моделювання .....	24
2 ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ОБЛАСНОГО ПЕНСІЙНОГО ФОНДУ .....	27
2.1 Концептуальна модель діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду .....	27
2.2 Опис вхідних і вихідних даних моделі .....	31
2.3 Математичний опис взаємозв'язку основних об'єктів моделі .....	38
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПОБУДОВАНОЇ МОДЕЛІ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ОБЛАСНОГО ПЕНСІЙНОГО ФОНДУ .....	56
3.1 Характеристика програмного додатку для автоматизації методики розрахунків .....	56
3.2 Аналіз натурних експериментів з моделлю .....	62
3.3 Практичні рекомендації та перевірка адекватності моделі .....	<b>Ошибка!</b>
<b>Закладка не определена.</b>	
ВИСНОВКИ .....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	68
ДОДАТОК А .....	71



## ВСТУП

Розгляд звернень одна з найважливіших функцій будь-якого управління Пенсійного фонду України, а обласного управління тим паче. Поточна ситуація в Україні, а саме після набуття чинності Закону України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо підвищення пенсій" (Пенсійної реформи України). З моменту опублікування цього закону збільшилась кількість звернень громадян до Пенсійного фонду України. Тому, постала проблема, як в дотриманні законних термінів розгляду звернень, так і в прийнятті управлінських рішень для забезпечення безперервного потоку обробки заявок громадян. Для забезпечення наочності та полегшення прийняття управлінського рішення необхідно створити програмний продукт, який зможе бути гнучким до вхідних даних і дозволить в режимі реального часу відображати потік обробки звернень.

Об'єктом дослідження виступає діяльність операційного відділу обласного пенсійного фонду. Предмет дослідження – імітаційна модель потоку обробки звернень громадян.

Метою дослідження є розробка імітаційної моделі діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду щодо обробки звернень.

Для досягнення поставленої мети необхідно реалізувати наступні завдання:

- а) описати загальні особливості процесу імітаційного моделювання;
- б) розглянути об'єкт дослідження як систему масового обслуговування;
- в) обґрунтувати доцільність застосування методів імітаційного моделювання для оцінки ефективності діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду;
- г) описати параметри об'єкта які можуть бути досліджені засобами імітаційного моделювання;



- д) описати постановку задачі моделювання;
- е) розробити концептуальну модель діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду;
- є) описати вхідні і вихідні дані моделі;
- ж) зробити математичний опис моделі;
- з) на основі методів імітаційного моделювання розробити продукт що описуватиме потік обробки звернень громадян;
- і) на основі отриманих результатів імітаційного моделювання сформулювати практичні рекомендації для оптимізації діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду.

# 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ОБЛАСНОГО ПЕНСІЙНОГО ФОНДУ

## 1.1 Загальні особливості процесу імітаційного моделювання

Моделювання – найпотужніший універсальний метод дослідження та оцінювання ефективності різноманітних систем, поведінка яких залежить від дії випадкових чинників [15].

Аналітичне моделювання полягає у побудові та дослідженні математичних моделей. У його основу покладено ідентичність форми рівнянь та однозначність співвідношень між змінними в рівняннях, які описують оригінал та модель.

Недоліками більшості аналітичних моделей, побудованих на основі понять теорії масового обслуговування, є використання в них значних спрощень: зображення потоку замовлень як пуассонівського або найпростішого, припущення про показниковий розподіл часу обслуговування, неможливість обслуговування замовлень одночасно кількома каналами обслуговування тощо. Такі спрощення, а іноді штучне пристосування аналітичних моделей з метою використання добре розробленого математичного апарату для дослідження реальних систем можуть ставити під сумнів результати аналітичного моделювання. Недоліком складних моделей є громіздкість обчислень. Зокрема, аналітичний розв'язок системи диференціальних рівнянь Колмогорова для ймовірностей станів системи масового обслуговування можна знайти лише у випадку, коли кількість каналів обслуговування не перевищує двох [17]. Складною для розв'язування у таких випадках є й відповідна система алгебричних рівнянь для ймовірностей станів граничного стаціонарного режиму. Отже, аналітичні методи мають самостійне значення лише для дослідження функціонування

систем масового обслуговування у першому наближенні і в окремих, специфічних задачах.

На відміну від аналітичного імітаційне моделювання знімає більшість обмежень, пов'язаних з можливістю відображення в моделях реального процесу функціонування системи, яку досліджують, динамічної взаємної обумовленості поточних і наступних подій, комплексного взаємозв'язку між параметрами і показниками ефективності системи тощо. Хоч імітаційні моделі в деяких випадках не такі лаконічні, як аналітичні, проте вони можуть бути як завгодно близькими до системи, яку моделюють, і простими у використанні [16]. Це дає змогу застосовувати імітаційне моделювання як універсальний підхід для прийняття рішень в умовах невизначеності, враховуючи в моделях навіть ті чинники, які важко формалізувати, а також використовувати головні принципи системного підходу для розв'язування практичних задач.

Імітаційні моделі описують об'єкт дослідження деякою мовою, імітуючи елементарні явища, з яких складається функціонування системи, зі збереженням їхньої логічної структури, послідовності протікання у часі, особливостей і складу інформації про стан процесу. Зазначимо про наявність аналогії між дослідженням процесів методом імітаційного моделювання та їхнім експериментальним дослідженням. Описи компонентів реальної системи в імітаційній моделі мають певний логіко-математичний характер і є сукупністю алгоритмів, які імітують функціонування цієї системи. Програма моделі, побудована на основі цих алгоритмів, дає змогу звести імітаційне моделювання до проведення експериментів на ЕОМ шляхом їхнього «прогону» на множині вхідних даних, які імітують первинні події, що відбуваються в системі. Інформація, яка фіксується у процесі дослідження імітаційної моделі, дає змогу визначити потрібні показники, що характеризують ефективність системи, яку досліджують.

Завдяки застосуванню універсальних мов програмування для реалізації імітаційних моделей дослідник досягає гнучкості під час створення,

налагодження та випробування моделі. Однак мови моделювання, орієнтовані на певну предметну область, є мовами вищого рівня, тому дають підстави з меншими витратами створювати програми моделей для дослідження складних систем.

Але, як і будь-який інший вид моделювання, імітаційне має як переваги, так і недоліки. Тож розглянемо переваги та недоліки імітаційного моделювання (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Переваги та недоліки імітаційного моделювання

Можна виділити наступні етапи імітаційного моделювання:

- аналіз характеристик і закономірностей функціонування досліджуваного об'єкта;
- побудова імітаційної моделі;
- підготовка даних для моделі;
- власне програмна реалізація імітаційної моделі;
- оцінка адекватності моделі;
- проведення імітаційних експериментів.

Для вирішення проблеми перевірки адекватності моделі реальній системі часто користуються верифікацією, валідацією та акредитацією.

Верифікація – доказ того, що вірогідний факт або твердження є істинним. Термін використовується залежно від того, як обґрунтовується істина: базується вона на приведенні одного доказу або аргументу – чи вона повинна підтверджуватися можливістю багаторазового відтворювання, тобто перевірятися практикою [14].

Валідація – це підтвердження шляхом надання об'єктивних свідчень того, що вимоги, встановлені для конкретного завдання або застосування, виконано [19].

Акредитація – процедура за допомогою якої авторитетний орган офіційно визнає правочинність особи чи органу виконувати конкретні роботи. В нашому випадку акредитація розуміється як визнання експертом або науковцем моделі такою, що найбільш точно описує реальні показники на яких вона побудована.

Основні поняття імітаційного моделювання складних систем: пристрій, заявка, завдання, черга, процес, події.

Пристрій (засіб) – це елемент імітаційної моделі, який дозволяє провести імітацію процесу обслуговування [18]. Пристрої можуть бути простими та складними:

- а) прості (одноканальні) – обслуговують одночасно одну заявку;
- б) складні (багатоканальні) – дозволяють одночасно обслуговувати кілька заявок.

Пристроєм задаються пріоритети: абсолютні (більш пріоритетна заявка перериває обслуговування поточної заявки) та відносні (заявка більшого пріоритету очікує закінчення обслуговування поточної заявки) [20].

Заявка – ініціює початок будь-якого процесу в системі. Заявка характеризується внутрішньою структурою: одиночна або групова (група однотипних заявок). Генератор заявок – описує закони надходження заявок в систему:

- а) детерміновані (чітко визначають час надходження заявки в систему);
- б) ймовірнісні (можна використовувати нормальне, рівномірне, експоненціальне і інше).

Завдання – являють собою будь-яку активність – елемент процесу.

Черга – елемент моделі, який відображає пасивність і здійснює статистичне накопичення результатів. Черга включає заявки, які з якихось причин не можуть бути обслужені [2]. Черги ставляться перед кожним пристроєм, на вході системи, на виході або в точках, які є потенційними «вузькими» місцями в системі, або в цій точці необхідно провести додаткове накопичення результату.

Процес – те, для чого описується модель. Процес може бути простим і складним:

- а) прості: послідовний характер виконання; мінімальна кількість типів заявок, умов ініціації процесу і обслуговування заявок; наявність простих пристроїв в обслуговуванні;
- б) складні: описуються великою кількістю типів заявок; мають складні умови розвитку і ініціації; використовуються складні, багатозадачні пристрої.

Для опису процесу необхідно знати [3]:

- а) заявки, які з ним пов'язані;
- б) характер їх надходження в систему (умови ініціації самого процесу);
- в) пристрої, які пов'язані з обслуговуванням в рамках даного процесу;
- г) план-графік виконання робіт або завдань в рамках даного процесу;
- д) умови зв'язку з іншими процесами;
- е) критерій оцінки ефективності.

Події – пов'язані зі зміною стану системи і її об'єктів. Події забезпечують уривчастість процесу. Процес представляється з набору активностей і пасивностей. Початок кожної активності пов'язано з виникненням події в системі.

Імітаційне моделювання складних систем застосовується в управлінні слабкими за структурою системами, до яких можна віднести регіональні соціально-економічні системи [9].

Імітаційні моделі зв'язані не з аналітичним поданням, а з принципом імітації за допомогою інформаційних та програмних засобів складних процесів і систем в найскладнішому аспекті – динамічному.

## 1.2 Об'єкт дослідження як система масового обслуговування

Із системами масового обслуговування (СМО) ми зустрічаємось повсякчас. Кожному з нас доводилось чекати обслуговування в черзі (у магазині, на автозаправці, в бібліотеці, кав'ярні тощо). Будь-яке виробництво теж можна уявити як послідовність систем обслуговування. До типових систем обслуговування належать також ремонтні і медичні служби, транспортні системи, аеропорти, вокзали і таке інше [10].

Особливого значення набули такі системи у процесах інформатики. Це передусім комп'ютерні системи, мережі передавання інформації, операційні системи, бази і банки даних. Системи обслуговування відіграють значну роль у повсякденному житті. Досвід моделювання різних типів дискретних систем свідчить про те, що приблизно 80% цих моделей ґрунтуються на СМО [7].

Систему масового обслуговування загалом можна уявити як сукупність послідовно пов'язаних між собою вхідних потоків вимог на обслуговування (потоків замовлень), черг, каналів обслуговування і потоків обслужених замовлень. Будь-який пристрій, який безпосередньо обслуговує замовлення, називають каналом обслуговування.

Системи масового обслуговування можна класифікувати за десятьма ознаками [8].

1. За характером надходження замовлень у систему: на системи з регулярним і випадковим потоками замовлень. Якщо кількість замовлень, які надходять у систему за одиницю часу (інтенсивність потоку), стала або є заданою функцією часу, то маємо систему з регулярним потоком замовлень, в іншому разі – з випадковим. Випадковий потік замовлень може бути стаціонарним або нестаціонарним. Якщо параметри потоку замовлень не залежать від розташування інтервалу часу, який розглядають, на осі часу, то маємо стаціонарний потік замовлень, в протилежному випадку – нестаціонарний. Наприклад, якщо кількість покупців, які приходять до магазину, не залежить від часу доби, то потік замовлень (покупців) – стаціонарний.

2. За кількістю замовлень, які надходять за одиницю часу: на системи з ординарним і неординарним потоками замовлень. Якщо ймовірність надходження двох або більше замовлень в один момент часу дорівнює нулеві або настільки мала, що нею можна знехтувати, то маємо систему з ординарним потоком замовлень. Наприклад, потік літаків, які прибувають на злітну смугу аеродрому, можна вважати ординарним, оскільки ймовірність надходження двох і більше літаків до каналу обслуговування в один і той самий момент часу дуже мала.

3. За зв'язком між замовленнями: на системи без післядії від замовлень, які надійшли, і з післядією. Якщо ймовірність надходження замовлень у систему в деякий момент часу не залежить від того, скільки вимог уже надійшло до системи, тобто не залежить від передісторії процесу, який вивчають, то ми маємо задачу без післядії, у протилежному випадку – з післядією. Прикладом задачі з післядією може слугувати потік студентів на складання заліку викладачеві.

4. За характером поведінки замовлень у системі: з відмовами, з обмеженим очікуванням і з очікуванням без обмеження:



– якщо нове замовлення, яке прибуло на обслуговування, застає усі канали обслуговування уже зайнятими і покидає систему, то маємо систему з відмовами. Замовлення може покинути систему і тоді, коли черга досягла певних розмірів. Якщо ракета супротивника з'являється в час, коли всі протиракетні пристрої обслуговують інші ракети, то вона без проблем залишає зону обслуговування;

– якщо нове замовлення, яке прибуло на обслуговування, застає усі канали обслуговування зайнятими і стає у чергу, але перебуває у ній обмежений час і, не дочекавшись обслуговування, покидає систему, то маємо систему з обмеженим очікуванням. Прикладом такого «нетерплячого» замовлення може бути самоскид із цементним розчином. Якщо час очікування великий, то щоб запобігти затвердінню розчину, він може бути розвантажений в іншому місці;

– якщо нове замовлення, яке прибуло на обслуговування, заставши усі канали обслуговування зайнятими, змушене очікувати своєї черги до того часу, поки не буде обслужене, то маємо систему з очікуванням без обмеження. Приклад: літак, який перебуває на аеродромі до того часу, поки не звільниться злітна смуга.

5. За способом вибору замовлень на обслуговування: з пріоритетом, за часом надходження, випадково, останнього обслуговують першим. Іноді в такому випадку кажуть про дисципліну обслуговування:

– якщо система масового обслуговування охоплює кілька категорій замовлень і з певних міркувань необхідно дотримуватись різного підходу до їхнього відбору, то маємо систему з пріоритетом. Зокрема, під час надходження виробів на будівельний майданчик, перш за все монтують ті, які необхідні у цей момент;

– якщо канал, який звільнився, обслуговує замовлення, яке раніше за інших надійшло до системи, то маємо систему з обслуговуванням замовлень за часом надходження. Це найпоширеніший клас систем. Наприклад, покупця, який підійшов до

продавця першим, обслуговують раніше за інших. Цей спосіб вибору замовлень на обслуговування застосовують там, де внаслідок технічних, технологічних або організаційних умов замовлення не можуть випереджати одне одного;

– якщо замовлення з черги надходять до каналу обслуговування у випадковому порядку, то маємо систему з випадковим вибором замовлень на обслуговування. Приклад: вибір слюсарем-сантехніком одного з декількох замовлень на усунення несправностей, які надійшли від мешканців. Вибір тут, зазвичай, визначають місцезнаходженням самого слюсаря: він надасть перевагу замовленню мешканця, який перебуває від нього найближче, якщо інші чинники не визначають вибору;

– останнього обслуговують першим. Цей спосіб вибору вимог на обслуговування використовують у тих випадках, коли зручніше й економічніше брати на обслуговування замовлення, яке найпізніше надійшло до системи. Зокрема, якщо будівельні вироби складені один на одному, то зручніше спочатку брати виріб, який надійшов останнім.

6. За характером обслуговування замовлень: на системи з детермінованим і випадковим часом обслуговування. Якщо інтервал часу між моментами надходження замовлення до каналу обслуговування і моментом виходу замовлення з цього каналу є сталим, то йдеться про систему з детермінованим часом обслуговування, в іншому разі – з випадковим.

7. За кількістю каналів обслуговування: на одноканальні і багатоканальні системи. Наприклад, для зведення будинку можна використати один будівельний кран (один канал обслуговування) або декілька (багато каналів) для обслуговування виробів, які прибувають на будову.

8. За кількістю етапів обслуговування: на однофазні і багатофазні системи. Якщо канали обслуговування розташовані послідовно, і вони неоднорідні, оскільки виконують різні операції обслуговування, то йдеться

про багатофазну систему масового обслуговування. Прикладом такої системи може бути обслуговування автомобілів на станції технічного обслуговування (миття, діагностування тощо).

9. За однорідністю замовлень, які надходять на обслуговування: на системи з однорідними і неоднорідними потоками замовлень. Наприклад, якщо для розвантаження прибувають фургони однакової вантажомісткості, то такі замовлення називають однорідними, якщо різної – то неоднорідними.

10. За обмеженістю потоку замовлень: на замкнені і розімкнені системи. Якщо потік замовлень обмежений і замовлення, які покинули систему, через деякий час до неї повертаються, то маємо замкнену систему, в протилежному випадку – розімкнену. Прикладом замкненої системи може слугувати бригада робітників, які налагоджують станки в ткацькому цеху.

Розглянемо потік звернень, яким займається операційний відділ обласного пенсійного фонду, як систему масового обслуговування.

Процес опрацювання звернень громадян полягає у тому, що періодично громадяни передають нові звернення на розгляд, а в цей час вирішується попереднє звернення. Громадянин, який передає звернення стає в чергу і очікує вирішення його запитання.

Ефективність роботи управління в цьому випадку залежить від швидкості вирішення звернення. Основним фактором буде кількість звернень, тобто кількість отримувачів послуг, які виявили намір вирішення запитання, щодо послуг наданих Пенсійним фондом. Але на цей показник ми впливати не можемо.

Наступним чинником, який можна регулювати, є кількість спеціалістів, які займаються опрацюванням звернень. Саме цей фактор визначає скільки звернень буде опрацьовано кожної години і взагалі за день чи місяць.

Час обслуговування – випадкова величина з відомим законом розподілу ймовірностей та законодавчо встановленими обмеженнями. У тому разі, якщо громадянин передав звернення, але за якихось причин його звернення не розглянуто в терміни встановлені законодавством, він може звернутись до

суду. В суді він зможе довести свою правоту і отримати компенсацію, але навіть при отриманні компенсації громадянин залишиться незадоволеним послугами Пенсійного фонду.

Отже, з вище зазначеного, можна зробити висновок, що потік обслуговування звернень громадян – це система масового обслуговування, з факторами на які ми можемо впливати (кількість спеціалістів зайнятих опрацюванням звернень громадян), факторами на які напряду впливати не можемо (щільність надходження звернень, загальна кількість звернень) та обмеженнями часу (з моменту подання звернення до прийняття рішення після опрацювання, виконавцем) встановленими Законом України «Про звернення громадян».

### 1.3 Обґрунтування доцільності застосування методів імітаційного моделювання для оцінки ефективності діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду

Для вибору моделей розробляють їх класифікації. Спочатку всі моделі ділили на дві групи – фізичні та математичні (абстрактні) [22]. У подальшому стали розробляти класифікації за різними ознаками. При цьому різні ознаки класифікації інтерпретують неоднаково.

У різних джерелах пропонуються також різноманітні ознаки класифікації за характером моделей і модельованих об'єктів, за сферами додатки моделювання (у техніці, фізичних науках, кібернетиці тощо), за способом відображення (евристичні, натурні та математичні), по цілям дослідження, по особливостям подання (прості і складні, однорідні і неоднорідні, відкриті і закриті, статичні і динамічні, імовірнісні та детерміновані тощо), по методам моделювання та інші. На рисунку 1.2 відображена одна з таких класифікацій моделей.

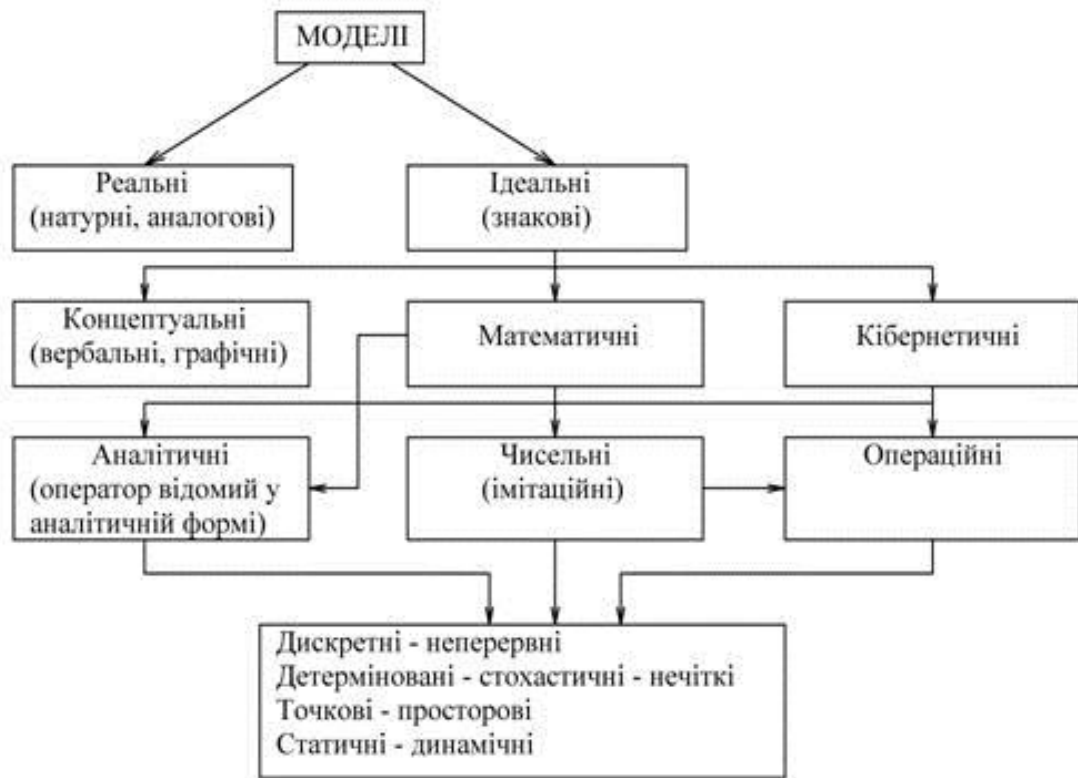


Рисунок 1.2 – Класифікація моделей

У числі математичних в певний період розвитку теорії моделювання почали виділяти клас імітаційних моделей. А з розвитком обчислювальної техніки набувають дедалі ширшого розвитку та використання .

Імітаційна модель – це комплексна математична й алгоритмічна модель досліджуваної системи. Імітаційна модель у вихідному розумінні – опис системи і зовнішніх впливів, алгоритмів функціонування системи або правил зміни стану системи під впливом зовнішніх і внутрішніх збурень у ситуаціях, коли алгоритми і правила не дають можливості використання наявних математичних методів аналітичного і чисельного рішення, але дозволяють імітувати процес функціонування системи і робити обчислення досліджуваних характеристик [20]. Імітаційні моделі можуть класифікуватись наступним чином: статична чи динамічна; детермінована чи стохастична; неперервна чи дискретна [6].

Імітаційне моделювання в широкому розумінні – це процес побудови моделі реальної системи та експериментування на цій моделі з метою

визначити поведінки чи оцінити її реакцію на зміну певних факторів. У вужчому розумінні імітаційне моделювання – це відтворення на комп'ютері реальної системи.

У подальшому імітаційні моделі стали створювати для ширшого класу об'єктів і процесів, ніж аналітичні та чисельні.

На базі статистичних уявлень розроблені [4]:

- а) напрямок імітаційного моделювання з метою визначення функції розподілу випадкової величини;
- б) моделювання, засноване на методі Монте-Карло;
- в) імітаційне моделювання в теорії масового обслуговування.

Оскільки для реалізації імітаційних моделей служать обчислювальні системи, в якості засобів формалізованого опису імітаційної моделі використовують універсальні і спеціальні мови. Для моделювання можуть бути використані мови імітаційного моделювання і загального призначення.

Імітаційні моделі найбільшою мірою підходять для дослідження складних технічних і соціально-економічних об'єктів на системному рівні.

Щодо оцінки і підвищення ефективності роботи соціальних центрів обслуговування, таких як обласний пенсійний фонд, то на ринку інформаційних технологій не так багато розробок для даної сфери. Одним з них є продукт: «Агент автоматизації і управління систем обслуговування» (ASOMIS). Головна проблема, яку допомагає вирішити система – обробка величезного об'єму інформації, що отримується при поданні звернень. Система містить модуль прогнозування та оптимізації, який може реагувати на зміни середовища і сам автоматично «навчається». Але цей проект, ще не був реалізований на практиці, і до того ж досить дорогий і складний.

Існують і деякі інші комерційні проекти, основою яких є різні статистичні методи. Так тренди використовуються у прогнозуванні об'єму кількості звернень. Багатомірний аналіз статистичної інформації використовується, наприклад, для порівняння ефективності роботи різних спеціалістів. Багатофакторний аналіз дозволяє визначити найбільш впливові і

реально діючі чинники, що впливають на швидкість вирішення. Кластерний аналіз допомагає у встановленні лімітів на обробку. Так багато статистичних методів використовуються для аналізу, управління і оцінки ефективності.

Діяльність операційного відділу обласного пенсійного фонду гарно описується теорією масового обслуговування. Подібні системи, внаслідок ймовірнісного характеру, найзручніше досліджувати користуючись методами імітаційного моделювання. Порівняльний аналіз методів наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз наявних на ринку рішень

№ п.п.	Рішення	Вартість	Легкість впровадження та використання	Необхідний рівень знань	Ступінь охоплення проблем
A	1	2	3	4	5
1	Агент автоматизації і управління систем обслуговування	-	-	+/-	+
2	Статистичні методи	+	+	-	-
3	Імітаційне моделювання	+	+	+/-	+

Отже, можемо зробити висновок, про те, що діяльність операційного відділу обласного пенсійного фонду – можна розглядати як систему масового обслуговування, та що вона є складною соціально-економічною системою. А, як бачимо з зазначеного вище, для дослідження і моделювання таких систем найкращим є метод імітаційного моделювання.

#### 1.4 Параметри об'єкта які можуть бути досліджені засобами імітаційного моделювання

У процесі вирішення звернень обласним пенсійним фондом є певні невизначені параметри. Серед яких можна виділити:

- а) час використаний на опрацювання певного звернення;
- б) відділ до якого надійде певне звернення;
- в) тип звернення.

Час використаний на опрацювання звернення залежить від кількості попередніх звернення в стадії опрацювання, складності питання, відділу до якого відноситься дане звернення і як висновок, кількості спеціалістів у відділі до якого це звернення надійшло.

Відділ до якого надійде певне звернення невідома величина, яка буде описана на етапі розробки імітаційної моделі відповідними ймовірнісними параметрами.

Тип звернення являє собою випадкову величину, що залежить від контингенту заявників, економічних зрушень в країні, дня місяця і року, інші випадкові фактори.

Оскільки такі параметри носять ймовірнісний характер і не можуть бути точно визначеними аналітично, то доцільно застосувати машинну імітацію.

Також, можна виділити такі параметри як кількість спеціалістів:

- а) операційного відділу;
- б) відділу контрольно-перевірочної роботи (КПР);
- в) відділу інформаційних систем та електронних реєстрів (ІСтаЕР);
- г) відділу пенсійного забезпечення;
- д) відділу пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій громадян.

В імітаційній моделі діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду ці параметри будуть регульованими (тобто змінними), які



необхідно розглядати детально, для виявлення оптимального рішення, тобто виявлення найменшої необхідної кількості спеціалістів для дотримання законності, тобто максимального терміну опрацювання звернення не більше ніж 45 днів.

Також, в цій моделі буде 4 незмінних параметри (константи):

- а) начальник обласного пенсійного фонду;
  - б) заступник начальника з питань контрольно-перевірочної роботи;
  - в) заступник начальника з питань пенсійного забезпечення;
  - г) начальник відділу інформаційних систем та електронних реєстрів.
- Це параметри зі сталим значенням кількості, що дорівнює одній особі.

### 1.5 Постановка задачі моделювання

Моделювання діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду є складною задачею і вимагає врахування внутрішніх взаємозв'язків між різноманітними характеристиками, що зображені на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Зв'язки між відділами, що займаються опрацюванням звернень громадян в межах обласного пенсійного фонду

Основною метою цієї задачі є дотримання термінів опрацювання звернень, встановлених Законом України «Про звернення громадян» від 02.10.96, з останніми змінами № 1404-VIII від 02.06.2016, строків опрацювання звернення громадянина. Це зазначається в статті № 20 «Термін розгляду звернень громадян» [12]: «Звернення розглядаються і вирішуються у термін не більше одного місяця від дня їх надходження, а ті, які не потребують додаткового вивчення, – невідкладно, але не пізніше п'ятнадцяти днів від дня їх отримання. Якщо в місячний термін вирішити порушені у зверненні питання неможливо, керівник відповідного органу, підприємства, установи, організації або його заступник встановлюють необхідний термін для його розгляду, про що повідомляється особі, яка подала звернення. При цьому загальний термін вирішення питань, порушених у зверненні, не може перевищувати сорока п'яти днів».

Саме для вирішення даної задачі моделювання діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду буде здійснюватись за допомогою методів імітаційного моделювання та оптимізаційного експерименту.

Дана модель повинна:

- а) графічно інтерпретувати потік оброки звернень в рамках обласного пенсійного фонду для полегшення прийняття управлінських рішень;
- б) враховувати основні характеристики потоку звернень;
- в) бути адаптивною до зміни вхідних параметрів, тобто кількості звернень та щільності їх надходження;
- г) враховувати обмеження, які встановлені законодавством;
- д) вирішувати задачу оптимізації ресурсів, тобто кількості працівників, що зайняті опрацюванням звернень.

Тобто використання методів імітаційного моделювання дозволяє розробити модель наближену до реальності. Імітаційна модель надає змогу проводити симуляцію роботи потоку та проводити експерименти, серед яких експеримент оптимізації.

Дана модель може використовуватися управлінням обласного пенсійного фонду для проведення експериментів з графічною інтерпретацією та для оптимізації кількості працівників зайнятих опрацюванням звернень громадян.

## 2 ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ОБЛАСНОГО ПЕНСІЙНОГО ФОНДУ

### 2.1 Концептуальна модель діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду

Для вирішення поставленої задачі за допомогою імітаційного моделювання необхідно розробити структурно-логічну схему процесу виконання задачі. Загальний процес моделювання діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду можна розкласти на етапи, що зображено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Структурно-логічна схема моделювання діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду

Розглянемо детально кожний з етапів моделювання діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду.

Формування інформаційної бази починається з опису взаємозв'язків між відділами, в рамках вирішення звернень громадян. Діяльність операційного відділу обласного пенсійного фонду з питання опрацювання звернень громадян можна умовно поділити на три етапи:

а) на першому етапі звернення надходить до операційного відділу обласного управління, де громадянин отримує номер звернення та копію свого звернення з печаткою, підписом спеціаліста про отримання та зазначеним терміном прийняття заявки в опрацювання (за законом: «Про звернення громадян» термін опрацювання звернень становлять від 15 до 45 днів залежно від типу заявки);

б) на другому етапі спеціалісти операційного відділу направляють звернення до начальника обласного управління який в свою чергу направляє звернення одному з трьох заступників. Після обробки заявки заступником начальника вона переходить до відповідного начальника структурного підрозділу, який в свою чергу обирає виконавця (головного спеціаліста), який після обробки і вирішення питання зазначає результат і передає звернення до операційного відділу для відправки;

в) третій етап – відправка результату звернення громадянину.

Для розробки моделі необхідно визначитись з переліком змінних. Так, для побудови імітаційної моделі операційного відділу обласного пенсійного фонду були опрацьовані статистичні дані і використані такі змінні:

а) щільність надходження заявок;

б) кількість спеціалістів:

– операційного відділу;

– відділу контрольно-перевірочної роботи (КПР);

– відділу інформаційних систем та електронних реєстрів (ІСтаЕР);

– відділу пенсійного забезпечення;

– відділу пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій громадян.

Вхідними даними для моделювання діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду є кількість звернень, що надійшли для опрацювання спеціалістами фонду.

Наступним етапом є побудова імітаційної моделі у програмному додатку AnyLogic. При побудові моделі будуть використовуватись такі елементи з бібліотеки моделювання процесів як «Параметр», «Service», «Sink», «SelectOutput», «SelectOutput5», «timeMeasureStart», «timeMeasureEnd», «Функція», «ResourcePool», «Source», «Бігунок».

Необхідно охарактеризувати модулі, які будуть використані при побудові моделі [1]:

- а) «Параметр» – елемент, який зазвичай використовується для завдання статичних характеристик моделі;
- б) «Service» – елемент, який захоплює для агента задану кількість ресурсів, затримує їх, а потім звільняє захоплені їм ресурси;
- в) «Sink» – елемент, який знищує агентів, що надійшли до системи, використовується в якості кінцевої точки потоку агентів (в даному випадку звернень);
- г) «SelectOutput» – елемент, який направляє агентів в один з двох вихідних портів в залежності від виконання заданої умови;
- д) «SelectOutput5» – елемент, подібний до «SelectOutput», але має декілька вихідних портів (максимум 5);
- е) «timeMeasureStart» – елемент, який задає початкову точку, він запам'ятовує момент часу, в який агент проходить через цей об'єкт;
- є) «timeMeasureEnd» – елемент, який обчислює для кожного агента різницю між поточним моментом часу і моментом зафіксованим об'єктом «TimeMeasureStart», на який посилається цей об'єкт;
- ж) «Функція» – елемент якому задається функція і встановлюється значення для повернення;

з) «ResourcePool» – визначає набір ресурсів, які можуть захоплюватися і звільнятися заявками за допомогою об'єкту «Service»;

і) «Гістограма» – елемент, що відображає дані, зібрані об'єктом «Дані гістограми» (в нашому випадку об'єктом «timeMeasureEnd» і його спеціальним значенням «distribution»);

к) «Source» – елемент, що створює агентів, тобто звернення громадян в систему їх опрацювання;

л) «Бігунок» – елемент управління, що дозволяє користувачеві графічно вибирати число із заданого діапазону значень шляхом перетягування руків'я.

Після розміщення необхідних модулів для моделювання системи та після того, як задані всі параметри та характеристики моделі, необхідно запустити модель на симуляцію для отримання графічної інтерпретації результатів, тобто часу обробки звернень кожним відділом в графічному вигляді.

Останнім етапом є побудова оптимізаційного експерименту, який необхідний для вирішення задачі оптимізації ресурсів, якими в даній моделі виступають спеціалісти структурних підрозділів обласного пенсійного фонду зайняті опрацюванням звернень громадян.

Для вирішення задачі оптимізації необхідно слідувати таким етапам [11]:

а) створити оптимізаційний експеримент;

б) задати цільову функцію, яку необхідно мінімізувати або максимізувати;

в) задати оптимізаційні параметри, значення яких будуть змінюватись;

г) задати обмеження, які будуть накладатись на значення параметрів і змінних (не обов'язково);

д) запустити оптимізаційний експеримент.

В програмному додатку «AnyLogic» процес оптимізації представляє собою ітеративний процес, який полягає в тому, що [5]:

- оптимізатор OptQuest обирає допустимі значення оптимізаційних параметрів і запускає модель з цим значенням;
- завершивши "прогон" моделі, OptQuest обчислює значення цільової функції на момент завершення;
- оптимізатор аналізує отримане значення та змінює значення оптимізаційних параметрів у відповідності з алгоритмом оптимізації, і цей процес повторюється заново.

Отже, для успішної реалізації поставленої задачі моделювання необхідно дотримуватись розробленої концепції, та кроків описаних вище.

## 2.2 Опис вхідних і вихідних даних моделі

Імітаційна модель діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду складається з таких блоків:

- «zayavka»;
- «priniattiaZvernennia»;
- «DeleguvaniaZastupniku»;
- «viznachenniaTipuZvenennia»;
- «ViznachenniaZvernenniaDoPensiinogoViddilu»;
- «ViznachenniaZvernenniaDoSlujbiKPR»;
- «ViznachenniaZvernenniaDoViddiluIStaER»;
- «VubirPensNapriamku»;
- «OpraciuvanniViddilomViyskovihPensioneriv»;
- «OpraciuvanniViddilomKPR»;
- «OpraciuvanniViddilomIStaER»;
- «OpraciuvanniaPensiynimViddilom»;
- «OtriamanniaRishenniaOperaciinimViddilom»;



– «vidpravka».

При побудові імітаційної моделі будуть використовуватись такі елементи як «Параметр», «Service», «Sink», «SelectOutput», «SelectOutput5», «timeMeasureStart», «timeMeasureEnd», «Функція», «ResourcePool», «Source», «Бігунок», що описані в розділі 2.1.

В таблиці 2.1 наведено детальний опис блоків, що використовуються в моделі та опис параметрів, що використані для побудови даних блоків.

Таблиця 2.1 – Детальний опис блоків та їх параметрів в моделі

№ п.п.	Блок	Тип об'єкта	Опис блоку
А	1	2	3
1	zayavka	Source	Створює агентів – «звернення громадянина», що потрапляє до системи опрацювання.
2	priniattiaZvernennia	Service	Звернення громадянина приймається спеціалістом операційного відділу і передається далі для опрацювання начальником обласного пенсійного фонду.
3	DeleguvaniaZastupniku	Service	Звернення надходить до начальника обласного пенсійного фонду, який в свою чергу делегує його одному з його заступників.
4	viznachenniaTipuZvenennia	SelectOutput5	Визначення якому саме заступнику начальника надійде певне звернення.
5	ViznachenniaZvernenniaDoPensiinogoViddilu	Service	Визнання звернення таким, яке відноситься до пенсійного відділу.
6	ViznachenniaZvernenniaDoSlujbiKPR	Service	Визнання звернення таким, яке відноситься до контрольно-перевірочної служби.
7	ViznachenniaZvernenniaDoViddiluIStaER	Service	Визнання звернення таким, яке відноситься до відділу інформаційних систем та електронних реєстрів.

## Продовження таблиці 2.1 (по вертикалі)

A	1	2	3
8	VubirPensNapriamku	Output	Визначення до якого відділу відноситься звернення, до відділу пенсійного забезпечення, або до відділу пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій.
9	OpraciuvanniViddilomViyskovihPensioneriv	Service	Опрацювання звернення, що надійшло до відділу пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій, виконавцем.
10	OpraciuvanniViddilomKPR	Service	Опрацювання звернення, що надійшло до відділу контрольно-перевірочної роботи, виконавцем.
11	OpraciuvanniViddilomIStaER	Service	Опрацювання звернення, що надійшло до відділу інформаційних систем та електронних ресурсів, виконавцем.
12	OpraciuvanniaPensiyinimViddilom	Service	Опрацювання звернення, що надійшло до відділу пенсійного забезпечення, виконавцем.
13	OtriamanniaRishenniaOperaciinimViddilom	Service	Блок, в якому опрацьоване звернення з рішенням надходить до спеціалістів операційного відділу для відправки.
14	vidpravka	Sink	Блок, в якому відбувається вихід агенту (звернення) з системи.

## Продовження таблиці 2.1 (по горизонталі)

№ п.п.	Параметри блоку	Опис параметру	Значення параметру
A	4	5	6
1	Щільність	Інтенсивність надходження звернень в систему.	=ZnachShilnist

	Максимальна кількість надходжень	Максимальне значення кількості заявок, що надійшли до системи.	$=(\text{long})\text{MaxZnachZayavok}$
--	----------------------------------	--	--

Продовження таблиці 2.1 (по горизонталі)

A	4	5	6
2	Тип ресурсу	Спеціаліст, який займається опрацюванням звернення на даному етапі	$=\text{SpecialistiOperatciinogoViddilu}$
	Кількість ресурсів	Кількість спеціалістів, необхідна для опрацювання	$=1$
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання спеціалістом відділу звернення громадянина.	$=\text{triangular}(0.5,5,0.5)$ , (хвилини)
3	Тип ресурсу	Начальник обласного пенсійного фонду.	$=\text{NachalnikOblasnogoUpravlinnia}$
	Кількість ресурсів	Кількість ресурсів необхідна для опрацювання звернення громадянина на даному етапі.	$=1$
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання звернення начальником обласного пенсійного фонду.	$=\text{triangular}(0.5,3,1)$ , (хвилини)
4	Вірогідність 1	Вірогідність надходження звернення заступнику з питань пенсійного забезпечення.	$=0,68$
	Вірогідність 2	Вірогідність надходження звернення заступнику з питань контрольно-перевірочної служби.	$=0,21$
	Вірогідність 3	Вірогідність надходження звернення начальнику відділу інформаційних систем та електронних реєстрів.	$=0,11$
5	Тип ресурсу	Заступник начальника з питань пенсійного забезпечення.	$=\text{ZastupnikNachalnikaZPensiinihPytan}$
	Кількість ресурсів	Кількість ресурсів необхідна для опрацювання звернення громадянина на даному етапі.	$=1$
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання звернення заступником начальника з питань пенсійного забезпечення.	$=\text{triangular}(0.5, 1, 0.5)$ , (хвилини)

6	Тип ресурсу	Заступник начальника з питань контрольно-перевірочної служби.	=ZastupnikNachalnikaZPytanSlujbiKPR
---	-------------	---	-------------------------------------

## Продовження таблиці 2.1 (по горизонталі)

A	4	5	6
6	Кількість ресурсів	Кількість ресурсів необхідна для опрацювання звернення громадянина на даному етапі.	=1
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання звернення заступником начальника з питань контрольно-перевірочної служби.	=triangular (0.5, 1, 0.5 ), (хвилин)
7	Тип ресурсу	Начальник відділу інформаційних систем та електронних реєстрів.	=NackalnikViddiluIStaER
	Кількість ресурсів	Кількість ресурсів необхідна для опрацювання звернення громадянина на даному етапі.	=1
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання звернення начальником відділу інформаційних систем та електронних реєстрів.	=triangular (0.5, 1, 0.5 ), (хвилин)
8	Вірогідність 1	Вірогідність надходження звернення до відділу пенсійного забезпечення.	=0.5
	Вірогідність 2	Вірогідність надходження звернення до відділу пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій.	=0.5
9	Тип ресурсу	Головний спеціаліст відділу пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій.	=SpecialistiPensV
	Кількість ресурсів	Кількість ресурсів необхідна для опрацювання одного звернення громадянина на даному етапі.	=1
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання звернення головним спеціалістом відділу пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій.	=triangular (0.1, 30, 1 ) (днів)

10	Тип ресурсу	Головний спеціаліст відділу контрольно-перевірочної роботи.	=SpecialistKPR
----	-------------	---	----------------

## Продовження таблиці 2.1 (по горизонталі)

A	4	5	6
10	Кількість ресурсів	Кількість ресурсів необхідна для опрацювання одного звернення громадянина на даному етапі.	=1
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання звернення головним спеціалістом відділу контрольно-перевірочної роботи.	=triangular (0.1, 30, 1 ) (днів)
11	Тип ресурсу	Головний спеціаліст відділу інформаційних систем та електронних ресурсів.	=SpecialistiIStaER
	Кількість ресурсів	Кількість ресурсів необхідна для опрацювання одного звернення громадянина на даному етапі	=1
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання звернення головним спеціалістом відділу інформаційних систем та електронних ресурсів.	=triangular (0.2, 30, 1 ) (днів)
12	Тип ресурсу	Головний спеціаліст відділу пенсійного забезпечення.	=SpecialistiPens
	Кількість ресурсів	Кількість ресурсів необхідна для опрацювання одного звернення громадянина на даному етапі.	=1
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання звернення головним спеціалістом відділу пенсійного забезпечення.	=triangular (0.1, 30, 1 ) (днів)
13	Тип ресурсу	Спеціаліст операційного відділу.	=SpecialistiOperatciinogoViddilu
	Кількість ресурсів	Кількість ресурсів необхідна для опрацювання одного звернення громадянина на даному етапі.	=1
	Час затримки	Час необхідний для опрацювання звернення головним спеціалістом відділу пенсійного забезпечення.	=triangular (0.5, 3, 1) (хвилини)

14	-	-	-
----	---	---	---

Для роботи блоків моделі типу «Service» необхідним є створення ресурсів моделі, що задаються елементом «ResourcePool», значення яких описано у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Опис ресурсів моделі

№ п.п	Ресурс	Опис	Кількість ресурсів	Значення за замовчуванням
A	1	2	3	4
1	SpecialistiOperatciinogoViddilu	Спеціаліст, який займається опрацюванням звернення на даному етапі.	5	constant
2	NachalnikOblasnogoUpravlinnia	Начальник обласного пенсійного фонду.	1	constant
3	ZastupnikNachalnikaZPensiinihPytan	Заступник начальника з питань пенсійного забезпечення.	1	constant
4	ZastupnikNachalnikaZPytanSlujbiKPR	Заступник начальника з питань контрольно-перевірочної служби.	1	constant
5	NackalnikViddiluIStaER	Начальник відділу інформаційних систем та електронних реєстрів.	1	constant
6	SpecialistiPensV	Головний спеціаліст відділу пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій.	=NumberOfSpecPensV	15
7	SpecialistKPR	Головний спеціаліст відділу контрольно-перевірочної роботи.	=NumberOfSpecKPRc	15
8	SpecialistiIStaER	Головний спеціаліст відділу інформаційних систем та електронних ресурсів	=NumberOfSpecISER	15
9	SpecialistiPens	Головний спеціаліст відділу пенсійного забезпечення.	=NumberOfSpecPens	15

Як бачимо з таблиці 2.2 кількість спеціалістів структурних підрозділів задається параметрами:

- а) «NumberOfSpecPensV»;
- б) «NumberOfSpecKPR»;
- в) «NumberOfSpecISER»;
- г) «NumberOfSpecPens».

Це змінні параметри зі значенням за замовчуванням п'ятнадцять спеціалістів, які використовуються в експерименті оптимізації. Також в моделі використані ресурси, кількість яких є незмінною. Це ресурси:

- а) «SpecialistiOperatciinogoViddilu»;
- б) «NachalnikOblasnogoUpravlinnia»;
- в) «ZastupnikNachalnikaZPensiinihPytan»;
- г) «ZastupnikNachalnikaZPytanSlujbiKPR»;
- д) «NachalnikViddiluIStaER».

В таблиці опису блоків імітаційної моделі використана функція «triangular» - це функція розподілу ймовірностей, яка є неперервною та обмеженою з обох сторін. Ця функція найкраще підходить для моделювання. Задається у вигляді: «=triangular(x,y,mode)», де x – мінімальне значення, y – максимальне, а mode – значення, яке зустрічається найчастіше.

### 2.3 Математичний опис взаємозв'язку основних об'єктів моделі

Математичний опис взаємозв'язку основних об'єктів моделі доцільно розпочати з опису моделі симуляції тому, що оптимізаційний експеримент формується вже на основі параметрів моделі симуляції.

Симуляція побудованої імітаційної моделі загалом складається з:

- 1) одного об'єкту типу «Source» - елемент «zayavka», він створює агентів «Zvernennia» в системі;
- 2) одного об'єкту типу «Sink» - елемент «vidpravka» видаляє агентів «Zvernennia» з системи;
- 3) десяти об'єктів типу «Service» - елементи:
  - priniattiaZvernennia;
  - DeleguvaniaZastupniku;
  - ViznachenniaZvernenniaDoPensiinogoViddilu;
  - ViznachenniaZvernenniaDoSlujbiKPR;
  - ViznachenniaZvernenniaDoViddiluIStaER;

- OpraciuvanniViddilomViyskovihPensioneriv;
  - OpraciuvanniViddilomKPR;
  - OpraciuvanniViddilomIStaER;
  - OpraciuvanniaPensiynimViddilom;
  - OtriamanniaRishenniaOperaciiinimViddilom;
- 4) одного об'єкту типу «SelectOutput» - елемент «VubirPensNapriamku»;
- 5) одного об'єкту типу «SelectOutput5» - елемент «viznachenniaTipuZvenennia»;
- 6) дев'яти об'єктів типу «ResourcePool» - елементи:
- SpecialistiOperatciinogoViddilu;
  - NachalnikOblasnogoUpravlinnia;
  - ZastupnikNachalnikaZPensiinihPytan;
  - ZastupnikNachalnikaZPytanSlujbiKPR;
  - NachalnikViddiluIStaER;
  - SpecialistiPensV;
  - SpecialistKPR;
  - SpecialistiIStaER;
  - SpecialistiPens;
- 7) сімох об'єктів типу «Параметр» - елементи:
- MaxZnachZayavok;
  - ZnachShilnist;
  - NumberOfSpecPens;
  - NumberOfSpecPensV;
  - NumberOfSpecKPR;
  - NumberOfSpecISER;
  - paramAll;
- 8) чотирьох об'єктів типу «timeMeasureStart»;
- 9) чотирьох об'єктів типу «timeMeasureEnd»;
- 10) п'яти об'єктів типу «Гістограма»;



- 11) однієї допоміжної змінної – «variable1»;
- 12) одного допоміжного об'єкту для побудови гистограми – «timeInSystemDistr»;
- 13) двох елементів типу «Бігунок»;
- 14) одного агента ручного створення – «Zvernennia», з власними параметрами «timeEnter» та «timeExit»;
- 15) одного оптимізаційного експерименту – «OptimizationS».

При побудові отримаємо модель симуляції (рис. 2.2) та оптимізаційний експеримент (рис 2.3).

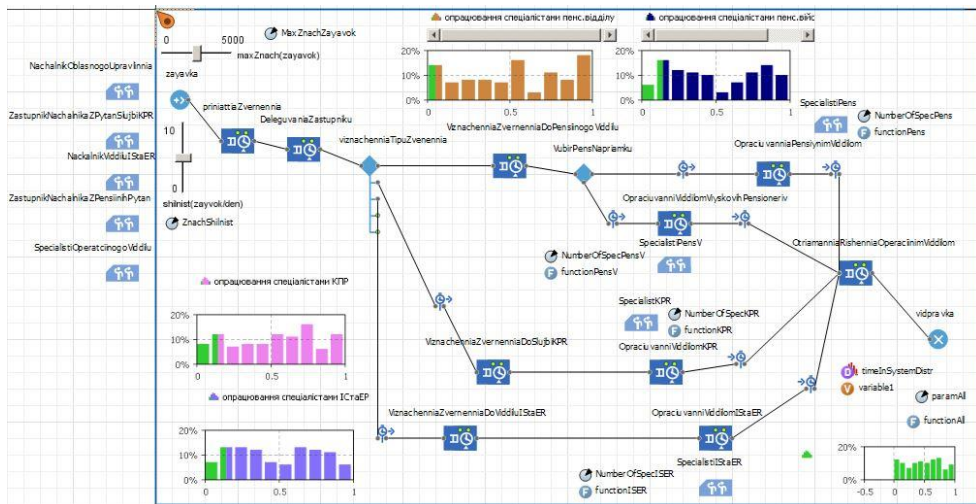


Рисунок 2.2 – Побудована модель симуляції

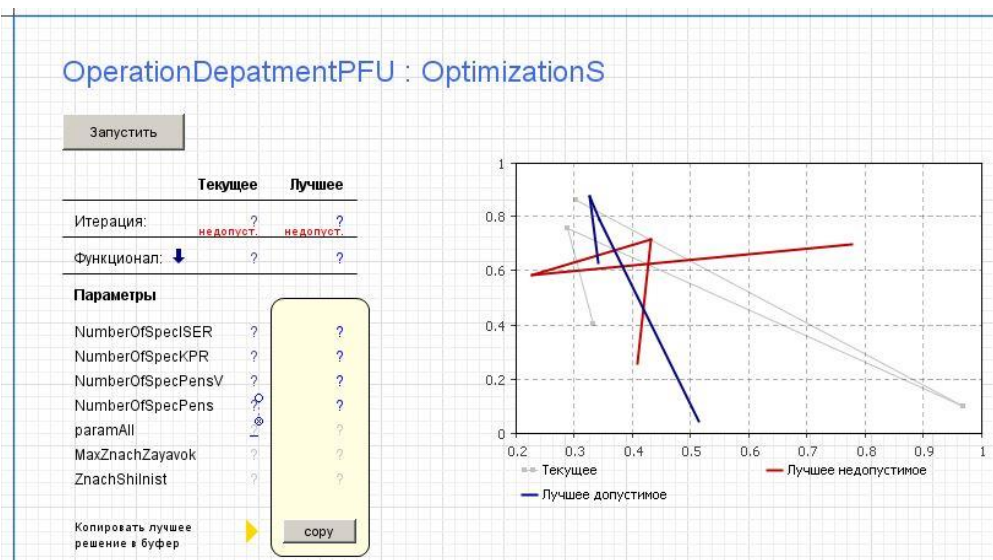


Рисунок 2.3 – Побудований експеримент оптимізації

Після додавання до моделі необхідних елементів необхідно вказати їх значення, функціональний зв'язок або значення за замовчуванням.

Модель починається з елемента моделі «zayavka», функціональні зв'язки та значення елемента вказані на рисунку 2.4.

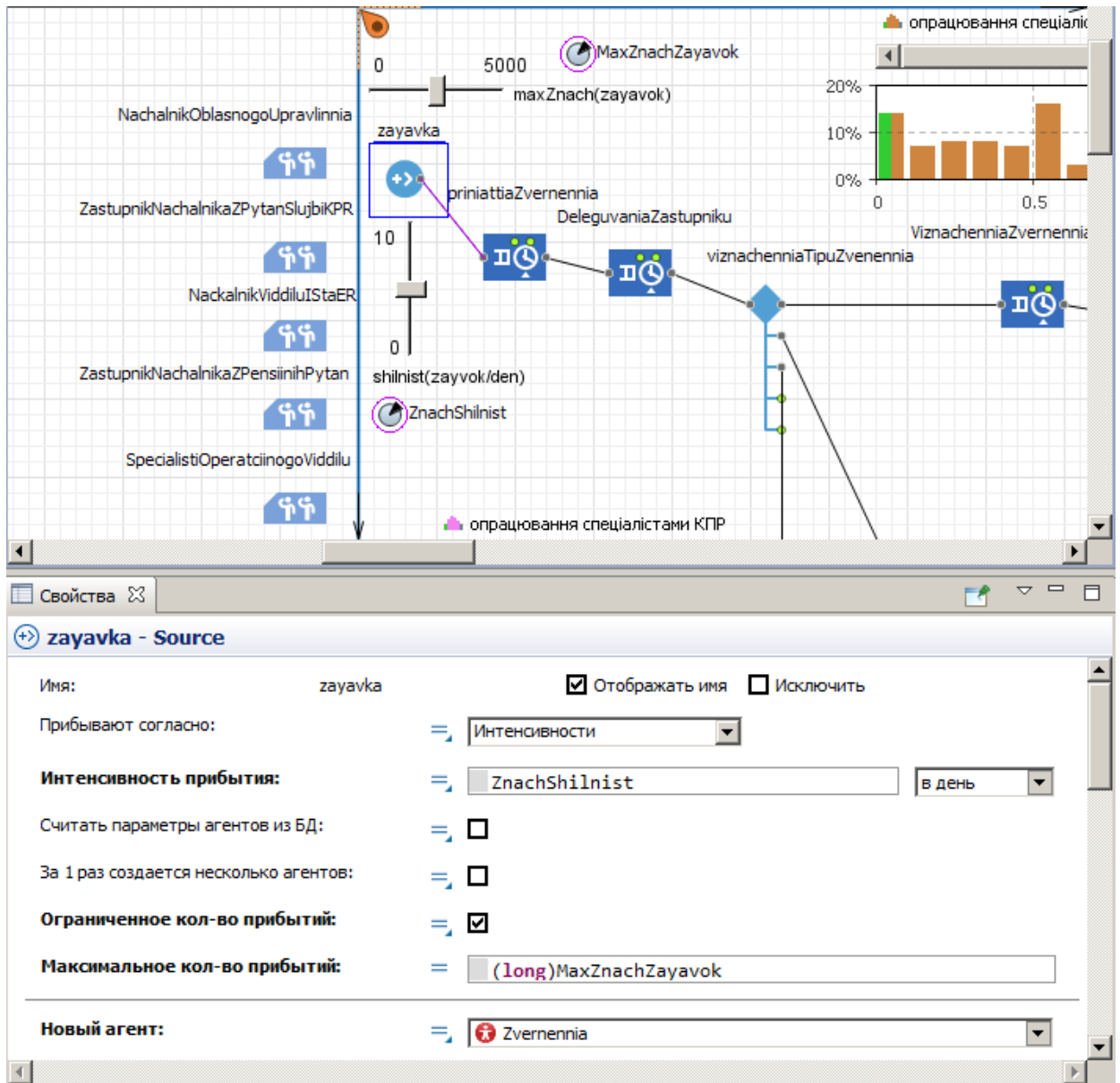


Рисунок 2.4 – Властивості об'єкту «zayavka»

Після надходження агенту «Zvernennia» в систему, тобто надходження звернення до обласного пенсійного фонду воно потрапляє до операційного відділу, цей етап описується блоком «priniattiaZvernennia», властивості якого представлені на рисунку 2.5.

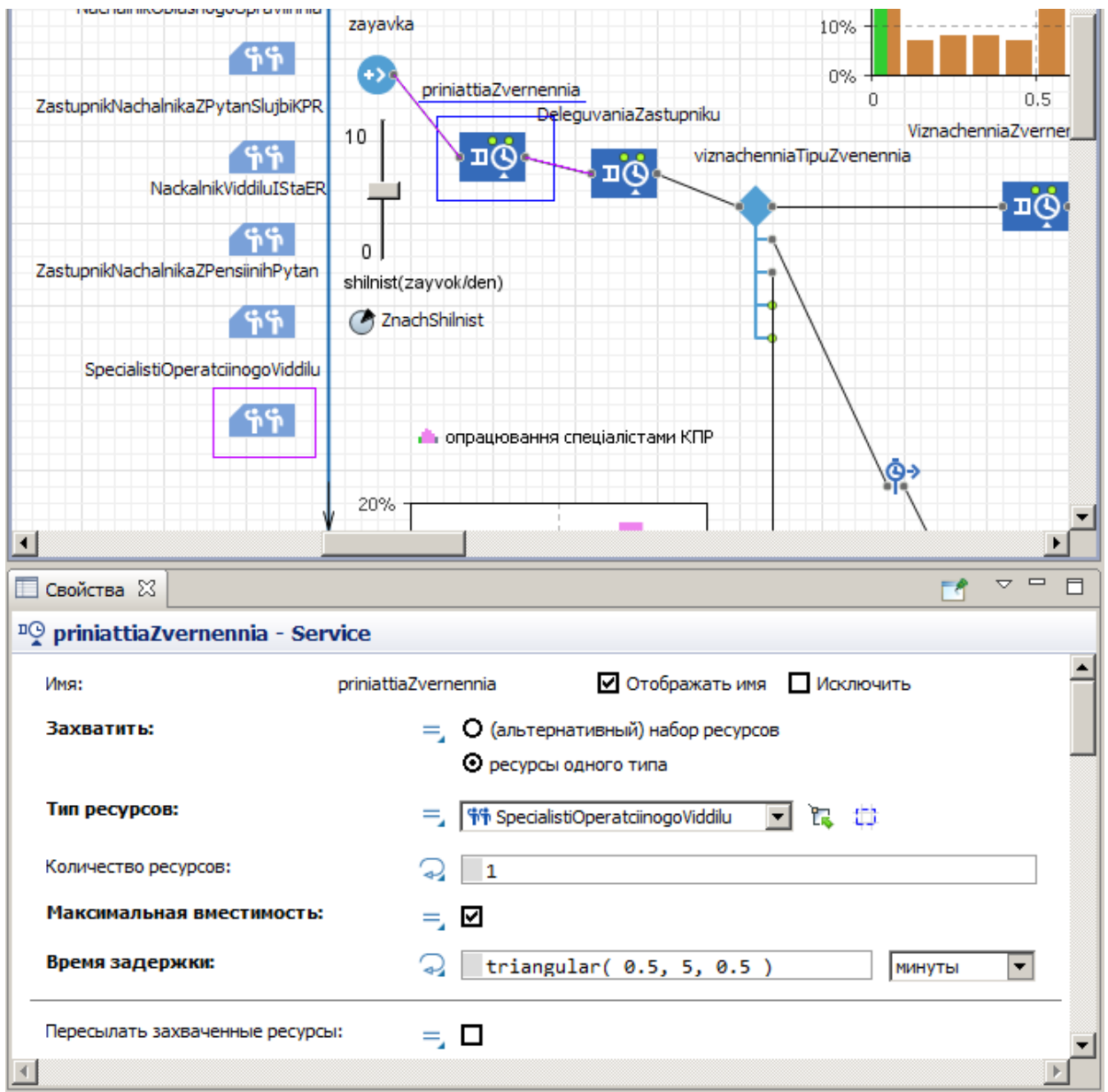


Рисунок 2.5 – Властивості об'єкту «priniattiaZvernennia»

Після оформлення спеціалісти операційного відділу передають звернення начальнику обласного пенсійного фонду, який ознайомлюється зі зверненнями і делегує на розгляд одному з своїх заступників. Цей процес описується блоком «DeleguvaniaZastupniku», властивості цього блоку відображені на рисунку 2.6.

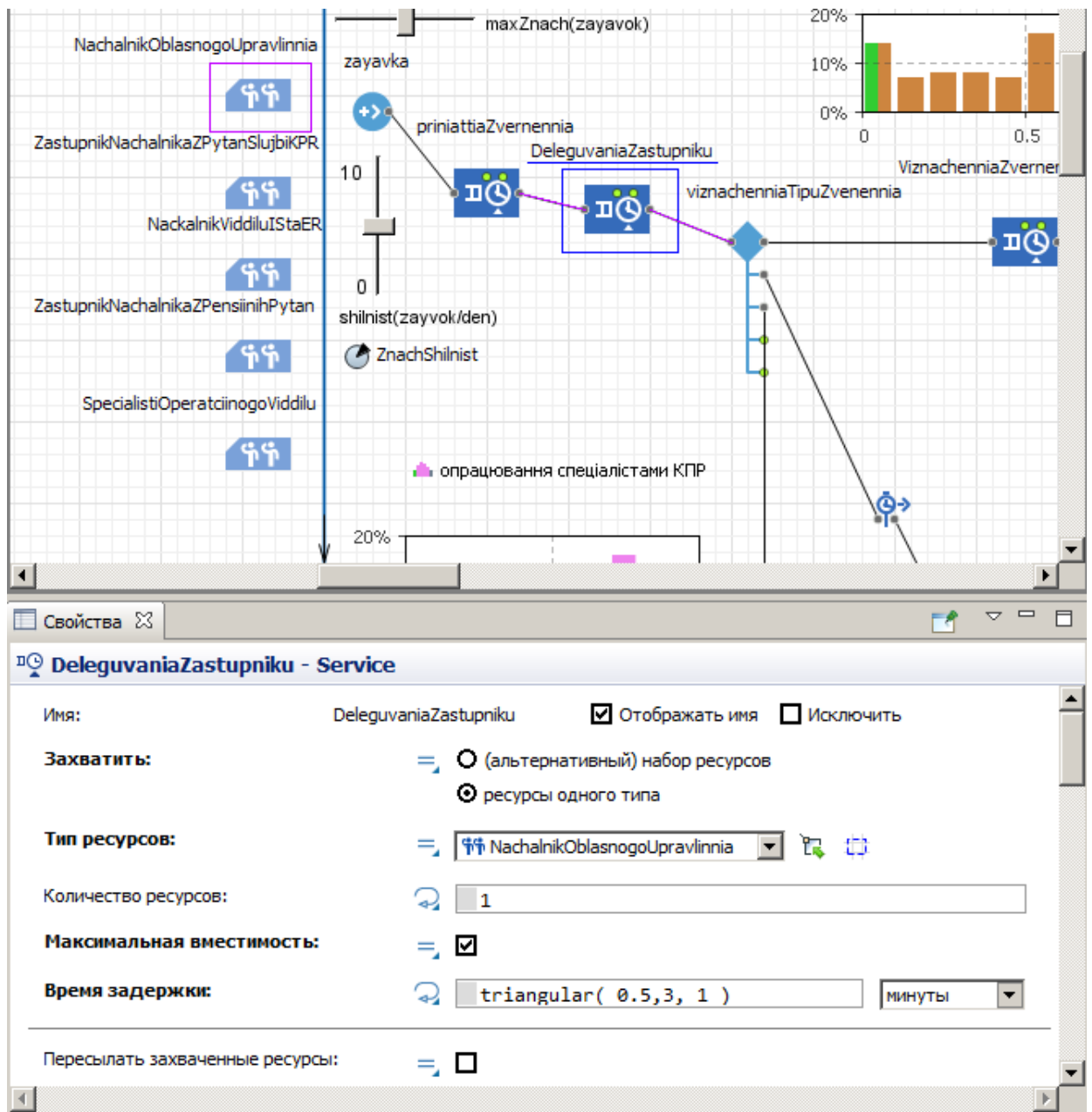


Рисунок 2.6 – Властивості об'єкту «DeleguvaniaZastupniku»

Вибір до якого саме заступника надійде звернення реалізовано блоком «vznachenniaTipuZvenennia» (рис. 2.7). З можливих п'яти варіантів елементу «SelectOutput5» використано лише три, за кількістю заступників, тому в полі «Вірогідність 4» та «Вірогідність 5» вказано значення 0%. Це означає, що заявка не може надійти до каналу №4 та №5.

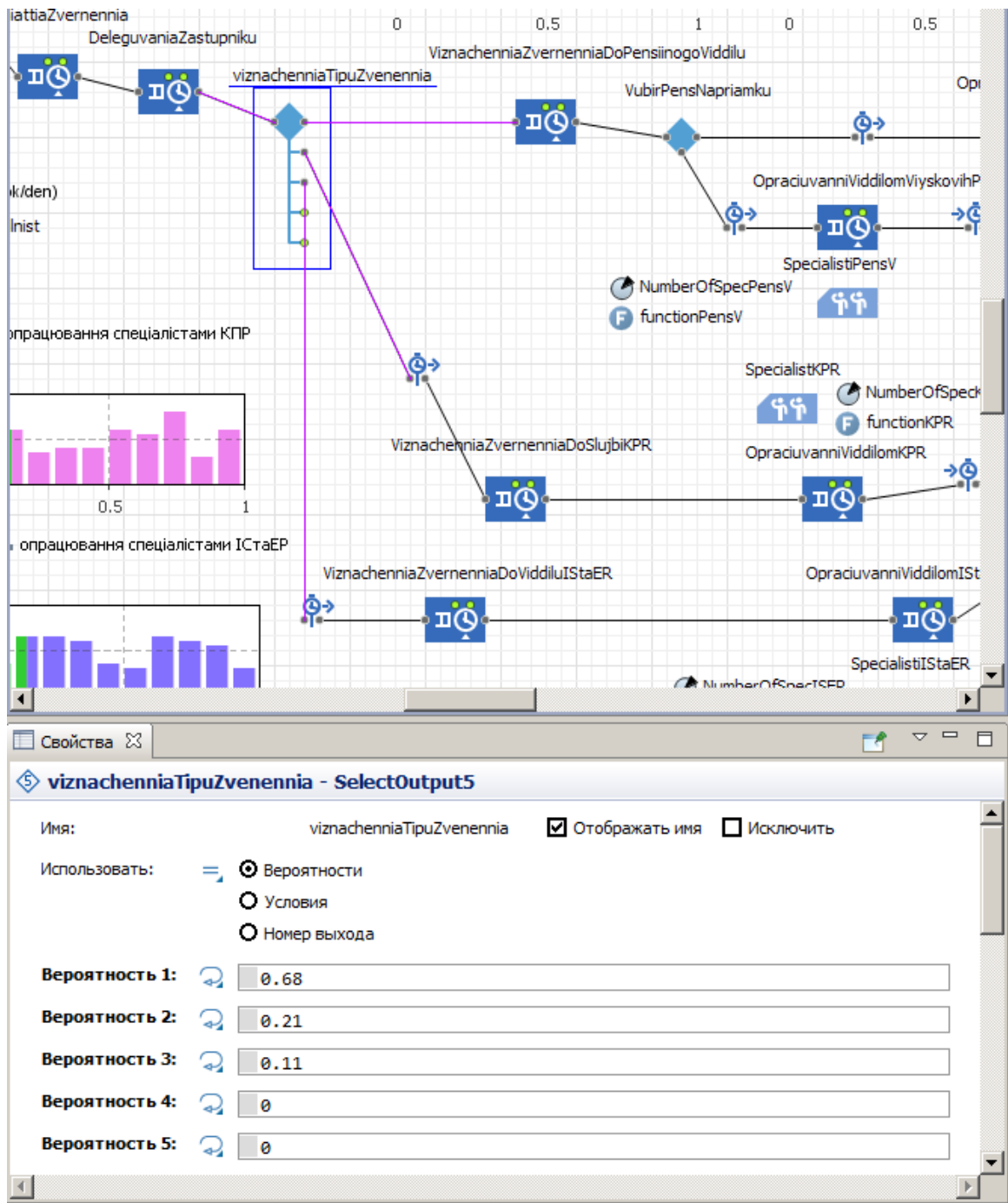


Рисунок 2.7 – Властивості об'єкту «vznachenniaTipuZvenennia»

На наступному етапі звернення надходить до одного з трьох заступників:

- заступнику начальника обласного пенсійного фонду з питань пенсійного забезпечення;
- заступнику начальника обласного пенсійного фонду з питань контрольно-перевірочної служби;

– начальнику відділу інформаційних систем та електронних реєстрів.

Спочатку розглянемо найбільш вірогідну ситуацію, коли звернення відноситься до питань пенсійного забезпечення, тобто звернення делеговане заступнику начальника з питань пенсійного забезпечення. Опрацювання таких звернень описується блоком «ViznachenniaZvernenniaDoPensiinogoViddilu» (рис.2.8).

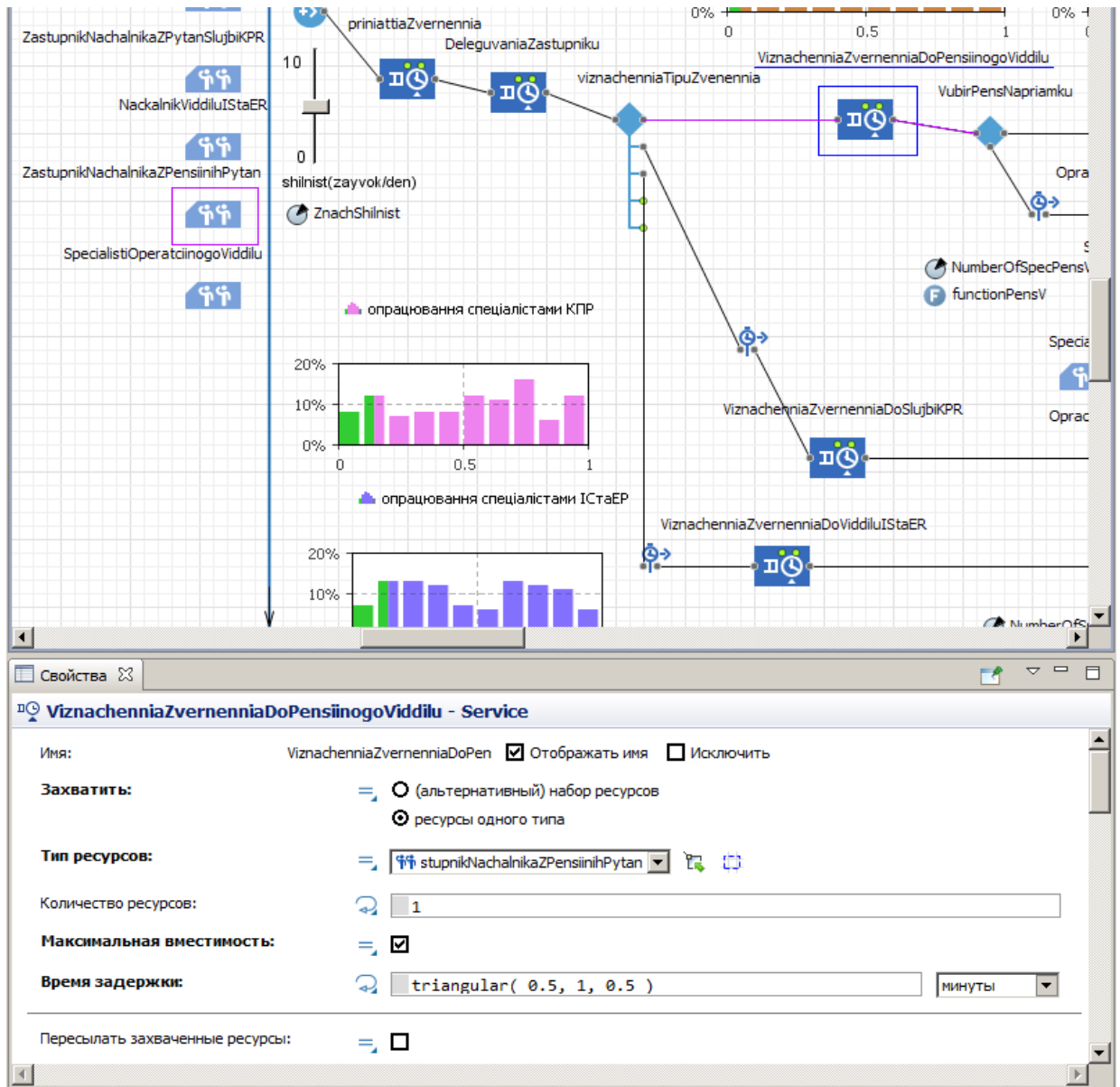


Рисунок 2.8 – Властивості об’єкту «ViznachenniaZvernenniaDoPensiinogoViddilu»

Етап розподілу звернення заступником начальника з питань пенсійного забезпечення дещо відрізняється в наслідок структурної відмінності сектору пенсійного забезпечення. Відрізняється тим, що в ньому знаходиться два відділи: пенсійного забезпечення та пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій. Вибір, до якого з вказаних відділів відноситься звернення, здійснюється заступником начальника з питань пенсійного забезпечення, а в моделі описується блоком «VubirPensNapriamku», який зображений на рисунку 2.9

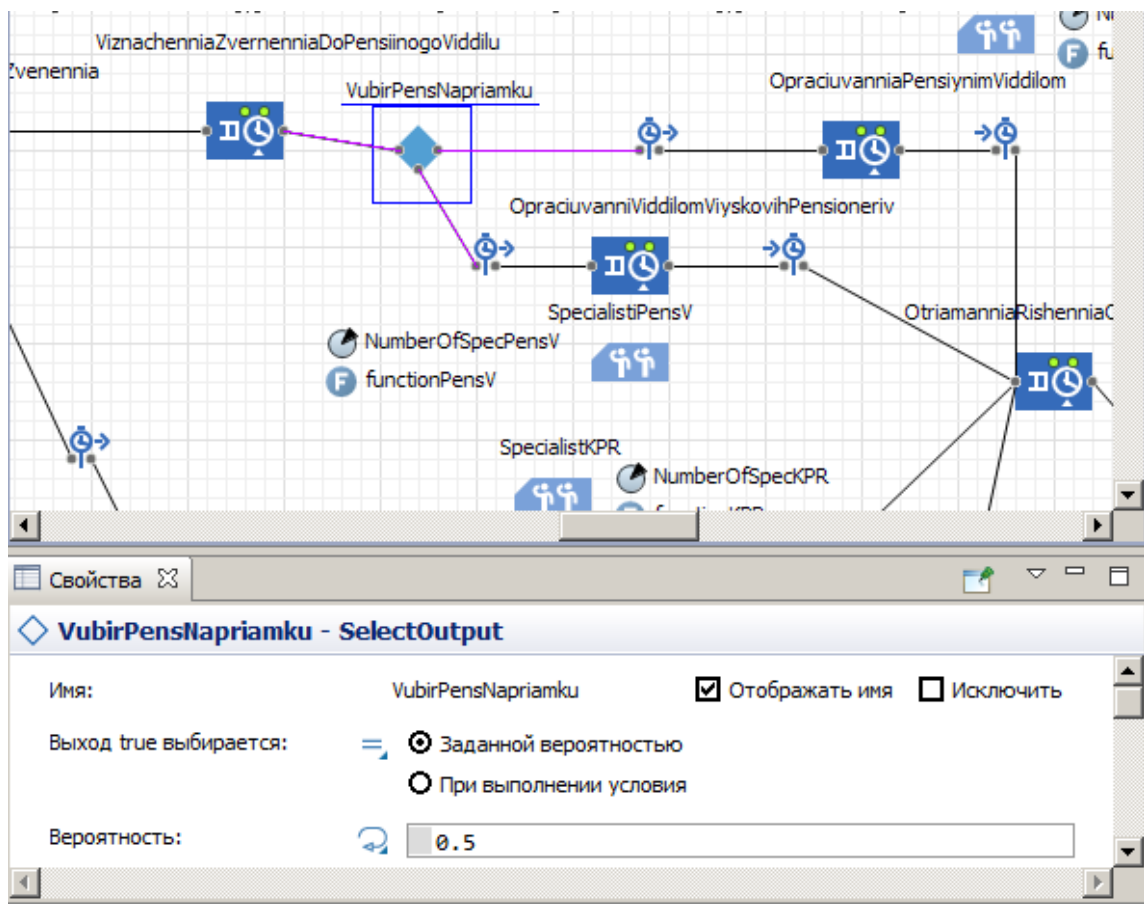


Рисунок 2.9 – Властивості об'єкту «VubirPensNapriamku»

На наступному етапі звернення надходить та вирішується виконавцем (головним спеціалістом) пенсійного забезпечення (описується об'єктом «OpraciuvanniaPensiynimViddilom», характеристика якого відображена на рисунку 2.10), або пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших

категорій (описується об'єктом «OpraciuvanniViddilomViyskovihPensioneriv», характеристика якого відображена на рисунку 2.11).

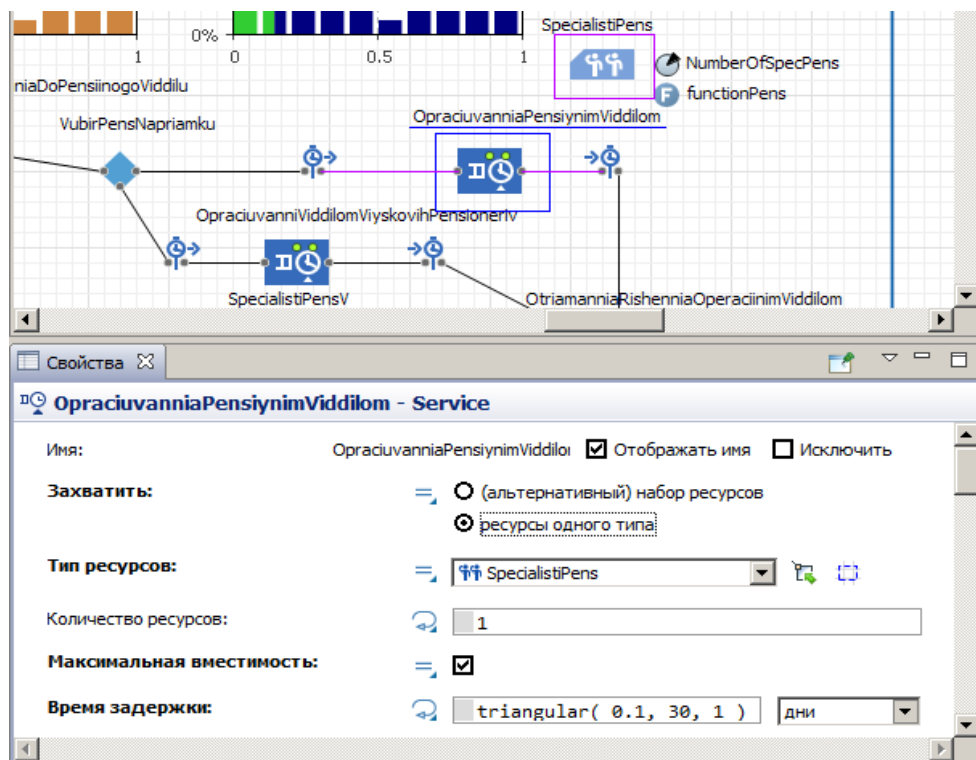


Рисунок 2.10 - Властивості об'єкту «OpraciuvanniPensiynimViddilom»

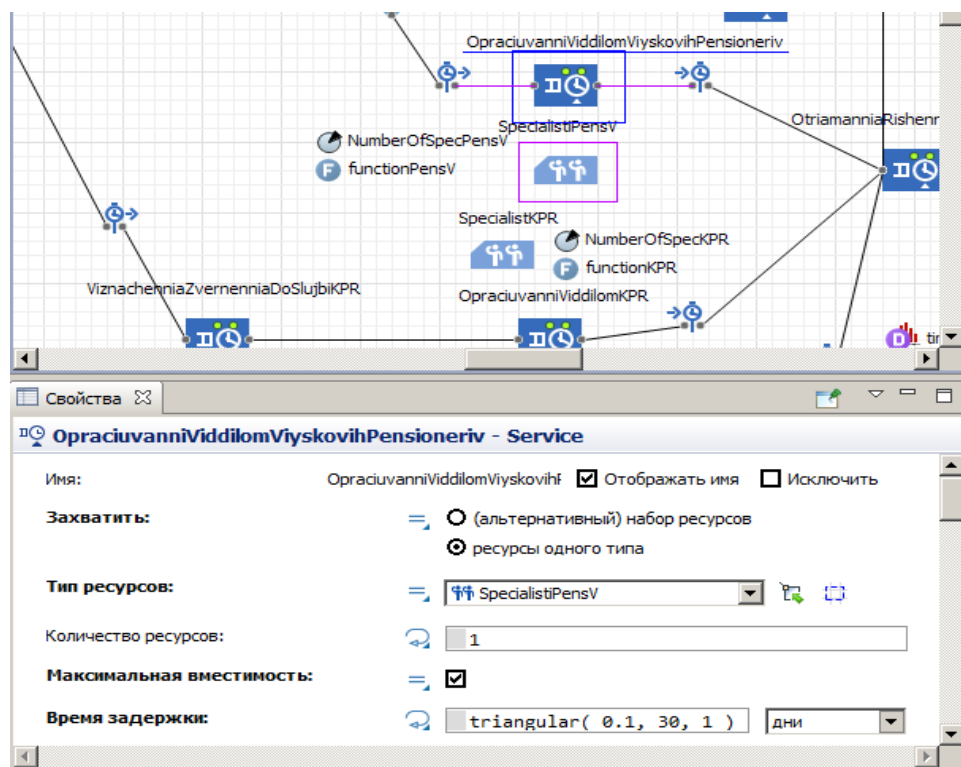


Рисунок 2.11 - Властивості об'єкту  
«OpraciuvanniViddilomViyskovihPensioneriv»



Після того, як звернення вирішене, воно передається спеціалістам операційного відділу для відправки, цей процес описується об'єктом «OtriamanniaRishenniaOperaciinimViddilom», який відображений на рисунку 2.12.

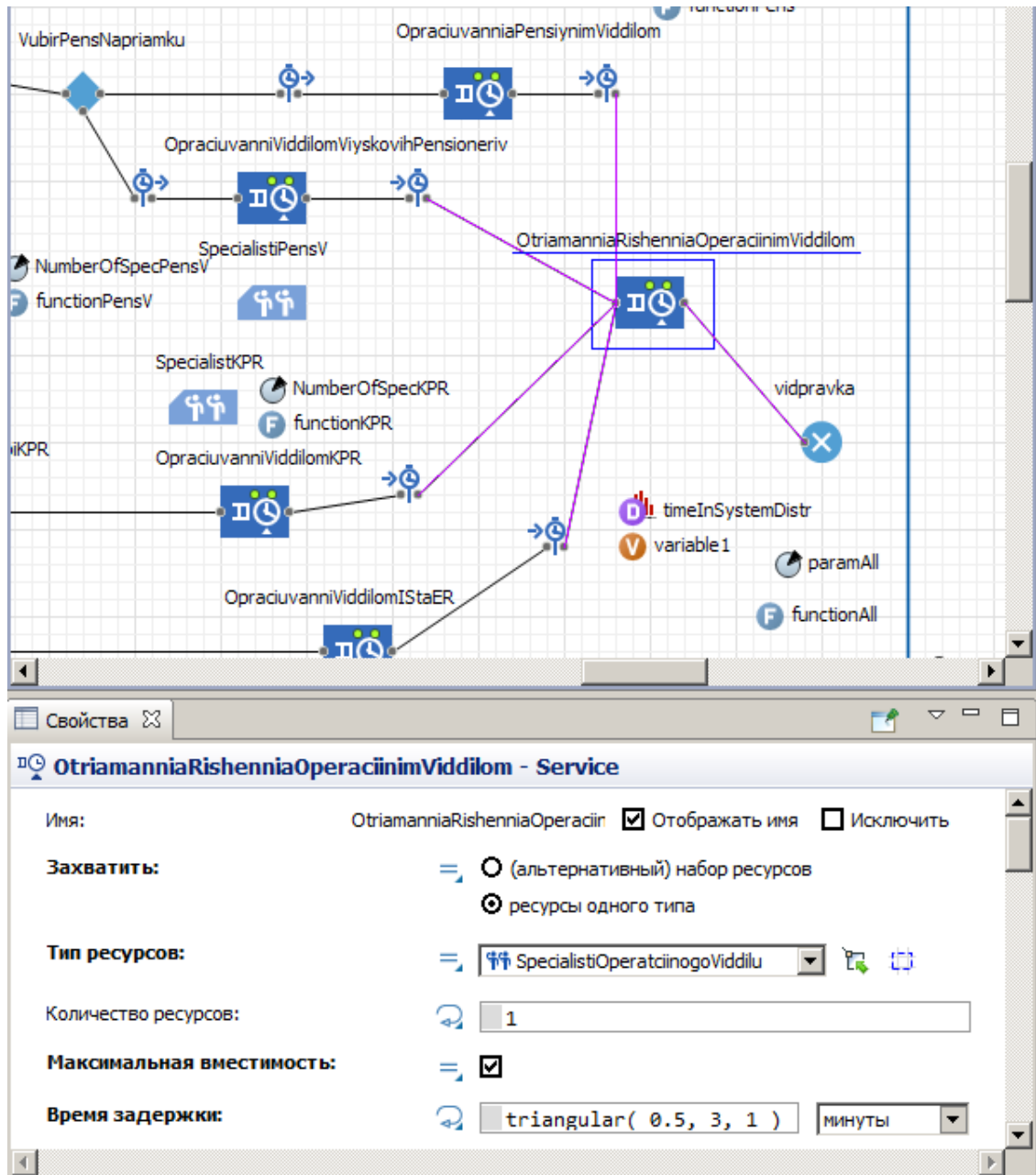


Рисунок 2.12 - Властивості об'єкту  
«OtriamanniaRishenniaOperaciinimViddilom»

Якщо ж питання звернення віднесено до таких, що стосуються служби контрольно-перевірочної роботи, то воно надходить до заступника з питань

контрольно-перевірочної служби, який обирає виконавця і передає звернення для подальшого опрацювання. Цей процес описується об'єктом моделі «ViznachenniaZvernenniaDoSlujbiKPR», властивості та зв'язки якого зображені на рисунку 2.13.

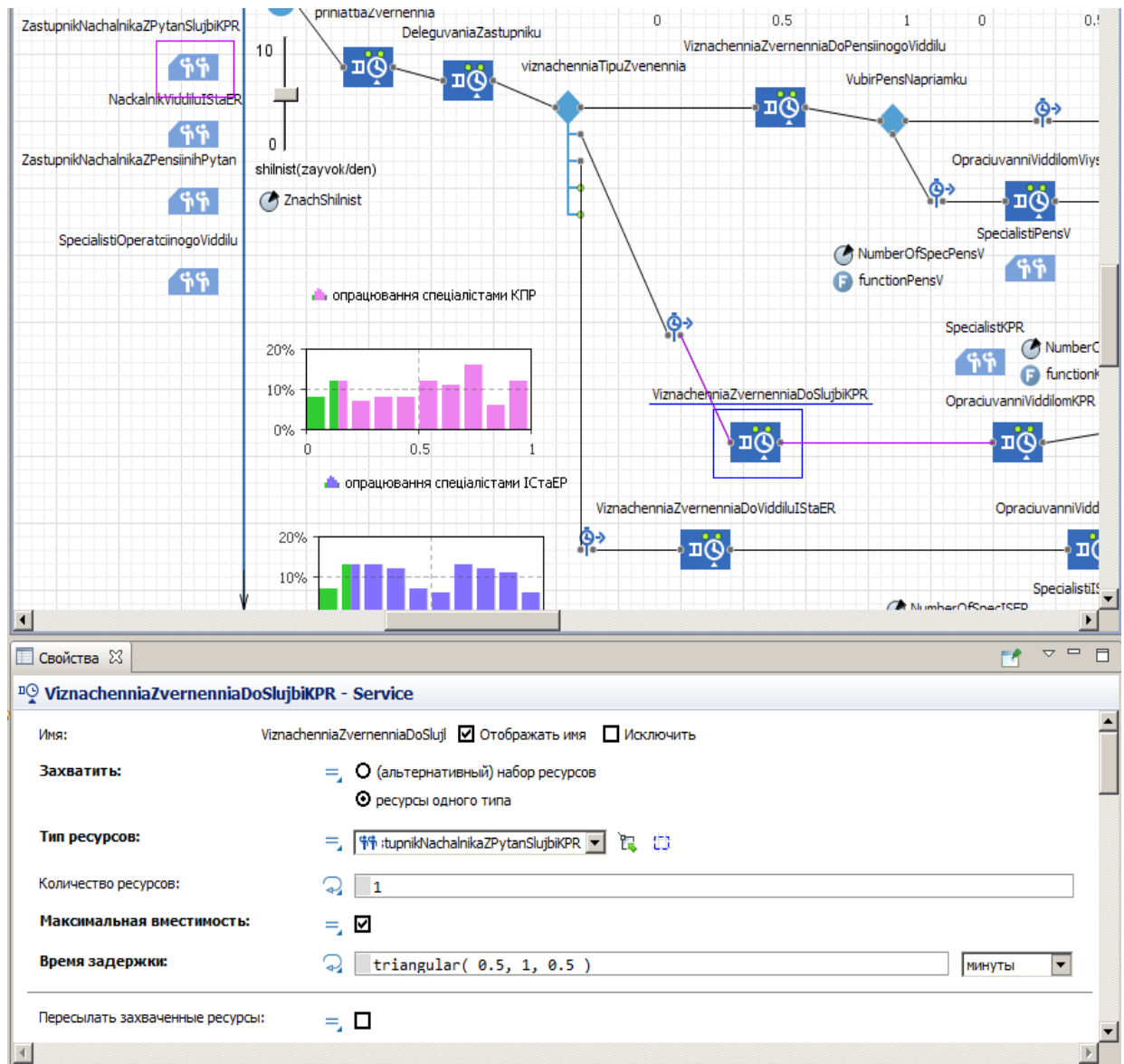


Рисунок 2.13 – Властивості об'єкту «ViznachenniaZvernenniaDoSlujbiKPR»

Після вибору виконавця звернення надходить головному спеціалісту для вирішення. Процес розгляду і подальшої передачі результату спеціалістам операційного відділу описаний блоком

«OpracivanniViddilomKPR», властивості та зв'язки якого вказані на рисунку 2.14.

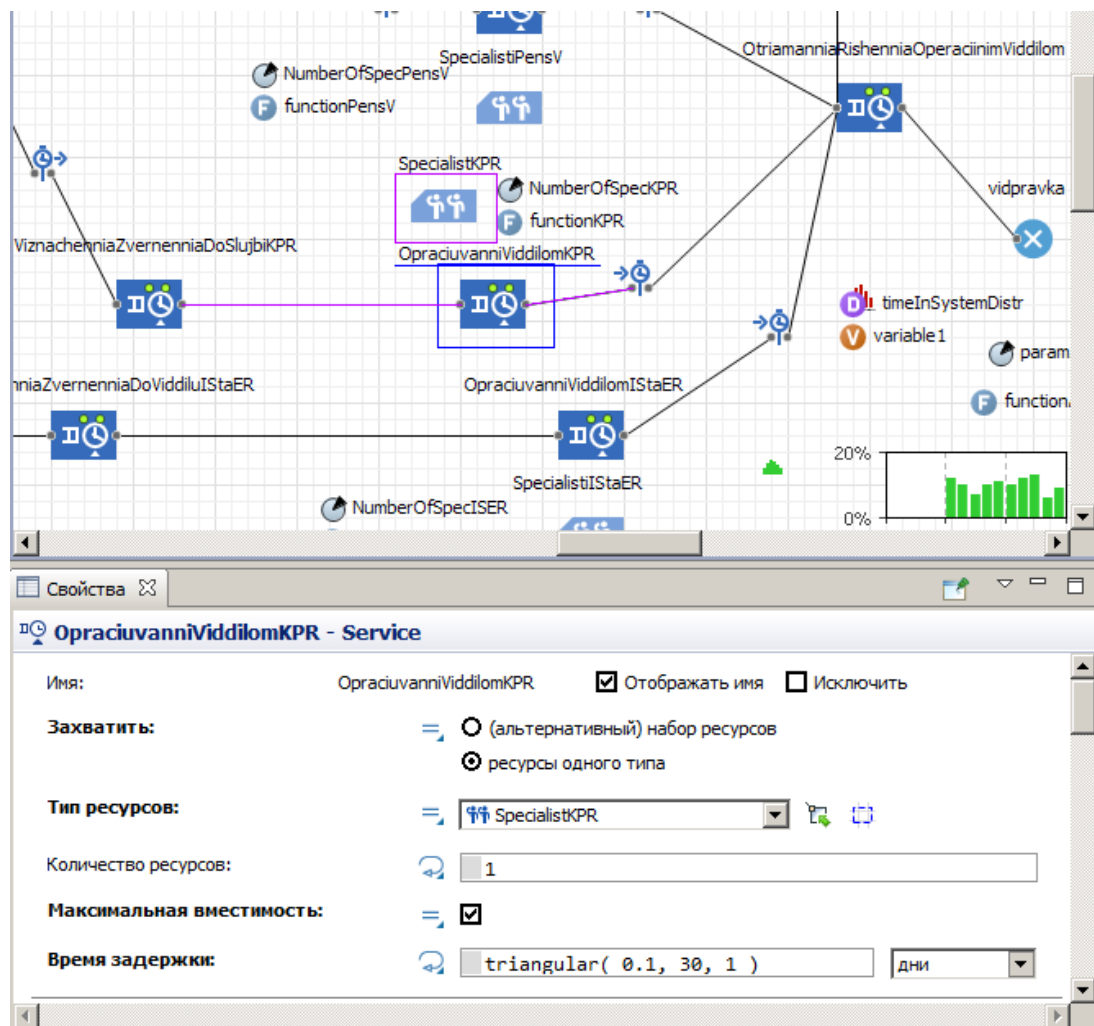


Рисунок 2.14 - Властивості об'єкту «OpracivanniViddilomKPR»

Після розгляду звернення головним спеціалістом відділу контролюючої роботи, рішення передається спеціалістам операційного відділу для відправки, що описується блоком «OtriamanniaRishenniaOperaciiinimViddilom», який розглянутий раніше (рис.2.12).

Найменш вірогідною (11%) є подія визнання звернення таким, що відноситься до відділу інформаційних систем та електронних ресурсів. У випадку, якщо така подія сталась, розгляд даного звернення делегується начальнику відділу інформаційних систем та електронних реєстрів, який в

свою чергу приймає рішення про обрання виконавця. Цей процес описується об'єктом «ViznachenniaZvernenniaDoViddiluIStaER» (рис. 2.15)

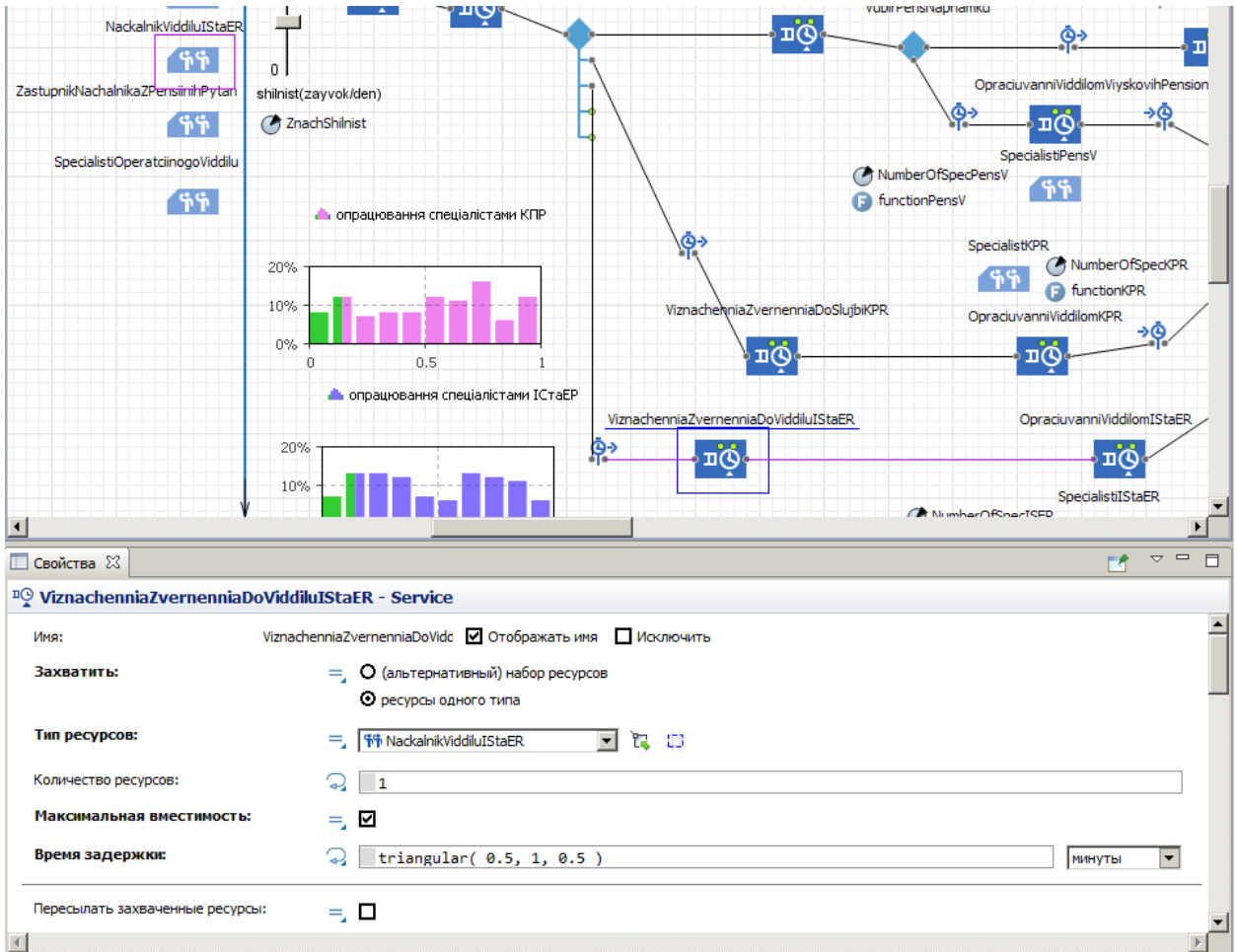


Рисунок 2.15 - Властивості об'єкту «ViznachenniaZvernenniaDoViddiluIStaER»

Процес рішення звернення виконавцем, головним спеціалістом відділу інформаційних систем та електронних реєстрів, описано блоком моделі «OpracivanniViddilomIStaER», властивості якого зображені на рисунку 2.16.

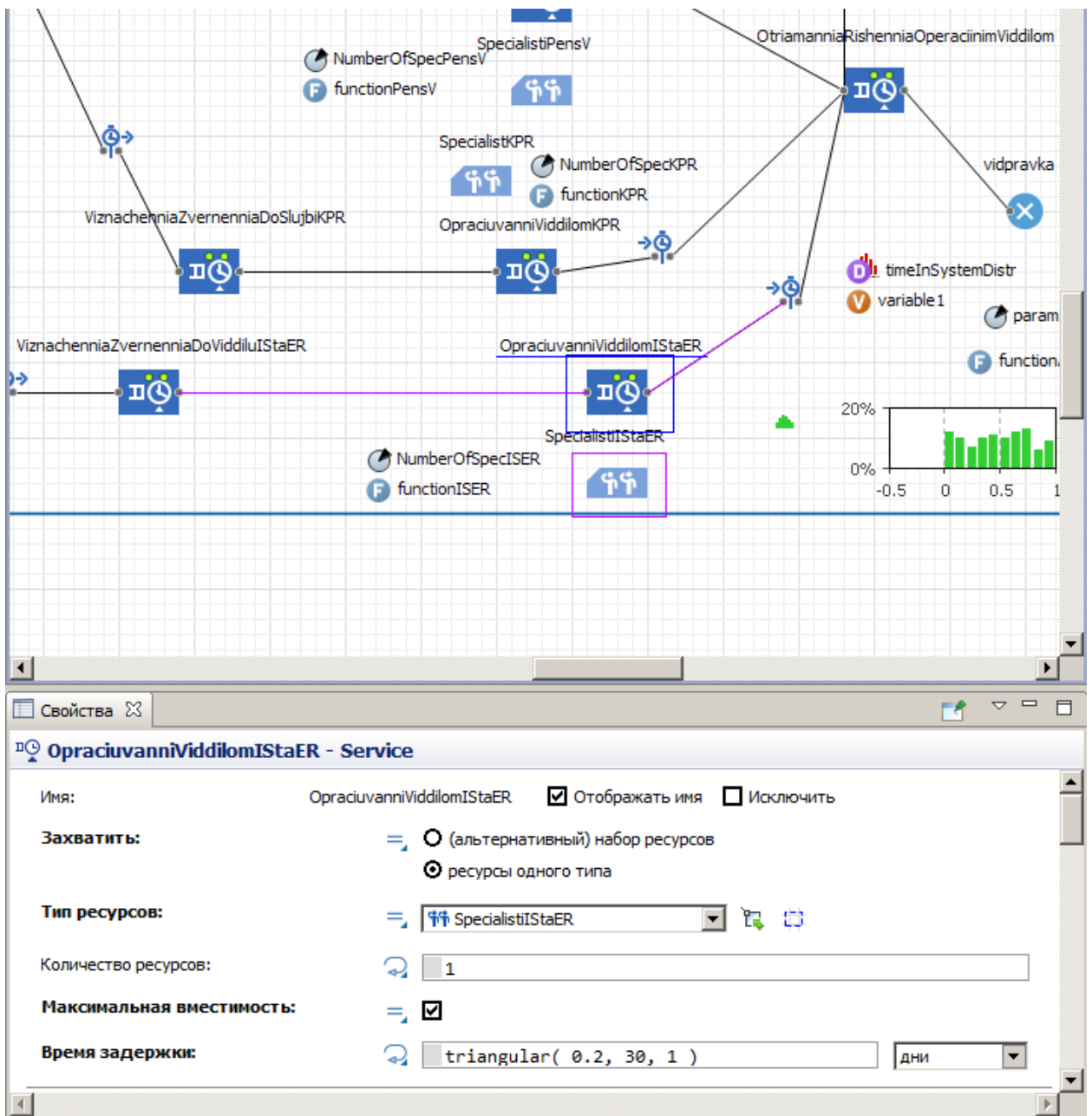


Рисунок 2.16 – Властивості об'єкту «OpraciuvanniViddilomIStaER»

Результат передається спеціалістам операційного відділу обласного пенсійного фонду для відправки (рис 2.12).

Опрацьовані звернення відправляються замовнику, громадянину, який направив звернення до обласного пенсійного фонду на розгляд. Процес відправки в моделі реалізовано в блоці «vidpravka», характеристика та зв'язок якого відображений на рисунку 2.17.

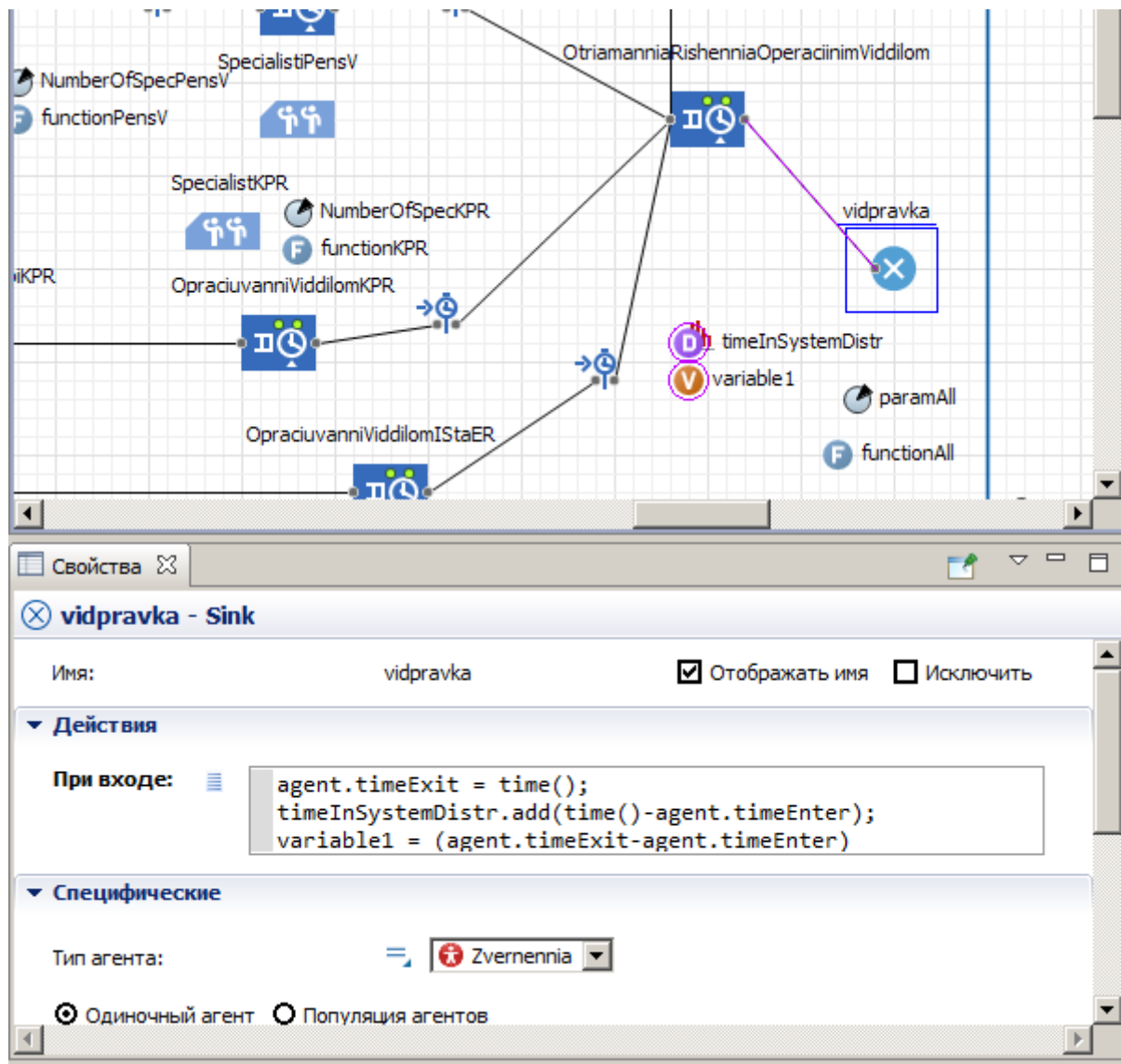


Рисунок 2.17 - Властивості об'єкту «vidpravka»

В об'єкті «vidpravka» реалізовано три додаткових поля:

- а) «`agent.timeExit = time()`» - передає параметру «`timeExit`» агента «`Zvernennia`» значення часу, коли агент покинув систему;
- б) «`timeInSystemDistr.add(time()-agent.timeEnter)`» - передає значення (кількість часу скільки агент існував від входу в систему до поточного, тобто часу виходу з неї) об'єкту «Дані діаграми», для наочної презентації;
- в) «`variable1 = (agent.timeExit-agent.timeEnter)`» - передає значення (час скільки агент провів в системі) змінній «`variable1`». Це необхідно для реалізації умов оптимізації в оптимізаційному експерименті.

На наступному етапі необхідно налаштувати створений оптимізаційний експеримент «OptimizationS». Для цього необхідно вказати значення параметрів, або встановити обмеження. В побудованій моделі обрано встановити обмеження параметрів на етапі їх формуванні. Значення вказані в оптимізаційному експерименті зазначені на рисунку 2.18.

▼ **Параметры**

Параметры:

Параметр	Тип	Значение			
		Мин.	Макс.	Шаг	Начальное
NumberO...ecISER	дискретный	1	60	1	1
NumberOfSpecKPR	дискретный	1	60	1	1
Number...cPensV	дискретный	1	60	1	1
NumberO...ecPens	дискретный	1	60	1	1
paramAll	фиксированный				
MaxZnachZayavok	фиксированный	500			
ZnachShilnist	фиксированный	3			

Рисунок 2.18 – Значення параметрів моделі вказані для оптимізаційного експерименту

Задача оптимізація вказана як мінімізація кількості ресурсів (головних спеціалістів зайнятих опрацюванням звернень громадян) з головною умовою – необхідна така кількість спеціалістів, якої буде достатньо для вирішення звернення швидше ніж 45 днів при щільності надходження звернень за замовчуванням 3 звернення в день. Значення щільності є адаптивним, тобто його можна змінювати. Умова обмеженості часу за допомогою змінної «variable1», що реалізована в оптимізаційному експерименті, показана на рисунку 2.19.

▼ **Требования**

Требования (проверяются после "прогона" для определения того, допустимо ли найденное решение):

Вкл.	Выражение	Тип	Гран...
<input checked="" type="checkbox"/>	root.variable1	<=	45.0

Рисунок 2.19 – Значення поля «Умови» оптимізаційного експерименту

В результаті побудови всіх необхідних блоків та зазначення їх характеристик отримаємо модель готову до реалізації. Модель вже можна використовувати на практиці, як модель симуляції так і разом з оптимізаційним експериментом.



### 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПОБУДОВАНОЇ МОДЕЛІ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ОБЛАСНОГО ПЕНСІЙНОГО ФОНДУ

#### 3.1 Характеристика програмного додатку для автоматизації методики розрахунків

Як вже раніше зазначалось реалізація моделі в даній роботі відбувається за допомогою програмного додатку AnyLogic. AnyLogic – програмне забезпечення для імітаційного моделювання бізнес-процесів, розроблене російською компанією «Екс Джей Текнолоджіс» (англ. XJ Technologies). Інструмент забезпечено сучасним графічним інтерфейсом та дозволяє використовувати мову програмування Java для розробки моделей [1].

В моделі реалізовано два класи, експеримент симуляції та експеримент оптимізації, рисунок 3.1.

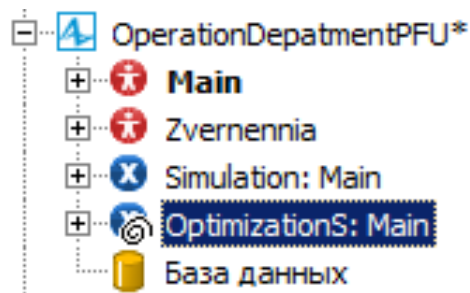


Рисунок 3.1 – Структурний вигляд моделі

Клас «Main» є основним, тобто клас в якому реалізовані всі блоки описані в другому розділі роботи.

Клас «Zvernennia» створений спеціально для опису параметрів агенту - звернення громадян. Структура класу зображена на рисунку 2.1.

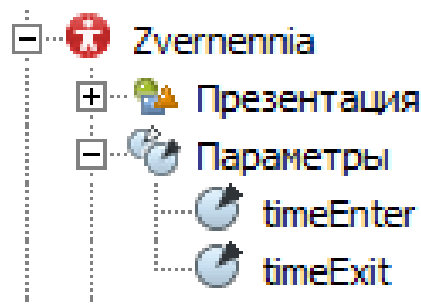


Рисунок 3.2 – Структура класу «Zvernennia»

Як видно з рисунку 3.2 в класі «Zvernennia» є два параметри:

- «timeEnter» – параметр, що використовується для отримання значення часу, коли агент надійшов до системи;
- «timeExit» – параметр, що використовується для отримання значення часу, коли агент вийшов з системи.

В структурі експерименту симуляції «Simulation» доступна вкладка «Презентація», в цьому пункті структури моделі задається відображення вікна симуляції при запуску моделі (рис. 3.3), та задається агент верхнього рівня, тобто обирається модель, симуляція якої буде відбуватись при натисканні клавіші «Розпочати». При побудові презентації назва кнопки відображається зі стандартною назвою за замовчуванням.

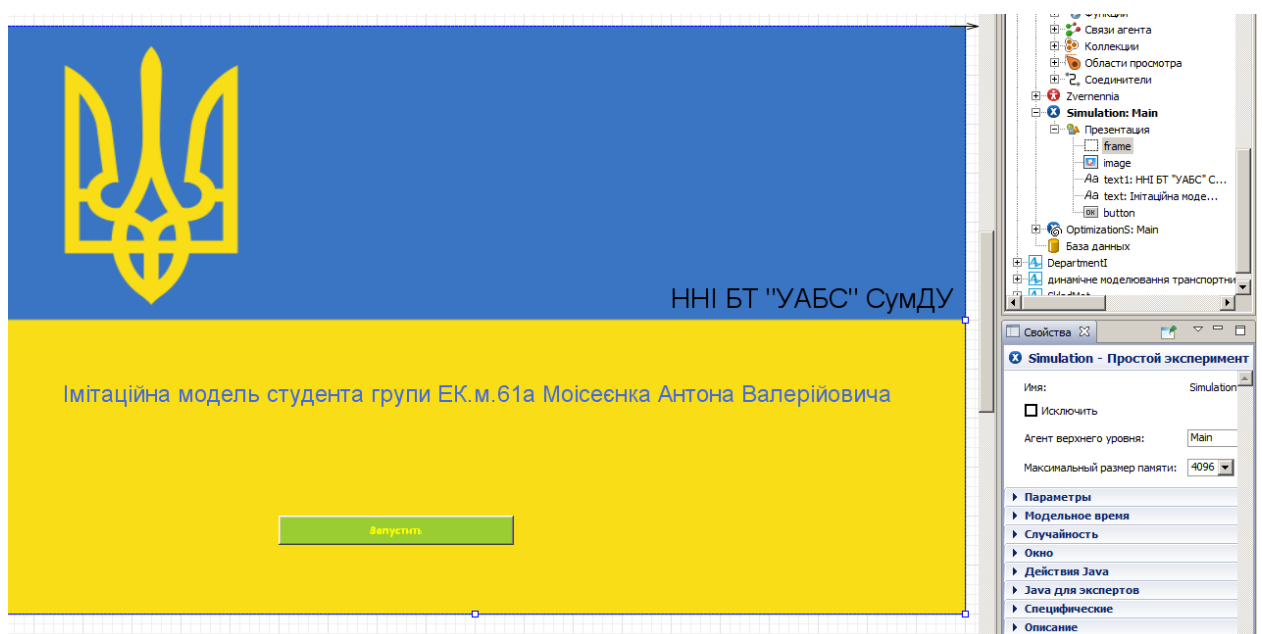


Рисунок 3.3 – Вигляд презентації стимуляційного експерименту моделі

В структурі експерименту оптимізації «OptimizationS» також доступна вкладка «Презентація» та автоматично створені вкладки «Змінні» та «Статистика». Структура експерименту та загальний вигляд подано на рисунку 3.4.

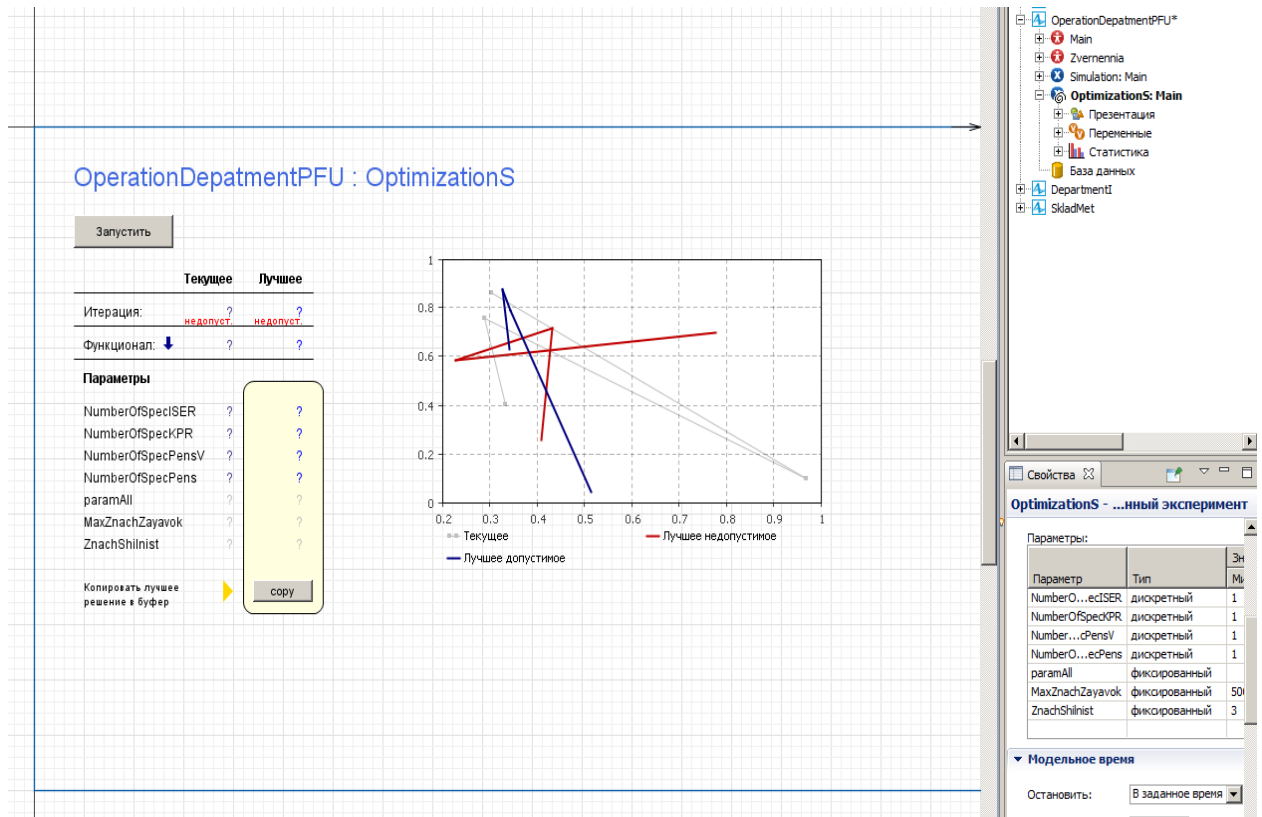


Рисунок 3.4 – Вид презентации оптимизационного эксперимента модели

Для запуска симуляции модели необходимо обрати «Запуск модели» з панелі інструментів (рис. 3.5), або натиснути клавішу F5.

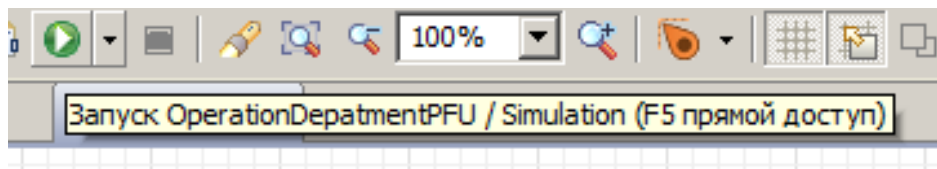


Рисунок 3.5 – Запуск симуляції моделі

При активації запуску OperationDeptmentPFU/Simulation відкриється вікно проведення експерименту зі своєю панеллю інструментів для

керування процесом експерименту, вікном використаної пам'яті, можливістю переходу між сценами та елементами побудованої моделі. Вікно проведення експерименту відображене на рисунку 3.6.

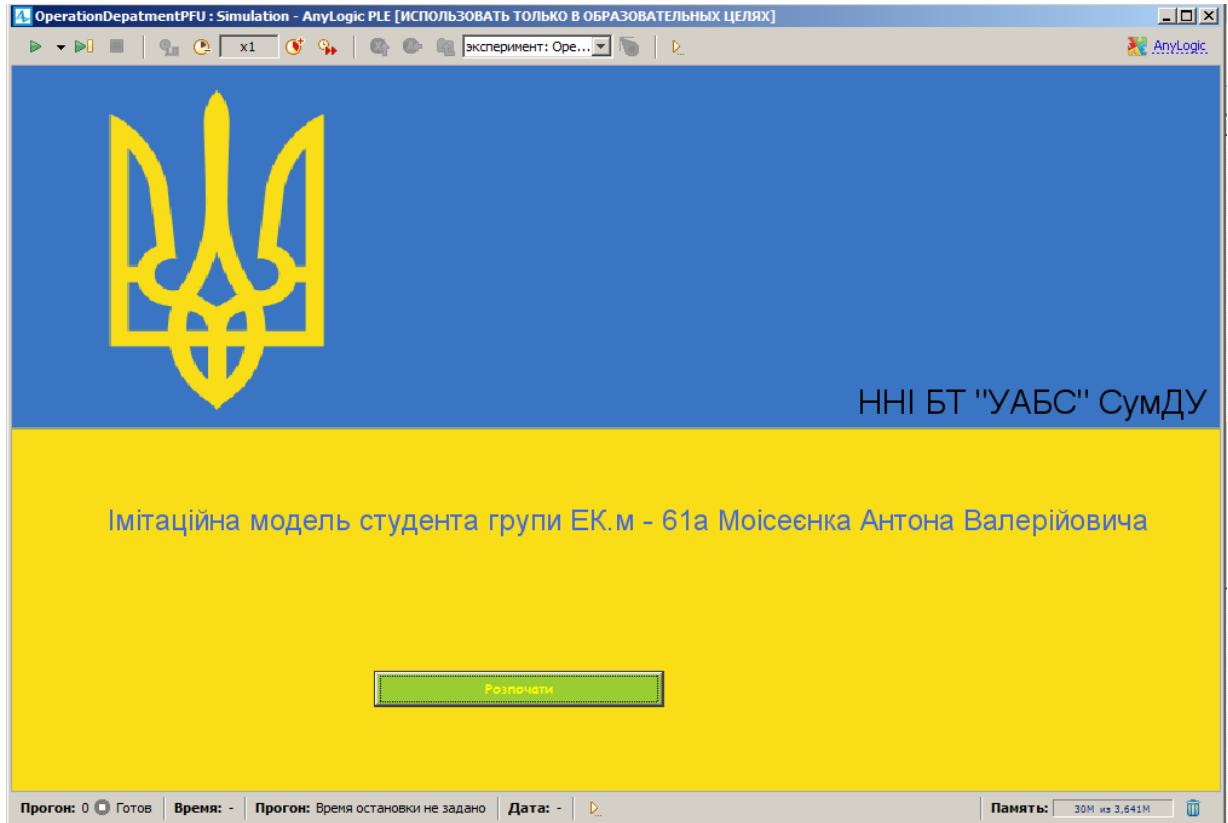


Рисунок 3.6 – Вікно проведення експерименту

При натисканні клавіші «Розпочати» модель симуляції почне працювати із даними заданими за замовчуванням (рис. 3.7).

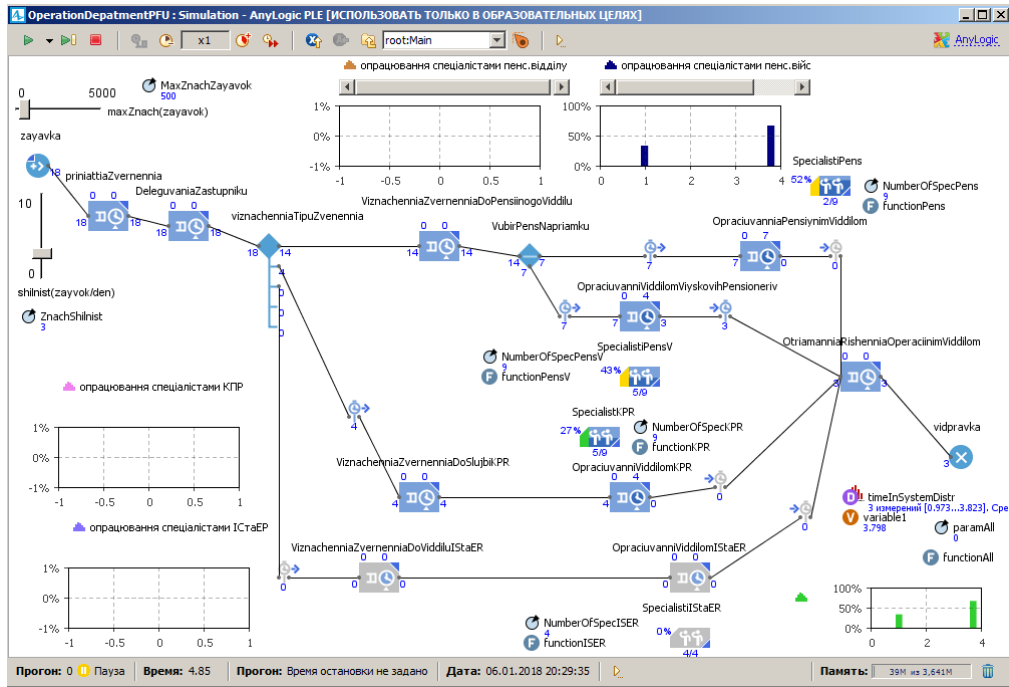


Рисунок 3.7 – Модель симуляції у вікні проведення експерименту (день 5-ий)

Далі запусимо модель до надходження максимальної кількості звернень встановленої за замовчуванням. Час можна пришвидшити за допомогою активації клавіші «Пришвидшити» з панелі інструментів. Отримані результати представлені на рисунку 3.8.

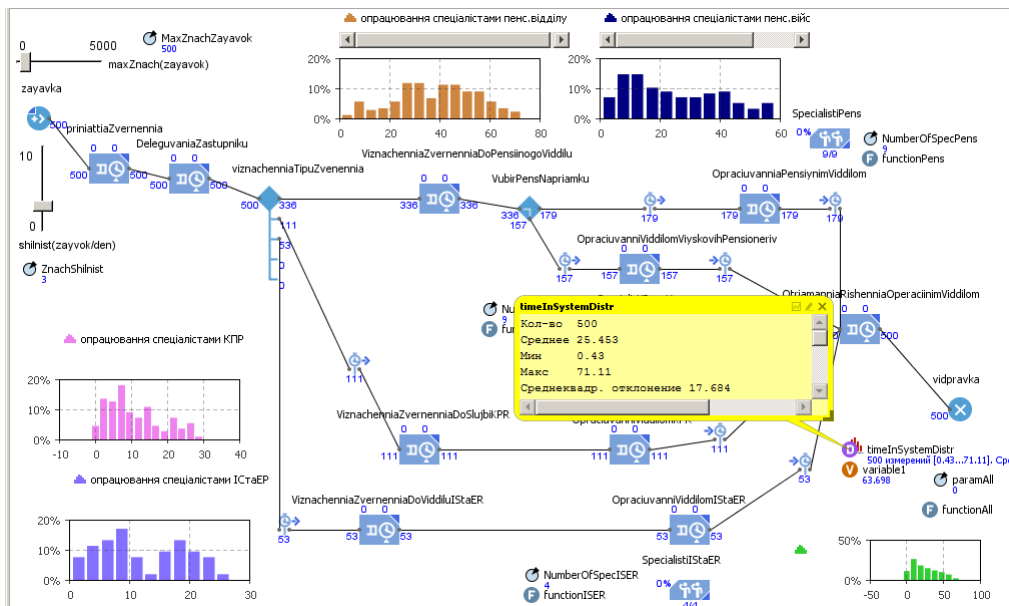


Рисунок 3.8 – Модель симуляції з активованим інтерпретатором показника – timeInSystemDistr

Тепер розглянемо оптимізаційний експеримент, який реалізований в моделі на основі даних класу «Main».

Найшвидшим способом запуску може слугувати контекстне меню, викликане правою кнопкою миші на оптимізаційному експерименті «OptimizationS» (рис. 3.9) та натиснути кнопку «Розпочати» (рис. 3.10).

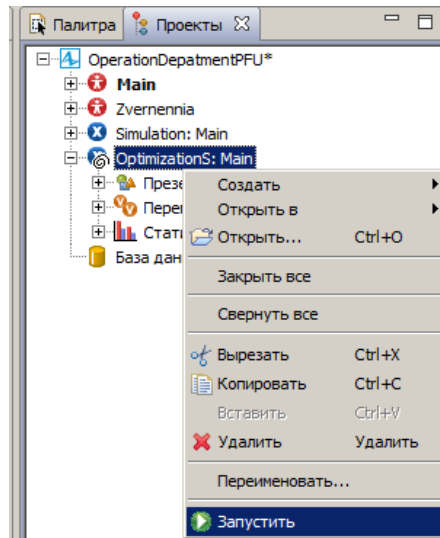


Рисунок 3.9 – Запуск оптимізаційного експерименту

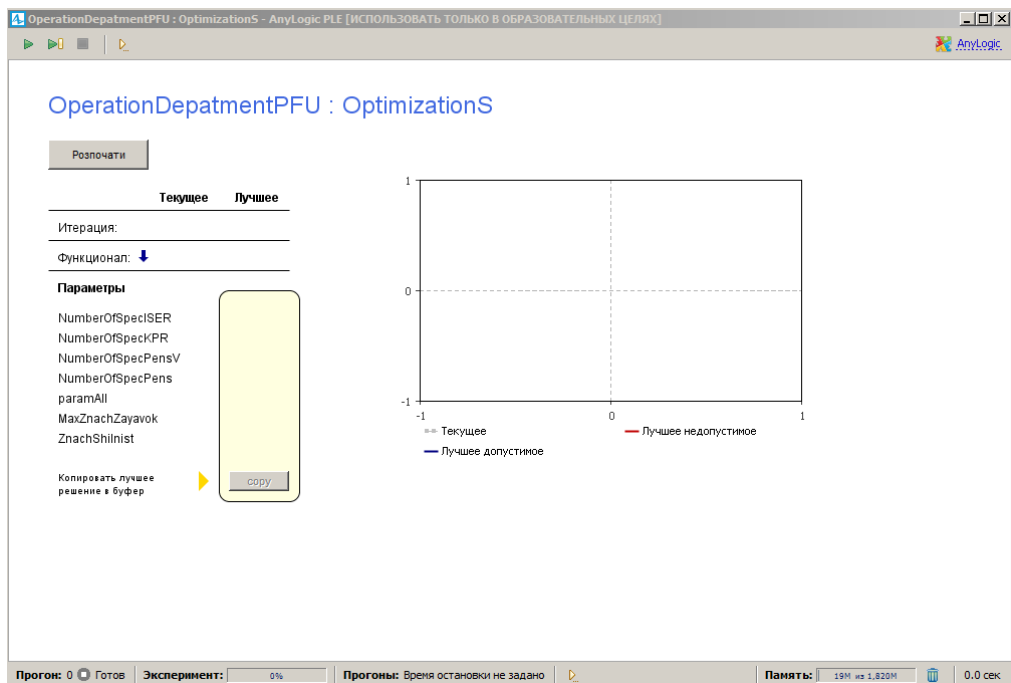


Рисунок 3.10 – Вікно проведення оптимізаційного експерименту

При активації кнопки «Розпочати» вбудованим оптимізатором OptQuest почнеться підбір найкращих значень параметрів та перевірка на відповідність цих значень встановленим умовам. Результат проведення оптимізаційного експерименту наведено на рисунку 3.11.

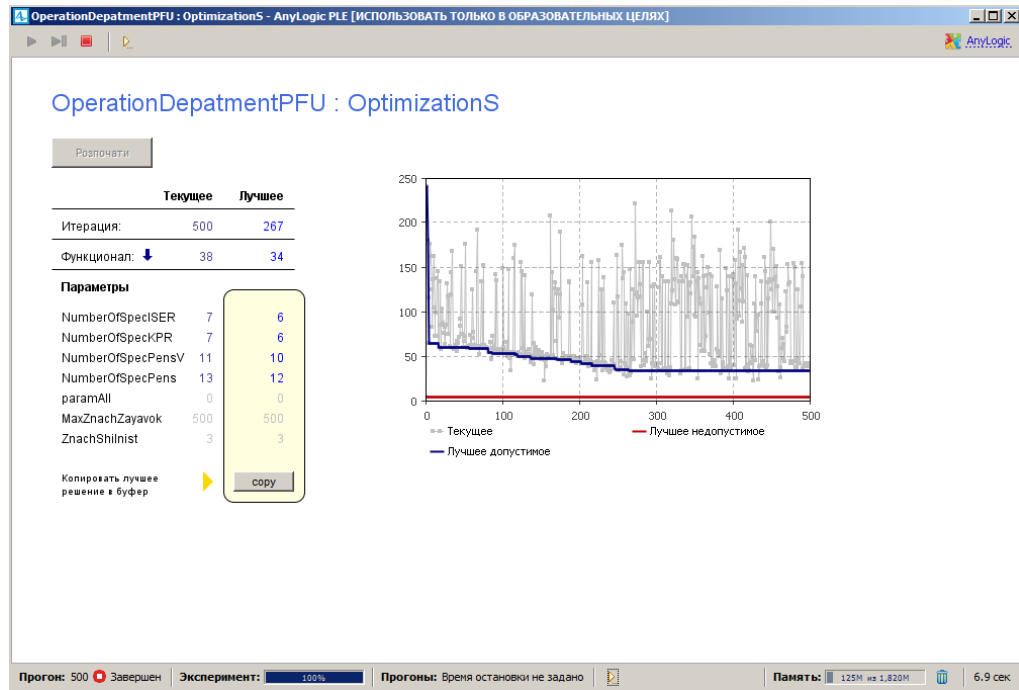


Рисунок 3.11 – Результат проведення оптимізаційного експерименту

Отже, в результаті побудови імітаційної моделі маємо інструмент для дослідження – модель симуляції, та інструмент для вибору стратегії використання ресурсів – оптимізаційний експеримент. Вони мають високу цінність в основному тому, що є адаптивними до змін вхідних даних.

### 3.2 Аналіз натурних експериментів з моделлю

Натурний експеримент – експеримент, що проводиться в природних умовах та на реальних об'єктах [13].

В даному контексті натурний експеримент розуміється як такий, що побудований на основі реальних даних. Для аналіз натурного експерименту розглянемо рисунок 3.7 детальніше. Під час проведення експерименту активована пауза на 5 день модельного часу. Проведемо інтерпретацію

отриманої інформації. За замовчуванням встановлена щільність надходжень звернень – 3 звернення в день, максимальна кількість надходження звернень – 500 одиниць. В систему надійшло 18 звернень громадян, з яких 14 розподілено на заступника начальника з питань пенсійного забезпечення, який в свою чергу визначив, що 7 з 14 відносяться до відділу ПЗ (пенсійного забезпечення), які зараз на стадії опрацювання і жодне зі звернень ще не вирішене, а інші 7 звернень відносяться до відділу ПЗВ (пенсійного забезпечення військовослужбовців та інших категорій). Три звернення, що надійшли до відділу ПЗВ, вже опрацьовані. На опрацювання одного звернення знадобився день, а два інші звернення були опрацьовані протягом майже чотирьох днів. Це можна побачити на діаграмі з назвою «опрацювання спеціалістами пенс. військ. віділу», або на елементі моделі «timeInSystemDistr», але лише в даному випадку тому, що цей елемент відображає звернення що надійшли з різних відділів. До відділу КІР (контрольно-перевірочної роботи) надійшло чотири звернення, які зараз на стадії опрацювання. Також, можемо побачити, що з дев'яти спеціалістів відділу КІР зайнято чотири. До відділу ІСтаЕР (інформаційних систем та електронних реєстрів) надійшло 0 звернень і чотири з чотирьох спеціалістів зараз не зайняті.

Необхідно продовжити експеримент до максимального значення кількості звернень, що надійшли в систему. Це значення встановлене за замовчуванням на рівні 500. Розглянемо детально рисунок 3.8. З цього рисунку можна зробити поверхневий висновок, що кількості спеціалістів відділу КІР – 9 чоловік та відділу ІСтаЕР – 4 людини достатньо для того, щоб звернення були вирішені протягом терміну встановленого законодавством – 45 днів, але цей висновок ще необхідно підтвердити на етапі оптимізаційного експерименту. З рисунку 3.8 помітна проблема, обробка звернень в терміни більше ніж 45 дні. Детальну інформацію відображено в інтерпретаторі показника timeInSystemDistr – максимальний час обробки понад 71 день. Можна зробити висновок, що спеціалістів відділу



ПЗ та відділу ПЗВ, по 9 людей, не достатньо для обробки звернень протягом сорока п'яти днів.

Для вирішення проблеми використання ресурсів та вибору найкращої стратегії необхідно скористатись оптимізаційним експериментом, рисунки 3.9 – 3.11. В результаті отримуємо рекомендовані оптимізатором значення кількості спеціалістів, тобто для таких вхідних параметрів рекомендується збільшити кількість спеціалістів зайнятих опрацюванням звернень громадян. Лише у випадку кількості спеціалістів відділу КПР рекомендовано зменшити кількість спеціалістів з дев'яти до шістьох.

### 3.3 Практичні рекомендації та перевірка адекватності моделі

Розроблена модель діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду забезпечує рішення цілого ряду стратегічних та оперативних задач, серед яких найважливішою є – задача оптимізації кількості спеціалістів структурних підрозділів обласного пенсійного фонду, зайнятих опрацюванням звернень громадян.

Розроблена модель побудована з використанням методів імітаційного моделювання. В результаті у розробленій системі враховуються взаємозв'язки між відділами, що забезпечує високий ступінь її адекватності та адаптивності. Правильність даних зв'язків була перевірена наочно за допомогою імітаційних експериментів в моделі, що дало змогу отримати якісний результат.

Дана модель може використовуватися управлінням обласного пенсійного фонду для полегшення прийняття управлінських рішень, та дозволяє обирати найкращу стратегію для оптимізації ресурсів. Також використання даної моделі дозволить не залучати сторонніх аналітиків, а це перш за все економія коштів.

Для полегшення роботи з додатком додані інтуїтивні елементи управління, такі як елемент «Бігунок», та додані елементи типу «Графік» для графічної інтерпретації отриманих результатів.

За допомогою даної моделі можна створювати так звані «шокові» ситуації для дослідження можливих наслідків та знаходження шляхів їх урегулювання.

Для отримання більш точних результатів необхідно змінювати не лише один показник, а й знаходити зв'язки з іншими елементами, які могли б в свою чергу мінімізувати ті недоліки, до яких може призвести зміна цього показника.

Як підсумок рекомендацій можна зазначити те, що дана модель побудована на базі пакету AnyLogic PLE (Personal Learning Edition), якої достатньо для виконання завдань на практиці, але для дослідження і використання моделі в повному обсязі рекомендуються обрати пакет AnyLogic PE (Professional Edition). Головна відмінність пакету Professional Edition буде відображатись у функціоналі симуляції та оптимізації, а саме:

- а) необмежена кількість ітерацій на стадії оптимізації (в пакеті PLE це значення обмежене на рівні 500 ітерацій);
- б) необмежена кількість створення агентів одного типу на стадії симуляції (в пакеті PLE це значення обмежене на рівні 5000 агентів одного типу).

Як вже зазначалось в першому розділі даної роботи, так як дана модель є імітаційною та включає багато ймовірнісних характеристик для визначення адекватності побудованої моделі доцільно використати метод апробації. Найкращим кандидатом для апробації моделі може бути кінцевий споживач. В даному випадку апробація моделі була проведена спеціалістами відділу інформаційних систем та електронних реєстрів. За результатами апробації моделі спеціалістами фонду встановлено, що модуль легкий та зручний у використанні, відповідає вимогам Головного управління пенсійного фонду України в Сумській області.

## ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі було здійснене моделювання потоку опрацювання звернень громадян до обласного пенсійного фонду.

Було проведене теоретичне дослідження діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду та визначено, що при моделюванні буде використане імітаційне моделювання, задля збільшення адаптивності моделі.

Основними характеристиками для імітаційного моделювання потоку звернень громадян є функціональні взаємозв'язки описані в кваліфікаційній магістерській роботі.

Дану модель було вирішено реалізовувати у програмному додатку AnyLogic з використанням бібліотеки моделювання процесів. Інструментом реалізації моделі став додаток AnyLogic тому, що це єдиний інструмент імітаційного моделювання, який підтримує всі підходи до створення імітаційних моделей, а також будь-яку їх комбінацію. Унікальність, гнучкість і потужність мови моделювання, що надається AnyLogic, дозволяє врахувати будь-який аспект, моделюється з будь-яким рівнем деталізації. Графічний інтерфейс AnyLogic, інструменти та бібліотеки дозволяють швидко створювати моделі для широкого спектру завдань від моделювання виробництва, логістики, бізнес-процесів до стратегічних моделей розвитку компанії і ринків. AnyLogic — це імітаційна платформа для повного бізнес-циклу.

В системі були враховані ймовірнісні розподіли випадкових чинників, які виникають при обробці звернень громадян.

На основі проведених імітаційних експериментів було сформовано практичні рекомендації стосовно використання моделі: для досягнення більш точного результату необхідно змінювати не лише один показник, а й знаходити зв'язки з іншими елементами, які могли б в свою чергу мінімізувати ті недоліки, до яких може призвести зміна цього показника.

Дана модель може використовуватися керівництвами різних обласних пенсійних фондів для полегшення прийняття управлінських рішень. В свою чергу, оптимізаційний експеримент, реалізований в моделі, дозволить обирати найкращу стратегію та досліджувати «шокові» ситуації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Help – AnyLogic Simulation Software [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://help.anylogic.ru/index.jsp>.
2. Боев В. Д. Имитационная модель процессов изготовления электромеханических модулей / В. Д. Боев, Д. М. Рыжиков. // Статья – В сб. докладов Пятой Всероссийской конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика». – СПб.: ЦТСиР, 2011.
3. Боев В. Д. Компьютерное моделирование. Элементы теории и практики: Учеб. пособие. / В. Д. Боев, Р. П. Сыпченко. – СПб.: ВАС, 2009.
4. Боев В. Д. Компьютерное моделирование: Курс лекций. / В. Д. Боев, Р. П. Сыпченко. – ИНТУИТ, 2010.
5. Боев В. Д. Компьютерное моделирование: Пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic7 / В. Д. Боев. – СПб: ВАС, 2014. – 432 с.
6. Боев В. Д. Компьютерное моделирование: Пособие по курсовому и дипломному проектированию. / В. Д. Боев, Д. И. Кирик, Р. П. Сыпченко. – СПб.: ВАС, 2011.
7. Девятков В. В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития: Монография / В.В. Девятков. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА- М, 2013. – 448 с.
8. Дослідження операцій. Системи масового обслуговування. Методичні вказівки та завдання для самостійної роботи. – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2008. – 37 с.
9. Духанов, А. В. Имитационное моделирование сложных систем: курс лекций / А. В. Духанов, О. Н. Медведева. – Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 107 с.

10. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. / Ю. В. Жерновий. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 307 с.
11. Забуранна Л.В. Оптимізаційні методи і моделі / Л.В. Забуранна, Н.В. Попрозман, Н.А. Клименко, О.І. Попрозман, С.В. Забуранний. – Київ, 2014. – 372 с.
12. Закон України «Про звернення громадян» : за станом на 5 жовт. 2016 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/393/96-вр>.
13. Кислий, В.М. Методологія та організація наукових досліджень: конспект лекцій для студ. спец. 8.050201 "Менеджмент організацій" усіх форм навчання / В.М. Кислий. – Суми: СумДУ. 2009. – 111 с.
14. Кудряченко. А.А. Верифікація / Політична енциклопедія. Редкол.: Ю. А. Левенець (голова), Ю. Б. Шаповал (заст. голови) та ін. – Київ: Парламентське видавництво, 2011. – 91 с.
15. Куприяшкин А. Г. Основы моделирования систем: учеб. пособие / А. Г. Куприяшкин. – Норильск: Норильский индустр. ин-т., 2015. – 135 с.
16. Ланде Д.В. Основы інформаційного та соціально-правового моделювання / Д.В. Ланде, В.М. Фурашев, К.В. Юдкова. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 219 с.
17. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие. / Н. Н. Лычкина. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 254 с.
18. Маликов Р.Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6. / Р.Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013.
19. Настанова Eurachem "Придатність аналітичних методів для конкретного застосування. Настанова для лабораторій з валідації методів та суміжних питань": за ред. Б. Магнуссона та У. Ернемарка: переклад другого видання 2014 р. – Київ: ТОВ "Юрка Любченка", 2016. – 92 с.

20. Павловский Ю.Н., Белотелов Н.В., Бродский Ю.И., Оленев Н.Н. Опыт имитационного моделирования при анализе социально-экономических явлений / Ю.Н. Павловский, Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский, Н.Н. Оленев. – Москва: МЗ Пресс, 2005. – 136 с.

21. Рожков М. И. Разработка имитационных моделей управления запасами в цепях поставок / М. И. Рожков. – Москва, 2011. – 116 с.

22. Хемди А. Таха. Введение в исследование операций. – 7-е изд.: Пер. с англ. / А. Таха Хемди. – Москва: Издательский дом "Вильямс", 2007. – 697 с.

## ДОДАТОК А

## SUMMARY

Moiseienko A.V. Imitation Modeling Activities Of The Operating Department Of The Regional Pension Fund. – Masters-level Qualification Thesis. Educational and Scientific Institute of Business Technologies "UABS" Sumy State University, Sumy, 2018.

The paper examines the process of handling the appeals of citizens by the operational department of the regional pension fund. The analysis of modeling methods and the method of imitation modeling are chosen. The main purpose of this study is to develop a model for processing the hits and an optimization experiment, in order to comply with the deadlines for elaboration established by the law of Ukraine.

Key words: operating department, pension fund, simulation model, treatment, probability, optimization, AnyLogic.

## АНОТАЦІЯ

Моїсеєнко А. В. Імітаційне моделювання діяльності операційного відділу обласного пенсійного фонду. – Кваліфікаційна магістерська робота. Навчально-науковий інститут бізнес-технологій «УАБС» Сумського державного університету, Суми, 2018 р.

У роботі досліджено процес обробки звернень громадян операційним відділом обласного пенсійного фонду. Проведений аналіз методів моделювання та обраний метод імітаційного моделювання. Основною метою цього дослідження є розробка моделі опрацювання звернень та оптимізаційного експерименту для дотримання термінів опрацювання встановлених законом України.



Ключові слова: операційний відділ, пенсійний фонд, імітаційна модель, звернення, ймовірність, оптимізація, AnyLogic.