**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ТЕРНОПІЛЬСЬКА АКАДЕМІЯ НАРОДНОГО ГОСПОДАРСТВА**

**ІНСТИТУТ КОМП’ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

«Прогнозування стану житлового фонду міста

(на прикладі м. Тернопіль)»

Дипломна робота

зі спеціальності 7.050102 «Економічна кібернетика»

Сусол Оксани Ярославівни

Науковий керівник

к. т. н., доцент

Струбицький Павло Романович

Робота допущена до захисту

«»2004р.

Завідувач кафедри ЕК

к. е. н., доцент Гладій Г. М.

**Тернопіль. 2004 р**

**АНОТАЦІЯ**

Тема дипломної роботи: “Прогнозування стану житлового фонду міста (на прикладі м. Тернополя)”.

Виконавець: студентка групи ЕК – 51 Сусол О. Я.

Керівник дипломної роботи: к. т. н., доцент Струбицький П. Р.

Дипломну роботу виконано на прикладі Тернопільської міської ради.

Результати першого розділу дипломної роботи: здійснено дослідження предметної області, вибрано задачу, обґрунтовано її актуальність та визначено шляхи розв'язку.

Результати другого розділу дипломної роботи: розроблено концепції побудови системи підтримки прийняття рішень в житлово-комунальному господарстві та вибрано середовище моделювання.

Результати третього розділу дипломної роботи: розроблено імітаційну модель житлово-комунального господарства та проведено обчислювальний експеримент на цій моделі.

Дипломна робота викладена на 111 сторінках, містить 4 таблиці, 14 ілюстрацій і 15 додатків.

**ANNOTATION**

Theme of diploma work: “Prognostication of the state of housing fund of city (on the example of Ternopil)”.

Performer: student of the ECs–51 group Susol О. Y.

Leader of diploma work: candidate of engineering sciences, associate professor Strubitskiy P. R.

Diploma work is executed on the example of Ternopil city advice.

Results of the first section of diploma work: research of subject domain is carried out, chosen a task, grounded its actuality and the ways of decision are certain.

Results of the second section of diploma work: conceptions of construction of the system of support of acceptance of decisions are developed in the housing-communal economy and chosen the environment of design.

Results of the third section of diploma work: the simulation model of housing-communal economy is developed and conducted the calculable experiment on this model.

Diploma work contains 111 pages and contains 4 tables, 14 illustrations, 15 additions.

**ЗМІСТ**

Вступ

1. Соціально-економічний розвиток міста Тернополя і задача реформування його житлово-комунальної сфери

1.1 Узагальнена концепція соціально-економічного розвитку міської системи 9

1.2 Соціальна інфраструктура як об'єкт управління

1.3 Аналіз житлово-комунальної сфери як об’єкту прогнозування

1.4 Аналіз робіт у галузі моделювання соціально-економічних систем

2. Розробка концепції побудови системи підтримки прийняття рішень у житлово-комунальній сфері

2.1 Сучасні технології побудови систем підтримки прийняття рішень

2.2 Загальні принципи побудови системи підтримки прийняття рішень у житлово-комунальній сфері

2.3 Комп'ютерне моделювання соціально-економічних систем

2.4 Вибір інструментального середовища моделювання

3. Розробка і застосування комп’ютерної моделі житлово-комунальної сфери

3.1 Формулювання і опис модельованої системи

3.2 Програмна реалізація і дослідження імітаційної моделі

3.3 Обчислювальний експеримент з моделлю

Висновки

Список використаних джерел

Додаток А. DFD прогнозування стану житлового фонду міста

Додаток Б. Покращена DFD прогнозування стану житлового фонду міста

Додаток В. Технологічні характеристики сучасних систем моделювання

Додаток Г. Агрегована модель житлово-комунального господарства

Додаток Д. Системні потокові діаграми підсистеми „Житловий фонд по степеню зносу”

Додаток Е. Системні потокові діаграми підсистеми „Житловий фонд по

категорії”

Додаток Ж. Системні потокові діаграми підсистеми „Інфраструктура”

Додаток І. Системні потокові діаграми підсистеми „Підприємства”

Додаток К. Системні потокові діаграми підсистеми „Населення”

Додаток Л. Системні потокові діаграми підсистеми „Квартплата і доходи населення”

Додаток М. Системні потокові діаграми підсистеми „Доступність придбання житла”

Додаток Н. Системні потокові діаграми підсистеми „Забезпеченість населення житлом”

Додаток П. Текст програми-імітатора

Додаток Р. Вікно установки середовища моделювання

**ВСТУП**

Сьогодні місто стало основним місцем проживання людей. В Україні в містах проживає приблизно 70% населення країни. Місто відноситься до складних слабоструктурованих соціально-економічних систем з безліччю прямих і зворотних зв'язків, що мають нелінійний характер. Поводження такої системи є важкопередбачуваним і не завжди погоджується з життєвим досвідом та інтуїцією. Основна цільова задача місцевого управління — визначення таких пропорцій суспільного відтворення, що у максимальному степені сприяють задоволенню потреб населення в місті і підвищенню його життєвого рівня.

Одним з головних показників рівня життя міського населення є забезпеченість населення житлом. Житловий фонд став головним суспільним багатством міст. Тому питання розвитку житлового фонду міста є дуже актуальним і займає центральне місце в даній роботі.

На сьогоднішній день актуальною стає задача реформування житлово-комунальної сфери міста. У програмі реформи потрібно передбачити комплекс заходів, спрямованих на реструктуризацію відносин учасників взаємодії у житлово-комунальному господарстві. Необхідно розробити модельний комплекс цієї галузі, який був би корисний при аналізі наслідків програм реформування житлово-комунального господарства та дозволив заздалегідь прогнозувати наслідки прийнятих рішень.

Для розробки програми розвитку житлового фонду міста та житлово-комунального господарства вцілому і прийняття обґрунтованих рішень необхідно забезпечити інформаційно-аналітичну підтримку місцевих органів влади, створюючи проблемно-орієнтовані системи підтримки прийняття рішень із застосуванням новітніх інформаційних технологій, методів комп'ютерного моделювання та інтелектуального аналізу даних. Це дозволить проводити комплексний аналіз міської системи з урахуванням безлічі факторів та елементів невизначеності, прогнозувати майбутній стан системи, що в остаточному підсумку дозволяє приймати обґрунтовані рішення органам міського управління.

В даній роботі розроблено імітаційну модель житлово-комунального господарства, яка дозволяє визначати стан житлового фонду міста, залежно від прийнятих місцевим самоврядуванням рішень, з урахуванням впливу різних факторів, таких як фінансові відносини, реальні демографічні і міграційні процеси, еволюція житлового фонду. Модель дає змогу прогнозувати стан житлового фонду на короткострокову та довгострокову перспективи та відповідно планувати діяльність житлового господарства, бюджетного процесу та діяльності будівельних організацій.

**1 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК МІСТА ТЕРНОПОЛЯ І ЗАДАЧА РЕФОРМУВАННЯ ЙОГО ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОЇ СФЕРИ**

**1.1 Узагальнена концепція соціально-економічного розвитку міської системи**

Місто в широкому значенні може бути визначене як місце компактного проживання людей, що задовільняє потреби людини у забезпеченні життєдіяльності, безпеки, комунікації та розвитку особистості на основі спільності культурних, соціальних, національних та інших інтересів [18]. Міста виникли завдяки тому, що концентрація різних ресурсів в одному місці дозволяє домогтися більш ефективних результатів і забезпечити життєдіяльність багатьох людей.

У місті Тернополі зараз проживає 237,8 тис.населення. Проте спостерігається тенденція до зменшення чисельності населення внаслідок природного та міграційного скорочення. Протягом року обсяг природного скорочення населення збільшився внаслідок зростання смертності та зниження народжуваності, а міграційне скорочення населення збільшилося [19].

У всіх сферах господарського комплексу Тернополя зайнято 196 тис.чол., з них 60% у галузях матеріального виробництва та соціально-культурного обслуговування населення. Промисловими підприємствами за 2003р. вироблено продукції і надано послуг на суму 1126,8 млн.грн., що на 34,6% більше, ніж за попередній рік. Протягом року галузь забезпечувала високі темпи розвитку [19]. Нарощування обсягів виробництва було характерним для основних видів промислової діяльності. Майже 90% всього промислового виробництва зосереджено на підприємствах обробної промисловості, де приріст продукції проти 2003р. становить 35,9%.

За умов зростання інвестицій, спрямованих у капітальне будівництво, у 2003р. будівельними підприємствами усіх форм власності укладено контрактів підряду на суму 182 млн.грн. Пожвавленню будівельної діяльності сприяло покращення ситуації з оплатою виконаних робіт. Та незважаючи на це, стан житлового фонду міста істотно не покращився через недостатній рівень ремонту.

Місто провадить активну зовнішньо-економічну діяльність. Оборот зовнішньої торгівлі товарами протягом року збільшився на 31,6%. При цьому обсяги експорту зросли на 22,6%, а імпорту - на 44,3%.

У Тернополі функціонують потужні інтелектуальні центри (Тернопільська академія народного господарства, ряд наукових та навчальних інститутів), створений вагомий підприємницький ресурс [26]. Проте Тернопіль не реалізовує повною мірою свій виробничий, інтелектуальний та бізнесовий потенціал. Це в першу чергу відображається на добробуті жителів міста. Адже дослідження соціально-економічного становища міста показує, що найбільшим тягарем є житлово-комунальне господарство. Найбільш гостро відчуваються проблеми з житловим фондом.Тому зараз важливим постає питання реформування комунальної сфери та житлового фонду міста, прогнозування його розвитку на короткострокову та довгострокову перспективи. Це дасть змогу органам управління виробляти ефективну політику у сфері розвитку житлового фонду міста та покращення його стану. А також у програмі реформи необхідно передбачити комплекс заходів, спрямованих на реструктуризацію відносин учасників взаємодії у житлово-комунальному господарстві.

Управління містом здійснюється місцевими органами влади, Тернопільською міською радою. Принципи її діяльності закріплені у Конституції України та законах „Про місцеве самоврядування”.

Перерозподіл функцій у територіальному управлінні, невизначеність технології їхнього виконання породжують неузгодженість процесів , які відбуваються в місті, а в результаті - прийняття неефективних управлінських рішень [5].Тому сьогодні особливо гостро постає питання комплексного розгляду процесів соціально-економічного розвитку та управління ними. Фахівцям адміністрації міської ради необхідно використовувати комплексний підхід при управлінні життєдіяльністю міста як єдиною відкритою системою з внутрішніми і зовнішніми складними взаємозв'язками. Отже, необхідно забезпечити комплексну інформаційно-аналітичну підтримку цим фахівцям, що дозволить підвищити ефективність прийнятих рішень.

У структурі управління містом можна виділити три рівні управління: верхній, середній та нижній [18]. На верхньому рівні вирішуються задачі комплексного управління і координації соціального-економічного розвитку. На даному рівні здійснюється макромоделювання соціально-економічного розвитку

На середньому рівні управління здійснюється прийняття основної маси конкретних управлінських рішень. На даному рівні приймаються рішення, які стосуються визначених сфер людського життя.

На нижньому рівні упраління здійснюється компетентне ведення первинної інформації про ресурси і явища на території міста та її актуалізації. На даному рівні звичайно зважуються облікові задачі і виконуються функції контролю, формується статистична звітність для верхніх рівнів управління.

Останнім часом зростає аналітична складова за підтримкою прийняття рішень органами місцевого управління. Це зумовлено складністю процесу управління міською системою. Прийняття управлінських рішень заснованих лише на досвіді та інтуїції керівників може спричинити серйозні несприятливі наслідки [2]. Тому процес прийняття рішень повинен бути максимально підтриманий інформаційно-аналітичними системами і технологіями, що дозволить підвищити якість і обґрунтованість прийнятих рішень.

У даній дипломній роботі розроблена модель, що входить у систему підтримки прийняття рішень для використання на середньому і верхньому рівнях управління. Розроблена модель повинна бути корисна для оперативного управління, при виробленні житлової політики на території міста на основі застосування комплексного системного підходу та новітніх інформаційних технологій

**1.2 Соціальна інфраструктура як об'єкт управління**

Соціальна інфраструктура — це сукупність галузей і видів діяльності, що сприяють комплексному відтворенню людини в процесі реалізації її особистих та суспільних потреб за допомогою надання різного роду послуг [15].

Соціальна інфраструктура розглядає три функціонально-цільові блоки [21]:

* суспільно-політична та інтелектуально-культурна діяльність;
* відновлення і збереження фізичного здоров'я;
* комунально-побутове обслуговування.

Розвиток галузей соціальної інфраструктури враховує основні задачі соціальної політики, спрямованої на поліпшення якості життя населення, підвищення рівня його добробуту і довголіття, формування і відтворення здорового, творчо активного покоління. Це насамперед вирішення житлової проблеми, ліквідація комунального заселення, задоволення зростаючих потреб населення в якісному житлі, підвищення рівня і якості розвитку соціальної інфраструктури, поліпшення екологічних умов життя і праці тощо.

Житлове господарство — одна з найважливіших галузей соціально-побутової інфраструктури [20]. Зростання народного добробуту тісно пов'язане з поліпшенням житлових умов. Житловий фонд став головним суспільним багатством міст, питома вага його в загальному об'ємі основних фондів, підвідомчих органам міському самоврядуванню становить 70-80%. За формою власності весь житловий фонд поділяється на муніципальний і немуніципальний. Крім цього є розподіл житлового фонду на новий, нормальний і зношений. Він проводиться для обліку еволюції житлового фонду. Кожна одиниця житлового фонду проходить всі три стадії свого існування при природному ході подій.

Управління соціальною інфраструктурою міста здійснює Департамент житлово-комунального господарства, екології і транспорту. Основними його завданнями є [13]:

- у галузі житлово-комунального господарства**:**

1) здійснення управління об'єктами житлово-комунального господарства, що перебувають у комунальній власності;

2) організація утримання та експлуатації житлового фонду, об'єктів комунального і шляхового господарства міста;

3) організація виконання нормативних та інших актів органів та посадових осіб місцевого самоврядування, вищестоячих органів державної влади;

4) організація благоустрою міста;

5) укладення договорів з підприємствами та організаціями, незалежно від форм власності, на виконання робіт по утриманню житлових будинків та прибудинкових територій, по капітальному та поточному ремонтах житлового фонду, ремонту і будівництву об'єктів благоустрою;

6) здійснення контролю за будівництвом об'єктів житлово-комунального господарства, по яких департамент виступає замовником;

7) контроль за ефективністю використання бюджетних коштів, виділених на ремонт житлового фонду, об'єктів благоустрою та інженерних мереж;

8) забезпечення обліку житлового фонду, контроль його використання;

- у галузі екологічної безпеки та благоустрою:

1) організація контролю за дотриманням суб'єктами господарювання законодавства в галузі охорони навколишнього природного середовища;

2) реалізація рішень міської ради з питань охорони довкілля;

3) контроль за збором, переробкою, утилізацією і захороненням виробничих, побутових відходів;

4) контроль за цільовим використанням коштів міського фонду охорони навколишнього природного середовища;

5) погодження місця складування, переробки та зберігання відходів.

- у галузі транспорту**:**

1)організація перевезення населення міста маршрутними автобусами, тролейбусами, забезпечення диспетчерського управління ними;

2) затвердження маршрутів і графіків руху міського пасажирського транспорту незалежно від форм власності;

3) сприяння в утриманні у належному стані вулиць міста, по яких проходять маршрути міського пасажирського транспорту, забезпечення їх засобами регулювання дорожнього руху, належного освітлення;

4) здійснення контролю за діяльністю підприємств і організацій транспорту і зв'язку, незалежно від форм власності;

5) здійснення заходів щодо обслуговування засобами транспорту і зв'язку;

Специфіка фінансування об'єктів соціальної інфраструктури полягає в її диференціації на два типи [12]:

- галузі, що працюють і розвиваються за рахунок власних ресурсів і орієнтовані на госпрозрахунок і одержання прибутку як основної мети своєї діяльності;

- галузі, що здійснюють свою діяльність за рахунок централізованих, територіальних і колективних суспільних фондів споживання. Ці галузі повністю або частково орієнтовані на бюджетні засоби.

Самофінансування соціального обслуговування населення останнім часом придбало широкі масштаби і дозволяє зробити висновок про те, що попит на соціально-побутове обслуговування незадоволений. Це викликано скороченням розмірів пільгового обслуговування населення при одночасному зниженні витрат держави на утримання об'єктів соціальної інфраструктури.

Формою використання фінансових ресурсів бюджету установами й організаціями соціальної сфери є надання їм бюджетних субсидій для відшкодування ними відсутніх доходів для зведення балансу доходів і витрат. На сьогоднішній день бюджет не здатний повністю взяти на себе витрати на утримання соціальної сфери. З іншого боку, держава зобов'язана захищати інтереси населення і забезпечувати йому одержання соціальних послуг, а тому цілком перейти на самофінансування об'єкти соціальної інфраструктури не можуть. Тому доцільним представляється співіснування декількох форм фінансування.

Таким чином, при розробці модельного комплексу необхідно обов'язково врахувати джерела фінансування соціальної інфраструктури вцілому та житлового фонду зокрема.

Велике значення для функціонування галузі має ситема державних соціальних стандартів, що служить нормативною базою та інструментом для розрахунку бюджетної потреби й оцінки фактичного виконання бюджетів різних рівнів. Соціальний стандарт – сукупність соціальних потреб населення, а також потреб на утримання установ несоціальної сфери, які фінансуються з місцевого бюджету, що виражається в соціальних нормах і нормативах [25]. Одне з основних призначень соціальних стандартів і норм – використання як нормативну базу для розрахунку бюджетної потреби на планований рік. У житловому господарстві ці нормативи використовуються для оцінки забезпеченості населення житлом та визначення потреби у будівництві житла.

Житлово-комунальне господарство займає одне з найважливіших місць у соціальній інфраструктурі, а житлові умови є важливою складовою рівня життя населення. Тому вкрай актуальною стає інформаційно-аналітична підтримка місцевих органів влади при прийнятті управлінських рішень в області житлово-комунального господарства, прогнозуванні стану житлового фонду міста на коротку та довгу перспективи. Основною метою дипломної роботи є розробка імітаційної моделі житлово- комунального господарства, яка входить в систему прогнозування стану житлового фонду міста. Це дасть змогу прогнозувати стан житлового фонду у майбутньому залежно від різних стратегій реформування галузі та прийнятих рішень, а також оцінювати наслідки реалізації управлінських рішень у житловому фонді для забезпечення росту рівня життя населення.

Таким чином, в даній дипломній роботі вирішуються наступні задачі:

* комплексний аналіз житлово-комунального господарства;
* розробка загальної концепції побудови системи підтримки прийняття рішень у галузі житлового господарства;
* розробка імітаційної моделі, яка б давала змогу прогнозувати стан житлового фонду міста на коротку та довгу перспективи з врахуванням прийнятих рішень;
* випробування моделі на обчислювальному експерименті.

**1.3 Аналіз житлово-комунальної сфери як об’єкту прогнозування**

Прогнозування основних показників стану житлового фонду міста вимагає насамперед комплексного аналізу всієї галузі житлово-комунального господарства. Отримані внаслідок цього дані стають основою для прогнозування стану галузі у майбутньому.

На сьогоднішній день у місті експлуатується 1153 житлових будинки комунальної власності та житлово-будівельних кооперативів, 99 будинків підприємств і відомств та понад 4-х тисячі приватних будинковолодінь. Роботи по утриманню та обслуговуванню житлових будинків та прибудинкових територій комунальної власності та житлово-будівельних кооперативів виконують 16 підприємств [19].

По підсумках минулого року з 16-ти підприємств залучених у сферу обслуговування житлового фонду 8 підприємств є прибутковими ( "Дружба сервіс житло -1", "Дім житло 6", "Фаворит-1", "Благоустрій", "Світанок", ЖЕК-13-ЖБК, "СОВР" та "Вікторія - М" прибуток - 241,6 тис.грн.) і 8 збитковими ("Східний масив", "Залізничник", "Новий Світ", ТОВ "Мрія", "Житловик", "Сонячне", "Комфорт", "Люкс" сума збитків - 230 тис.грн.) [19].

Протягом 2003 р. був ріст кредиторської заборгованості. Це обумовлено невідповідністю тарифів на обслуговування житла, що не забезпечують собівартість утримання житла на сьогоднішній день. Дебіторська заборгованість по підприємствах, що обслуговують житловий фонд зменшилася. Цьому сприяло проведення роботи у відповідності до Закону України “Про реструктуризацію заборгованості з квартирної плати, плати за житлово-комунальні послуги, спожиті газ та електроенергію”. Додатково, на виконання робіт по благоустрою прибудинкових територій та ремонту житлових будинків протягом 2003 року, залучено спонсорські внески підприємств та організацій. Але найбільш надійним постачальником грошей у дану сферу продовжує залишатися населення, хоча понад 40% громадян числяться в боржниках.

Усі проблеми житлово-комунального господарства можна структурувати по трьох основних аспектах [12]:

* державний аспект - збитковість функціонування галузі для держави, необхідність здійснення значних дотацій з державного і місцевого бюджетів;
* соціальний аспект - ріст тарифів без обліку динаміки доходів населення і як наслідок зниження життєвого рівня населення і ріст неплатежів, зношеність житлового фонду й інфраструктури житлово-комунального господарства, низький рівень забезпеченості населення житлом та доступності придбання житла;
* галузевий аспект - неефективність функціонування самої галузі, завищені тарифи на житло та комунальні послуги, аварійність житлового фонду і комунальної інфраструктури.

Таким чином, на перший план виходить проблема реформування житлово-комунального господарства. Реформа повинна включати не тільки зміну тарифної політики для населення, але і зміну відносин між учасниками взаємодії у галузі житлово-комунального господарства [7].

Проаналізувавши стан житлово-комунальної сфери міста постає необхідність прогнозування основних показників, які характеризують розвиток галузі (насамперед, житлового фонду). Дані, отримані внаслідок прогнозу, дають можливість скоординувати діяльність органів управління в напрямку покращення функціонування житлового господарства. Розроблена модель дозволяє не лише прогнозувати стан житлового фонду міста, але і перевіряє наслідки конкретного прийнятого рішення не на жителях міста, а на імітаційній моделі.

У діяльності Департаменту управління житлово – комунальним господарством прогнозуванню стану житлового фонду приділяється велика увага. Адже за результатами прогнозу стану житлового фонду відповідні керівні органи планують розмір витрат на цю сферу на певний період. Крім цього, на основі результату цієї задачі управління знає, яку тарифну політику потрібно проводити, щоб покращити стан житлового господарства та планує інші дії, які спр'ямовані на нормальний розвиток міста та покращення життєдіяльності його населення.

При розв'язуванні задачі прогнозування стану житлового фонду міста даний відділ співпрацює з відділом управління економікою та підприємництвом, головним економістом, економістом та головним інженером. Від економіста надходить інформація про населення (кількість, приріст населення) та розміри витрат на ремонт зношеного та будівництво нового житла. Виділення коштів на капітальний ремонт і реконструкцію житлового фонду дозволяє продовжити термін використання житлового фонду і перетворити об'єкти зношеного житлового фонду в достатньо придатне для життя.

Від відділу управління економікою та підприємництвом поступають дані про житло (норми і площа житла), про будівельні та ремонтні підприємства (кількість та потужність цих підприємств). Головний інженер подає накази про введення житла в експлуатацію, на основі яких видно термін експлуатації житла. На основі цих наказів та нормативів оцінки зносу ЖФ здійснюється визначення степеня зносу житла, а та також прогноз стану житла по степені зносу .Використовуючи інформацію про кількість та приріст населення, норми і площу наявного житла проводиться оцінка забезпеченості населення житом. На останньому етапі розраховується розмір прогнозованих витрат на житловий фонд. В результаті розв’язання задачі отримується інформація про забезпеченість населення житлом, прогноз потреб у будівництві житла, прогноз стану ЖФ по степені зносу, прогноз витрат на будівництво і ремонт житла.

Таким чином, на основі цих даних побудовано DFD прогнозування стану житлового фонду (дивись додаток А) . Однак що даний процес прогнозування потребує удосконалення. Проводити прогнозування забезпеченості населення доцільно з урахуванням індексу доступності придбання житла; враховуючи рівень доходу населення, необхідно виділяти категорії населення (бідні, середній клас, багаті); відповідно до значення доступності придбання житла виділяти категорії житла (просте та елітне житло). Усі розрахунки та прогнози доцільно проводити по категоріях. Це дасть можливість детальніше врахувати особливості функціонування житлового господарства. Покращена DFD прогнозування стану житлового фонду міста наведена у додатку Б.

У даній моделі виділено три рівні: новий, нормальний і зношений житловий фонд. Новий житловий фонд утворюється в результаті будівництва. Динамічний процес зносу переводить його в категорію нормальний і зношений. Стан зношеного житлового фонду зменшується в результаті зносу. Зношений житловий фонд може стати нормальним, якщо для нього зробити капітальний ремонт. Крім того, елітне житло згодом переходить у просте. Цей перехід відбувається в результаті зносу.

Частина річного доходу родини (разом з урахуванням субсидій для бідних родин) направляється на нагромадження на житло. Виходячи із середньої вартості квартири відповідної категорії можна визначити число років, необхідних для придбання квартири. Відношення цього числа років і нормативу дозволяє одержати індекс доступності придбання житла, що потім використовується для оцінки забезпеченості населення якісним і доступним житлом.

**1.4 Аналіз робіт у галузі моделювання соціально-економічних систем**

У 70-х роках Дж. Форрестер побудував динамічну модель типового американського міста, орієнтовану на аналіз еволюції урбанізованої території.У своїй моделі він виділив такі підсистеми: населення, житловий фонд, підприємства. Кожна підсистема була розглянута з погляду еволюції. Населення було поділено на три класи: «Нецілком зайняті», «Зайняті» і «Менеджери-професіонали». Житловий фонд був поділений на «Дешевий житловий фонд», «Доходний житловий фонд» і «Дуже доходний житловий фонд». Підприємства були поділені на «Нові підприємства», «Працюючі підприємства», «Збанкрутілі підприємства». До зовнішнього середовища міста відносяться: інші міста, сільська місцевість, примістя. Якщо це місто здається більш привабливим у порівнянні з колишнім місцем проживання людей, то вони мігрують у місто, якщо ні- то з міста [22].

Важливим моментом, що заслуговує пильної уваги, є твердження Дж.Форрестера й інших дослідників про те, що природа комплексних систем контрінтуїтивна. З цієї причини в даній ситуації при прийнятті рішень необхідно використовувати алгоритми, а не покладатися на інтуїтивні судження.

Форрестер побудував складну динамічну модель з безліччю прямих і зворотних зв'язків між підсистемами, на якій з'явилася можливість прогнозувати розвиток міста й аналізувати вплив різних програм міської адміністрації. На побудованій моделі він проаналізував наступні розповсюджені програми відродження міста [22]:

* Програму професійного навчання (зайнятих, нецілком зайнятих);
* Програму будівництва житлового фонду (наддоходного, доходного, дешевого);
* Програму будівництва нових підприємств;
* Програму зносу підприємств, що прийшли в занепад;
* Програму субсидіювання витрат на душу населення;

Результати моделювання показали неефективність деяких програм відродження в довгостроковій перспективі, наприклад програми будівництва дешевого житла чи програми субсидіювання міста з зовнішнього середовища без структурної перебудови економіки міста.

Основним обмеженням на будівництво житлового фонду чи підприємств у Форрестера виступає вільна для забудови земля. Це дійсно дуже важливий фактор, однак у більшій мірі обмеженням є недолік коштів та інші фактори. Також він не виділяв підприємства сфери обслуговування, хоча ця сфера значно відрізняється від сфери матеріального виробництва і будівництва. Підприємства сфери обслуговування в основному орієнтовані на забезпечення потреб населення й інших підприємств.

Особлива відсутність фінансових відносин у моделі, не дозволяють застосувати її без змін для досягнення поставлених у дипломній роботі задач. Але деякі ідеї Форрестера заслуговують на пильну увагу, наприклад деталізація житлового фонду з метою простежити його динаміку.

Заслуговує на увагу вітчизняна система підтримки прийняття рішень, розроблена компанією «Прогноз», яка має одноіменну назву. Відмінною рисою розроблювальних компанією систем підтримки прийняття рішень є застосування комплексу динамічних моделей фінансово-матеріальних потоків економічного об'єкта, на основі яких реалізуються імітаційні, оптимізаційні та цільові алгоритми управління, реалізований в оригінальному програмному продукті «Прогноз». Аналітичний комплекс «Прогноз» являє собою пакет програм, спеціалізованих для вирішення задач загального аналізу, моделювання, прогнозування і планування.

Для прийняття обґрунтованих управлінських рішень органами влади важливі аналіз, моделювання і прогнозування динаміки макроекономічних і територіальних показників. Ефективну інформаційно-аналітичну підтримку прийняття управлінських рішень здатні забезпечити системи автоматизації аналітичної та прогнозної діяльності, які здійснюють процеси збору, збереження й обробки територіальної інформації. Концепція комплексу заснована на технології інтегрованих сховищ даних, заглибленій аналітичній обробці накопиченої інформації методами підтримки прийняття рішень (OLAP-технології), комплексних динамічних імітаційних і оптимізаційних моделях. В інтегрованому сховищі даних інформаційно-аналітичних систем інформація регулярно поповнюється в результаті добору необхідних даних з різних джерел інформації.

Перелік задач, розв'язуваних з використанням комплексу наступний [27]:

* аналіз і моніторинг процесів, що є предметом контролю органів влади;
* моделювання і варіантне прогнозування на основі комплексу імітаційних моделей стану і взаємозв'язків функціональних і соціально-економічних показників;
* оцінка ефективності прийнятих рішень;
* комплексний аналіз сформованої соціально-економічної ситуації;
* моделювання параметрів соціально-економічного і фінансового розвитку досліджуваного об'єкта;
* формування сценаріїв управлінських рішень по перспективному соціально-економічному розвитку;
* виконання різноманітних прогнозних розрахунків на основі комплексу динамічних моделей;

Аналітична база даних у складі комплексу призначена для збереження ієрархічно структурованої багатомірної динамічної інформації. Комплекс орієнтований на багатомірне представлення даних. Необхідність у постійному "підживленні" інформацією з різних гетерогенних джерел даних зумовила наявність у рамках комплексу інструментарію гнучкого настроювання на зовнішні інформаційні масиви.

Інтерфейс блоку моделювання надає користувачу набір візуальних і програмних засобів для побудови моделей бізнесів-процесів. Графічні засоби і макромова комплексу мають достатню гнучкість і в той же час доступні користувачу - непрограмісту. Крім того, мова має стандартний набір керуючих конструкцій, містить спеціальні набори математичних функцій, функцій обробки файлів, статистичних обчислень і обробки матриць з урахуванням ієрархічної структури інформації з аналітичної бази. Комплексний підхід до побудови моделей бізнесів-процесів припускає сполучення імітаційних, цільових, оптимізаційних і статистичних методів моделювання і прогнозування [27].

У комплексі є можливість виконання різноманітних сценарних і цільових розрахунків на основі імітаційних, оптимізаційних і цільових моделей, дозволяється знаходити різні варіанти фінансових стратегій, порівнювати між собою потенційні результати їхньої реалізації.

Конструктор звітів комплексу виконаний у формі електронної таблиці, що дозволяє користувачу досить легко створювати аналітичні і нормативні звіти довільної форми. Конструктор має підтримку багатомірного представлення даних і спеціальні функції, що забезпечують його тісну інтеграцію з іншими компонентами Комплексу. Поряд з табличним і графічним представленням, дані і результати розрахунків можуть бути відображені на електронних картах територій, що в ряді випадків значно спрощує їхній візуальний аналіз [27]. Спеціальний формат збереження картографічної інформації забезпечує компактність і швидке відображення..

Таким чином, після аналізу системи «Прогноз» можна зробити висновок про те, що дана розробка не дозволяє вирішити поставлені в дипломній роботі задачі, оскільки в системі «Прогноз» передбачено усього лише кілька показників по житлово-комунальній сфері: забезпеченість населення житлом, загальна площа житлового фонду, середній ступінь зносу й ін. Очевидно, розгляд житлово-комунальної сфери на такому рівні не дозволяє досягти поставлених у даній дипломній роботі задач. Однак багато ідей, реалізовані в системі «Прогноз» заслуговують на пильну увагу, зокрема аналітична база даних як інформаційна основа для імітаційних моделей.

Уваги заслуговує і теоретична модель просторової організації міста А. Високовського. Пропонована модель просторової організації міста призначена для ідентифікації основних елементів просторової системи, їхньої оцінки і прогнозування інерційного розвитку. З її допомогою в кожному конкретному місті виявляється унікальна існуюча фізична структура і соціально-територіальна організація населення. У цьому випадку дана модель є якісною, хоча для її побудови використовуються математичні методи просторової статистики. Модель заснована на структурних закономірностях, що відбиває зв'язки між елементами міста. Вона відтворює тільки універсальні, стійкі зв'язки між елементами міста, що не залежать від специфіки його, клімату, демографічних та інших особливостей [8]

Модель служить для оцінки існуючого стану і прогнозування розвитку міста "у першому наближенні", необхідному для вибору стратегії проектних чи управлінських рішень, інтенсифікації і розвитку елементів міста [8]. Вона передбачає районування території, що виробляється з метою управління функціонуванням і розвитком міста. З його допомогою на території виділяються локальні нерівномірності - концентрації об'єктів обслуговування, офісів і іншої активності, взаємозалежні основним чином від територіями, де розміщені житло, чи виробництво.

Комунікативно-суспільна система будується за схемою деревоподібного графа, формується концентрованим розміщенням об'єктів публічного використання і характеризується високою інтенсивністю використання території. Головне ядро комунікативно-суспільної системи - ділянка найвищої концентрації об'єктів обслуговування, щільності забудови, розмаїтості наданих послуг. У роботі досліджується функціонально-просторовий розвиток міста. Важливим методологічним аспектом процедури є поступова заміна "керування" функціонально-просторовим розвитком на "регулювання".

Таким чином, найбільш корисними для нас розробками є модель Форрестера і аналітичний комплекс “Прогноз”. При розробці імітаційної моделі доцільно використати деякі ідеї Форрестера та методи системної динаміки комплексу “Прогноз”, які складатимуть ядро моделі в напрямку прогнозування майбутнього стану житлового фонду міста.

**2. РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНІЙ СФЕРІ**

**2.1 Сучасні технології побудови систем підтримки прийняття рішень**

Система підтримки прийняття рішень (СППР) — це діалогова автоматизована система, та, що використовує правила прийняття рішень і відповідні моделі з базами даних, а також інтерактивний комп'ютерний процес моделювання [9]. Основу СППР складає комплекс взаємопов'язаних моделей з відповідною інформаційною підтримкою дослідження, експертні і інтелектуальні системи, що включає досвід рішення задач управління і що забезпечує участь колективу експертів в процесі вироблення раціональних рішень [16].

Нижче, на рисунку 2.1 приведена архітектурно-технологічна схема системи підтримки прийняття рішень [4]:



Рисунок 2.1- Архітектурно-технологічна схема СППР

Для того щоб існуючі сховища даних сприяли прийняттю управлінських рішень, інформація повинна бути представлена аналітику в потрібній формі, тобто він повинний мати розвиті інструменти доступу до даних сховища і їхньої обробки. Автором концепції сховищ даних є Б.Інмон. В основі концепції сховищ даних лежать дві основні ідеї [17]:

* інтеграція раніше роз'єднаних деталізованих даних у єдиному сховищі даних, їхнє узгодження і можлива агрегація;
* поділ наборів даних використовуваних для операційної обробки і наборів даних використовуваних для вирішення задач аналізу.

Концепція вітрин даних була запропонована ще в 1991р. Вітрини даних - безліч тематичних баз даних, утримуючих інформацію, що відноситься до окремих аспектів діяльності організації [3].Вона має ряд переваг:

* аналітики бачать і працюють тільки з тими даними, що їм реально потрібні;
* цільова база даних вітрини даних, максимально наближена до кінцевого користувача.
* для реалізації вітрин даних не вимагаються високо могутня обчислювальна техніка.

Але, концепція вітрин даних має і дуже серйозні недоліки. Власне кажучи, тут передбачається реалізація територіально розподіленої інформаційної системи з мало контрольованою надмірністю, але, не пропонується способів, як забезпечити цілісність і несуперечність збережених у ній даних. Тому виникла ідея з'єднати дві концепції - сховища даних і вітрини даних і використовувати сховище даних у якості єдиного інтегрованого джерела даних для вітрин даних.

В основі концепції OLAP лежить принцип багатомірного представлення даних. Багатомірне концептуальне представлення являє собою множинну перспективу, що складається з декількох незалежних вимірів, уздовж яких можуть бути проаналізовані визначені сукупності даних [23]. Одночасний аналіз по декількох вимірах визначається як багатовимірний аналіз. Кожен вимір включає напрямки консолідації даних, що складаються із серії послідовних рівнів узагальнення, де кожен вищестоящий рівень відповідає більшого ступеня агрегації даних по відповідному вимірі.

Ціль Data Mining складається у виявленні схованих правил і закономірностей у наборах даних. Сучасні технології Data Mining перевіряють інформацію з метою автоматичного пошуку шаблонів, характерних для яких-небудь фрагментів неоднорідних багатомірних даних. На відміну від оперативної аналітичної обробки даних у Data Mining тягар формулювання гіпотез і виявлення незвичайних шаблонів перекладено з людини на комп'ютер [14].

Ідея систем міркувань на основі аналогічних випадків на перший погляд проста. Для того щоб зробити прогноз на майбутнє чи вибрати правильне рішення, ці системи знаходять у минулому близькі аналоги наявної ситуації і вибирають ту ж відповідь, що була для них правильною. Ці системи показують дуже гарні результати в найрізноманітніших задачах [14]. Головним їхнім мінусом вважають те, що вони взагалі не створюють яких-небудь моделей чи правил, що узагальнюють попередній досвід, — у виборі рішення вони ґрунтуються на всьому масиві доступних історичних даних.

Алгоритми обмеженого перебору минулого запропоновані для пошуку логічних закономірностей у даних. З тих пір вони продемонстрували свою ефективність при вирішенні безлічі задач із всіляких областей.

Отже, новими комп'ютерними технологіями, що здійснюють інтелектуальний аналіз даних є експертні й інтелектуальні системи, бази знань, бази даних [3]. Вони дозволяють створювати нові знання, виявляючи сховані закономірності, прогнозуючи майбутнє стан систем. Ефективним методом моделювання розвитку житлово-комунального господарства є метод імітаційного моделювання, що дозволяє досліджувати галузі за допомогою системного підходу. Це дає можливість на моделі пробувати різні стратегії розвитку галузі, врахувати вплив багатьох факторів, у тому числі з елементами невизначеності.

Таким чином, технології Data Mining дозволяють в автоматичному та напівавтоматичному режимі відшукувати сховані залежності і взаємозв'язки у величезних масивах інформації.Технології OLAP тісно зв'язані з технологіями побудови Data Warehouse і методами інтелектуальної обробки - Data Mining. Тому найкращим варіантом є комплексний підхід до їхнього впровадження.

**2.2 Загальні принципи побудови системи підтримки прийняття рішень у житлово-комунальній сфері**

Проектована система прогнозування стану житлового фонду та комунальної сфери призначена для інформаційної, методичної та інструментальної підтримки процесів підготовки і прийняття управлінських рішень на рівні місцевих органів влади у житлово-комунальній сфері.

Для досягнення цієї мети в рамках роботи вирішуються наступні задачі:

* формування і ведення аналітичної бази даних соціально-економічних показників галузі;
* комплексний аналіз сформованої соціально-економічної ситуації в житлово-комунальному господарстві;
* динамічне моделювання соціально-економічних і фінансових процесів у галузі;
* планування бюджетних витрат у частині житлового фонду;
* виконання різноманітних прогнозних розрахунків розвитку житлового фонду міста на основі комплексу динамічних моделей;

У відповідності з поставленою метою і тематикою роботи виділяються слідуючі підсистеми:

* бюджет;
* підприємства;
* житловий фонд;
* населення

До бюджету здійснюються податкові і неподаткові надходження від населення, підприємств і житлового фонду. Бюджетні кошти використовуються на соціальне забезпечення населення, на утримання і розвиток житлового фонду, на створення міського замовлення будівельним підприємствам. Населення проживає в житловому фонді, створює попит на послуги будівельних підприємств, купуючи у власність об'єкти житлового фонду Підприємства роблять послуги населенню, будуючи новий житловий фонд, обслуговуючи населення і житловий фонд.

При аналізі предметної області були виділені наступні чинники, які необхідно врахувати при моделюванні:

* витрати місцевого бюджету на житловий фонд (витрати на утримання, капремонт і будівництво житла);
* еволюція житлового фонду (будівництво нових будинків, знос житлового фонду, знос старих будов);
* населення (міграція, народжуваність і смертність населення);
* економічна активність будівельних і обслуговуючих підприємств;

Для обліку цих чинників при моделюванні необхідно деталізувати деякі підсистеми, як показано на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 - Деталізація підсистем

До будівельних підприємств відносяться будівельні організації і їх постачальники матеріалів і техніки. Інші підприємства розглядаються як обслуговуючі підприємства, які забезпечують роботу будівельних підприємств і обслуговують населення, що проживає на території міста (комунальне господарство, сфера послуг).

Розподіл житлового фонду на муніципальний і немуніципальний здійснюється за формою власності. Розподіл житлового фонду на новий, нормальний і зношений проводиться для обліку еволюції житлового фонду. Кожна одиниця житлового фонду проходить всі три стадії свого існування при природному ході подій. Ремонт одиниці житлового фонду може сповільнити процес її старіння, а капітальний ремонт здатний перетворити зношений житловий фонд в нормальний, цілком придатний для житла.

В аналітичній базі даних системи розробляються звітні форми експрес-перегляду й аналізу інформації в різних розрізах, аналітичні форми для агрегування, ранжування, кластеризації та інших видів обробки інформації.Також є блок звітних форм, орієнтованих на моніторинг виконання місцевого бюджету та інших показників. Звіти представляються в табличному і графічному виді.

Система включає підсистему короткострокового прогнозування стану житлового фонду призначену для щомісячного прогнозування основних показників розвитку житлово-комунальної сфери вцілому і житлового фонду зокрема та оцінки на їхній основі річних прогнозів. Підсистема щомісячного прогнозування дозволяє оперативно оцінити динаміку зміни аналізованих показників протягом року й у випадку різких відхилень від планованого курсу вчасно прийняти відповідні рішення [6].

Система включає підсистему середньострокового і довгострокового прогнозування. Розрахунок різноманітних середньострокових і довгострокових прогнозів розвитку ґрунтується на комплексній динамічній імітаційній моделі житлово-комунальної сфери. При формуванні моделі всі основні процеси у даній сфері відбиваються у взаємозв'язку за допомогою різницевих, балансових і статистичних рівнянь.

Вартісні показники представлені в поточних і порівняльних цінах. Сукупність макроекономічних параметрів і керуючих впливів регіонального рівня формує цільові альтернативи та настанови розвитку галузі. На основі комплексу сценаріїв модель виконує варіантні цільові та імітаційні прогнозні розрахунки розвитку житлового фонду.

Програмні засоби дозволяють довільно визначати інтервал прогнозування, формувати сценарії варіантів прогнозів, переглядати і візуально порівнювати результати розрахунку варіантів прогнозів [10]. Результати представляються у формі різноманітних табличних, графічних і картографічних звітів.

Система є відкритою, з можливістю подальшого розширення функцій в необхідному напрямку в режимі нарощування її ресурсів, тобто без перепроектування [10]. Система може бути виконана на основі аналітичного комплексу "Прогноз", у середовищі "сервер-клієнт-сервер" з використанням будь-якого SQL-сумісного СУБД (Oracle, Informix, MS-SQL Server і ін.).

Таким чином, загальна схема проходження інформації виглядає у такий спосіб: різні управління і відділи місцевих органів влади надають необхідну від них інформацію у потрібному обсязі.

З різних гетерогенних джерел даних інформація збирається й агрегується в сховище даних, що включає наступні вітрини даних: Бюджет, Населення, Житлово-комунальне господарство і Підприємства. Кожна вітрина даних надає інформацію з визначеної сфери:

Вітрина даних «Населення» надає інформацію по наступних показниках: чисельність населення, темпи народжуваності і смертності, середній розмір родини, чисельність населення з деталізацією по класі, прогноз динаміки доходів населення на родину та ін.

Вітрина даних «Житлово-комунальне господарство» надає інформацію по наступних показниках: площа житлового фонду з деталізацією по ступені зносу і категорії, прогноз необхідних витрат на утримання, капремонт і будівництво 1 кв. м., середня ринкова ціна 1 кв. м житла різної категорії, середня площа квартири, кількість одиниць устаткування інфраструктури, їх потужність, потреба в ресурсі на душу населення у рік, витрати на житлове господарство, тарифи на житло для населення, фактичний рівень неплатежів, фактична забезпеченість населення житлом.

Вітрина даних «Підприємства» надає інформацію по наступних показниках: кількість будівельних підприємств, потужність будівельних підприємств.

Вітрина даних “Бюджет” надає інформацію по наступних показниках: розмір бюджету, прогноз надходжень у місцевий бюджет , прогноз бюджетних витрат на житлово-комунальну сферу в цілому та на житловий фонд зокрема.

Потім ці дані використовуються для формування різних звітів чи надходять на вхід аналітичних засобів: OLAP, Data Mining і динамічних імітаційних моделей. З аналітичними засобами працюють звичайно експерти й аналітики, що потім дають рекомендації особам, що приймають рішення. Таким чином, стає зрозуміло, що проектована модель може бути реалізована з використанням методу комп'ютерного моделювання на основі методів системної динаміки. Розроблювана модель житлово-комунального господарства може бути інтегрована з іншими моделями і підсистемами модельного комплексу, що у сукупності будуть складати комплексну імітаційну модель міста.

**2.3 Комп'ютерне моделювання соціально-економічних систем**

Методологічною основою моделювання розвитку житлового фонду є системний аналіз, центральною процедурою якого є побудова узагальненої моделі об'єкта, що відбиває найважливіші фактори і взаємозв'язки реальної системи [1]. На практиці це зв'язано зі створенням комплексу моделей з розвинутими динамічними та інформаційними зв'язками між моделями всіх рівнів.

Досліджувана соціально-економічна система має складну внутрішню структуру, у складі якої можуть бути виділені підсистеми: населення, бюджет, житловий фонд, підприємства. Модель характеризується активністю окремих її підсистем, взаємодією елементів у рамках якої розглядається з урахуванням характеру впливів зовнішнього середовища на внутрішню структуру.

Житлово-комунальне господарство, як об'єкт моделювання характеризується:

* слабістю теоретичних знань, відсутністю теорії його розвитку ;
* якісним характером знань про систему та великою часткою експертних знань при описі і структуризації об'єкта моделювання;
* високим рівнем невизначеності вихідної інформації.

Розрізняють внутрішню і зовнішню невизначеність. Внутрішня невизначеність – це сукупність тих факторів, що не контролюються особою, що приймає рішення цілком, але він може робити на них вплив. Зовнішня невизначеність визначається характером взаємодії з зовнішнім середовищем – це ті фактори, що знаходяться під слабким контролем особи, яка приймає рішення ( демографічна ситуація і т.п.);

* ця галузь являє собою складну динамічну систему;

Тому як метод моделювання розвитку житлового фонду міста доцільно вибрати метод комп'ютерного моделювання, оскільки він дозволяє адекватно відбити структуру розглянутої складної динамічної системи, врахувати в моделі фактори невизначеності. Метод комп'ютерного моделювання забезпечує інтераактивний процес розробки моделі, що характеризується поступовим поглибленням знань про систему за участю експертів та фахівців предметної області.

Комп'ютерне моделювання – це метод вирішення задачі чи аналізу синтезу складної системи на основі використання її комп'ютерної моделі. Суть комп'ютерного моделювання укладена в одержанні кількісних і якісних результатів на основі наявної моделі [10]. Під комп'ютерною моделлю розуміють умовний образ об'єкта чи деякої системи, описаний за допомогою взаємозалежних комп'ютерних таблиць, блок-схем, діаграм, графіків, які відображають структуру і взаємозв'язки між елементами об'єкта.

Комп'ютерне моделювання має ряд переваг у порівнянні з традиційними методами прогнозування (експоненціальним згладжуванням та ін.). Зокрема, воно дає можливість враховувати велику кількість змінних, передбачувати розвиток нелінійних процесів, дозволяє не тільки одержати прогноз, але і визначити, які керуючі впливи приведуть до найбільш сприятливого розвитку подій [10]. Якісні висновки, зроблені за результатами комп'ютерного моделювання, дозволяють знайти такі властивості складної системи, як її структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність та інше. Кількісні висновки в основному носять характер прогнозу майбутніх чи пояснення минулих значень змінних, що характеризують систему.

Сьогодні тенденцією є взаємопроникнення усіх видів моделювання, симбіоз різних інформаційних технологій в області моделювання, особливо для складних додатків і комплексних проектів по моделюванню. Так, наприклад, імітаційне моделювання містить у собі концептуальне моделювання (на ранніх етапах формування імітаційної моделі), логіко-математичне моделювання – для цілей опису окремих підсистем моделі, а також у процедурах обробки й аналізу результатів обчислювального експерименту і прийняття рішень; технологія проведення, планування обчислювального експерименту з відповідними математичними методами.

Імітаційне моделювання – один з видів комп'ютерного моделювання, що використовує методологію системного аналізу, центральною процедурою якого є побудова узагальненої моделі, що відбиває усі фактори реальної системи, у якості ж методології дослідження виступає обчислювальний експеримент. Імітаційною моделлю називається програма чи сукупність програм, програмний комплекс, що дозволяє за допомогою послідовності обчислень і графічного відображення їхніх результатів відтворювати (імітувати) процеси функціонування об'єкта за умови впливу на нього різних факторів [3]. Вона будується строго цілеспрямовано, тому для неї характерне адекватне відображення досліджуваного об'єкта. Логіко-математична модель системи являє собою програмно реалізований алгоритм функціонування системи. При імітаційному моделюванні структура моделюючого об'єкта адекватно відображається в моделі, а процес її функціонування імітується на побудованій моделі. Під імітацією розуміють проведення на комп'ютерах різних серій експериментів з моделями, що представлені як деякий набір (комплексу) комп'ютерних програм. Порівняння характеристик моделюючого об'єкта здійснюється шляхом варіантних розрахунків. Особливістю є можливість багаторазового відтворення моделюючих процесів з наступною їх статистичною обробкою, що дозволяє враховувати випадкові зовнішні впливи на досліджуваний об'єкт. На основі, що набирається в ході комп'ютерних експериментів статистики робляться висновки на користь того чи іншого варіанта чи функціонування конструкції реального чи об'єкта сутності явища.

У ряді випадків формувати рішення за допомогою формальних методів не вдається – експерт повинен бути включений у процес прийняття рішення. Він стає активним компонентом інформаційної системи; деталізує проблему і модель, здійснює постановку спрямованого обчислювального експерименту на моделі, генерацію і ранжування альтернатив, вибір критеріїв для прийняття рішень, а також формує раціональний варіант керування за допомогою бази знань. Таким чином, імітаційне моделювання значно розширює можливості та ефективність роботи особи, що приймає рішення, надаючи їй зручний інструмент і засоби для досягнення поставлених цілей. Воно реалізує ітераційний характер розробки моделі системи, поетапний характер деталізації моделюючих підсистем, що дозволяє поступово збільшувати повноту оцінки прийнятих рішень у міру виявлення нових проблем і одержання нової інформації.

Отже, переваги системно-динамічного моделювання полягають у наступному: системно-динамічний підхід починається зі спроби зрозуміти ту систему причин, що породила проблему і продовжує підтримувати її. Для цього збираються необхідні дані з різних джерел, проводяться спеціальні кількісні дослідження. Після того як елементарний аналіз причин проблеми зроблений, формальна модель вважається побудованою. Спочатку вона представляється у виді логічних діаграм, що відбивають причинно-наслідкові зв'язки, що потім перетворяться в мережну модель, зображену графічними засобами системи “Vensim”. Потім ця мережна модель автоматично перетвориться в її математичний аналог – систему рівнянь, що зважується чисельними методами, вбудованими в систему моделювання. Отримане вирішення представляється у виді графіків і таблиць, що піддаються критичному аналізу. У результаті модель переглядається, потім знову аналізується і так дотих пір, поки вона не стане в достатній мірі відповідати реальній ситуації. Після того як модель побудована, у ній виділяються керовані параметри і вибираються такі значення цих параметрів, при яких проблема або знімається, або перестає бути критично важливою.

Таким чином, серед сучасних інформаційних технологій імітаційне моделювання здобуває у світових наукових дослідженнях і практичній діяльності вагоме значення. З його допомогою ефективно зважуються задачі широкої проблематики (проектування, а також моделювання і прогнозування розвитку системи).

Як метод моделювання житлової системи доцільно вибрати метод системної динаміки. Концепція системної динаміки дозволяє моделювати динамічні процеси на високому рівні агрегування. В основі методу лежить представлення функціонування динамічної системи, як сукупності потоків [1].

Розглянемо коротко загальний зміст технологічного підходу до побудови моделі. Розроблювана модель – це модель ресурсного типу: ресурси (трудові, фінансові, природні й ін.) вичерпуються і поповнюються. Стан економічної системи описується змінними (чисельність населення, виробничі фонди, житловий фонд та ін.). Зовнішні впливи й управлінські рішення визначають динаміку моделюючого об'єкта ( будівництво житла, ремонт житла тощо).

На підставі обробки знань експертів виявляються усі фактори, що діють у розглянутій системі, і причинно-наслідкові співвідношення між ними. За допомогою сучасних систем моделювання (таких, наприклад, як VENSIM) модель формується на ідеографічному рівні. Одержувані системні потокові діаграми є формою структуризації знань про функціонування об’єкта дослідження.

У блоках прийняття рішень на основі цієї інформації видаються керуючі впливи на різні види об'єктів. Моделі системної динаміки застосовуються разом з диференціальними рівняннями балансового типу, а також у сполученні з принципами і методами логістики, заснованими на оптимізації, керуванні, інтеграції потоків у складних системах.

**2.4 Вибір інструментального середовища моделювання**

Сучасні тенденції в області імітаційного моделювання пов'язані з розвитком проблемно-орієнтованих систем, створенням вбудованих засобів для інтеграції моделей у єдиний модельний комплекс. Технологічний рівень сучасних систем моделювання характеризується великим вибором базових концепцій формалізації і структуризації моделюючих систем, розвинутими графічними інтерфейсами й анімаційним висновком результатів. Імітаційні системи мають засоби для передачі інформації з баз даних та інших систем, чи мають доступ до процедурних мов, що дозволяє легко виконувати обчислення, зв'язані з плануванням факторних експериментів, автоматизованою оптимізацією тощо [27].

У якості домінуючих базових концепцій формалізації і структуризації в сучасних системах моделювання використовуються [27]:

* для дискретного моделювання – системи, засновані на описі процесів чи на мережних концептах - Extend, Arena, ProModel, Witness, Taylor, Gpss/H-Proof ;
* для систем, орієнтованих на неперервне моделювання – моделі і методи системної динаміки - Powersim, Vensim, Dynamo, Stella, Ithink ;

Причому, у могутніх системах з метою розширення їхньої функціональності присутні альтернативні концепції формалізації. Так, наприклад, у системах Powersim, Ithink вбудований апарат дискретного моделювання, і, навпаки, у системах Extend, ProcessModel реалізована підтримка, щоправда, досить слабка, безупинного моделювання.

Більшість систем моделювання мають зручний графічний інтерфейс, системні потокові чи діаграми, блок-схеми реалізуються на ідеографічному рівні, тобто малюються, параметри моделей визначаються через підменю.

У сучасних системах моделювання з'являється деякий інструментарій для створення стратифікованих моделей. Стратифікація систем, будучи загальним принципом системного моделювання, реалізується в технології імітаційного моделювання або шляхом деталізації, ітераційної процедури еволюції імітаційної моделі, або шляхом створення комплексу взаємозалежних моделей з розвинутими інформаційними зв'язками між моделями. Стратифіковані моделі являють собою машинно-орієнтовані поняття, що припускають конструювання баз даних і знань, над якими визначені обчислювальні процеси вирішення задач системного аналізу і прийняття рішення. Ряд програмних продуктів, такі як AUTOMOD, ProModel, TAYLOR, WITNESS і ін. підтримують інтеграцію моделей на основі створення вкладених структур. У системах Arena, Extend реалізований підхід до стратифікації, заснований на побудові ієрархічних багаторівневих структур. Найбільш перспективним є структурно-функціональний підхід, реалізований, наприклад, у системах моделювання Ithink, Rethink, що базується на методології структурного аналізу і проектування. При такій технології є можливість для реалізації декількох рівнів представлення моделей: високорівневе представлення у виді блок-схем, з використанням CASE- засобів, а на нижньому рівні моделі можуть відображатися, наприклад, потоковими схемами і діаграмами.

Нова методологія наукового дослідження в комп'ютерному моделюванні, що припускає організацію і проведення обчислювального експерименту на імітаційній моделі, вимагає серйозної математичної й інформаційної підтримки процесу системного моделювання, особливо в частині обчислювальних процедур, зв'язаних із плануванням експерименту, оптимізацією, організації роботи з великим обсягом даних у процедурах прийняття рішень. Перспективне створення систем моделювання з функціонально широкими, орієнтованими на специфіку імітаційного моделювання, блоками оптимізації (у цьому значенні показові системи WITNESS, TAYLOR). Інтеграція програмних систем, до речі, може здійснюватися і на інших рівнях, наприклад, імітаційне моделювання плюс логістики, що актуально, зокрема, при реалізації ресурсних моделей балансового типу. Технологічні характеристики сучасних систем моделювання наведені у додатку В.

У результаті порівняння сучасних систем моделювання зроблено наступні висновки:

Пакет Powersim 2.01 компанії Modell Data є кращим продуктом для безперервного моделювання .Його перевагами є:

* безліч убудованих функцій, що полегшують побудову моделі;
* підтримка багатокористувацьких моделей для колективної роботи;
* засоби обробки масивів спрощують створення моделей з подібними компонентами.

Крім цього даному продукту властиві недоліки:

* складна система позначень Systems Dynamics;
* обмежена підтримка дискретного моделювання;

Пакет Ithink 3.0.61 компанії High Performance Systems забезпечує створення неперервних і дискретних моделей.Основними його властивостями є:

* вбудовані блоки, що полегшують створення різних видів моделей;
* підтримка авторського моделювання, що спрощує користувачам зі слабкою технічною підготовкою застосування моделей;
* детальна навчальна програма і документація;
* розвинуті засоби аналізу чутливості, що забезпечують автоматичне багаторазове виконання моделі з різними вхідними даними;
* підтримка безлічі форматів вхідних даних;

Для даного програмного продукту властиві такі недоліки:

* складна система позначень Systems Dynamics;
* підтримка меншого числа функцій, чим у пакеті Powersim

Пакет Vensim 5.0 PLE компанії Vensim Co. є найдешевшим з розглянутих продуктів і підтримує безперервне моделювання (методи системної динаміки). У Vensim є можливість зберігання великих наборів даних і можливість заміни вхідних змінних перед кожним початком моделювання. Можна створювати зовнішні дані в текстових редакторах чи імпортувати (експортувати) значення великоформатної таблиці і бази даних. Головні переваги цього продукту наступні:

* побудова причинно - наслідкових діаграм;
* побудова потокових діаграм та побудова залежностей у вигляді дерева;
* створення документації до моделі;
* виявлення циклів взаємозв'язку;
* наявність редактора виражень;
* наявність вбудованих функцій і перевірка одиниць виміру;
* перевірка діаграми та можливість проведення експерименту;
* побудова графіків, які дозволяють визначити чуттєвість до вимірюваних параметрів;
* генерація табличних звітів та можливість порівняння результатів експериментів.
* простий графічний інтерфейс, націлений на професіоналів;
* безліч вбудованих функцій і можливостей, що полегшують створення моделі;
* гнучкі засоби аналізу чутливості;
* інтеграція з іншими додаткам через механізм DLL;

Єдиним недоліком даного продукту є невелика кількість вбудованих математичних функцій у версії PLE. Таким чином, як середовище моделювання для розробки моделі був обраний пакет Vensim 5.0 PLE, тому що він підтримує методи системної динаміки, а також має безліч вбудованих функцій і можливостей, яких цілком достатньо для реалізації проектованого комплексу моделей.

**3. РОЗРОБКА І ЗАСТОСУВАННЯ КОМП’ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОЇ СФЕРИ**

**3.1 Формулювання і опис модельованої системи**

Розробляється імітаційна модель, яка входить в систему прогнозування стану житлового фонду міста, що забезпечуватиме процес підтримки прийняття рішень у цій сфері на муніципальному рівні.

Об'єктом моделювання є житлово-комунальна сфера, що включає галузь житлово-комунального господарства і процеси між учасниками взаємодії (органи місцевого самоврядування, підприємства, населення) з приводу житлового фонду. Модель повинна враховувати найважливіші чинники і процеси досліджуваного об’єкта, бути адекватною, дозволяти відстежувати динаміку зміни будь-якого показника у часі. Прогнозування повинно здійснюватися на період до 10 років з кроком моделювання 1 рік.

Цілями моделювання є:

* оцінка і прогноз стану житлового фонду міста при збереженні поточних умов у галузі;
* аналіз функціонування житлово-комунального господарства — визначення можливих шляхів впливу на ситуацію (підбір потенційних регуляторів);
* порівняння різних варіантів розвитку житлового фонду міста, зумовлених альтернативними управлінськими рішеннями (вибір між декількома регуляторами);
* планування бюджетних витрат в частині житлового фонду з метою підвищення забезпеченості населення житлом.

При аналізі досліджуваного об’єкта були виділені наступні чинники і процеси, які необхідно врахувати при моделюванні:

* формування прибуткової і видаткової частини бюджету. Витрати місцевого бюджету на житловий фонд (витрати на утримання, капремонт і будівництво);
* еволюція житлового фонду (будівництво нових об'єктів, знос об'єктів);
* виділення категорії елітного житла в загальному об'ємі житлового фонду міста;
* продаж житлового фонду у власність громадян і підприємств шляхом
* населення (міграція, народжуваність і смертність населення);
* активність будівельних і обслуговуючих підприємств;
* інвестиційні процеси при будівництві житлового фонду;
* динаміка грошових доходів населення. Населення повинно розглядатися як сукупність сімей;
* доступність придбання житла для сім'ї;
* умови проживання;
* дотації з бюджетів всіх рівнів підприємствам ЖКХ на покриття збитків;
* рівень неплатежів населення;
* обмеженість вільної для забудови землі;
* диференціація житлового фонду за формою власності.

Імітаційна модель, що розробляється, повинна допомагати вирішувати наступні задачі:

* оцінка стану житлового фонду з деталізацією по ступені зносу;
* оцінка стану житлового фонду з деталізацією по категорії: елітне житло, просте житло;
* оцінка стану житлового фонду з деталізацією за формою власності;
* прогнозування забезпеченості населення житлом з урахуванням доступності придбання житла і умов проживання;
* оцінка доступності придбання житла;
* планування витратної частини місцевого бюджету на житловий фонд;

Відповідно до поставлених цілей і задач у розроблюваній моделі виділяються наступні підсистеми:

* Бюджет;
* Підприємства;
* Житловий фонд та інфраструктура;
* Населення.

До підсистеми «Підприємства» відносяться комерційні юридичні особи, приватні підприємці, муніципальні і державні підприємства і організації. При моделюванні будуть детальніше розглянуті будівельні підприємства, що мають безпосереднє відношення до зведення нового житлового фонду, а також інвестиційні процеси у будівництві.

До підсистеми «Житловий фонд» відносяться всі будівлі, придатні для постійного проживання громадян. При моделюванні ця підсистема деталізована на декілька підсистем для обліку чинників старіння житлового фонду і переходу муніципального житлового фонду в приватну власність громадян і підприємств шляхом його продажу і приватизації. Підсистема житловий фонд також включає інфраструктуру, а саме комунальне господарство. Це необхідно, оскільки від цього напряму залежить якість житлових умов для населення.

До підсистеми «Населення» відносяться жителі міста, які постійно в ньому проживають. Населення є головним споживачем житлового фонду, для якого він і створюється. Населення може бути інвестором при будівництві житла. Ці підсистеми взаємозв'язані між собою і впливають один на одного таким чином, як показано на рисунку 3.1:



Рисунок 3.1- Взаємозв'язок підсистем моделі

До бюджету здійснюються податкові і неподаткові надходження від населення, підприємств і житлового фонду. Бюджетні кошти використовуються на соціальне забезпечення населення, на утримання і розвиток житлового фонду. Населення проживає в житловому фонді, створює попит на послуги і продукцію підприємств, купляє у власність об'єкти житлового фонду Підприємства надають послуги населенню, будують новий житловий фонд, обслуговують населення і житловий фонд, купляють об'єкти житлового фонду.

Головним індикатором ефективності функціонування галузі, з погляду населення, пропонується розрахувати забезпеченість населення доступним і якісним житлом. Основу для розрахунку даного показника складає показник «Номінальна забезпеченість населення житлом», скоректований з урахуванням індексу доступності придбання житла та індексу умов проживання. Поняття доступності житла включає можливість придбання житла і проживання в ньому з боку населення, враховуючи рівень їх доходів. При цьому населення розглядається як сукупність сімей і враховується сукупний сімейний дохід, а не дохід в середньому на одну людину. По рівню сімейних доходів населення ділиться на групи.

Поняття якості житла включає якість житлового фонду та інфраструктури. На якість житлового фонду та інфраструктури дуже сильно впливає знос. Зношеність житлового фонду зменшується в результаті поточного і капітального ремонту, а також в результаті застосування нових будівельних технологій і матеріалів.

Велику групу важливих індикаторів складають показники по житловому фонду. Зокрема загальна площа житлового фонду в місті, площа житлового фонду з деталізацією по ступені зносу і категорії житла, частка кожного виду житлового фонду в загальному житловому фонді міста, темпи будівництва, капремонту і зносу зношеного житла, частка покриття необхідних витрат на утримання житлового фонду.

При аналізі проблемної області були виявлені наступні причинно-наслідкові зв’язки між змінними моделі:

* збільшення витрат на будівництво житлового фонду збільшує число підприємств підсистеми «Будівництво» і активізує діяльність існуючих підприємств цієї сфери;
* збільшення площі житлового фонду збільшує забезпеченість населення житлом;
* виділення коштів на утримання житлового фонду уповільнює знос житлового фонду;
* збільшення середнього зносу житлового фонду погіршує умови проживання;
* виділення коштів на капітальний ремонт і реконструкцію сприяє перетворенню зношених будівель в нормальні;
* збільшення числа підприємств і чисельності населення збільшує надходження податків до муніципального бюджету;
* продаж муніципального житлового фонду населенню і підприємствам дає додаткові надходження до місцевого бюджету;
* зниження реальних надходжень від квартплати збільшує збитковість галузі та ін.

На основі діаграми причинно-наслідкових зв’язків розроблено системні потокові діаграми.Розроблений модельний комплекс включає дві моделі: агреговану модель і детальну модель житлово-комунальної сфери.

Системні потокові діаграми комплексу імітаційних моделей житлово-комунальної сфери, реалізовані в середовищі vensim 5.0 ple. Системні потокові діаграми агрегованої моделі житлово-комунальної сфери наведені у Додатку Г. Агрегована модель складається з наступних основних підсистем:

* Бюджет
* Житловий фонд з деталізацією по ступеню зносу і формі власності
* Населення
* Підприємства
* Вільна земля

Дана модель дозволяє вирішувати задачі планування витратної частини бюджету, планування бюджетних коштів в частині житлового фонду, оцінки надходжень від населення за квартплату, оцінки демографічної ситуації, прогнозування активності будівельних і обслуговуючих підприємств, аналізу стану житлового фонду з деталізацією по ступені зносу і власності, прогнозування забезпеченості населення житлом.

Побудований новий житловий фонд поступово зношується і переходить в категорію «нормальний», а потім «зношений». В результаті капремонту зношений житловий фонд переходить назад в категорію «нормальний». Виділення коштів на утримання уповільнює процес зносу житлового фонду.

Забезпеченість населення житлом визначається виходячи із загальної умовної площі житлового фонду, розрахованої з урахуванням зносу. При цьому площі нормального і зношеного житлового фонду включаються в загальну площу з ваговими коефіцієнтами. Забезпеченість населення житлом у даній моделі є головним індикатором функціонування галузі. Але при прийнятті рішень необхідно враховувати і інші соціально-економічні показники: стан бюджету, активність підприємств, чисельність населення та ін.

Системні потокові діаграми підсистеми «Житловий фонд по ступеню зносу» наведені у Додатку Д. У даній підсистемі виділено три рівні: новий, нормальний і зношений житловий фонд. Новий житловий фонд утворюється в результаті будівництва. Динамічний процес зносу переводить його в категорію нормальний і зношений. Стан зношеного житлового фонду зменшується в результаті зносу. Зношений житловий фонд може стати нормальним, якщо для нього зробити капітальний ремонт.

Будь-яке будівництво житлового фонду повинно бути профінансоване. Витрати на будівництво житлового фонду складаються з бюджетних і позабюджетних витрат. Такий же принцип діє для всіх витрат на утримання і капітальний ремонт. Об'єм побудованого житла (темп будівництва) визначається виходячи із загальних витрат на будівництво і вартості будівництва 1 кв м.

Виділення коштів на утримання дозволяє уповільнити темпи зносу нового і нормального житлового фонду. У модель вводиться середня вартість утримання 1 кв м в рік для нового, нормального і зношеного житлового фонду. Помноживши цю вартість на кількість кв м житла у місті ми отримаємо необхідні витрати на утримання житлового фонду. Потім визначається частка покриття необхідних витрат і пропорційно їй регулюється знос житлового фонду. Тобто чим більша частка покриття необхідних витрат, тим менше зношується житловий фонд. У цьому ж фрагменті підраховується середній знос житлового фонду по місту, яке потім використовується при оцінці умов проживання.

Системні потокові діаграми підсистеми «Житловий фонд по категорії» наведені у Додатку Е. У даній підсистемі виділено два рівні: елітне житло і просте житло. Житло кожної категорії виникає в результаті будівництва. Крім того, елітне житло з часом переходить в просте. Цей перехід відбувається в результаті морального і фізичного зносу. Будівництво житла кожної категорії повинно бути профінансоване.

Системні потокові діаграми підсистеми «Інфраструктура» наведені у Додатку Ж. Центральною ланкою підсистеми є рівень основних фондів для вироблення певного ресурсу або надання певної послуги. Рівень «інфраструктура» відображає число одиниць устаткування середньої потужності для вироблення ресурсу. Збільшення числа одиниць устаткування відбувається в результаті будівництва нових фондів і капітального ремонту зношених одиниць устаткування. Виділення коштів на утримання інфраструктури дозволяє уповільнити темп його списання в результаті фізичного зносу. Даний фрагмент моделі дозволяє одержати показник «індекс забезпеченості ресурсом», який потім використовується при оцінці умов проживання.

Системні потокові діаграми підсистеми «Підприємства» зображені у Додатку И. Дана підсистема показує чисельність активних підприємств в місті. Активними підприємствами вважаються ті, які не тільки числяться в реєстрі реєстраційної палати, але і реально працюють: виконують замовлення, обслуговують населення. Виділяються наступні види підприємств: будівельні, обслуговуючі і інші. Чисельність підприємств оцінюється в умовних «підприємствах середньої потужності». Наприклад, якщо в місті є велика будівельна фірма, то в моделі вона відображається як декілька будівельних фірм середньої потужності.

Системні потокові діаграми підсистеми «Населення» зображені у Додатку К. Центральною ланкою даної підсистеми є рівень «населення», що відображає чисельність населення. Динаміка збільшення чисельності населення визначається процесами народження та імміграції. Зменшення населення відбувається в результаті смертності та еміграції. Даний фрагмент моделі показує чисельність населення з деталізацією по класу: багаті, бідні і середній клас.

Системні потокові діаграми підсистеми «Квартплата і доходи населення» наведені у Додатку Л. Виходячи з середньої номінальної квартплати в рік з урахуванням рівня неплатежів визначається реальна оплата квартплати населенням. Мається на увазі, що багаті платять за житло повністю.

Системні потокові діаграми підсистеми «Доступність придбання житла»представлені у Додатку М. Доступність придбання житла оцінюється тільки для бідних сімей і сімей середнього класу. Мається на увазі, що багаті подбають про себе самі.

Частина річного доходу сім'ї йде на накопичення на житло. Виходячи з середньої вартості квартири відповідної категорії можна визначити число років, необхідних для придбання квартири. Відношення цього числа років і нормативу дозволяє одержати індекс доступності придбання житла, який потім використовується для оцінки забезпеченості населення якісним і доступним житлом.

Системні потокові діаграми підсистеми «Забезпеченість населення житлом» представлені у Додатку Н. Забезпеченість населення житлом оцінюється тільки для бідних і середнього класу. Це дозволить одержати наближену до дійсності картину забезпеченості населення житлом.

Існує поняття «номінальна забезпеченість населення житлом», яка є відношенням загальної площі житлового фонду на чисельність населення. Як головний індикатор пропонується ввести показник «забезпеченості населення якісним і доступним житлом», розраховану з урахуванням умов мешкання і індексом доступності придбання житла.

Відношення номінальної забезпеченості житлом і потреби в житлі, розрахованої з урахуванням нормативу житлової площі на душу населення, дозволяє оцінити ступінь задоволеності потреби населення в житлі.

Параметризація імітаційної моделі полягає у складанні рівнянь темпів, структура яких описана інформаційною мережею потокової діаграми. Складання рівнянь темпів моделі системної динаміки є процесом перекладу вербальних описів взаємозалежностей чинників модельованої області на мову чітких кількісних співвідношень.

У даній роботі для складання рівнянь темпів імітаційної моделі і визначення функціональних залежностей допоміжних змінних був використаний певний методичний прийом, широко використовуваний при розробці рівнянь темпів моделей системної динаміки. Він полягає у завданні виробляючої функції темпу у вигляді «нормального темпу» і коректуючих множників, що визначають його залежність від змінних стану (рівнів) моделі і допоміжних змінних (чинників).

Використовування описаної форми рівнянь темпів забезпечує наочність і простоту їх змістовної інтерпретації, є зручним засобом для експертної оцінки інформації про аспекти причинних зв'язків компонентних процесів модельованих систем, що найважче формалізуються. Нижче приведені функціональні співвідношення для найскладніших змінних моделі.

Найважливішим у моделі є показник ”Забезпеченість населення якісним і доступним житлом”. Даний показник є суперкритерієм, що визначається за трьома важливими показниками: номінальна забезпеченість населення житлом, індекс доступності придбання житла і індекс умов мешкання. Функціональне співвідношення для даного показника виглядає таким чином:



*,*(3.1)



де *ZNKDG* — забезпеченість населення якісним і доступним житлом;

*NZNG* — номінальна забезпеченість населення житлом;

*IDPG* — індекс доступності придбання житла;

*ZDPG* — значущість доступності для забезпеченості населення якісним і доступним житлом;

*IUP* — індекс умов проживання;

*ZUР* — значущість умов мешкання для забезпеченості населення якісним і доступним житлом;

Таким чином, критерій «забезпеченість населення якісним і доступним житлом» є основою номінальної забезпеченості населення житлом на коректуючий коефіцієнт, що відображає доступність придбання житла і умови проживання. Цей коректуючий коефіцієнт є середньозважений від індексу доступності придбання житла і індексу умов проживання, причому вагами виступають значущість кожного чинника для забезпеченості населення якісним і доступним житлом.

Індекс доступності придбання житла є кількісним виразом доступності придбання житла для населення. Функціональне співвідношення для даного показника виглядає таким чином:

,(3.2)



де *IDPG* — індекс доступності придбання житла;

*DPGS* — індекс доступності придбання житла для середнього класу;

*KSS* — кількість сімей середнього класу;

*IDPGB* — індекс доступності придбання житла для бідних сімей;

*KBS*— кількість бідних сімей;

Таким чином, індекс доступності придбання житла є арифметичною середньозваженою з індексів доступності придбання житла для бідних сімей і сімей середнього класу, причому як ваги виступає кількість сімей відповідного класу.

Приведемо функціональне співвідношення для індексу доступності придбання житла для бідних сімей:

,(3.3)



де *IDPGB* — індекс доступності придбання житла для бідних сімей;

*NR* — норматив числа років, необхідних для придбання житла для сім'ї;

*SCKB* — середня ціна квартири для бідних;

*SVRDB* — середній власний річний дохід бідної сім'ї;

*DNGB* — частка накопичень на житло для бідної сім'ї в рік від власного доходу сім'ї;

Таким чином, даний показник є відношенням нормативного числа років і фактичного числа років, необхідного для придбання житла для сім'ї. Фактичне число років розраховується як відношення середньої ринкової ціни квартири для бідних і засобів бідної сім'ї на придбання житла за 1 рік. Об'єм даних засобів є певною часткою власного річного доходу сім'ї, яку сім'я може дозволити собі відкласти на покупку житла, і суми коштів, що виділяються з бюджету через механізм субсидій на придбання житла.

Функціональне співвідношення показника рівня неплатежів виглядає таким чином:

,(3.4)



де *RN* — рівень неплатежів

*NRN* — нормальний рівень неплатежів

*ZDK*— значущість частки квартплати для рівня неплатежів

*DK*— частка квартплати в доході сім'ї

*NDK* — норматив частки квартплати в доході сім'ї;

При оцінці умов проживання важливе значення має показник “Індекс забезпеченості ресурсом”, який обчислюється за наступною формулою:

,(3.5)



де *IZR* — індекс забезпеченості ресурсом;

*VROU* — вироблення ресурсу в рік на одиницю устаткування середньої потужності;

*KOU* — кількість одиниць устаткування середньої потужності;

*KN*— чисельність населення;

*PRDN* — потреба в ресурсі на душу населення в рік;

Знос нормального житлового фонду розраховується на основі нормального темпу зносу житлового фонду, площі житла цього виду (нормального) та частки покриття витрат на утримання нормального житлового фонду за наступною формулою:

,(3.6)



де *ZNGF* — знос нормального житлового фонду (м2/рік);

*PNGF*— площа нормального житлового фонду;

*NTZGF* — нормальний темп зносу житлового фонду;

*DPVU*— частка покриття необхідних витрат на утримання нормального житлового фонду;

Таким чином, знос нормального житлового фонду розраховується як площа нормального житлового фонду, помножена на нормальний темп зносу житлового фонду і скоректована з урахуванням частки покриття необхідних витрат на утримання нормального житлового фонду. Якщо частка покриття необхідних витрат на утримання більше 1, значить відбувається уповільнення зносу, якщо менше 1, то прискорення зносу житлового фонду.

Аналогічно розраховується знос зношеного житлового фонду

*,*(3.7)



де *ZZGF* — знос зношеного житлового фонду (м2/рік);

*PZGF*— площа зношеного житлового фонду;

*NTZGF* — нормальний темп зносу житлового фонду;

*DPVU*— частка покриття необхідних витрат на утримання зношеного житлового фонду;

Повний перелік функціональних залежностей моделі приведений у Додатку П в тексті програми-імітатора, сформованому засобами середовища моделювання Vensim 5.0.PLE.

**3.2 Програмна реалізація і дослідження імітаційної моделі**

Імітаційна модель житлово-комунального господарства реалізована у програмному середовищі Vensim 5.0 PLE. Лістинг програми - імітатора наведено у Додатку П. В ньому представлені блоки найбільш важливих показників моделі. Прогнозовані розрахунки здійснюються покроково (на1, 2, 5, 10 р.) з врахуванням фактора часу та нормативних та фактичних (поточних) показників. Так, наприклад, частка витрат на житловий фонд у рік у програмі-імітаторі виглядає наступним чином:

(004) Частка витрат на ЖФ в рік = WITH LOOKUP (час,([(0,0)-(10,1)],(0,0.15),(5,0.15),(10,0.15)))

Units: Dmnl/рік

В дужках вказується фактор, з врахуванням якого проводиться прогноз(час), роки, на які визначаються прогнозовані значення, норми та значення показників. Одночасно визначаються і одиниці вимірювання показників. Таким чином, показники “Доступність придбання житла”і “Забезпеченість населення якісним та доступним житлом” програмно представляються:

(016) Доступність придбання житла = ("Доступність придбання житла для сімей сер класу "\*Кількість сімей сер класу +" Доступність придбання житла для бідних сімей"\* Кількість бідних сімей)/( Кількість бідних сімей + Кількість сімей сер класу) Units: Dmnl

(035) Забезпеченість населення якісним і доступним житлом = "Номін. забезпеченість населення житлом "\*(SQRT((1+Доступність придбання житла)^ Значимість доступності для забезпеченості населення якісним та доступним житлом \*(1+Умови проживання)^ Значимість умов проживання для забезпеченості населення якісним та доступнимжитлом)-1)

Units: м2/чол.

При реалізації моделі обов'язково вказується поточний рік, частота отримання даних, часовий крок моделювання (прогнозування):

(051) SAVEPER = 1

Units: рік [0,?]

The frequency with which output is stored.

(052) TIME STEP = 1

Units: рік [0,?]

The time step for the simulation.

Слід зазначити, що модельний комплекс не призначений для взаємодії з користувачем безпосередньо, хоч така взаємодія можлива. Для установки моделювання необхідний комп'ютер Pentium75 чи вище з 16М оперативної пам'яті і 30М на жосткому диску з вставленою операційною системою Windows 95 і вище. При цьому операційна система повинна бути запущена в режимі адміністратора.

Для установки середовища моделювання необхідно вибрати пункт меню Model => Setting. У вікні, що відкрилося (дивись додаток Р), на вкладці Time Bounds в полі Final Time треба ввести число років, на які здійснюється моделювання і прогнозування. Тоді необхідно нажати ОК.

Для вводу вихідних даних необхідно нажати на панелі інструментів кнопку ”Equations”. Тоді необхідно клацнути на змінній, призначеній для вводу даних. Обов'язково потрібно вказати початкові значення рівнів (в полі Initial Level). Рівнями є змінні в прямокутниках.В текстове поле на паналі інструментів потрібно вказати ім'я файла для накопичення статистики прогнозу.

Імітація здійснюється натисканням кнопки “Run a Simulation” на панелі інструментів. Зібрана статистика по прогнозу записується у вказаний файл. Після проведення різних прогнозів можна порівнювати результати при різних вхідних даних. У системі передбачено біля 100 готових звітів по результатах прогнозування. Звіти охоплюють практично всі важливі показники розвитку житлового фонду. Для виклику звіту необхідно нажати на панелі інструментів кнопку “Control Panel”, вибрати вкладку “Graphs” і тоді два рази нажати на потрібному звіті.

Дослідимо імітаційну модель. Для підвищення рівня довіри до результатів моделювання були проведені оцінки чутливості і формальні процедури верифікації. На імітаційній моделі проведено аналіз чутливості по наступних системних регуляторах:

* частка розподілу бюджетних коштів на будівництво, капремонт і утримання житлового фонду;
* частка елітного житла в загальних об'ємах будівництва**;**
* частка побудованого простого житла для продажу;
* норматив числа років, необхідного для придбання житла та інших регуляторів.

Для прикладу покажемо, як проводився аналіз чутливості від зміни часток розподілу бюджетних коштів на житловий фонд. Функцією відгуку при аналізі чутливості був показник «доступність придбання житла» спостережуваний на кінцевий момент періоду моделювання.

У таблиці 3.1 приведені початкові дані для двох експериментів. У експерименті №2 в порівнянні з експериментом №1 збільшена частка бюджетних коштів, що виділяються на будівництво житлового фонду і зменшена частка на капітальний ремонт зношеного житлового фонду.

Таблиця 3.1- Початкові дані для аналізу чутливості по регулятору №1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Частка бюджетних коштів,  що виділяються на будівництво | | | Частка бюджетних коштів,що виділяються на капремонт | | |
| На момент часу | 0 | 5 | 10 | 0 | 5 | 10 |
| Експеримент №1 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| Експеримент №2 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

На рисунку 3.1 приведений графік зміни функції відгуку при різних початкових даних:

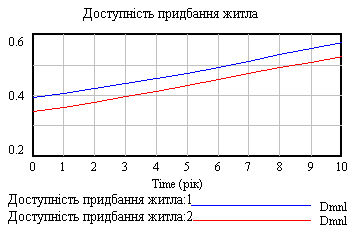


Рисунок 3.1 - Динаміка доступності житла при двох експериментах

Значення функції відгуку за наслідками двох експериментів відрізняються. Така розбіжність для доступності придбання населення житла є значною, внаслідок чого був зроблений висновок про те, що по даних чинниках модель є чутливою. Аналогічним чином був проведений аналіз чутливості по інших чинниках. Процедури верифікації проводяться для правильності структури моделі і взаємозв'язків між її компонентами. В ході проведення формальних процедур верифікації були перевірені наступні логічні взаємозв'язки для підтвердження вірності логічної структури імітаційної моделі:

* при збільшенні засобів на будівництво житлового фонду збільшується темп будівництва житла і збільшується частка нового житлового фонду;
* при збільшенні засобів на капремонт житлового фонду збільшується темп капітального ремонту, зменшується частка зношеного житлового фонду і збільшується частка нормального житлового фонду;
* при збільшенні коштів на утримання житлового фонду сповільнюється його знос;
* при збільшенні витрат на будівництво або капремонт інфраструктури збільшується кількість одиниць устаткування інфраструктури;
* при збільшенні чисельності населення зменшується індекс забезпеченості населення ресурсом.;
* при збільшенні середньої ціни квартири зменшується доступність придбання житла;
* при збільшенні площі житлового фонду збільшується номінальна забезпеченість населення житлом;
* при збільшенні середнього зносу житлового фонду зменшується індекс умов проживання;
* при збільшенні доступності придбання житла збільшується забезпеченість населення якісним і доступним житлом

**3.3 Обчислювальний експеримент з моделлю**

Обчислювальний експеримент – цілеспрямоване дослідження моделі з метою отримання інформації, необхідної для прийняття рішення. Його зміст визначається на основі попереднього аналітичного аналізу, а одержані результати обробляються з використанням різних математичних методів і обчислювальних процедур з метою встановлення їх достовірності та їх обґрунтування [24].

Метою обчислювального експерименту є прогнозування поведінки міської системи при різних стратегіях фінансування. Необхідно детально розглянути приведені нижче стратегії і дати рекомендації по вибору найкращого варіанту.

Стратегії розподілу бюджетних коштів, виділених на житловий фонд, по різних напрямах приведені в таблиці 3.2:

Таблиця 3.2 - Стратегії розподілу бюджетних коштів

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стратегія | Частка засобів  на будівництво | | | Частка засобів  на капремонт | | | Частка коштів  на утримання | | | |
| час, г | 0 | 5 | 10 | 0 | 5 | 10 | | 0 | 5 | 10 | |
| №1. Інтенсивне будівництво | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | |
| №2. Інтенсивний капремонт | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | |
| №3. Будуємо і ремонтуємо | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | | 0.2 | 0.2 | 0.2 | |

Основним критерієм ефективності функціонування житлово-комунального господарства вважається «Забезпеченість населення житлом». Але покладатися тільки на цей показник при прийнятті рішень було б важко і не завжди вірно. Необхідно обов'язково враховувати динаміку інших показників: бюджет, населення, житловий фонд, темпи будівництва і капремонту, підприємства. Всі показники потрібно спостерігати впродовж всього періоду моделювання, а не тільки на кінцевий момент часу.

Стратегія №1 «Інтенсивне будівництво» може виявитися найважливішою стратегією, якщо вимагається підвищити забезпеченість населення житлом. Таку стратегію можна рекомендувати місту, в якому гостро стоїть проблема житла і у яких є економічні передумови до реалізації даної стратегії (наприклад, сприятливий інвестиційний клімат).

Слід мати увазі, що в деяких випадках стратегія інтенсивного будівництва може тільки посилити проблему. Через деякий час місту доведеться ремонтувати вже побудований житловий фонд. Кожен побудований будинок збільшує навантаження на бюджет міста і бюджети інших рівнів влади. Це може привести до значного бюджетного дефіциту і різкого зростання тарифів на житло для населення.

Стратегія №2 «Інтенсивний капремонт» може виявитися найважливішою стратегією, якщо в місті існує велика частка зношеного житлового фонду. У цій ситуації слід звернути увагу на можливість капітального ремонту зношеного житла. Це дозволить поліпшити житлові умови громадян з хорошою перспективою для бюджету міста. Така стратегія не збільшує або збільшує трохи забезпеченість населення житлом.

Стратегія №3 «Будуємо і ремонтуємо» є комбінацією перших двох стратегій. Її можна рекомендувати тоді, коли потрібно підвищити забезпеченість населення житлом до певного рівня, а потім можна перерозподілити засоби і зайнятися ремонтом зношеного житла.

При проведенні експериментального дослідження як початкові дані використані дані по місту Тернополі, використані, які наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Початкові дані для моделювання

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показник | Початкове значення (умовні одиниці) | Одиниці виміру | Коефіцієнт перерахунку в реальні одиниці |
| Населення | 237.8 тис. | чол | 10 |
| Народжуваність | 0.152 | - | 1 |
| Смертність | 0.163 | - | 1 |
| Сальдо міграції | 2 тис. | чол. | 10 |
| Середній розмір сім'ї | 2.75 | чол. | 1 |
| Житловий фонд | 2.98 млн. | кв м | 10 |
| житловий фонд по зносу: |  |  |  |
| в т.ч. житловий фонд новий | 0.63 млн. | кв м | 10 |
| в т.ч. житловий фонд нормальний | 0.98 млн. | кв м | 10 |
| в т.ч. житловий фонд зношений | 1.37 млн. | кв м | 10 |
| житловий фонд по категорії: |  |  |  |
| в т.ч. елітне житло | 0.61млн | кв. м | 10 |
| в т.ч. просте житло | 2.37 млн. | кв м | 10 |
| Підприємства | 34 | шт | 10 |
| Будівельні підприємства | 16 | шт | 10 |
| Обслуговуючі підприємства | 18 | шт | 10 |
| Інфраструктура | 15 | шт | 10 |

Решта початкових даних приведена в тексті програми-імітатора, у додатку П.

Після проведення експериментів на імітаційній моделі були одержані наступні результати. Темпи будівництва житлового фонду при 3 стратегіях приведені на рисунку 3.2:

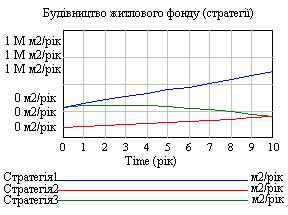


Рисунок 3.2 - Темпи будівництва житлового фонду при 3 стратегіях

З цих графіків чітко видно різний вплив трьох стратегій на темпи будівництва житла:

Стратегія №1 «Інтенсивне будівництво» (верхня лінія) характеризується значним збільшенням об'ємів будівництва.

Стратегія №2 «Інтенсивний капремонт» (нижня лінія) характеризується тим, що. об'єм побудованого житла росте, але не так значно.

Стратегія №3 «Будуємо і ремонтуємо» (середня лінія) займає проміжне положення між першими двома стратегіями. Об'єм побудованого житла поступово зменшується, починаючи з великих величин.

Головним критерієм функціонування галузі при вирішенні даної задачі вважається показник «Забезпеченість населення житлом», динаміка якого приведена нижче на рисунку 3.3:

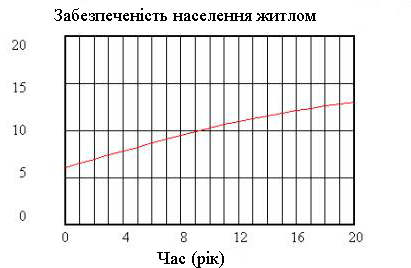


Рисунок 3.3 - Динаміка забезпеченості населення житлом

З приведеного графіка забезпеченості населення житлом видно, що стратегії дуже схожі між собою, якщо судити по динаміці тільки цього показника. Тому питання про найраціональнішу стратегію залишається відкритим. Опиратися тільки на цей показник при прийнятті рішень було б необгрунтовано. Необхідно взяти до уваги динаміку інших показників, щоб добитися ефективного функціонування галузі.

Оскільки для вирішення поставленої задачі досить критерію «Номінальна забезпеченість населення житлом», то він і застосовуватиметься надалі.

Поставлена задача досягти забезпеченості населення житлом 20 м2/чол. З приведеної нижче таблиці 3.4 видно, що такої забезпеченості населення житлом у місті Тернополі можна досягти, застосовуючи стратегію №1 «Інтенсивне будівництво» або стратегію №3 «Будуємо і ремонтуємо». Такий рівень забезпеченості житлом при цих стратегіях відбудеться через 7 років.

Таблиця 3.4 - Динаміка забезпеченості населення житлом

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рік | Стратегія1 | Стратегія2 | Стратегія3 |
| 0 | 12.55 | 12.55 | 12.55 |
| 1 | 13.88 | 13.62 | 13.88 |
| 2 | 15.23 | 14.17 | 15.18 |
| 3 | 16.60 | 14.82 | 16.54 |
| 4 | 17.98 | 15.16 | 17.84 |
| 5 | 18.37 | 15.86 | 18.33 |
| 6 | 19.76 | 16.32 | 19.74 |
| 7 | 20.18 | 16.74 | 20.14 |
| 8 | 21.61 | 17.16 | 21.59 |
| 9 | 22.07 | 17.79 | 22.05 |
| 10 | 22.55 | 18.22 | 22.53 |

Досягнувши заданої забезпеченості населення житлом, можна перерозподілити засоби на капремонт зношеного житла, тому стратегія №3 є найбільш вигідною. Тому вона рекомендується як базова стратегія. Необхідно обов'язково подивитися на динаміку інших показників при стратегії №3.

Графіки, що відображають структуру показників по житловому фонду, приведені на наступних рисунках:

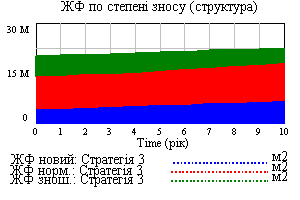


Рисунок 3.4 – Житловий фонд по степені зносу (структура)

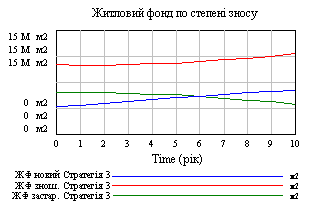


Рисунок 3.5 – Житловий фонд по степені зносу

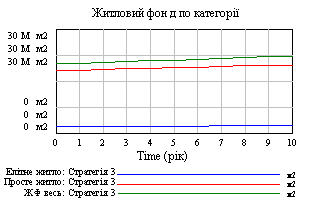


Рисунок 3.6 – Житловий фонд по категорії

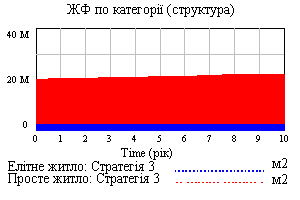


Рисунок 3.7 -. Житловий фонд по категорії (структура)

З графіків видно, що при стратегії №3 «Будуємо і ремонтуємо» об'єм нормального житлового фонду спочатку залишається постійним, а потім починає помітно рости за рахунок капітального ремонту зношеного житла. Об'єм нового житла рівномірно росте із збереженням своєї частки в загальній площі житлового фонду. Темпи будівництва нового житла рівномірно знижуються.

На рисунку 3.8 і 3.9 приведені вихідні дані по бюджету при стратегії №3 «Будуємо і ремонтуємо»:

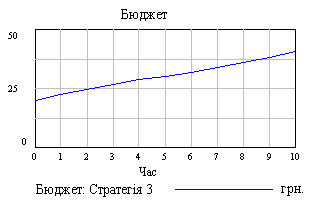


Рисунок 3.8 - Показник бюджету (стратегія №3)

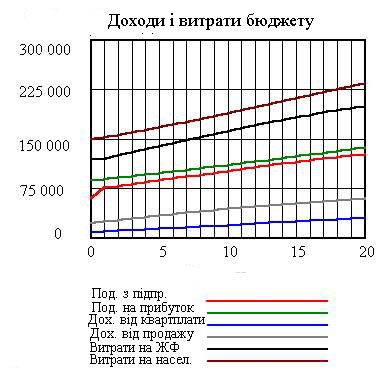


Рисунок 3.9 – Доходи і витрати бюджету при стратегії 3.

З цих графіків видно, що за прогнозами за 10 років бюджет міста виросте приблизно в 2 рази. Велику частину доходів до бюджету від продажу житлового фонду складають доходи від продажу простого житла, але в структурі загальних доходів бюджету, доходи від продажу житла складають не дуже велику частину.

На рисунку 3.10 приведені відомості по обслуговуючих підприємствах при стратегії №3 «Будуємо і ремонтуємо»:

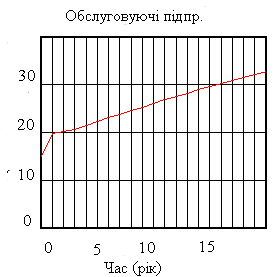


Рисунок 3.10 - Вихідні дані по обслуговуючих підприємствах

Як видно з графіка, кількість обслуговуючих підприємств при стратегії “Будуємо і ремонтуємо” в перші 5 років стрімко росте. Це пояснюється браком обслуговуючих підприємств на даний час. У наступні 10 років кількість цих підприємств збільшується поступово.

Будівельні підприємства складають незначну частку в загальній кількості підприємств міста. Динаміка будівельних підприємств при стратегії “Будуємо і ремонтуємо” представлена на рисунку 3.11 :

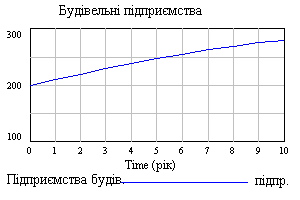


Рисунок 3.11 - Динаміка будівельних підприємств (стратегія 3)

Щоб визначити в якій мірі місто забезпечене будівельними підприємствами, розглянемо рисунок 3.12, який характеризує частку задоволення потреб у будівельних підприємствах.

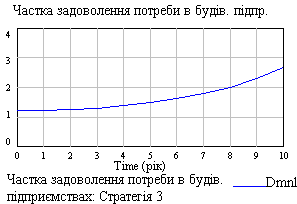


Рисунок 3.12 – Частка задоволення потреби в будівельних підприємствах

З цих графіків видно, що кількість будівельних підприємств росте, але частка задоволення потреби в будівельних підприємствах спочатку близька до одиниці. Це означає, що наявних підприємств ледве вистачає, щоб справитися з необхідними об'ємами будівництва житла. Тому слід вжити заходи, які стимулюють активність будівельних підприємств, особливо в період інтенсивного будівництва.

Таким чином, проаналізувавши отримані графіки, можна зробити висновок про те, що найбільш раціональною за даних умов для міста Тернопіль є стратегія “Будуємо і ремонтуємо”. Це дасть можливість підвищити забезпеченість населення житлом до необхідного рівня. Після цього засоби можна перерозподілити і зайнятися ремонтом зношеного житла. Таким способом місцеві органи влади зможуть покращити житлові умови в місті і одночасно уникнути надмірних бюджетних витрат на житловий фонд та різкого зростання тарифів на житло для населення.

Тому для міста Тернополя насамперед необхідно провести реформу житлово-комунального господарства, що включає реструктуризацію відносин учасників взаємодії у цій галузі. Тоді потрібно перерозподілити, що виділяються на житловий фонд. Більшу частку коштів необхідно виділити на будівництво нового та ремонт існуючого житла. Крім цього, необхідним є визначення правильної політики, враховуючи дані про доходи населення міста. Для проведення цих змін пропонується використати розроблену у даній дипломній роботі імітаційну модель житлово-комунального господарства. Про практичну цінність даної розробки свідчить вдовідка про впровадження (дивись додаток С).

**ВИСНОВКИ**

Основною метою роботи є розробка системи прогнозування стану житлового фонду міста на коротку та довгу перспективи з врахуванням поточного стану житлового фонду та прийнятих у цій галузі рішень. Для вирішення поставленої задачі здійснено наступне:

* дослідження діяльності міської ради міста Тернополя, а зокрема Департаменту житлово-комунального господарства, екології і транспорту та функціонування житлового фонду. Внаслідок цього виявлено існуючі проблеми та визначено шляхи іх подолання;
* аналіз сучасного стану житлово-комунального господарства і обґрунтування необхідності проведення житлово-комунальної реформи;
* проведений аналіз інших робіт в області моделювання соціально-економічних систем, зокрема моделі міської системи Дж.Форрестера, аналітичного комплексу “Прогноз” та моделі просторової організації Високовського;
* визначено загальні принципи та сучасні технології побудови систем підтримки прийняття рішень, включаючи OLAP-сервіс і технології Data Mining;
* внаслідок аналізу існуючих засобів моделювання вибрано інструментальне середовище моделювання;
* розроблено імітаційну модель житлово-комунального господарства, яка дозволяє досить ефективно вирішувати задачу прогнозування стану житлового фонду.

Імітаційну модель житлово-комунальної сфери на основі методів системної динаміки дозволяє здійснювати:

* аналіз поточного стану житлово-комунального господарства;
* прогноз стану житлового фонду міста з урахуванням його зносу;
* визначення наслідків прийнятих рішень на моделі, а не на людях;
* раціональне планування бюджетних коштів на житловий фонд;
* оцінку забезпеченості населення житлом і доступності придбання житла;

Ефект від використання даної моделі полягає у:

* можливості заздалегідь оцінити наслідки прийнятих рішень на комп’ютерній моделі, а не на живих людях;
* підвищеності обґрунтованості прийнятих рішень;
* економії бюджетних коштів;
* поліпшенні житлових умов жителів міста;
* зниженні соціальної напруженості в місті.

Розроблена імітаційна модель може використовуватися місцевими органами управління при прийнятті рішень, що стосуються житлового фонду міста.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Бенькович Е. Практическое моделирование динамических систем. СПб.: «БХВ–Петербург», 1999. – 464 с.
2. Варфоломеев В. И., Воробьев С. Н. Принятие управленческих решений. СПб.: издательство «ОН КУДИЦ-ОБРАЗ», 2002. – 288 с.
3. Волков С. И., Романов А. Н. Организация обработки економической информации: Учебник. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 400 с.: ил.
4. Галузинський Г. П. Архітектура систем підтримки прийняття рішень і сучасні технологічні засоби обробки інформації// Міжвід. наук. зб. “Машинна обробка інформації”. Вип.58- 1996. – 280 с.
5. Грешилов А. А. Как принять наилучшее решение в реальных условиях. М: Радио и связь, 1991. – 320 с.
6. Кугаєнко А. А. Основи теорії і практики динамічного моделювання соціально–економічних об’єктів і прогнозування їх розвитку. – М.: Вузівська книга, 1998. – 135 с.
7. Ламонов И. М. Экономические реформы на микроуровне. - М.:Астрея, 1996. – 176 с.
8. Лычкина Н. Н. Моделирование социально-экономического развития регионов. – М.: «Эдиториал», 2000. – 210 с.
9. Лычкина Н. Н. Системы принятия решений в задачах социально-экономического развития регионов. – М.: Компьюлог, 1992. – 254 с.
10. Льюис К. Д. Методы прогнозирования экономических показателей. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 133 с.
11. Методичні рекомендації до виконання та захисту дипломної роботи на здобуття освітньо – кваліфікаційного рівня магістр за спеціальністю 8.050102 “Економічна кібернетика”. Укладачі: Гладій Г. М., Маслияк Б. О., Білоусов І. А. - Тернопіль: ТАНГ, 2002
12. Николаев В. П. Введение в рыночною экономику строительства. - К.: Строитель,1991 Новоселов Ю. А. Социально – экономическое прогнозирование. Ч. 1: Учебное пособие. – Новосибирск: СибУПК, 2000. – 158 с.
13. Нормативно-правові документи департаменту житлово-комунального господарства, транспорту і екології.
14. Олексюк О. С. Системи прийняття фінансових рішень на мікрорівні. – К.: Наукова думка, 1998. – 508 с.
15. Педан М. П., Рогожин П. С., Скурский М. А. Управление экономикой строительства. – К.: Высшая школа,1990. – 237 с.
16. Петровский А. Б., Стернин М. Ю. Системы поддержки принятия решений. – М: ВНИИ системных исследований, 1990. – 221 с.
17. Ситник В. Ф., Олексюк О. С. Системи підтримки прийняття рішень. – К.: Техніка, 1995. – 215 с.
18. Соскін О.Стратегія розвитку міста.Економічний часопис-xx №2, 2003р.
19. Соціально-економічне становище Тернополя за 2003р.//Свобода-4 лютого 2004р.
20. Степанов И. Н., Шайтанов В. Я., Романова С. С. Экономика строительства/ Учебник для вузов. – М.: Дюрайт, 1998 – 198 с.
21. Територіальна організація житлово-комунального господарства. ДонДАУ. Менеджер №1(17), березень 2002р
22. Форрестер Дж. Динамика развития города.-М., ПРОГРЕС, 1974.-285ст.
23. Черныш Е. А., Молчанова Н. П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – М.: ПРИОР, 1999. – 242 с.
24. Шибалкин О. Ю. Проблемы и методы построения сценариев социально-экономического развития. – М.: Наука, 1992. – 313 с.
25. Шилов Э. И. Проэктирование в строительстве: экономика, организация, управление. – К.: Урожай, 1992. – 208 с.
26. http://city.gov.te.ua
27. http://www.prognoz.ru
28. http://www.vensim.com

**ДОДАТОК А**

DFD прогнозування стану житлового фонду міста



# Примітки:

1. дані про населення
2. норми житла
3. площа житла
4. кількість, потужність буд.-рем. підприємств
5. витрати на житловий фонд
6. накази на введення житла в експлуатацію
7. кількість, приріст населення
8. норми житла
9. площа ЖФ
10. кількість, потужність буд.-рем. підприємств
11. витрати на ремонт і будівництво
12. накази на введення житла в експлуатацію
13. відомість прогнозу потреб у будівництві житла
14. відомість прогнозу стану ЖФ по степені зносу
15. відомість забезпечення населення житлом
16. відомість прогнозу потреб у будівництві житла
17. відомість прогнозу витрат на ремонт житла
18. відомість прогнозу витрат на будівництво житла
19. відомість прогнозу потреб у потужностях
20. звітність степеня зносу ЖФ

**ДОДАТОК Б**

Покращена DFD прогнозування стану житлового фонду міста



Примітки**:**

1. доходи населення
2. кількість, приріст населення
3. ціна житла
4. площа ЖФ
5. норми житла
6. кількість, потужність буд.-рем. підприємств
7. витрати на житловий фонд
8. накази на введення житла в експлуатацію
9. рівень доходів населення
10. кількість роківнагромадження
11. середня ціна квартири
12. норми житла
13. відомість доступності житла для категорій населення
14. категорії населення
15. категорії житла
16. кількість, приріст населення
17. площа ЖФ
18. норми житла
19. умови проживання
20. відомість забезпечення житлом по категоріях
21. відомість прогнозу потреб у будівництві житла по категоріях
22. відомість прогнозу потреб у будівництві житла по категоріях
23. кількість, потужність буд.-рем. підприємств
24. витрати на ремонт і будівництво категорій житла
25. відомість прогнозу стану ЖФ по степені зносу
26. звітність степеня зносу ЖФ
27. відомість прогнозу витрат на ремонт житла по категоріях
28. відомість прогнозу витрат на будівництво житла по категоріях
29. відомість прогнозу потреб у потужностях
30. накази на введення житла в експлуатацію

**ДОДАТОК В**

Технологічні характеристики сучасних систем моделювання

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Система моделювання** | **Виробник ПЗ** | **Призначення** | **Моделююче середовище і підтримка** | | | |
| Графічна конструкція ІМ | Авторське моделювання, програмування моделей | Анімація (у реал. часі) | Підтримка аналізу результатів |
| ARENA | System Modeling Corporation | Виробництво, аналіз бізнесів-процесів, дискретне моделювання | Блок-схеми | + | + | + |
| EXTEND | Imagine That, Inc. | Стратегічне планування, бізнес-моделювання | Компонувальні блоки, безперервні і дискретні моделі | +  мова Modl | + | Аналіз чутливості |
| GPSS/H-PROOF | Wolverine Software Corporation | Загального призначення, виробництво, транспорт і ін. | Блок-схеми | + | + | ANOVA |
| ITHINK ANALYST | High Performance System, Inc. | Управління фінансовими потоками, реінжініринг підприємств, банків, інвестиційних компаній і ін. | CASE-засоби, потокові діаграми | + | + | Аналіз чутливості |
| PROCESS MODEL | PROMODEL Corporation | Загальне виробництво, реінжініринг | Блок-схеми, дискретне моделювання | -- | -- | + |
| SIMUL8 | Visual Thinking International | Універсальний засіб імітації дискретних процесів | -- | Об’єктно-орієнтоване програмування | + | + |
| TAYLOR SIMULATION SOFTWARE | F&H SimulationInc. | Виробництво, вартісний аналіз | Блок-схеми, дискретне моделювання | -- | + | + |
| WITNESS | Lanner Group Inc. | Бізнес-планування, виробництво, фінанси | + | + | + | +  Блок оптимізації |
| VENSIM | Ventana Systems | Моделі системної динаміки | Потокові діаграми | -- | + | + |
| POWERSIM | Powersim Co. | Безупинне моделювання | Потокові діаграми | -- | + | -- |
| DYNAMO | Expectation Software | Моделі системної динаміки обчислювального типу | Блок-схеми | -- | -- | -- |

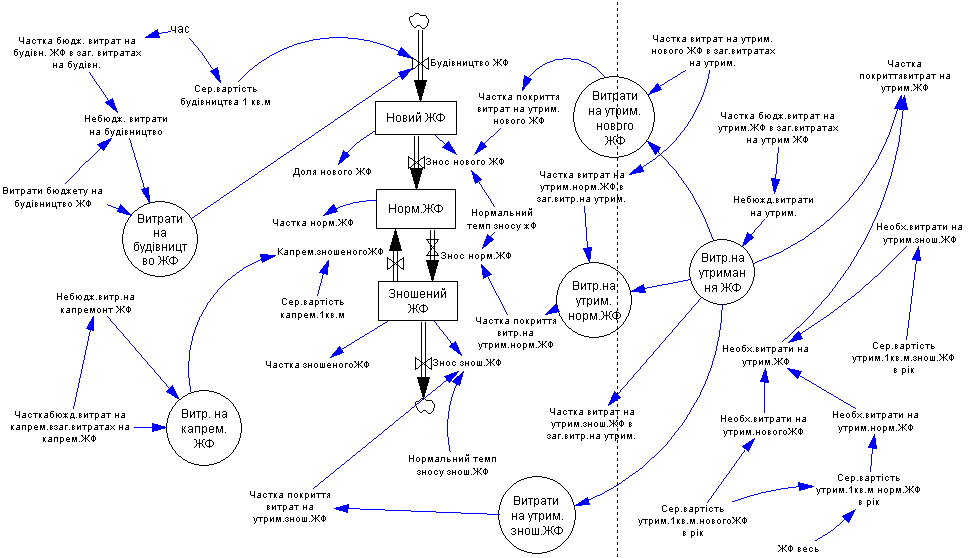
**ДОДАТОК Г**

Агрегована модель житлово-комунального господарства



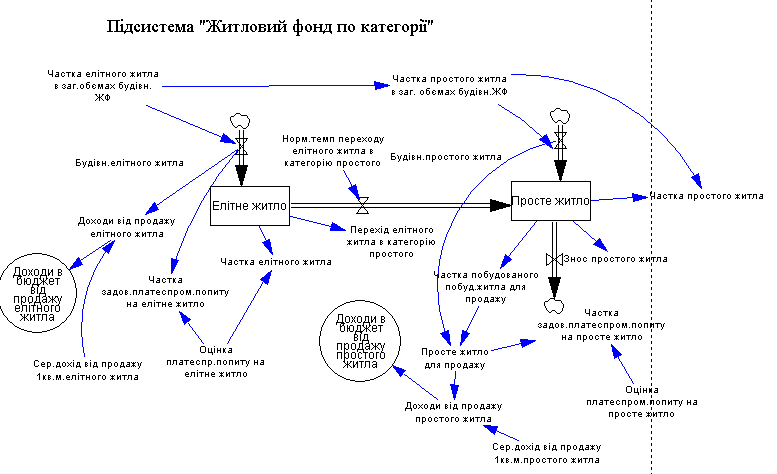
**ДОДАТОК Д**

Системні потокові діаграми підсистеми „Житловий фонд по степеню зносу”



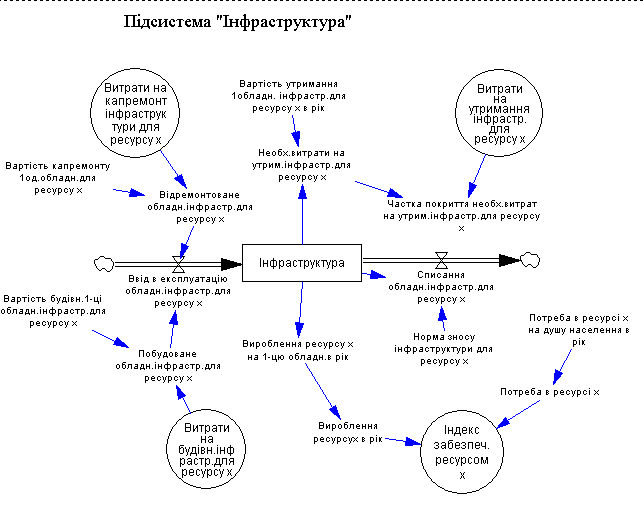
**ДОДАТОК Е**

Системні потокові діаграми підсистеми „Житловий фонд по категорії”



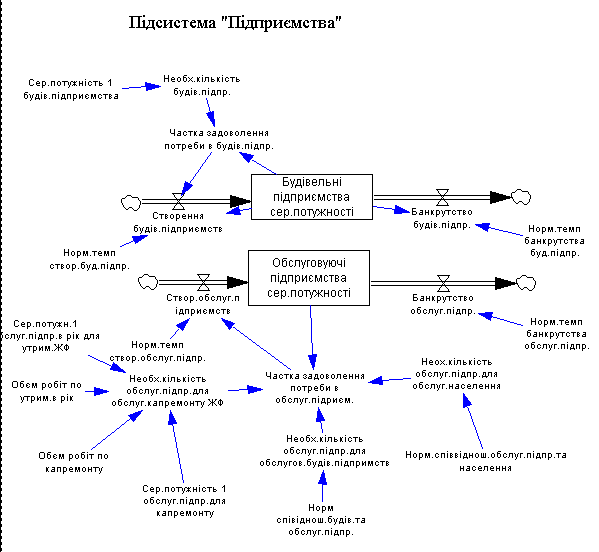
**ДОДАТОК Ж**

Системні потокові діаграми підсистеми „Інфраструктура”



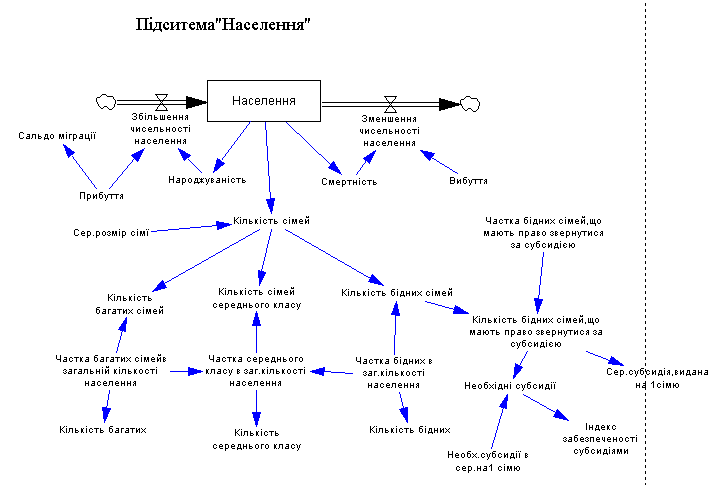
**ДОДАТОК І**

Системні потокові діаграми підсистеми „Підприємства”



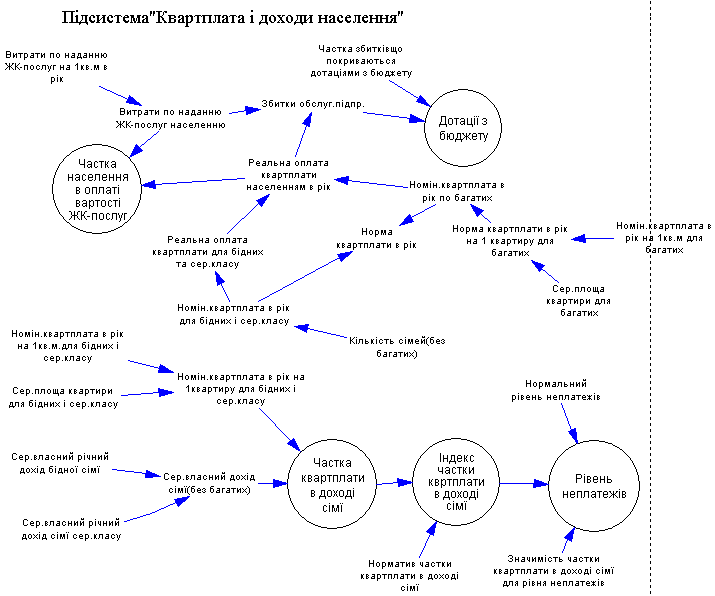
**ДОДАТОК К**

Системні потокові діаграми підсистеми „Населення”



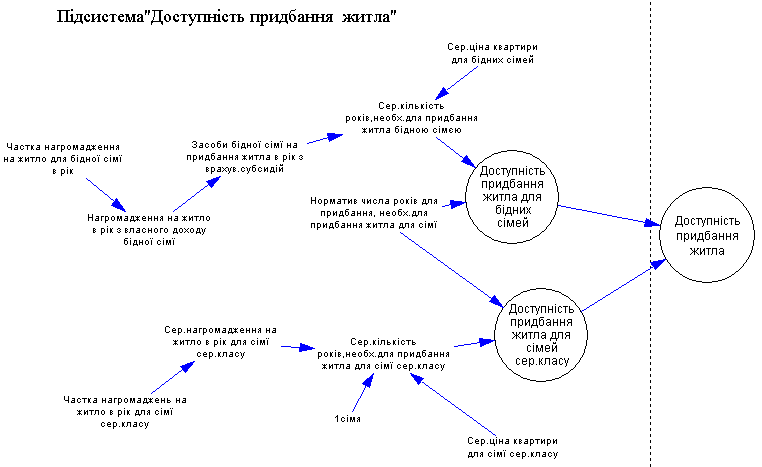
**ДОДАТОК Л**

Системні потокові діаграми підсистеми „Квартплата і доходи населення”



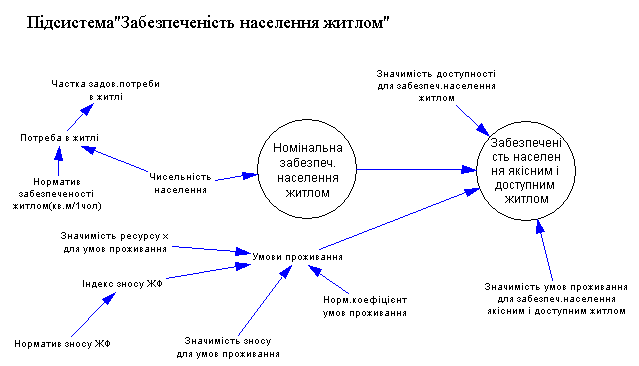
**ДОДАТОК М**

Системні потокові діаграми підсистеми „Доступність придбання житла”



**ДОДАТОК Н**

Системні потокові діаграми підсистеми „Забезпеченість населення житлом”



**ДОДАТОК П**

Текст програми-імітатора

(001) Частка бюджетних витрат на капремонт ЖФ в загальних витратах на капремонт ЖФ = WITH LOOKUP (час,([(0,0)-(10,1)],(0,0.7),(10,0.7) ))

Units: Dmnl

(002) Частка бюджетних витрат на утримання ЖФ в загальних витратах на утримання ЖФ = WITH LOOKUP (час,([(0,0)-(10,1)],(0,0.8),(5,0.8),(10,0.8) ))

Units: Dmnl

(003) "Частка бюджетних витрат на будівництво ЖФ в загальних витратах на будівництво ЖФ" = WITH LOOKUP (час,([(0,0)-(10,1)],(0,0.4),(10,0.4) ))

Units: Dmnl

(004) Частка витрат на ЖФ в рік = WITH LOOKUP (час,([(0,0)-(10,1)],(0,0.15),(5,0.15),(10,0.15) ))

Units: Dmnl/рік

(005) Частка зношеного ЖФ= "ЖФ зношений" / ЖФ весь

Units: Dmnl

(006) Частка витрат на капремонт ЖФ = WITH LOOKUP (час,

([(0,0)-(10,1)],(0,0.2),(5,0.4),(10,0.6) ))

Units: Dmnl

(007) Частка витрат на утримання ЖФ=1-"Частка на будівництво ЖФ" - Частка на капремонт ЖФ

Units: Dmnl

(008) "Частка витрат на будівництво ЖФ" = WITH LOOKUP (час,

([(0,0)-(10,1)],(0,0.6),(5,0.4),(10,0.2) ))

Units: Dmnl

(009) Частка простого житла =Просте житло / “ЖФ весь”

Units: Dmnl

(010) Частка нового ЖФ = “ЖФ новий”/ ”ЖФ весь”

Units: Dmnl

(011) Частка норм ЖФ = "ЖФ норм." /ЖФ весь

Units: Dmnl

(012) Частка сер класу в заг кількості населення = 1- Частка бідних в заг кількості населення - частка багатих в заг кількості населення

Units: Dmn

(013) "Частка задоволення потреби в житлі (без багатих)"=

Просте житло /"Потреба в житлі (без багатих)"

Units: Dmnl

(014) Частка задоволення потреби в будівельних підпр = Підпр будівельні сер потужн /Необх кількість будів підпр сер потужності

Units: Dmnl

(015) Частка елітного житла =елітне житло / ЖФ весь

Units: Dmnl

(016) Доступність придбання житла = ("Доступність придбання житла для сімей сер класу "\*Кількість сімей сер класу +" Доступність придбання житла для бідних сімей"\* Кількість бідних сімей)/( Кількість бідних сімей + Кількість сімей сер класу)

Units: Dmnl

(017) “ЖФ весь” = “ЖФ новий”+"ЖФ норм."+"ЖФ знош."

Units: м2

(018) "ЖФ знош."= INTEG (Знос норм ЖФ - Капремонт знош ЖФ - Знос знош ЖФ,6e+006)

Units: м2

(019) ЖФ новий= INTEG ("Будівництво ЖФ"-Знос нового ЖФ,

4e+006)

Units: м2

(020) "ЖФ норм."= INTEG (Капремонт знош ЖФ + Знос нового ЖФ - Знос норм ЖФ,

1e+007)

Units: м2

(021) Бюджет = INTEG (Податкові та неподаткові надходження в бюджет від підприємств +Податкові та неподаткові надходження в бюджет від населення

+Доходи від продажу ЖФ+ Інші доходи - "Витрати бюдж. на ЖФ" – Дотації -Субсидії-Інші витрати

2e+010)

Units: грн

(022) Значимість доступності для забезпеченості населення якісним і доступним житлом = WITH LOOKUP(Час,([(0,0)-(10,1)],(0,0.5),(5,0.5),(10,0.5) ))

Units: Dmnl

(023) Значимість умов проживання для забезпеченості населення якісним і доступним житлом= WITH LOOKUP (Час, ([(0,0)-10,1)],(0,0.5),(5,0.5),(10,0.5) ))

Units: Dmnl

(024) Витрати на капремонт ЖФ= Небюдж витрати на капремонт ЖФ+ Витрати бюдж. на капремонт ЖФ

Units: грн./ рік

(025) Витрати на утримання зношеного ЖФ= Витрати на утримання ЖФ\* Частка витрат на утримання зношеного ЖФ в заг. витратах на утримання

Units: грн./ рік

(026) Витрати на утримання нового ЖФ= Витрати на утримання ЖФ\* Частка витрат на утримання на новий ЖФ в заг. витратах на утримання

Units: грн./ рік

(027) Витрати на утримання норм ЖФ= Витрати на утримання ЖФ\* Частка витрат на утримання на норм ЖФ в заг. витратах на утримання

Units: грн./ рік

(028) Витрати на утримання ЖФ= Витрати бюджету на утримання ЖФ+ Небюдж. витрати на утримання ЖФ

Units: грн./ рік

(029) Знос нового ЖФ= ЖФ новий\* Норм. темп зносу ЖФ/ Частка покриття необх. витрат на утримання нового ЖФ

Units: м2/рік

(030) Знос норм ЖФ= "ЖФ норм."\*Норм темп зносу ЖФ/ Частка покриття необх. витрат на утримання норм ЖФ

Units: м2/рік

(031) Індекс зносу ЖФ = Сер. знос ЖФ/ Норматив зносу ЖФ

Units: Dmnl

(032) Кількість бідних сімей = Кількість сімей\* Частка бідних в загальній чисельності населення

Units: сімя

(033) Кількість багатих сімей = Кількість сімей \*Частка багатих в загальній чисельності населення

Units: сімя

(034) Кількість сімей сер. класу = Кількість сімей\* Частка сер. класу в загальній чисельності населення

Units: сімя

(035) Забезпеченість населення якісним і доступним житлом = "Номін. забезпеченість населення житлом "\*(SQRT((1+Доступність придбання житла)^Значимість доступності для забезпеченості населення якісним та доступним житлом \*(1+Умови проживання)^Значимість умов проживання для забезпеченості населення якісним та доступним житлом)-1)

Units: м2/чол

(036) Перехід елітного житла в категорію простого =

Елітне житло \*Норм темп переходу елітного житла в категорію простого

Units: м2/рік

(037) Норм коефіцієнт умов проживання =1

Units: Dmnl

(038) Норм темп банкротства будівельних підприємств =0.01

Units: Dmnl/рік

(039) Норм темп зносу ЖФ = 0.005

Units: Dmnl/рік

(041) Норм темп зносу ЖФ = WITH LOOKUP (Час,([(0,0)-10,1)],(0,0.005),(5,0.005),(10,0.005) ))

Units: Dmnl/рік

(042) "Норматив забезпеченості житлом (кв. м / 1 чол.)" = WITH LOOKUP (

Час, ([(0,0)-(10,40)],(0,15),(5,19),(10,23) ))

Units: м2/чол

(043) "Норматив числа років, необхідних для придбання житла для сімї" = WITH (Час, ([(0,0)-(10,10)],(0,5),(5,5),(10,5) ))

Units: рік

(044) "Номінальна забезпеченість населення житлом (без багатих)"=

Просте житло /Чисельність населення (без багатих)

Units: м2/чол

(045) "Потреба в житлі (без багатих)"= Чисельність населення (без багатих)\*"Норматив забезпеченості житлом (кв. м / 1 чол.)"

Units: м2

(046) Необхідні витрати на утримання зношеного ЖФ = "ЖФ зношений "\* Сер. вартість утримання1 кв. м зношеного ЖФ в рік

Units: грн./ рік

(047) Необхідні витрати на утримання нового ЖФ = ЖФ новий \*Сер. вартість утримання 1 кв. м нового ЖФ в рік

Units: грн./рік

(048) Необхідні витрати на утримання норм ЖФ = "ЖФ норм."\* Сер. вартість утримання 1 кв. м норм ЖФ в рік

Units: грн./ рік

(049) Необхідна кількість будів. підпр сер. потужності = "Будівництво ЖФ" /Сер потужність 1 будів. підпр

Units: підпр.

(050) Умови проживання = Норм коеф умов проживання\*(SQRT((1+Індекс зносу ЖФ)^Значимість зносу для умов проживання\*(1+Індекс забезпеченості ресурсом X)^Значимість ресурсу Х для умов проживання)-1)

Units: Dmnl

(051) SAVEPER = 1

Units: рік [0,?]

The frequency with which output is stored.

# (052) TIME STEP = 1

# Units: рік [0,?]

# The time step for the simulation.

**ДОДАТОК Р**

Вікно установки середовища моделювання

