

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра економічної кібернетики

**Кваліфікаційна робота  
магістра**

на тему Прогнозування динаміки надходжень до бюджетів об'єднаних територіальних громад Запорізької області

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0518-ек

спеціальності 051 Економіка

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Економічна кібернетика

(код і назва освітньої програми)

А. В. Пачинок

(ініціали та прізвище)

Керівник зав. кафедри, д.е.н., професор Максишко Н. К.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент кафедри, к.е.н., доцент Макаренко О. І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_  
(код та назва)  
Освітня програма \_\_\_\_\_  
(код та назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

керівник роботи \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2 Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3 Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) \_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер \_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить три розділи, 118 с., 44 рис., 12 табл., 6 додатків, 55 джерел.

Об'єкт дослідження – динаміка надходжень до бюджетів об'єднаних територіальних громад Запорізької області.

Предмет дослідження – економіко-математичні моделі та методи аналізу та прогнозування часових рядів.

Мета роботи – вибір й обґрунтування математичних методів та моделей для прогнозування надходжень до бюджетів об'єднаних територіальних громад Запорізької області та розробка рекомендацій щодо використання інструментарію прогнозування у системі управління громадами.

Методи дослідження – порівняльний, статистичний, аналіз та синтез, економіко-математичне моделювання.

У роботі розглянуто теоретико-методологічні засади процесу об'єднання територіальних громад. Визначена сутність бюджетної децентралізації та її роль у забезпеченні фінансової автономії регіонів. Проаналізовано сутність та значення процесу бюджетного прогнозування. Здійснено огляд моделей та методів прогнозування динаміки часових рядів. Обґрунтовано використання програмного середовища R для побудови прогнозних моделей. На основі щомісячних даних обсягів бюджетних надходжень Веселівської ОТГ, за період з 01.2016 по 09.2019, здійснено побудову прогнозних моделей за допомогою пакетів «Forecast» та «HybridModel». На основі результатів порівняння та оцінки помилок прогнозів, був побудований підсумковий прогноз для ПДФО, місцевих податків та зборів, а також сукупних власних доходів Веселівської ОТГ на середньострокову перспективу. Удосконалено методику прогнозування бюджетних надходжень шляхом автоматизації процесу побудови комбінованих прогнозів. Розроблені рекомендації щодо використання інструментарію прогнозування у системі управління громадами.

ОТГ, БЮДЖЕТНА ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ, БЮДЖЕТНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ, АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ, КОМБІНОВАНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ

## SUMMARY

The master's qualification work contains three sections, 118 pages, 44 figures, 12 tables, 6 appendices, 55 sources.

The object of study is the dynamics of revenues to the budgets of the united territorial communities of Zaporizhzhia region.

The subject of the study – economic-mathematical models and methods of analysis and forecasting of time series.

The purpose of the work is to select and substantiate mathematical methods and models for forecasting budget revenues of the united territorial communities of Zaporizhzhia region and to develop recommendations on the use of forecasting tools in the community management system.

Research methods – comparative, statistical, analysis and synthesis, economic and mathematical modeling.

The article deals with the theoretical and methodological principles of the process of unification of territorial communities. The essence of budgetary decentralization and its role in ensuring the financial autonomy of the regions are determined. The essence and significance of the budget forecasting process are analyzed. Models and methods for forecasting the dynamics of time series are reviewed. The use of the R software environment to build predictive models is justified. On the basis of monthly data on the volume of budgetary receipts of Veselivska UTC, for the period from 01.2016 to 09.2019, forecast models were constructed using the packages «Forecast» and «HybridModel». Based on the results of the comparison and the estimation of the forecast errors, the final forecast for the PIT, local taxes and fees, as well as the aggregate own revenues of the Vessel's ATG for the medium term, was constructed. The technique of forecasting budget revenues by automating the process of constructing combined forecasts has been improved. Recommendations on the use of forecasting tools in the community management system have been developed.

UNITED TERRITORIAL COMMUNITIES, BUDGET  
DECENTRALIZATION, BUDGETARY FORECASTING, AUTOMATED  
FORECASTING, HYBRID FORECASTING

## **ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК**

МПЗ – місцеві податки та збори;

ОТГ – об'єднанні територіальні громади;

ПН – податкові надходження;

ПДФО – податок на доходи фізичних осіб;

ЧР – часовий ряд.

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

РЕФЕРАТ

SUMMARY

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОЦЕСУ ОБ'ЄДНАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД .....	8
1.1 Теоретичні аспекти об'єднання територіальних громад як результату процесу децентралізації влади.....	11
1.2 Бюджетна децентралізація як фактор забезпечення фінансової автономії регіонів і формування спроможних громад.....	17
1.3 Аналіз та оцінка реалізації бюджетної децентралізації.....	21
РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕНЬ ДО БЮДЖЕТІВ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД.....	29
2.1 Бюджет об'єднаних територіальних громад як об'єкт прогнозування.....	29
2.2 Огляд методів прогнозування часових рядів.....	36
2.3 Програмне забезпечення для аналізу та прогнозування часових рядів.....	57
РОЗДІЛ 3 ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕНЬ ДО ОТГ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ «R» .....	64
3.1 Аналіз структури власних надходжень бюджетів ОТГ Запорізької області.....	64
3.2 Прогнозування надходжень до Веселівської ОТГ методами екстраполяції пакету «Forecast».....	72
3.3 Комбіноване прогнозування у пакеті «ForecastHybrid».....	84
ВИСНОВКИ.....	99
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	101

ДОДАТОК А Алгоритм побудови прогнозу.....	107
ДОДАТОК Б Етапи прогнозування надходжень до ОТГ.....	108
ДОДАТОК В Вхідні дані прогнозування надходжень Веселівської ОТГ.	109
ДОДАТОК Г Алгоритм побудови прогнозів для ОТГ у середовищі R...	111
ДОДАТОК Д Результуючі прогнози за моделями комбінованого методу.....	112
ДОДАТОК Е Код реалізації побудови прогнозів у середовищі R.....	114



## ВСТУП

На сьогоднішній день, реформа децентралізації в Україні є однією з базових умов формування ефективної діяльності органів місцевої влади та створення, у довгостроковій перспективі, спроможних територіальних громад. Проте, в умовах складної фінансово-економічної ситуації та обмеженості бюджетних коштів постає проблема наповнення дохідної частини бюджетів ОТГ та реалізації заходів, спрямованих на економію бюджетних коштів, підвищення результативності бюджетної політики, посилення відповідальності та контролю за витратами бюджету, здійснення пріоритетних видатків в межах наявних бюджетних ресурсів.

Наявність видатків, пов'язаних з виконанням покладених на місцеві органи влади функцій, зумовлює потребу в доходах та пошуку джерел їх поповнення. Планування доходів місцевих бюджетів потребує систематичного проведення аналізу динаміки надходжень до бюджету як за видами надходжень, так і за суб'єктами (фізичних або юридичних осіб, бюджетів нижчих рівнів тощо). Прогноз обсягів надходжень до бюджетів ОТГ є орієнтуючим фінансовим показником у процесах бюджетного планування.

Необхідність розробки нових підходів до бюджетного прогнозування формує актуальність досліджуваної теми кваліфікаційної роботи та дає змогу управлінському апарату встановити реальні можливості й потреби громад у бюджетних коштах, проводити постійний моніторинг видатків, здійснювати оперативні розрахунки й обґрунтовувати різні варіанти узгодження інтересів територіальних громад.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи динаміка надходжень до бюджетів об'єднаних територіальних громад Запорізької області.

Предмет дослідження формують економіко-математичні моделі та методи аналізу й прогнозування часових рядів.

Метою кваліфікаційної роботи є вибір й обґрунтування математичних методів та моделей для прогнозування надходжень до бюджетів об'єднаних

територіальних громад Запорізької області та розробка рекомендацій щодо використання інструментарію прогнозування у системі управління громадами.

Для досягнення поставленої мети в роботі було вирішено ряд змістовних завдань, а саме:

- розкрито соціально-економічну сутність ОТГ в умовах бюджетної децентралізації та налагодженні ефективного місцевого самоврядування;
- досліджено організаційно-правові засади бюджетного прогнозування в Україні;
- здійснено попередній огляд та порівняльний аналіз програмного забезпечення, що використовується для аналізу та прогнозування часових рядів (ЧР);
- на основі даних про щомісячні надходження до бюджету Веселівської ОТГ в програмному середовищі R було побудовано ряд прогнозних моделей та здійснена їх оцінка. Результатом оцінок якості прогнозних моделей стала розробка рекомендацій щодо використання інструментарію прогнозування у системі управління громадами.

Наукова і практична новизна роботи полягає у вдосконаленні методики аналізу та прогнозування динаміки коротких ЧР на базі не каузальних прогнозних моделей обсягів бюджетних надходжень до ОТГ із застосуванням автоматизованих пакетів «Forecast» та «HybridModel» у програмному середовищі R. Проведена оцінка всіх досліджуваних моделей дозволила встановити найкращі методи прогнозування в умовах відсутності інформації про фактори впливу на модель та розробити рекомендації щодо використання інструментарію прогнозування у системі управління громадами.

До застосованих методів дослідження належать: порівняльний, статистичний, аналіз та синтез, економіко-математичне моделювання.

Методологічною базою дипломної роботи є наукові праці зарубіжних та вітчизняних вчених з питань ОТГ та бюджетної децентралізації. Інформаційною базою є щомісячні дані, надані департаментом фінансів Запорізької ОДА щодо надходжень до бюджетів районів і ОТГ Запорізької

області за період з 01.2016 по 09.2019 , звіти Міністерства розвитку громад та територій України з моніторингу соціально-економічного розвитку регіонів.

У першому розділі висвітлюються теоретико-методологічні засади процесу об'єднання територіальних громад та реалізації бюджетної децентралізації в Україні. У другому розділі охарактеризовано сутність бюджетного прогнозування, розглянуто методи та підходи до прогнозування ЧР. Третій розділ присвячено побудові та оцінці прогнозів находжень до бюджету Веселівської ОТГ.

Апробація результатів дослідження. Основні результати кваліфікаційної роботи апробовані під час участі у: XIII Міжнародній науково практичній конференції «Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави» (м. Запоріжжя, 2019 р.), XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Виклики та перспективи розвитку нової економіки на світовому, державному та регіональному рівнях» (м. Запоріжжя, 2019 р.).

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОЦЕСУ ОБ'ЄДНАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

1.1 Теоретичні аспекти об'єднання територіальних громад як результату процесу децентралізації влади

Децентралізація влади є невід'ємною складовою сучасної регіональної політики України та відіграє надзвичайно важливу роль в процесах становлення інституту місцевого самоврядування, а її актуальність визначається важливістю реалізації низки демократичних реформ.

На сьогоднішній день, питанням децентралізації влади та адміністративно-територіальній реформі присвячена велика кількість наукового матеріалу провідних вітчизняних та зарубіжних вчених. У працях О. Мороз [1], Д. Мельника [2], А. Ткачука [3] увага приділяється теоретичним засадам, перевагам та можливим ризикам децентралізації державного управління в Україні. Питання бюджетної децентралізації та міжбюджетних відносин, формування спроможних громад дослідили Г. Возняк [4], [5], О. Василик [6], Н. Калінюк [7], І. Лінтур [8], Т. Ганзицька [9], Д. Василенко [10]. Серед іноземних вчених вагомий теоретичний та практичний внесок в дослідженні теоретичних та практичних аспектів формування територіальних громад зробили Е. Оттом [11], Ж. Гербер [12].

Законодавче підґрунтя для реформування системи влади та її територіальної основи на всіх рівнях почало формуватися у 2014 році. Після подій Євромайдану, новий Уряд України ініціював про початок національного проекту в рамках адміністративно-територіального реформування під назвою «Децентралізація». 1 квітня 2014 року було ухвалено «Концепцію реформи місцевого самоврядування та територіальної організації влади», розпорядження КМУ №333-2014-р. [13]. Згідно з цією Концепцією передбачалась передача владних повноважень та ресурсів від центральних

органів до місцевих які зможуть ефективно реалізовувати надані їм повноваження шляхом створення належних матеріальних, фінансових та організаційних умов формування спроможних територіальних громад.

За визначенням державного порталу реформи «Децентралізація в Україні» децентралізація – це передача значних повноважень та бюджетів від державних органів органам місцевого самоврядування. Так, аби якомога більше повноважень мали ті органи, що ближче до людей, де такі повноваження можна реалізовувати найбільш успішно [14].

Концептуальні засади, а також напрямки та заходи державної політики з питань вдосконалення системи територіального управління мають містити в собі наукове підґрунтя. У цьому контексті досить важливою є чітка ідентифікація, з наукової точки зору, поняття «територіальна громада», яке є основною категорією децентралізації влади в країні.

Територіальний колектив – це визнана в правовому колі місцева спілка людей публічного характеру (місцева публічна спілка), що виступає формою організації місцевої влади.

Територіальні колективи є невід’ємною складовою в організації місцевого самоврядування більшості країн світу. Кожна країна має свої особливості в організації та сутності територіальних колективів, які об’єднані соціальною взаємодією, територією та мають загальний функціональний зв’язок [15, с. 48]. Відтак, в Бельгії, Швеції та Італії територіальний колектив визначається як комуна, в Німеччині – община, у Франції – комуна, департамент або регіон, у Польщі – гміна, в Російській Федерації – «територіальне об’єднання», у США – сіті, бороу, тауни, віліджі (мають статус муніципальних корпорацій) [2, с. 35].

В Україні термін територіальний колектив вперше було використано в Конституційному договорі між Верховною Радою України та президентом України «Про основні засади організації функціонування державної влади і місцевого самоврядування в Україні на період до прийняття нової Конституції України» від 08.06.1995 № 1к/95. Стаття 47 договору визначала, що місцеве

самоврядування в Україні – це гарантоване державою право територіальних колективів громадян та обраних ними органів місцевого самоврядування самостійно вирішувати всі питання місцевого значення в межах Конституції і законів України [16]. Після втрати чинності Конституційного договору, згідно із Законом України «Про прийняття Конституції України і введення її в дію» від 28 червня 1996 року N 254/96-ВР, територіальний колектив був замінений на громаду [17].

Згідно зі статтею 1 Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» від 21.05.97 р. № 280/97-ВР територіальна громада – жителі, об'єднані постійним проживанням у межах села, селища, міста, що є самостійними адміністративно-територіальними одиницями, або добровільне об'єднання жителів кількох сіл, що мають єдиний адміністративний центр [18].

Згідно до Закон України «Про добровільне об'єднання територіальних громад» від 20.12.2019 №157-VIII, об'єднана територіальна громада (ОТГ) – це громада з визначеним адміністративним центром. ОТГ, адміністративним центром якої визначено місто, є міською, центром якої визначено селище, – селищною, центром якої визначено село, – сільською [19].

Система місцевого самоврядування в Україні складається з наступних елементів [18]:

- територіальна громада;
- сільська, селищна, міська рада;
- сільський, селищний, міський голова;
- виконавчі органи сільської, селищної, міської ради;
- староста;
- районні та обласні ради, які представляють спільні інтереси територіальних громад сіл, селищ, міст;
- органи самоорганізації населення.

Загалом, поняття «територіальна громада» є відносно новим для сучасної державно-управлінської науки. На відміну від України, території якої досить довго перебували у складі Російської імперії з жорсткою централізацією влади, західна наука зуміла накопичити велику кількість праць та досвіду з питань формування та функціонування територіальних громад.

Вагомий внесок у дослідження теоретичних засад функціонування локальних територіальних спільнот людей зробила відомий науковець лауреат Нобелівської премії з економіки Еліно́р Остро́м. Особливістю її методологічного підходу є вивчення індивідуальних особливостей різних територіальних громад при здійсненні управління спільними ресурсами [11].

На думку Е. Остро́м територіальна громада – це чітко визначена група індивідів, яка, відповідно до локальних умов та правил використання наявних у їх розпорядженні ресурсів, створює довгострокові інституційні об'єднання для моніторингу використання ресурсу, вирішення конфліктів, адміністрування санкцій.

Кожен рівень влади має змогу ефективно реалізовувати владні повноваження шляхом надання певного набору послуг на відповідній території. Тому доцільно виділяти три види суспільних благ: «місцеві», «регіональні» та «національні» з визначенням їх одержувачів і джерел їх фінансування. Виходячи з цього твердження, при обґрунтуванні напрямків реформування організації влади на місцевому рівні Е. Остро́м висуває наступні положення:

- місцеві громади здатні здійснювати ефективне управління суспільними ресурсами.

- якість ресурсів, наданих громаді для використання, залежить від особливостей кожної громади та її здатності до саморегулювання.

- результати створення суспільних благ залежать від набору правил, які регламентують створення та використання суспільних благ, але аж ніяк не від форми власності;

– децентралізація влади можлива та доцільна лише в тому випадку, якщо в її здійсненні зацікавлені всі учасники процесу.

Інший методологічний підхід до визначення громади базується на розгляді територіальної громади в якості публічної корпорації. Так, Ж. Гербер, вважає, що територіальні громади не лише володіють здатністю до самоорганізації та базуються на правах власності, але також регулюються чітко визначеною публічною політикою, яка стимулює їх до взаємодії в рамках одного політико-адміністративного об'єднання. Територіальна громада є спеціалізованим об'єднанням, скерованим на управління своїм майном [12].

Що стосується вітчизняних наукових праць з питань децентралізації влади, то цікавою є думка О. Мороз, що ідентифікує територіальну громаду шляхом виділення її основних ознак [1]:

- спільна територія існування (проживання на території, володіння нерухомим майном, робота);
- наявність спільних інтересів у вирішенні питань;
- соціальна взаємодія суб'єктів громади;
- самоідентифікація кожного члена з громадою;
- наявність комунальної власності у спільному доступі;
- сплата комунальних податків;

В питанні дослідження територіальних громад варто розуміти й таке поняття як «спроможна територіальна громада». Методика формування спроможних територіальних громад, затверджена постановою КМУ від 08.04.2015 № 214, визначає, що спроможні територіальні громади – це територіальні громади сіл (селищ, міст), які в результаті добровільного об'єднання здатні самостійно або через відповідні органи місцевого самоврядування забезпечити належний рівень надання послуг, зокрема у сфері освіти, культури, охорони здоров'я, соціального захисту, житлово-комунального господарства, з урахуванням кадрових ресурсів, фінансового забезпечення та розвитку інфраструктури відповідної адміністративно-територіальної одиниці [20].



Розподіл повноважень у громадах відбувається згідно з принципом субсидіарності, який знайшов своє відображення у частині 3 статті 4 Європейської хартії місцевого самоврядування відповідно до якого: «Муніципальні функції, як правило, здійснюються переважно тими властями, які мають найтісніший контакт з громадянином...» [3, с. 7].

Реформою передбачається закріплення за громадою найбільшого переліку повноважень, що їх наразі мають міста обласного значення, а також кадрові та фінансові ресурси, для належного виконання покладених на них обов'язків (рис. 1.1).

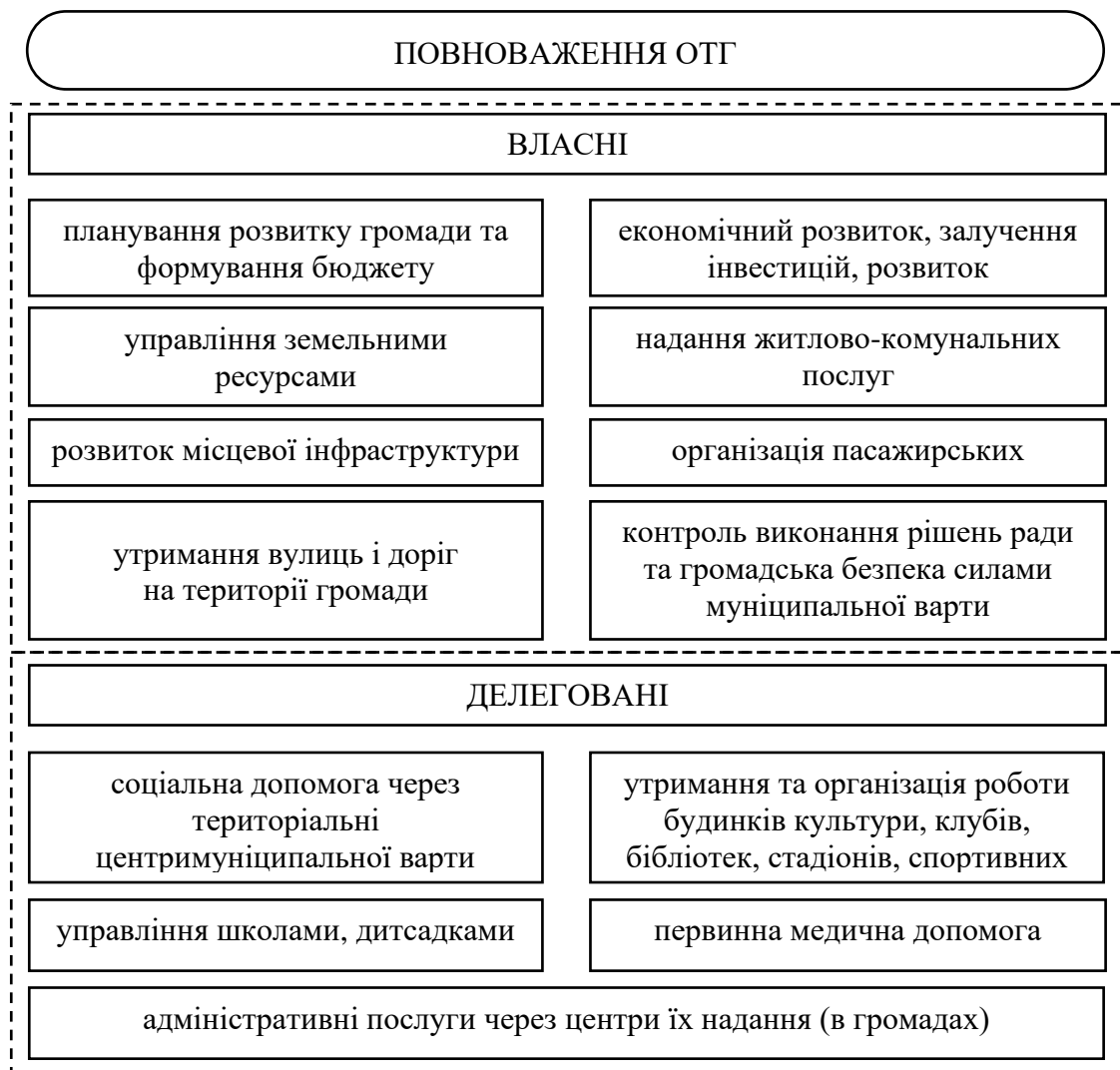


Рисунок 1.1 – Повноваження органів місцевого самоврядування в об'єднаних громадах [20]

Крім того, в ОТГ мешканці мають бути забезпечені усім спектром послуг, які надаються органами державної влади, до яких належать:

- виплата пенсій, субсидій, пільг;
- казначейське обслуговування;
- реєстрація актів цивільного стану;
- контроль санітарного та епізоотичного стану.

Відповідно до Концепції та плану реалізації державної політики з децентралізації на 2020 рік, опублікованої Міністерством регіональної політики, планується охопити всю територію України (100%) спроможними територіальними громадами, сформувавши при цьому нову систему адміністративно-територіальних одиниць субрегіонального рівня, що відповідають стандартам територіального поділу країн ЄС для статистичних цілей [21].

## 1.2 Бюджетна децентралізація як фактор забезпечення фінансової автономії регіонів і формування спроможних громад

Реформування системи місцевих фінансів є складним процесом, що вимагає розробки ефективної системи використання ресурсів місцевих бюджетів. Забезпечення фінансової автономії органів місцевого самоврядування та створення належних умов для проживання жителів громад є одними з головних передумов децентралізації, а їх досягнення неможливе без належного фінансового забезпечення територій, налагодження ефективної діяльності місцевих бюджетів і достатніх джерел для їх наповнення. Метою реформи місцевого самоврядування є, передусім, забезпечення його спроможності самостійно, за рахунок власних ресурсів, вирішувати питання місцевого значення.

Передусім, для більшого розуміння сутності бюджетної (фіскальної) децентралізації варто проаналізувати підходи щодо визначення даного поняття, адже єдиного трактування даного поняття не існує.

Так, Г. Возняк вважає, що бюджетна децентралізація – це система відносин, які виникають між різними рівнями влади у процесі розподілу повноважень щодо формування та використання бюджетних ресурсів [4].

О. Василик під бюджетною децентралізацією розуміє процес передачі повноважень (функцій, компетенцій і відповідальності) управління доходами та видатками від центральних органів влади до місцевих з метою підвищення ефективності реалізації даних повноважень [6].

На думку Н. Калінюк, «питання бюджетної децентралізації найскладніше у сфері управління фінансами. Незважаючи на те, що для вирішення тих чи інших питань існує нагальна потреба передати повноваження на нижчий рівень влади, органи нижчого рівня, як правило, не мають достатніх коштів для реалізації своїх нових бюджетних повноважень» [7, с. 322].

Початком бюджетної децентралізації в Україні стало внесення у грудні 2014 року та січні 2015 цілої низки змін до Бюджетного та Податкового кодексів [22, 23], які фактично сформували основу стимулювання громад до об'єднання та посилення їхньої спроможності шляхом формування механізму переходу ОТГ на прямі міжбюджетні відносини з державним бюджетом. Відповідно до змін було передбачене виконання цілої низки завдань:

- з метою підвищення платоспроможності територіальних громад за місцевими бюджетами закріпилося близько 50 джерел поповнення їх доходів.
- замість системи балансування почала діяти система бюджетного вирівнювання;
- за галузевими міністерствами був закріплений розподіл коштів освітньої та медичної субвенцій для надання трансфертів органам місцевого самоврядування;
- був здійснений перерозподіл видаткових повноважень органам місцевого самоврядування за принципом субсидіарності;
- був зроблений перехід на прямі міжбюджетні відносини з державним бюджетом з метою стимулювання процесу утворення територіальних громад.

Варто зазначити, що прийняті Верховною Радою зміни є найбільшим за останні роки кроками в напрямку бюджетної децентралізації. Якщо раніше дотаційними в Україні були від 50% до 90% бюджетів різних рівнів, то в результаті успішного проведення реформ, кількість дотаційних бюджетів має скоротитися вдвічі [19].



Рисунок 1.2 – Основні завдання та результати бюджетної децентралізації [3], [15]

Для реалізації своїх владних повноважень, органи місцевого самоврядування надають різноманітні платні послуги як фізичним так і юридичним особам та мають право здійснювати місцеві внутрішні та зовнішні запозичення (в тому числі шляхом отримання кредитів (позик) від міжнародних фінансових організацій). Здійснювати фінансові внески, зокрема на розвиток населених пунктів, від суб'єктів підприємництва у вигляді

інвестицій на розвиток інфраструктури територіальних громад. Таким чином у новостворених ОТГ передбачена зміна підходів та джерел фінансування, що сприяє більш ефективному використанню коштів [9].

Бюджетна децентралізація передбачає істотну зміну системи оподаткування, при якій змінюються питомі надходження на користь місцевих бюджетів. У бюджетному кодексі України доходи розмежовані на ті, що закріплені безпосередньо за бюджетами місцевого самоврядування та враховуються при встановленні обсягів міжбюджетних трансфертів, і на ті, що не беруть участі при визначенні їхнього обсягу. Бюджетний кодекс розподіляє джерела доходів місцевих бюджетів на три розділи.

Згідно реформи бюджети ОТГ наділяються повноваженнями та відповідними фінансовими ресурсами, в яких залишається:

- 60% ПДФО;
- 25% екологічного податку;
- 5% акцизного податку з реалізації підакцизних товарів;
- 100% єдиного податку, включаючи податок, що сплачується платниками 4-ї групи;
- 13,44% акцизного податку з пального;
- 100% податку на прибуток підприємств та фінансових установ комунальної власності;
- 100% податку на майно (нерухомість, земля, транспорт);
- збір за місця паркування транспортних засобів;
- туристичний збір;
- рентні плати за користування надрами (в т. ч. для видобування корисних копалин), за спеціальне використання води та водних об'єктів і лісових ресурсів [24].

Із бюджетів ОТГ, крім видатків на реалізацію самоврядних повноважень, фінансуються видатки, які делегуються державою їм на виконання, а саме на утримання закладів бюджетної сфери – освіти, культури, охорони здоров'я, спорту, соціального захисту та соціального забезпечення.

Видатки бюджетів громад, що не об'єдналися, обмежуються лише фінансуванням видатків на здійснення самоврядних повноважень, оскільки вони позбавляються права здійснювати повноваження, які можуть бути передані державою на виконання ОМС [10].

Згідно Кодексу [22], бюджетам ОТГ, що об'єдналися, передбачаються такі міжбюджетні трансферти: базова дотація, освітня субвенція, медична субвенція, інші субвенції та дотації. Крім того, бюджети ОТГ беруть участь у горизонтальному вирівнюванні [5, с. 19]. Воно здійснюється лише за одним податком – ПДФО. Для підвищення фіскальної спроможності бюджетам ОТГ, які мають рівень надходжень нижче 0,9 порівняно з середнім показником по Україні, надається базова дотація. Із бюджетів ОТГ, які мають рівень надходжень вищий за 1,1 середнього показника по Україні, передається реверсна дотація. Бюджетам громад, що не об'єдналися, базова дотація їм не надається.

### 1.3 Аналіз та оцінка реалізації бюджетної децентралізації

Для розуміння сучасного стану бюджетної децентралізації в Україні варто дослідити та проаналізувати показники, що її характеризують. За інформацією Міністерства розвитку громад та територій України, з посиланням на щомісячний Моніторинг процесу децентралізації та реформування місцевого самоврядування, за період 2015-2019 рр. в Україні було сформовано 1002 об'єднані територіальні громади (рис. 1.3), з них: 92 – очікують на перші місцеві вибори призначені на грудень 2019 р., 23 – очікують рішення ЦВК про призначення перших місцевих виборів та ще 43 громади з адміністративними центрами у містах обласного значення [21].

За період 2015-2019 рр. відбулося істотне зростання кількості територіальних громад, що об'єдналися та приєдналися: з 814 до 4572 територіальних громад, що становить 41,7% від загальної кількості рад базового рівня без урахування тимчасово окупованої території.

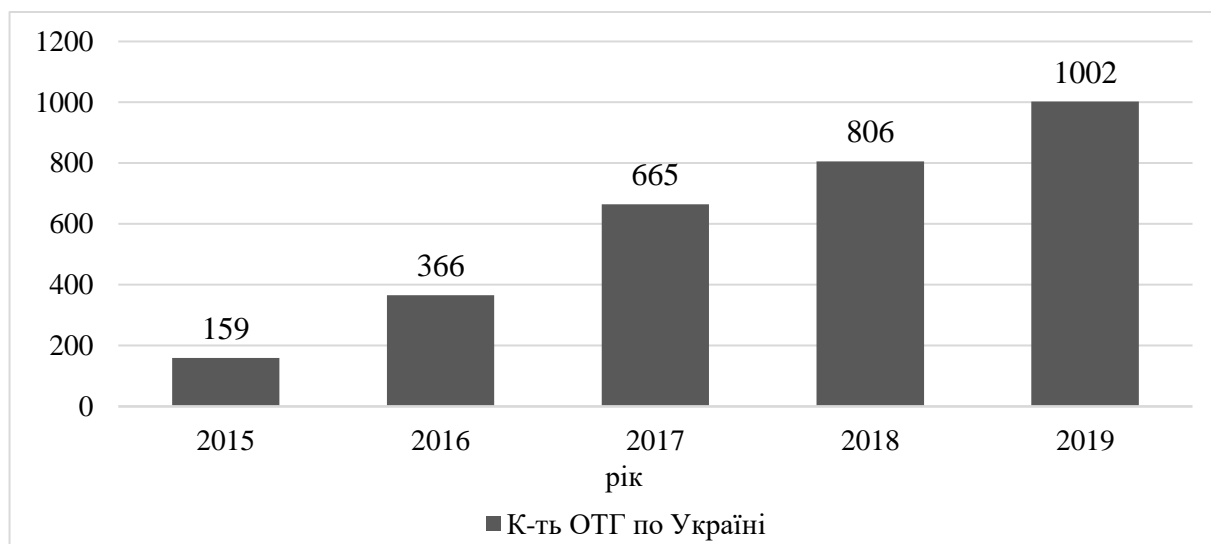


Рисунок 1.3 – Загальна кількість ОТГ по Україні [2]

24 райони території України повністю покриті ОТГ. З них по 4 райони знаходяться в Запорізькій, Хмельницькій та Дніпропетровській областях. У 78 районах досі не було створено жодної об'єднаної громади. Найбільше таких районів залишається у Харківській – 12, Одеській – 10, Київській – 9. Кількість необ'єднаних та не приєднаних територіальних громад має чітку тенденцію до спаду: 10147 необ'єднані громад у 2015 році проти 6389 у 2019 році, що складає 58,3 % від загальної кількості рад базового рівня. За даними Держстату України станом на 01.01.2019 загальна кількість жителів ОТГ становить понад 11,2 млн. осіб (1.4), що складає 31,9 % від загальної чисельності населення України, без урахування тимчасово окупованих територій [25].

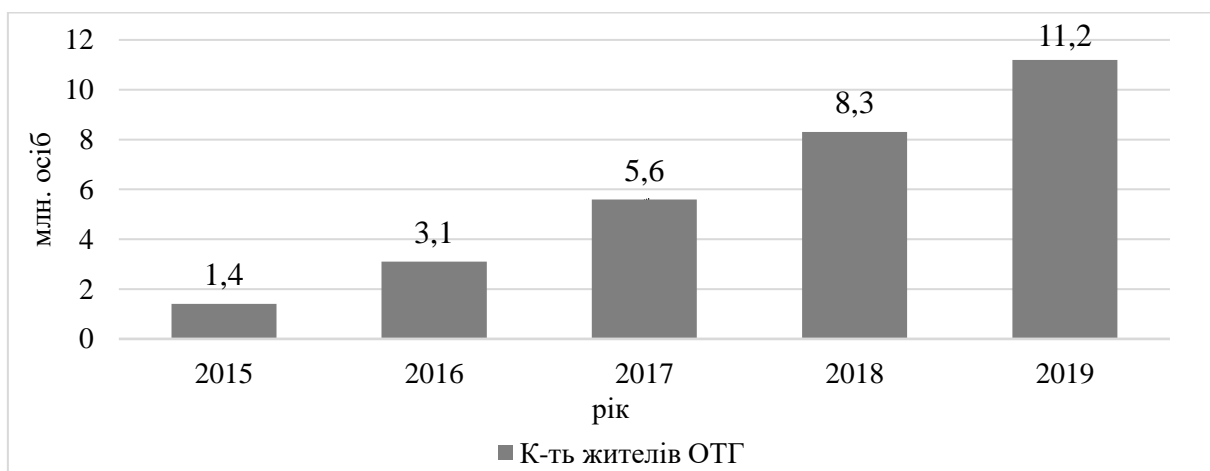


Рисунок 1.4 – Кількість жителів ОТГ по Україні [14]

Власні доходи загального фонду місцевих бюджетів зросли, за період з 2015-2019 рр., більше ніж у 3 рази: з 68,6 млрд. грн. до 267,0 млрд. грн. (рис. 1.5) у 2019 році (на 32,9 млрд. грн більше порівняно з 2018 роком). Частка загального фонду власних доходів місцевих бюджетів у ВВП складає 6,8%, що на 0,2% більше порівняно з минулим роком.

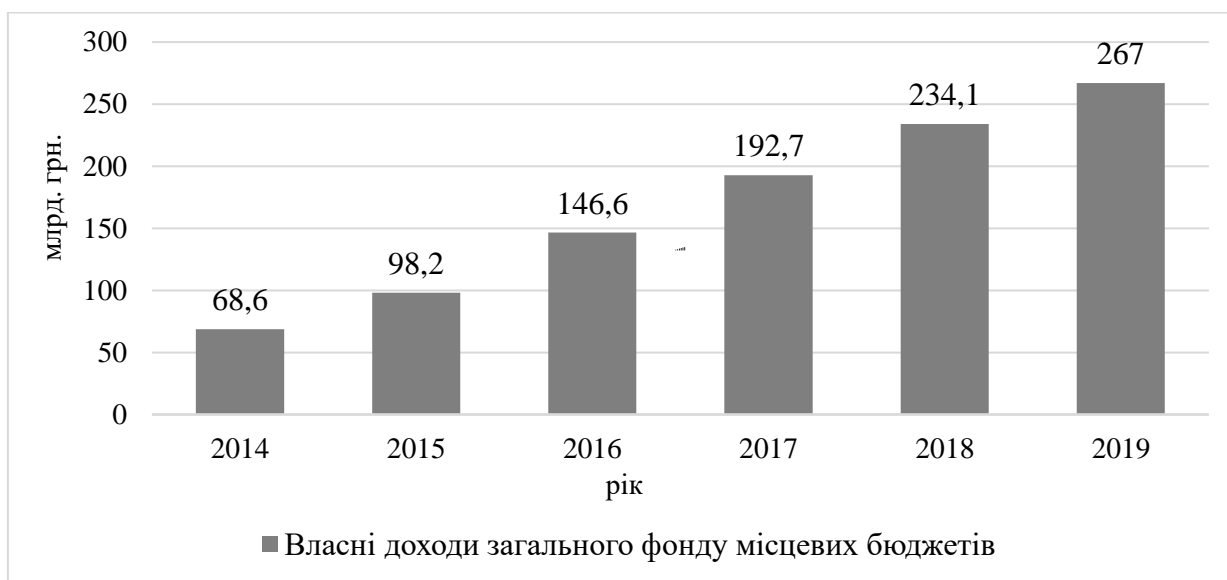


Рисунок 1.5 – Власні доходи загального фонду місцевих бюджетів [14]

Виконання власних доходів місцевих бюджетів по Україні зросло на 19%, що в грошовому еквіваленті склало 199,7 млрд. грн. (рис. 1.6) у 2019 проти 167,8 млрд. грн. у 2018 році (+31,9 млрд. грн.).

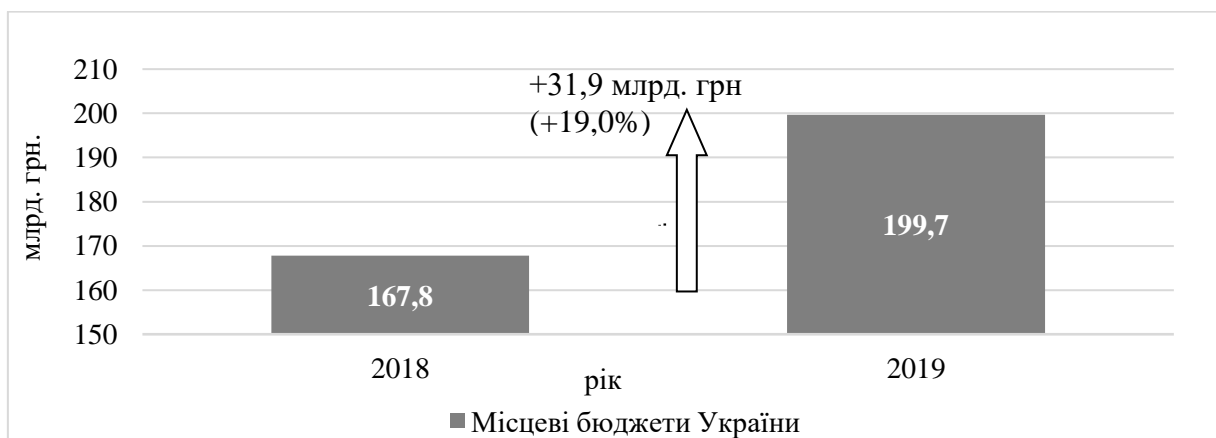


Рисунок 1.6 – Виконання власних доходів місцевих бюджетів за січень – вересень 2019 р., порівняно з січнем – вереснем 2018 р., млрд. грн. [14]



Серед бюджетів міст обласного значення, без врахування 24 міст обласного значення, до яких приєдналися територіальні громади, відбулося зростання на 20,1% – 76,5 млрд. грн. у 2019 проти 63,7 млрд. грн у 2018 році (+12,8 млрд. грн).

Що стосується темпів зростання виконання власних доходів місцевих бюджетів, то за січень-вересень 2019 року власні доходи на 1 мешканця зросли на 24,7% з 4323,2 млн. грн. до 5391,0 млн. грн., ПДФО зріс на 27,3%, а місцеві податки і збори зросли на 28,7% (рис. 1.7).

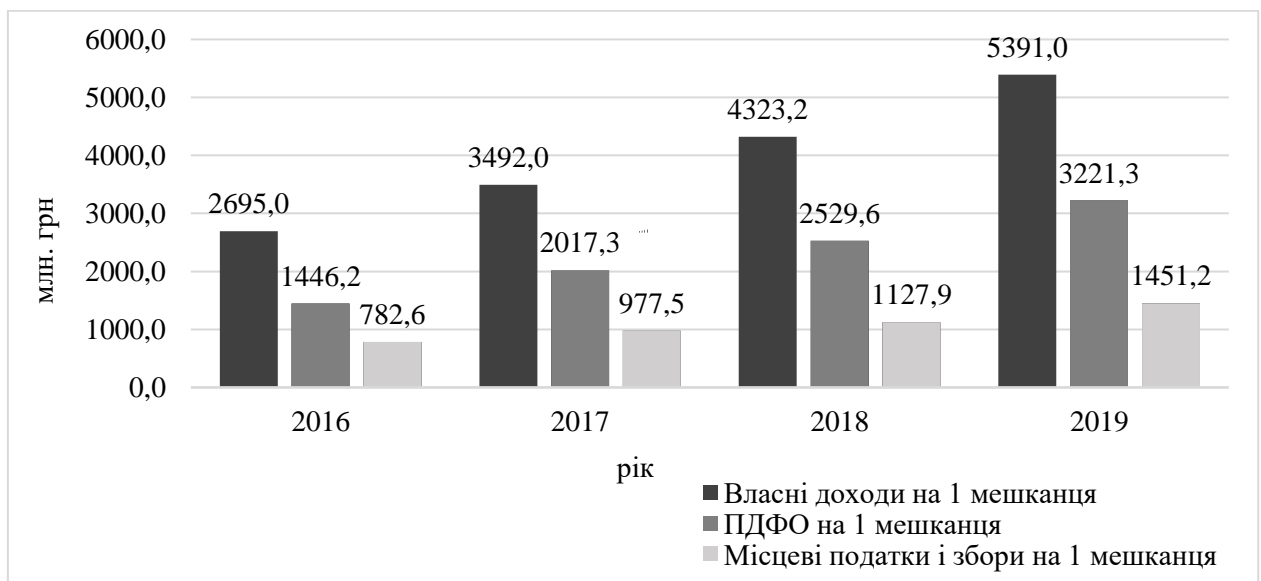


Рисунок 1.7 Зростання доходів загального фонду місцевих бюджетів на 1 мешканця за січень-вересень 2016-2019 р.р., млн. грн. [14]

За інформацією міністерства фінансів України [27] доходи місцевих бюджетів, відповідно до останньої публікованої звітності, сформовані на 48% за рахунок трансфертів від органів державного управління, 47% доходів становлять податкові надходження. Варто додати, що частка місцевих податків та зборів у власних доходах місцевих бюджетів (загальний фонд) за період 2015-2019 рр. в середньому становить 27,2%, для порівняння на кінець 2014 року вона становила близько 0,7%. Що стосується видатків, то 34% припадає на фінансування освіти, 21% становить соціальний захист населення, 16% економічна діяльність та інше (рис. 1.8).

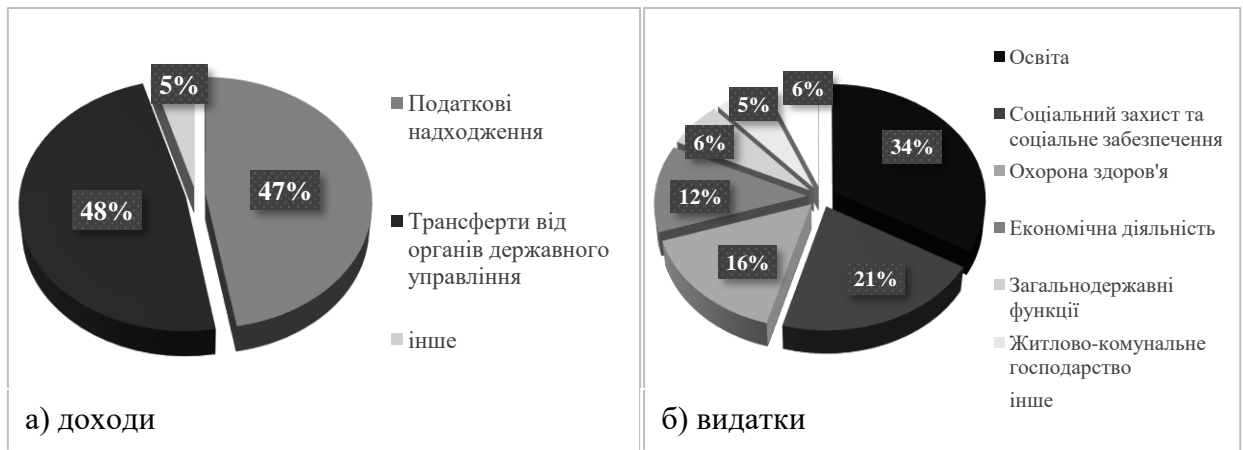


Рисунок 1.8 – Структура місцевих бюджетів за вересень 2019 року [26]

У 2019 році прямі міжбюджетні відносини з державним бюджетом мають 806 ОТГ (з урахуванням 24 міст обласного значення, в яких відбулося приєднання). За перше півріччя 2019 року доходи загального фонду ОТГ (без урахування трансфертів з державного бюджету) склали 17,6 млрд грн, що становить 13,7% від загального обсягу доходів усіх місцевих бюджетів України. У доходах місцевих бюджетів по Україні найбільшу питому вагу складають надходження від сплати податку на доходи фізичних осіб – 77,2 млрд. грн. або 59,9%. У порівнянні з I-м півріччям 2018 року надходження податку зросли на 13,9 млрд грн, що у відсотковому відображенні складає 21,9%.

Плата за землю є другим вагомим джерелом доходів місцевих бюджетів. У структурі доходів загального фонду місцевих бюджетів плата за землю займає 12,1% [21]. У звітному періоді місцевими бюджетами було отримано плати за землю 15,6 млрд грн., що на 23,4% (або на 3,0 млрд. грн.) більше від надходжень, отриманих за аналогічний період 2018 року. На зростання надходжень від плати за землю вплинуло, перш за все, скасування з 2019 року пільгового оподаткування земельних ділянок, наданих для залізниць, відтак за 2019 році ПАТ «Укрзалізниця» має сплатити до місцевих бюджетів понад 4,2 млрд. грн. плати за землю, що на 3 млрд. грн. більше порівняно з 2018 роком.

Значна частка у структурі доходів місцевих бюджетів належить

надходженням єдиного податку (рис. 1.9). Його сума склала 16,2 млрд грн, що на 22,8% (або на 3 млрд грн) перевищує надходження минулого року і становить 12,6% від усієї суми доходів загального фонду місцевих бюджетів. Слід зазначити, що фізичними особами-підприємцями перераховано до місцевих бюджетів 12,0 млрд грн єдиного податку (або 74,2% від його загального обсягу).

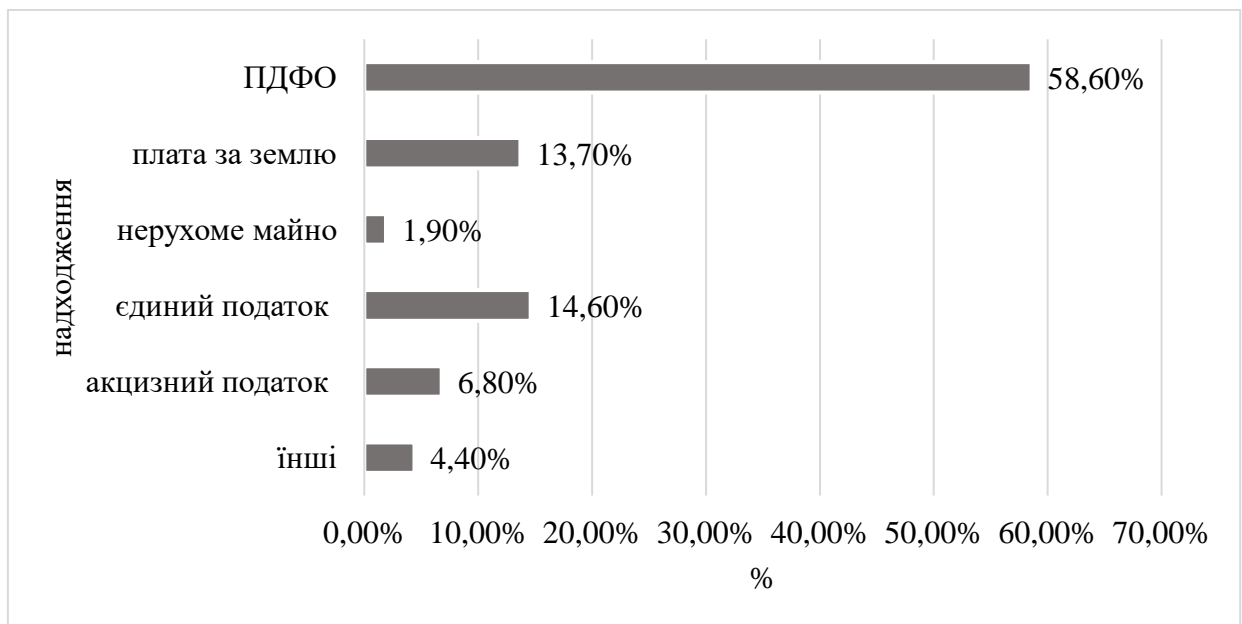


Рисунок 1.9 – Структура надходжень доходів ОТГ (без урахування трансфертів), I півріччя 2019 року [14]

По 665-ти ОТГ, які мали прямі міжбюджетні відносини у 2018 році (по яких наявна коректна порівняльна база), надходження за перше півріччя поточного року склали понад 10,7 млрд. грн., що на 18,7% більше минулорічного показника.

У загальній структурі доходів загального фонду питома вага ПДФО склала 57,5%, що становило в грошовому еквіваленті 6,2 млрд. грн. Плати за землю надійшло 2,0 млрд. грн., єдиного податку – 1,5 млрд. грн., податку на нерухоме майно – 205,7 млн. грн.

Детальну динаміку та структуру надходжень по 665 ОТГ, що були утворені у 2015-2017 роках, можна побачити в табл. 1.1, зокрема показники по

141 ОТГ, утворених у 2018-2019 рр. Ці ОТГ вперше перейшли на прямі міжбюджетні відносини, а отже почали отримувати 60% ПДФО до своїх бюджетів. Також, варто звернути увагу на те, що серед 141 ОТГ, утворених у 2018 році, є міста обласного значення, які отримували ПДФО ще до приєднання до них громад.

Таблиця 1.1 – Структура доходів загального фонду місцевих бюджетів у I-му півріччі 2019 року [26]

Найменування платежів	806 ОТГ (8315,3 тис. осіб)	у тому числі:				141 ОТГ, утворена у 2018 році (2694,6 тис. осіб)
		665 ОТГ, утворених у 2015-2017 роках (5620,7 тис. осіб)				
	Надходження за I-ше півріччя 2019 року	Надходження		+/-	%	Надходження за I-й квартал 2019 року
	I-ше півріччя 2018 року	I-ше півріччя 2019 року				
Всього	17587,0	9021,5	10705,5	1684,0	118,7	6881,5
ПДФО	10303,6	5214,3	6160,8	946,5	118,2	4142,8
Акциз податок (всього)	1198,1	713,3	715,6	2,3	100,3	482,4
- податок з палива	816,1	568,0	552,9	-15,1	97,3	263,2
Місцеві податки і збори (всього)	5 337,1	2752,8	3 372,2	619,4	122,5	1964,9
у тому числі:						
- плата за землю	2415,5	1266,1	1 966,0	699,9	155,3	449,5
- єдиний податок	2561,4	1318,0	1 535,7	217,7	116,5	1025,8
- нерухоме майно	334,3	155,8	205,7	49,9	132,0	128,6
Адмін. послуги	203,9	112,7	118,9	6,2	105,5	85,0

В структурі видатків місцевих бюджетів (рис. 1.10) перше місце займає оплата заробітної плати та нарахування (36%), на другому місці видатки соціального забезпечення (20%), та інші поточні видатки (18,5%). Із загального фонду бюджетів ОТГ, було профінансовано видатків на суму 28,6 млрд. грн., що становить 11% загальної суми видатків усіх місцевих бюджетів України, 18,5 млрд. грн. (64,7% від усіх видатків) було спрямовано на заробітну

плату та нарахування, а 1,7 млрд. грн. (6,0% від усіх видатків) на оплату комунальних послуг та енергоносіїв.

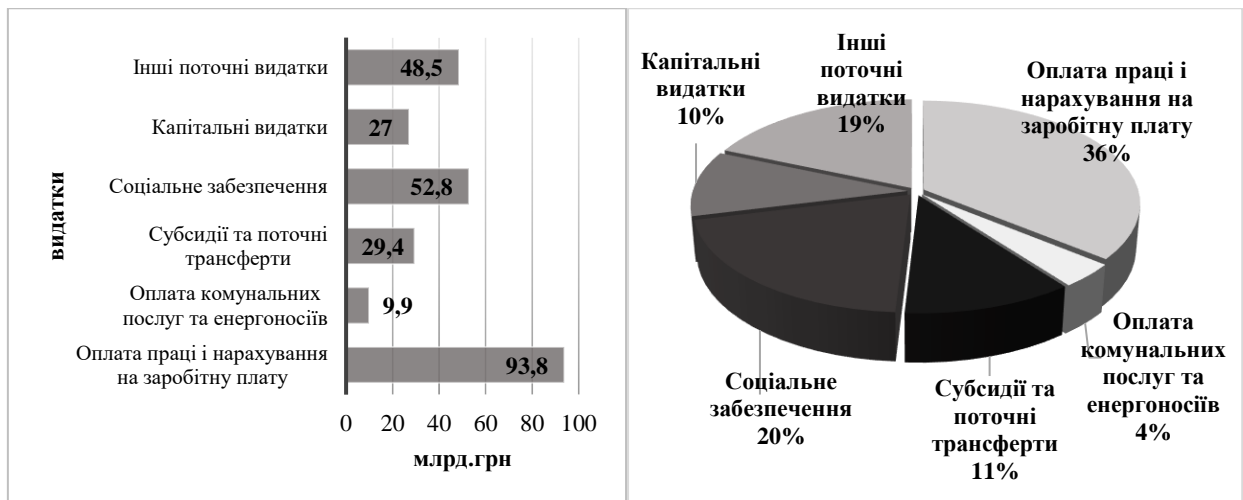


Рисунок 1.10 Структура видатків місцевих бюджетів (загальний та спеціальний фонди) за I півріччя 2019 року, млрд. грн. та % [26]

За період I-го півріччя 2019 року місцевими бюджетами, з державного бюджету, було отримано трансфертів на суму 136,1 млрд. грн. Найбільше було виділено субвенцій на соціальний захист населення та освіту – 48,7 та 42,1 млрд. грн. відповідно, що становить 35,8% та 30,9% від загального обсягу трансфертів отриманих місцевими бюджетами.

Отже, децентралізація влади є невід’ємною складовою регіональної політики України. Метою реформи місцевого самоврядування є забезпечення спроможності громад самостійно, за рахунок власних ресурсів, вирішувати місцеві питання. Сформоване законодавче підґрунтя для реформування системи влади, засноване на міжнародному досвіді, дало потужний поштовх децентралізації та процесу створення ОТГ.

Стрімке зростання доходів громад, за рахунок закріплення близько 50 джерел їх поповнення, говорить про успішність адміністративно-територіальної реформи в Україні та представляє значний інтерес для подальших досліджень.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕНЬ ДО БЮДЖЕТІВ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

#### 2.1 Бюджет об'єднаних територіальних громад як об'єкт прогнозування

На сьогоднішній день прогнозування є невід'ємною частиною процесу управління будь-якою соціально-економічною системою, починаючи від домогосподарств і закінчуючи державою та світовою економікою. Прогнозування виступає першоосновою, під час прийняття управлінських рішень (рис. 2.1), оскільки воно спрямоване на передбачення результатів і наслідків впровадження прийнятих стратегій.



Рисунок 2.1 – Роль прогнозування в прийнятті  
управлінських рішень [18]

Прогнозування – одна з найбільш значущих основ для ефективного розвитку підприємств і галузей, так і економіки регіону або країни в цілому. Вчасно отриманий і достовірний прогноз дає можливість уникнути тих чи інших ситуацій, які можуть негативно вплинути на загальний стан економіки (або конкретних господарюючого суб'єкта), або пом'якшувати їх негативний вплив.

Найчастіше під прогнозом розуміється науково обґрунтоване судження про можливі стани об'єкта в майбутньому або про альтернативні шляхи і терміни досягнення цих станів (або про те й інше). Прогнози обумовлені багатоваріантністю опису розвитку об'єкта в майбутньому в залежності від впливу умов середовища його функціонування. Сьогодення та майбутнє залежать від багатьох факторів, в тому числі випадкових, складне переплетення і поєднання яких врахувати практично неможливо. Тому всі прогнози мають імовірнісний характер.

Процес розробки прогнозу називається прогнозуванням. Воно засноване на системі встановлених причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей, дозволяє виявити стан та ймовірні шляхи розвитку явищ і процесів в майбутньому [28, с. 24].

Основними функціями прогнозування соціально-економічних систем є:

- аналіз процесів і тенденцій;
- дослідження соціально-економічних зав'язків у процесі розвитку об'єкта прогнозування в конкретних умовах на певний період часу;
- оцінка об'єкта прогнозування;
- виявлення альтернатив розвитку;
- оцінка наслідків прийняття рішень;
- обґрунтування рішень на основі накопиченого наукового матеріалу.

Бюджетне прогнозування – це процес складання прогнозу доходів і видатків бюджетів на майбутні періоди, що базується на економічних та специфічних припущеннях у галузі фінансової, бюджетної політики [29].

Метою прогнозування є створення дієвого механізму управління бюджетним процесом як складової системи управління державними фінансами, встановлення взаємозв'язку між стратегічними цілями розвитку держави та можливостями бюджету у середньостроковій перспективі, забезпечення прозорості, передбачуваності та послідовності бюджетної політики.

Саме від бюджетного прогнозування залежить якість та своєчасність прийняття рішень щодо питань формування дохідної частини бюджету, державних видатків та міжбюджетних відносин, проведення податкової політики, що має на меті забезпечення збалансованості бюджетної системи та підвищення рівня ефективності бюджетного регулювання.

Бюджетне прогнозування дуже тісно пов'язане з плануванням. Ці поняття взаємно доповнюють одне одного, але ототожнювати їх не коректно. Характер прогнозу є, в першу чергу, інформаційним і пізнавальним, тоді як план носить суто детермінований характер [29]. У прогнозі немає обов'язкових показників і адресатів, а також він не передбачає виконання обов'язкових дій або рішень. План же вимагає попереднього обґрунтування цілей, аналізу доступних ресурсів, розробки точних норм. Він також зазвичай складається з набору обов'язкових завдань, для яких встановлюються відповідальні за їх виконання [30].

Прогнозування може існувати окремо від планування, хоча часто є складовою його частиною. Більшість соціально-економічних процесів не завжди піддається плануванню, але є об'єктом прогнозування. Практика розвинених країн свідчить, що прогнозування є інформаційно-аналітичною основою не тільки для планування, а й для будь-якого іншого управлінського рішення: мотиваційного, організаційного, контролюючого і т.д.

Основними нормативно-правовими актами, які регулюють процес планування та прогнозування в Україні (рис. 2.2) є: Бюджетний кодекс України [31], Закон України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України» від 23 березня 2000 р.



№ 1602-III [22], Постанова Кабінету Міністрів України від 26 квітня 2003 р. № 621 «Про розроблення прогнозних і програмних документів економічного і соціального розвитку та складання проекту державного бюджету» [33].



Рисунок 2.2 – Система бюджетного прогнозування в Україні [34],[35]

Процедура бюджетного прогнозування включає в себе прогноз який ґрунтується на Програмі діяльності Кабінету міністрів України, прогнозній та програмній документації соціально-економічного розвитку, державних цільових програмах, тощо.

Прогноз державного бюджету України складається на наступні за плановим два бюджетні періоди і включає в себе індикативні макропоказники соціально-економічного розвитку: реальний та номінальний ВВП, індекс споживчих цін, індекс цін виробника, офіційний обмінний курс, фонд оплати праці, рівень безробіття, експорт та імпорт товарів і послуг, прибуток підприємств, державний та зведений бюджет, державний борг та інвестиційні бюджетні програми) [32].

Побудова прогнозів місцевих бюджетів відбувається у відповідності з чинною програмною документацією соціально-економічного розвитку, аналогічно до прогнозування державного бюджету України, на два наступні за плановим бюджетні періоди. Воно включає в себе індикативні прогнозні показники місцевих бюджетів за основними видами доходів, видатків, кредитування, місцевий борг, а також індикативні прогнозні показники фінансування бюджетних програм тощо.

Під час аналізу інституційних засад прогнозування доходів місцевих бюджетів доцільно розуміти структуру ресурсної бази даного процесу, яка містить у собі організаційне (кадрове, правове, інформаційно-комунікаційне, фінансове) та методичне забезпечення (рис. 2.3).

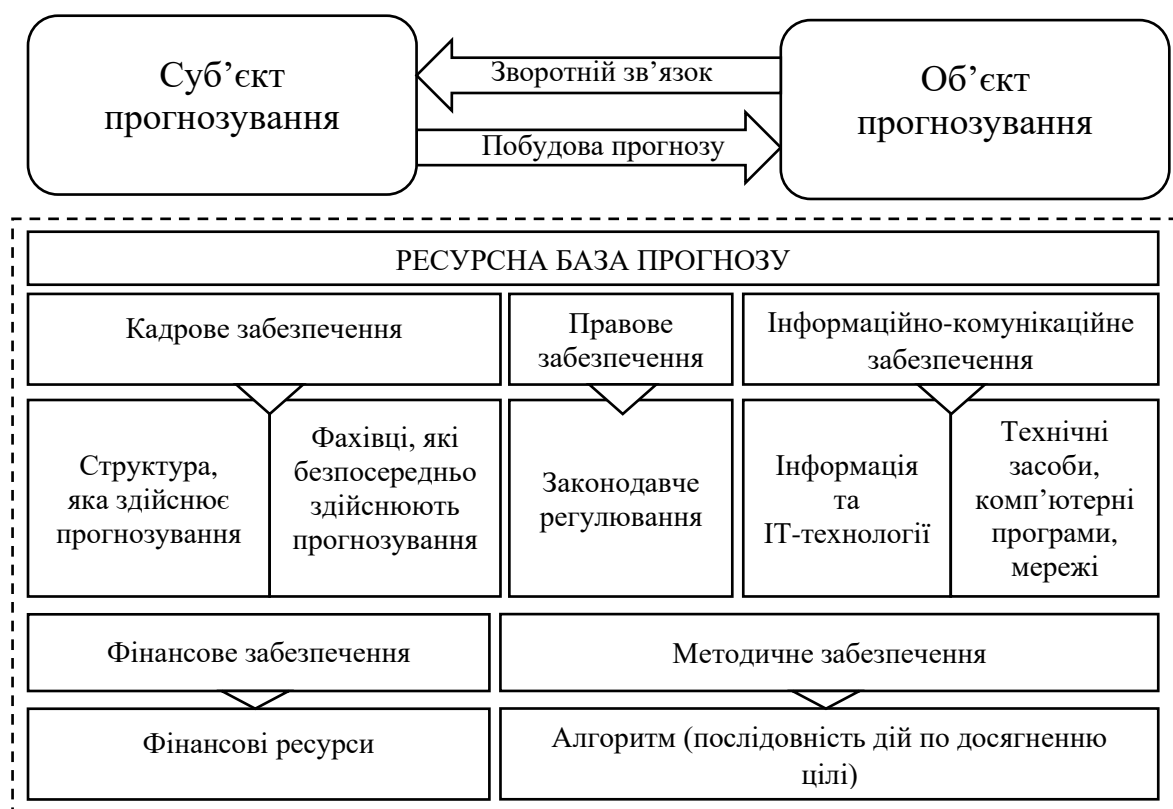


Рисунок 2.3 – Ресурсна база прогнозу [28]

Прогнозування бюджету ОТГ на середньострокову перспективу (на наступні за плановим два бюджетні періоди) здійснюється відповідно до вимог статті 21 Бюджетного кодексу України та враховує очікуване виконання

дохідної частини бюджету об'єднаної територіальної громади у поточному році, положення проекту Закону України «Про Державний бюджет України на 2019 рік» (зі змінами), Бюджетного та Податкового кодексів України (зі змінами), а також основні прогностичні макропоказники економічного і соціального розвитку України на 2020 і 2021 роки, схвалені постановою Кабінету Міністрів України від 11.07.2018р. № 546 «Про схвалення Прогнозу економічного і соціального розвитку України на 2019 - 2021 роки» [36].

Прогнозування показників бюджету здійснюється у такій послідовності (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Етапи прогнозування показників бюджету [28],[38]

Важливе місце у процесі аналізу ЧР з метою їх прогнозування є розробка алгоритму прогнозування, що базується на розглянутих на рис. 2.4 етапах та включає в себе систему логічних зв'язків для досягнення поставлених дослідником цілей (додаток А, рис. А.1).

Організація бюджетного прогнозування базується на використанні певних принципів, основним серед яких є: принцип наукової обґрунтованості, принцип багатоваріантності (альтернативності), цілеспрямованості та адекватності (рис. 2.5).

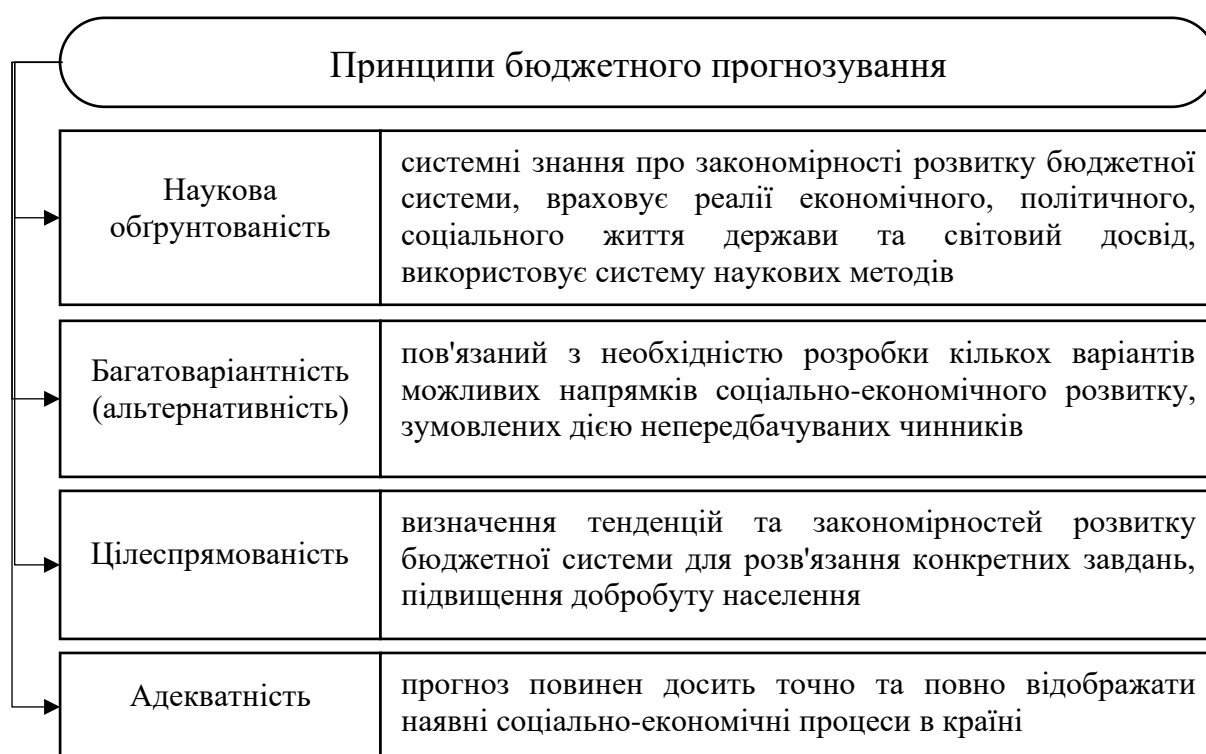


Рисунок 2.5 – Основні принципи бюджетного прогнозування [29]

Переваги бюджетного прогнозування для ОТГ:

- підвищує ефективність планування видатків на задоволення потреб жителів громад, зокрема на освіту, соціальний захист та соціальне забезпечення, будівництво шкіл, лікарень тощо;
- дозволяє більш ефективно планувати обсяг капітальних інвестицій громад, шляхом оцінки наявних бюджетних ресурсів та планування залучення

додаткових ресурсів, з державного бюджету та інших бюджетів, а також позабюджетних коштів;

- сприяє пошуку та залученню нових ресурсів у середньостроковій перспективі шляхом корегування економічних та інвестиційних стратегій.

- поліпшує якість прийняття фінансових рішень;

- сприяє пошуку нових (альтернативних) шляхів розв'язку наявних (бюджетних) проблем громад;

- сприяє відкритості та прозорості в управлінні громадою й прийнятті стратегічно важливих рішень.

Недоліки бюджетного прогнозування для ОТГ:

- значна тінізація економіки, що зумовлює недостовірність інформації;

- вплив інфляційних процесів на динаміку доходів бюджету;

- нестабільність та неузгодженість законодавчих норм;

- неточність та постійна змінюваність вхідних даних, що використовуються у процесі побудови прогнозів доходної частини бюджету.

## 2.2 Огляд методів прогнозування часових рядів

Основним завданням, що розв'язується під час проведення будь-якого статистичного дослідження, є розуміння об'єктивних закономірностей розвитку соціально-економічних процесів та явищ. Для цього використовується інформація, що характеризує досліджуваний показник у часі, тобто часові ряди даних.

Часовий ряд (time series, динамічний ряд, ряд динаміки) – це ряд розташованих у хронологічній послідовності значень статистичного показника, що характеризує зміну явища в часі [39, с. 22].

Аналіз часових рядів дає можливість простежити розвиток явища, показати його основні тенденції. Часовий ряд представляє собою послідовність, в якій кожне значення містить в собі минуле для наступних станів. Будь-яка спроба передбачити майбутнє без дослідження динамічних

рядів минулого є помилковою. Для отримання точних і надійних прогнозів необхідно провести детальний ретроспективний аналіз явища або процесу. Дослідження швидкості та інтенсивності розвитку часового ряду за допомогою показників динаміки часто не дозволяє зразу визначити основну тенденцію руху досліджуваного явища. Це пов'язано з тим, що рівні часового ряду з часом змінюються, коливаються, але подібні коливання неоднакові та можуть бути викликані впливом різного роду факторів.

Прийнято виділяти 4 типи таких факторів [39, с. 29]:

– довгострокові, що формують загальний напрямок розвитку (тенденцію) в зміні аналізованого явища; зазвичай ця тенденція описується за допомогою тієї чи іншої монотонної не випадкової функції, яка називається функцією тренду або просто тренд;

– сезонні, що формують періодично повторювані у визначеному періоді часу коливання аналізованого явища;

– циклічні, формують зміни досліджуваного явища зумовлені дією довготривалих циклів. Такі зміни схожі на сезонні тим, що вони є повторюваними, але різняться довжиною циклів;

– нерегулярні, фактори, що не піддаються обліку і реєстрації, які для соціально-економічних явищ.

На сьогоднішній день у прогнозуванні застосовується безліч методів, моделей, процедур та прийомів з різних дисциплін, включаючи теорію ймовірностей і математичну статистику, економетрику і аналіз даних. За підрахунками зарубіжних і вітчизняних систематиків, прогностика, як наука про закони та способи розробки прогнозів, налічує більше 150 методів прогнозування. У зв'язку з цим, перед фахівцями постає важливе й водночас складне питання вибору тих чи інших методів і моделей для побудови планів і прогнозів, для забезпечення високої ефективності прийнятих рішень [28].

Під методом прогнозування розуміється спосіб теоретичних і практичних дій, спрямованих на розробку прогнозів. При виборі методу прогнозування перевага зазвичай віддається тим, що прості у використанні, не

передбачають великих витрат на реалізацію і, разом з тим, дають можливість забезпечити якість, повноту, достовірність, надійність, точність і своєчасність прогнозу [28]. Проте, варто зазначити, що не існує єдиного, універсального методу прогнозування. Його вибір обумовлений в першу чергу специфікою прогнозованих ситуацій та досліджуваних систем [38].

З метою забезпечення процесу вибору методу прогнозування здійснюється їх класифікація. Існують різні підходи до класифікації методів прогнозування. В основі прогнозування, як вважає І.В. Бестужев-Лада, лежать три взаємодоповнюючих джерела інформації про майбутнє [40]:

- оцінка перспектив розвитку, майбутнього стану прогнозованого явища на основі досвіду;
- умовне продовження в майбутнє (екстраполяція) тенденцій, закономірності розвитку які в минулому і сьогодні досить добре відомі;
- модель майбутнього стану того чи іншого явища, процесу, побудована відповідно до очікуваної або бажаної зміни ряду умов, перспективи розвитку яких вже визначені.

Залежно від способу обробки цієї інформації виділяють три доповнюють один одного способу розробки прогнозів і вибору моделі прогнозування: анкетування, екстраполяцію і моделювання.

Анкетування (інтерв'ювання, опитування) – опитування населення, експертів з метою впорядкувати, надати якусь об'єктивність суб'єктивними оцінками прогнозного характеру. При цьому способі розробки прогнозу особливо велике значення мають експертні оцінки, засновані на очних і заочних, індивідуальних і колективних опитуваннях експертів, а опитування населення в практиці прогнозування застосовуються порівняно не часто.

Екстраполяція – вивчення попереднього розвитку об'єкта і побудова динамічних рядів розвитку показників прогнозованого явища на протязі періоду заснування прогнозу в минулому з наступним упередженням прогнозу перенесенням закономірностей розвитку в минулому і сьогодні на майбутнє (ретроспекція і проспекція прогнозних розробок).

Моделювання – побудова пошукових і нормативних моделей з урахуванням ймовірної або бажаної зміни прогнозованого явища на період упередження прогнозу за наявними прямим або непрямым даними про масштаби і напрямки змін. Найбільш ефективна прогнозна модель - система рівнянь. Однак маються на увазі й всі можливі види моделей в широкому сенсі цього терміну: сценарії, імітації, графи, матриці, добірки показників, графічні зображення і т.д.

Цікавість викликає підхід, заснований на поділі методів прогнозування на два виміри (рис. 2.6): за ступенем свободи процесу прогнозування та абстрагування його від суб'єктивності та за принципом аналітичності процесу прогнозування [39].



Рисунок 2.6 – Типологія методів прогнозування [40]

У крайніх точках цих вимірів знаходяться суб'єктивні, об'єктивні, наївні і причинно-наслідкові методи. Суб'єктивні методи використовуються для формування прогнозу, але не представлені в явній формі. Вони є



невіддільними від дослідника-прогнозиста. Об'єктивні методи формують чітко сформульовані процеси прогнозування, які можуть бути відтворені іншими особами.

Перший вимір протиставляє кількісні методи якісним, в яких переважають інтуїція, творчість, уява. При використанні наївних методів прогноз формується на базі спостережень за минулими значеннями досліджуваної змінної без урахування в явній формі основних рушійних чинників. При використанні причинно-наслідкових (казуальних) методів ідентифіковані рушійні фактори, і їх майбутні ймовірні значення спрогнозовані.

Другий вимір протиставляє методи екстраполяції методам, що пояснюють взаємозв'язки, незалежно від їх кількісного або якісного характеру.

Експертні судження мають місце в тому випадку, коли прогноз заснований не на об'єктивних даних, а скоріше на думці менеджера, покупця, фахівця. Перевага експертного методу в порівнянні з чисто інтуїтивним підходом – можливість обміну і зіставлення ідей внаслідок наявності явно вираженої казуальної структури.

Евристичні і екстраполяційні методи застосовуються зазвичай у випадках, коли аналітична структура прогнозного процесу слабка, але прогноз спирається на об'єктивну інформацію. Це відносно прості методи, засновані на попередньому досвіді або на досить складній екстраполяції минулих значень досліджуваного процесу або явища.

Як правило, до числа найбільш важливих класифікаційних ознак методів прогнозування відносять такі: ступінь формалізації, спосіб отримання і обробки інформації, напрямок і призначення прогнозування, процедуру отримання параметрів прогнозування і т. д.

Усю сукупність методів прогнозування можна розділити на дві великі групи: інтуїтивні та формалізовані (рис. 2.7).

Інтуїтивні методи в більшій мірі відповідають нормативним прогнозування стрибкоподібних процесів. Ці методи прогнозування

використовують в тих випадках, коли через значну складність об'єкта прогнозування неможливо розрахувати вплив безлічі чинників. Інтуїтивні методи прогнозування поділяються на групи індивідуальних і колективних експертних оцінок.

Формалізовані методи прогнозування базуються на фактичному інформаційному матеріалі про минуле та сьогодення розвитку об'єкта прогнозування і найчастіше застосовуються при пошуковому прогнозуванні для еволюційних процесів.

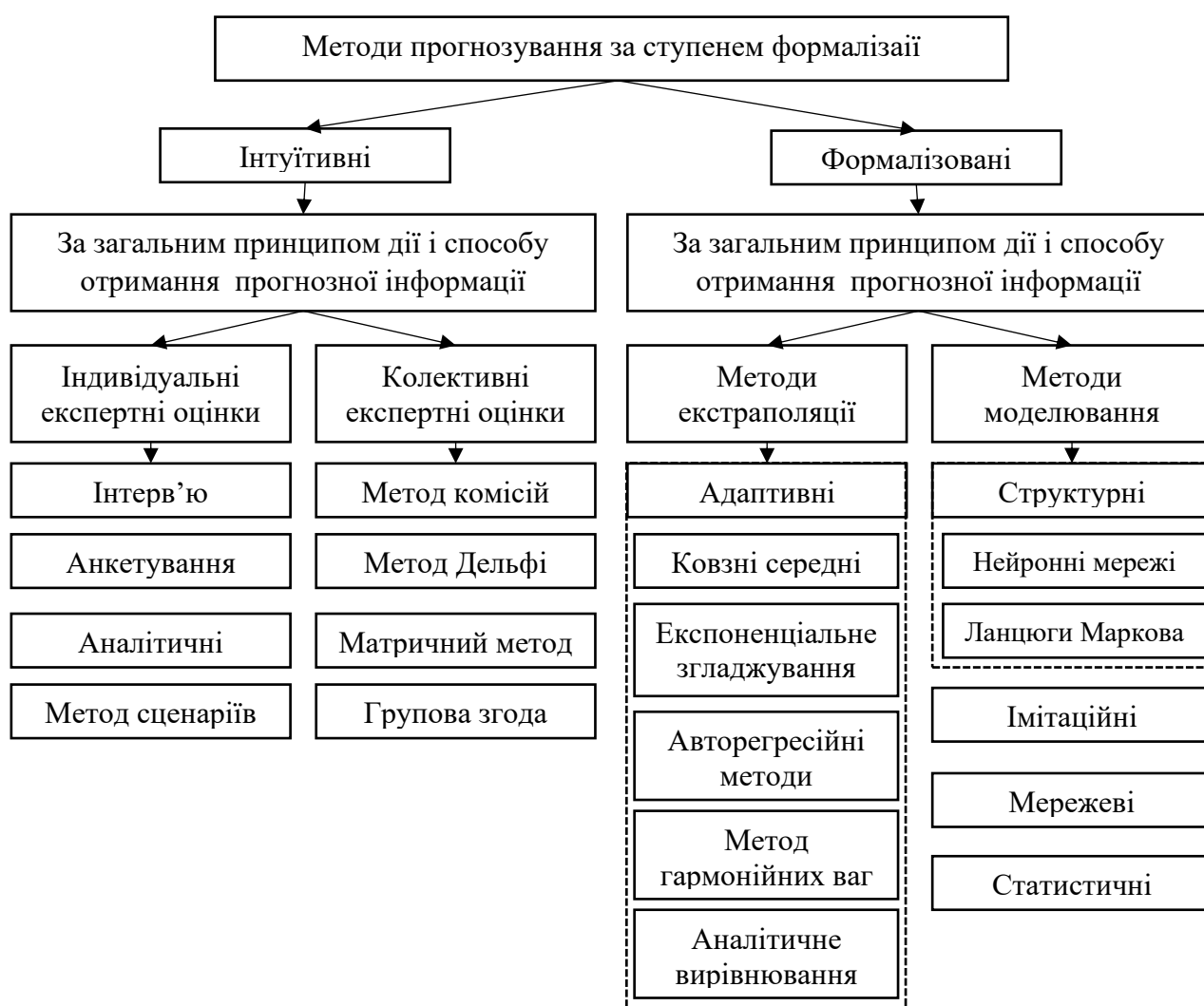


Рисунок 2.7 – Класифікація методів прогнозування за ступенем формалізації [28], [40]

Найбільший інтерес у прогнозуванні представляють формалізовані методи. Вони базуються на математичній теорії, яка забезпечує підвищення достовірності та точності прогнозів, значно скорочує терміни їх виконання, дозволяє автоматизувати обробку інформації і оцінку результатів. Єдина класифікація групи формалізованих методів досі не сформована, що пов'язано з бурхливим розвитком протягом останнього десятиліття економіко-математичних методів, а також появою нових програмних продуктів, що значно полегшують застосування трудомістких формалізованих методів. Зазвичай серед формалізованих методів виділяють дві самостійні групи: методи прогновної екстраполяції та методи моделювання.

Екстраполяція – це метод наукового дослідження, який заснований на поширенні минулих і справжніх тенденцій, закономірностей, зв'язків на майбутній розвиток об'єкта прогнозування. Основна мета даного прогнозу полягає в тому, щоб показати, до яких результатів можна дійти в майбутньому, якщо явище буде розвиватися із певною швидкістю, прискоренням і т. д., аналогічними для минулого періоду [40].

До методів екстраполяції відносяться метод ковзної середньої, метод експоненціального згладжування, метод найменших квадратів.

Метод ковзних середніх (англ. Moving Average – MA) є одним з широко відомих методів згладжування часових рядів. Застосовуючи цей метод, можна елімінувати випадкові коливання і отримати значення, які відповідають впливу головних факторів.

Розрізняють наступні види ковзних середніх:

- просте ковзне середнє (SMA);
- зважене ковзне середнє (WMA);
- експоненціальне ковзне середнє (EMA);
- трикутне ковзне середнє (TMA);
- адаптивне ковзне середнє (AMA);
- синус-зважене ковзне середнє (SWMA);
- ковзне середнє кінцевої точки (EPMA);

Згладжування за допомогою ковзних середніх засноване на тому, що в середніх величинах взаємно погашаються випадкові відхилення. Це відбувається внаслідок заміни первинних рівнів часового ряду середньою арифметичною величиною всередині обраного інтервалу часу.

Отримане значення відноситься до середини обраного інтервалу часу (періоду). Потім період зсувається на одне спостереження, і розрахунок середньої повторюється, причому періоди визначення середньої беруться весь час однаковими. Таким чином, в кожному випадку середня центрована, тобто віднесена до серединної точки інтервалу згладжування і являє собою рівень для цієї точки. Чим ширше інтервал згладжування, тим більше плавним виходить тренд. Згладжений ряд коротше початкового на  $(n-1)$  спостережень, де  $n$  – величина інтервалу згладжування. При великих значеннях  $n$  коливання згладженого ряду значно знижується й одночасно скорочується кількість спостережень. Вибір інтервалу згладжування залежить від цілей дослідження. При цьому слід керуватися тим, в який період часу відбувається дія, а отже, і усунення впливу випадкових факторів.

Просте ковзне середнє (англ. Simple Moving Average, SMA) є одним з найбільш широко використовуваних індикаторів в технічному аналізі. Воно не лише використовується в якості самостійної методики побудови короткострокових прогнозів, але і лежить в основі багатьох інших технічних індикаторів. Особливістю SMA є те, що при здійсненні згладжування всім спостереженнями випадкової величини з інтервалу згладжування присвоюється однакова питома вага [41].

З математичної точки зору просте ковзне середнє є середнє арифметичне значення, а для розрахунку його значення використовується наступна формула:

$$SMA_t = \frac{1}{n} * \sum_{i=0}^{n-1} P_{t-i}, \quad (2.1)$$

де  $SMA_t$  – значення простого ковзного середнього в період часу  $t$ ;

$n$  – інтервал згладжування;

$P_{t-i}$  – значення випадкової величини на момент  $(t-i)$ .

У загальному випадку зваженим ковзним середнім (англ. Weighted Moving Average, WMA) є будь-яке середнє, яке встановлює різні вагові коефіцієнти для спостережуваних значень випадкової величини. Ідея його розрахунку полягає в тому, щоб надати більшої ваги новим спостереженням, і меншу вагу старим. Такий підхід дозволяє згладити різкі відхилення досліджуваного показника і більш точно визначити напрям тренду, оскільки останнім даним надається більша питома вага [42].

У практиці технічного аналізу найбільшого поширення набуло лінійно зважене ковзне середнє (англ. Linear Weighted Moving Average), формула розрахунку якого в загальному вигляді виглядає наступним чином:

$$WMA_t = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (n-i) * P_{t-i}}{\sum_{i=1}^n i}, \quad (2.2)$$

де  $n$  – інтервал згладжування;

$P_{t-i}$  – значення ціни в період часу  $(t-i)$ .

Слід зазначити, що знаменник являє собою арифметичну прогресію і для зручності розрахунків може бути перетворений в такий спосіб:

$$\sum_{i=1}^n i = \frac{n * (n - 1)}{2}, \quad (2.3)$$

де  $n$  – інтервал згладжування.

Також досить поширеним в практиці технічного аналізу є окремий випадок зваженого ковзного середнього, а саме, експоненціальне ковзне середнє (англ. Exponential Moving Average, ЕМА).

Експоненціальне ковзне середнє є окремим випадком зваженого ковзного середнього і застосовується в технічному аналізі як самостійна методика, так і в якості складової частини інших індикаторів. Метою такого згладжування є передача більшої ваги останнім значенням досліджуваного ряду, і меншої ваги більш раннім [43].

У загальному вигляді формула для розрахунку значення експоненціального змінного середнього в період часу  $t$  ( $EMA_t$ ) може бути записана наступним чином:

$$EMA_t = \alpha * P_t + (1 - \alpha) * EMA_{t-1}, \quad (2.4)$$

де  $\alpha$  – ваговий коефіцієнт в інтервалі від 0 до 1;

$P_t$  – значення випадкової величини в період часу  $t$ ;

$EMA_{t-1}$  – значення експоненціального змінного середнього в період  $(t - 1)$ .

Об'єднання наївних моделей з усереднюючими моделями, коли використовуються середнє, тренд і сезонна компонента, і в той же час більша вага надається останнім спостереженням покладено в основу методу експоненціального згладжування (англ. Exponential Smoothing, ES).

Метод експоненціального згладжування, або модель Брауна, представляє собою своєрідну модифікацію методу ковзного середнього і є досить популярним методом прогнозування часових рядів.

Історично метод був незалежно відкритий Брауном і Холтом. Незалежно один від одного, Браун і Холт відкрили експоненціальне згладжування для процесів з постійним трендом, з лінійним трендом і для рядів з сезонною складовою [40, с. 48].

Сутність методу полягає в тому, що часовий ряд згладжується за допомогою зваженої ковзної середньої, в якій ваги розподіляються за експоненціальним законом, причому більш старим спостереженнями приписуються експоненціально спадні ваги. При такому згладжуванні кожне нове значення (прогноз) розглядається як зважене середнє поточного спостереження і згладженого ряду.

Формула простого експоненціального згладжування, що дає можливість представити прогноз у вигляді суми фактичного і згладженого значення попереднього спостереження, взятих з певною вагою, має такий вигляд:

$$ES_t = \alpha X_{t-1} + (1 - \alpha)S_{t-1}, \quad (2.5)$$

де  $X_{t-1}$  – спостережуване значення в попередній період;

$S_{t-1}$  – прогнозне значення попереднього періоду;

$\alpha$  – константа згладжування (параметр згладжування), що характеризує вагу поточного спостереження при розрахунку експоненціальної середньої.

Результат згладжування залежить від параметра  $\alpha$ , який вибирається теоретичним і емпіричним способом і знаходиться в межах  $0 \leq \alpha \leq 1$ .

Від значення цього параметра залежить, як швидко буде зменшуватися вага попереднього спостереження. Якщо вихідні дані характеризуються невеликою мінливістю, то постійна згладжування близька до 0. Якщо найбільших значень набувають останні спостереження, то  $\alpha$  необхідно вибирати близьке до 1.

Однак необхідно враховувати, що при збільшенні  $\alpha$  погіршуються «фільтраційні» можливості експоненціальної середньої. У ряді випадків величину параметра згладжування доцільно вибирати в інтервалі від 0,1 до 0,3. Пошук компромісного значення константи згладжування становить задачу оптимізації моделі.

Ковзні середні та експоненціальне згладжування відносяться до числа найбільш поширених і часто використовуваних методів екстраполяції трендів, проте, як правило, не використовуються як самостійні при прогнозуванні, але успішно застосовуються як допоміжні при обробці даних і підготовці до вирішення задач прогнозування. Однак, слід зазначити, що застосування ковзних і експоненціальних середніх в якості основи для прогностичної оцінки має сенс лише при відносно невеликому коливанні рівнів часового ряду, в іншому випадку будуть спостерігатися значні відхилення та погіршення результатів [38].

На даний момент розроблені моделі експоненціального згладжування, які можливо застосовувати для динамічних процесів з наявністю тренду (адитивного і мультиплікативного) і сезонної складової.

В середині минулого століття Ч. Хольт запропонував вдосконалений метод експоненціального згладжування – метод двопараметричного експоненціального згладжування, згодом названий його ім'ям. У запропонованому алгоритмі значення рівня та тренду згладжуються за допомогою експоненціального згладжування. Причому параметри згладжування у них різні.

$$\begin{cases} \Omega_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(\Omega_{t-1} - T_{t-1}) \\ T_t = \beta(\Omega_t - \Omega_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\ \hat{T}_{t+p} = \Omega_t + pT_t \end{cases} \quad (2.6)$$

Тут перше рівняння описує згладжений ряд загального рівня. Друге рівняння служить для оцінки тренду. Третє рівняння визначає прогноз на  $p$  кроків за часом вперед. Постійні згладжування можуть підбиратися шляхом перебору по цих параметрах з певним кроком. Окремим випадком методу Хольта є метод Брауна, коли  $\alpha = \beta$  [40, с. 49].

Недоліком методів Хольта і Брауна є те, що при прогнозуванні значень ряду не враховуються сезонні коливання. Проте, дані недоліки зміг усунути і



продовжити дослідження Уінтерс. Модель Уінтерса (Winters model), враховує вплив останніх змінних, тренд і сезонність. Її називають трипараметричної експоненціальним згладжуванням.

Метод Уінтерса можна подати у вигляді системи рівнянь:

$$\begin{cases} \Omega_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(\Omega_{t-1} - T_{t-1}) \\ T_t = \beta(\Omega_t - \Omega_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\ S_t = \gamma \frac{Y_t}{\Omega_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \\ \hat{T}_{t+p} = (\Omega_t + pT_t)S_{t-s+p} \end{cases} \quad (2.7)$$

Дріб в першому рівнянні служить для виключення сезонності з  $Y(t)$ . Після виключення сезонності алгоритм працює з «чистими» даними, в яких немає сезонних коливань. З'являються вони вже в самому фінальному прогнозі, коли «чистий» прогноз, порахований майже по методу Хольта, множиться на сезонний коефіцієнт [40, с. 50].

Моделі авторегресії-ковзного середнього. Для прогнозування також застосовуються регресійні моделі, що зв'язують прогнозовану залежну змінну з декількома вибраними незалежними.

При використанні таких моделей важливим є правильний підбір коефіцієнтів регресії, а також перевірка адекватності побудованої моделі [38].

Відомі у всьому світі статистики Г.Е.П. Бокс (G.E.P. Box) і Г.М. Дженкінс (G.M. Jenkins) розробили принципово новий і досить потужний клас алгоритмів для прогнозування часових рядів. Логічну побудову моделей Бокса-Дженкінса можна представити так [16]:

$$\begin{aligned} AR(p) + MA(q) &\Rightarrow ARMA(p, q) \Rightarrow \\ &\Rightarrow ARMA(p, q)(P, Q)ARMA(p, q) \Rightarrow \\ &\Rightarrow ARIMA(p, q, r)(P, Q, R)ARMA(p, q) \dots \end{aligned} \quad (2.8)$$

Однією з найбільш використовуваних серед цих моделей є модель авторегресії (процес авторегресії). Ця модель описує часовий ряд, що містить елементи, які послідовно залежать один від одного. Цю залежність можна виразити в такій простій формі:

$$X_t = \alpha X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (2.9)$$

де  $X_t$  – залежна змінна в момент часу  $t$ ;

$\alpha$  – параметр авторегресії,  $t$ ;

$\varepsilon$  – випадковий вплив,  $t, \dots, n = 1$ .

Таку модель називають процесом авторегресії першого порядку і позначають AR (1) (autoregressive). На практиці також часто застосовуються процеси авторегресії другого порядку ( $P = 2$ ).

Авторегресійна модель порядку  $p$  позначається AR( $p$ ) і має наступний вигляд:

$$X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-2} + \alpha_3 X_{t-3} + \dots + \alpha_p X_{t-p} + \varepsilon_t. \quad (2.10)$$

Тут кожне спостереження є сума лінійної комбінації  $p$  попередніх спостережень і випадкової компоненти, на яку впливають змінні, які не враховуються в даній моделі.

Визначити параметр авторегресії можна різними способами, наприклад, методом найменших квадратів або, застосовуючи систему рівнянь Юла-Уокера, яка дає кращі результати підгонки моделі авторегресії до реальних статистичних даних.

На відміну від процесу авторегресії, в процесі змінного середнього кожен елемент ряду схильний сумарному впливу попередніх помилок. У загальному вигляді це можна записати наступним чином:

$$X_t = \varepsilon_t + b_1\varepsilon_{t-1} + b_2\varepsilon_{t-2} + \dots + b_q\varepsilon_{t-q}, \quad (2.11)$$

де  $b_1, b_2, \dots, b_q$  – параметри ковзного середнього.

Тут поточне спостереження ряду є сумою випадкової компоненти в даний момент і лінійної комбінації випадкових впливів в попередні моменти часу. Модель змінного середнього порядку  $q$  позначають: модель MA( $q$ ) (moving average).

Модель ARMA (autoregressive moving average) відображає змішані процеси авторегресії і ковзного середнього, тобто узагальнює дві простіші моделі - модель авторегресії (AR) і модель змінного середнього (MA). У неї для отримання економічною параметризації включені як члени, що описують авторегресії, так і члени, що моделюють ковзне середнє. Модель ARMA має більш складну структуру, але характеризується меншою кількістю параметрів в порівнянні з моделями AR і MA, що є одним з її переваг.

Модель авторегресії-ковзного середнього характеризується порядками його складових  $p$  і  $q$ , записується ARMA( $p, q$ ) і має вигляд:

$$X_t = c + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^p \alpha_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^q \beta_i \varepsilon_{t-i}, \quad (2.12)$$

де  $c$  – константа;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – авторегресійні коефіцієнти;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$  – коефіцієнти змінного середнього.

Така модель може інтерпретуватися як лінійна модель множинної регресії, в якій в якості пояснюють змінних виступають минулі значення самої залежної змінної, а в якості регресійного залишку – ковзні середні з елементів шумової складової.

Для побудови моделі ARMA по серії спостережень необхідно визначити порядок моделі  $p$  і  $q$ , а потім і самі коефіцієнти. Для визначення коефіцієнтів застосовуються такі методи, як метод найменших квадратів і метод максимальної правдоподібності.

Модифікаційною формою моделі ARMA є лінійна нестационарна модель авторегресії – проінтегрованого ковзного середнього: ARIMA – найвідоміший і використовуваний на даний час алгоритм [40, с. 53].

На відміну від розглянутих методик прогнозування часових рядів, в методології ARIMA передбачає будь-якої чіткої моделі для прогнозування часового ряду. Задається лише загальний клас моделей, що описують часовий ряд і дозволяють якось виражати поточне значення змінної через її попередні значення. Потім алгоритм, підлаштовуючи внутрішні параметри, сам вибирає найбільш підходящу модель прогнозування.

Модель ARIMA виходить інтегруванням ARMA. Її позначають ARIMA  $(p, d, q)$ , де  $p$ ,  $d$  і  $q$  – цілі невід'ємні числа, що характеризують порядок для частин моделі, відповідно авторегресійної, інтегрованої і ковзного середнього. При  $d$ , що задає рівень диференціювання, рівному нулю модель ARIMA еквівалентна ARMA.

На практиці використовується велика кількість модифікацій моделі ARIMA. Економетричні, регресивні і методи Бокса-Дженкінса в даний час є загально визнаними методами прогнозування часових рядів.

Аддитивні та мультиплікативні моделі. Рівні тимчасового ряду формуються під впливом досить великої кількості факторів. Їх умовно можна розділити на три групи [38]:

- фактори, що формують тенденцію ряду;
- фактори, що формують циклічні (і / або сезонні) коливання ряду;
- випадкові чинники.

Таким чином, рівні тимчасового ряду можна записати у вигляді:

$$Y_t = f(T_t, S_t, C_t, \varepsilon_t), \quad (2.13)$$

де  $T_t$  – тенденція (тренд);

$S_t$  – сезонна складова;

$C_t$  – циклічна складова;

$\varepsilon_t$  – випадкова (несистематична) компонента.

Будь-який ряд можна представити у вигляді поєднання цих складових. Однак слід зазначити, що операція декомпозиції часового ряду, безсумнівно корисна для моделювання досліджуваного явища і допустима з математичної точки зору, може в деяких випадках ввести в оману.

Наприклад, припущення про незалежний вплив зазначених компонент є не виправданим з практичної точки зору. Однак в ряді випадків розкладання тимчасового ряду на тренд, сезонність та випадкову компоненту дозволяє істотно спростити розуміння механізмів розвитку соціально-економічних процесів.

З математичної точки зору виділяють три основні форми декомпозиції часового ряду:

– адитивної моделлю часового ряду називається уявлення ряду у вигляді суми компонент:

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t ; \quad (2.14)$$

– мультиплікативною моделлю часового ряду називається уявлення ряду у вигляді добутку компонент:

$$Y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t \cdot \varepsilon_t ; \quad (2.15)$$

– модель змішаного типу:

$$Y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t + \varepsilon_t ; \quad (2.16)$$

Слід зауважити, що в процесі формування значень рівнів кожного часового ряду не обов'язково беруть участь одночасно всі компоненти. Однак наявність випадкової складової передбачається у всіх випадках.

У зв'язку з бурхливим розвитком засобів обробки інформації відбувся перехід від окремих методів прогнозування до систем підтримки прийняття рішень, що використовують у своїй роботі елементи штучного інтелекту і самонавчання. Наприклад, так звані методи «м'яких» обчислень, нейронні мережі, генетичні алгоритми, відомі вже кілька десятиліть, але на практиці використовуються не часто, в основному, компаніями, що займаються активними операціями на фінансових ринках.

Нейромережеві моделі прогнозування дають можливість досліджувати залежність прогнозованої величини від безлічі незалежних змінних і мають значні переваги в порівнянні з більш простими статистичними методами. Досліднику немає необхідності вирішувати задачу вибору моделі поведінки часового ряду, побудова нейромережевої моделі відбувається адаптивно по базі даних. Недоліком нейронних мереж є їх не детермінованість, що обмежує їх практичне застосування [40, с. 56].

Штучні нейронні мережі, являють собою систему з'єднаних і взаємодіючих між собою простих штучних нейронів. Кожен нейрон такої мережі має справу тільки з сигналами, які він періодично отримує та посиляє іншим нейронам. І тим не менше, будучи з'єднаними в досить велику мережу з керованою взаємодією, такі локально прості нейрони разом здатні виконувати досить складні завдання.

Нейрон – це найпростіший елемент мережі, він являє собою спрощену модель природного нейрона. Математично, штучний нейрон зазвичай представляють як деяку нелінійну функцію від єдиного аргументу – лінійної комбінації всіх вхідних сигналів. Дану функцію називають функцією активації. Отриманий результат надсилається на єдиний вихід [44].

Штучний нейрон характеризується своїм поточним станом за аналогією з нервовими клітинами головного мозку, які можуть бути порушені або

загальмовані (рис. 2.8). Він володіє групою синапсів – односпрямованих вхідних зв'язків, з'єднаних з виходами інших нейронів, а також має аксон – вихідний зв'язок даного нейрона, з якого сигнал (збудження або гальмування) надходить на синапси наступних нейронів [45].

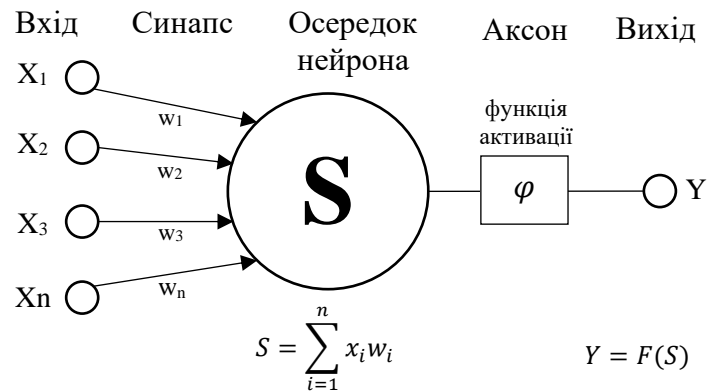


Рисунок 2.8 – Схематичне зображення штучного нейрона [44]

Поточний стан нейрона визначається як зважена сума його входів:

$$S = \sum_{i=1}^n x_i w_i . \quad (2.17)$$

Вихід нейрона є функція його стану  $y=f(S)$ . Нейрони об'єднуються в так звані шари, які з'єднуються певним чином в мережу (рис.2.9).

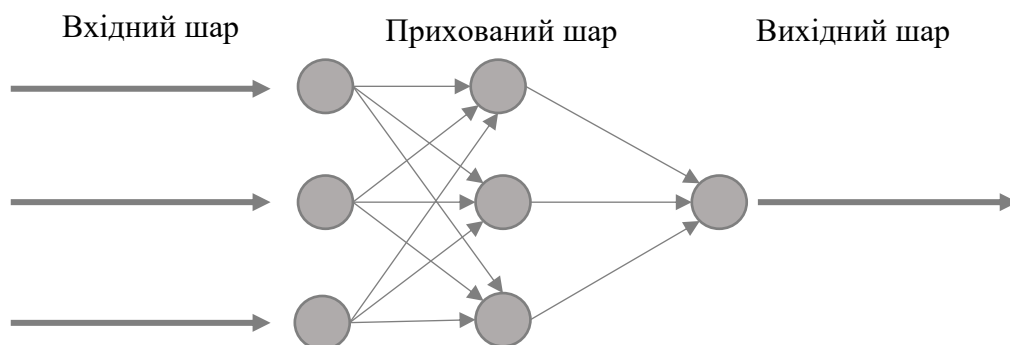


Рисунок 2.9 – Приклад схематичної структури штучної нейромережі [44]

Особливий інтерес представляють функції активації, які використовуються для обчислення значень на виходах нейронів. Вони можуть мати різний вигляд. Однією з найбільш поширених, є нелінійна функція з насиченням, так звана логістична функція або сигмоїд. При зменшенні  $\alpha$  сигмоїд стає більш пологим, при  $\alpha = 0$  вироджуючись в горизонтальну лінію на рівні 0.5. З вираження для сигмоїда очевидно, що вихідне значення нейрона лежить в діапазоні  $[0,1]$ .

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}}. \quad (2.18)$$

Сигмоїдна функція диференційована на всій осі абсцис, що використовується в деяких алгоритмах навчання. Крім того вона має властивість посилювати слабкі сигнали краще, ніж великі, і запобігає насиченню від великих сигналів, так як вони відповідають областям аргументів, де сигмоїд має пологий кут нахилу [4].

Теоретично число шарів і число нейронів в кожному шарі може бути довільним, однак фактично воно обмежене ресурсами комп'ютера. Чим складніше нейронна мережа, тим масштабніше завдання, вона здатна вирішувати. Для вирішення деяких завдань, вже існують оптимальні конфігурації мереж. Але якщо завдання не може бути вирішена за допомогою існуючих мереж, необхідна розробка нової структури. Складність розробки полягає в тому, що структура мережі залежить від конкретної розв'язуваної задачі. На сьогодні існує два підходи до реалізації штучних нейронних мереж – апаратна і програмна. Програмна реалізація, порівняно з апаратною, має низку переваг, пов'язаних з простотою використання і впровадження в інформаційно-керуючу систему. Нейромережевий підхід є вільним від модельних обмежень, він однаково підходить для лінійних і складних нелінійних задач, а також завдань класифікації.

Окрім вибору моделей та методів розробка прогнозу потребує визначення його точності та надійності. Точність прогнозу можна визначити



розрахувавши помилку прогнозу (різницю між прогнозними та фактичними значеннями). Такий підхід застосовують у двох випадках: коли прогнозний період вже настав і відомі фактичні значення прогнозованого показника, або, коли проводиться ретроспективний аналіз прогнозних значень [38].

Основними мірами точності прогнозу є:

– середня квадратична помилка прогнозу (MSE):

$$MSE = \frac{1}{\tau} \sum_{t=T+1}^{T+\tau} (x_t - \hat{x}_t)^2, \quad (2.19)$$

де  $x_t$  – фактичне значення рівня ряду в періоді часу  $t$ ;

$\hat{x}_t$  – модельне значення рівня ряду в періоді часу  $t$ ;

$T$  – кількість значень часового ряду за якими побудована модель;

$\tau$  – кількість даних, за якими перевіряється точність прогнозу;

– корінь із середньоквадратичної помилки (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{t=T+1}^{T+\tau} (x_t - \hat{x}_t)^2}; \quad (2.20)$$

– середня абсолютна помилка (MAD):

$$MAD = \frac{1}{\tau} \sum_{t=T+1}^{T+\tau} |x_t - \hat{x}_t|; \quad (2.21)$$

– корінь із середньоквадратичної помилки прогнозу у відсотках від фактичних значень (MAPE):

$$MAPE = \frac{100}{\tau} \sum_{t=T+1}^{T+\tau} \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right|; \quad (2.22)$$

– середня абсолютна помилка прогнозу у відсотках (RMSPE):

$$RMSPE = 100 \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{t=T+1}^{T+\tau} \left( \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right)^2} . \quad (2.23)$$

Таблиця 2.1 – Класифікація прогнозів за якістю [38]

MAPE, RMSPE	Точність прогнозу
Менше 10%	Висока
10% - 20%	Хороша
20% - 40%	Задовільна
40% - 50%	Погана
Більше 50%	Незадовільна

Останні дві міри точності прогнозу (MAPE, RMSPE) визначаються у відсотках, тому визначити якість прогнозів можна використовуючи наступну градацію (табл. 2.1). Дана градація дає змогу визначити в які межі потрапляє помилка прогнозного показника і дозволяє дати узагальнену характеристику отриманим результатам.

### 2.3 Програмне забезпечення для аналізу та прогнозування часових рядів

Для прогнозування економічних показників найчастіше застосовуються статистичні та математичні пакети програм, аналітичні платформи, нейропакети, програми для автоматизації бізнесу, а також і табличний процесор MS Excel. Тому, важливим кроком будь-якого дослідника є вибір того чи іншого програмного продукту, що забезпечить якісну попередню обробку, аналіз вхідної інформації та побудову прогнозу за обраними методами.

Першочерговими факторами, на які звертає увагу дослідник, при виборі того чи іншого спеціалізованого програмного продукту для прогнозування і

аналізу часових рядів є його доступність, функціонал та зручність в експлуатації. Нажаль, далеко не всі програмні рішення відповідають цим критеріям. На сьогоднішній день на ринку програмних продуктів існує безліч спеціалізованих рішень, що застосовуються для аналізу часових рядів та прогнозування (табл. 2.2).

Умовно їх можна згрупувати за такими критеріями як:

- сфера застосування програмного продукту;
- моделі, що реалізуються на базі програм;
- необхідний рівень підготовки користувача;
- готовність до експлуатації.

Таблиця 2.2 – Програмні продукти для прогнозування [46], [47]

№	Назва програмного продукту	Сфера застосування	Моделі, що реалізуються	Необхідна підготовка користувача	Готовність до експлуатації
1	Microsoft Excel, OpenOffice.org	широкого призначення	алгоритмічні, регресійні	базові знання статистики	необхідна значна доробка (реалізація моделей)
2	Statistica, Deductor, IBM SPSS Statistics, EViews, UNISTAT, Gretl [46]	дослідницька, моделювання	алгоритмічні, широкий спектр регресійних моделей, нейромережеві	спеціальна математична освіта	готовий пакетний продукт
3	Matlab, R+RStudio, iLog, AnyLogic, iThink, Simulink, GPSS, SciPy	дослідні, розробка додатків, моделювання	алгоритмічні, регресійні, нейромережеві, імітаційні	спеціальна математична освіта	знання відповідних мов програмування відповідно до специфіки сфери застосування
4	Forecast Pro, Forecast4AC Pro, Forecast Now!, ForecastX	бізнес-прогнозування	алгоритмічні	не потрібні глибокі знання	готовий пакетний продукт

Найбільш розповсюдженим програмним забезпеченням серед дослідників різних галузей те спеціалізації є Microsoft Excel, що призначений для обробки електронних таблиць (ЕТ). MS Excel є однією з найпопулярніших програм для роботи з електронними таблицями за допомогою графічного інтерфейсу [47, с. 30].

Особливості прогнозування часових рядів в MS Excel:

- є достатньо засобів для швидкої побудови різноманітних функцій регресії, т. е. для виділення трендової складової моделі даних і побудови на цій основі прогнозу;

- графічні засоби MS Excel дозволяють будувати лінію тренду для прогнозованої змінної, що залежить тільки від одного фактору. Для перекладу графічного представлення прогнозу в числовий формат необхідно виконати додаткові обчислення;

- за допомогою функцій MS Excel порівняно просто побудувати довірчі інтервали для прогнозних значень тільки в тому випадку, якщо прогнозована змінна залежить від одного фактору.

В Excel можуть бути реалізовані наступні методи для прогнозування:

- метод екстраполяції;
- метод згладжування ковзної середньої;
- метод експоненціального згладжування;
- метод сезонних коливань.

Пакет MS Excel налічує велику кількість користувачів. Завдяки простоті роботи з ним і великій кількості корисних вбудованих функцій і процедур, він дозволяє вирішувати багато простих прикладні завдання, пов'язані з обробкою даних. Однак потреба в серйозних методах прикладної статистики та аналізу даних у користувачів MS Excel при цьому залишається незадовільною. Основними недоліками пакету є:

- відсутність будь-якої гнучкості;
- обмежений набір функцій для аналізу даних;
- наявність обмежень на кількість рядків у таблицях

- платний програмний продукт;

Програмний пакет Statistica – це інтегрована система для аналізу даних, графіки та управління даними, інструмент розробки додатків в бізнесі, економіці, фінансах. Statistica легка в освоєнні і використанні. Всі наявні в системі аналітичні інструменти доступні користувачеві і можуть бути обрані за допомогою альтернативного призначеного для користувача інтерфейсу. Користувач може всебічно автоматизувати свою роботу: від простих макросів для автоматизації рутинних дій до поглиблених, що включають в себе інтеграцію Statistica з іншими додатками [47, с. 30].

У пакеті Statistica реалізовані наступні методи прогнозування часових рядів:

- регресійний аналіз;
- модель авторегресії і проінтегрованого ковзного середнього (ARIMA);
- експоненціальне згладжування;
- спектральний аналіз;
- сезонна декомпозиція;
- нейронні мережі;
- аналіз розподілу лагів.

Процедури Statistica мають достатню швидкість і точність обчислень. Гнучка і потужна технологія доступу до даних дозволяє ефективно працювати як з таблицями даних на локальному диску, так і з віддаленими сховищами даних.

Головними недоліками пакету є необхідність достатньої теоретичної підготовки для реалізації його функціоналу, програмний продукт є платним.

IBM SPSS Statistics – пакет для статистичної обробки даних, один з лідерів ринку в області комерційних статистичних продуктів, призначених для проведення прикладних досліджень в суспільних науках [46]. Він містить інструменти прогнозного моделювання і просунуті аналітичні функції для вирішення комерційних і дослідницьких завдань. цей пакет є фактичним

стандартом для багатьох підприємств, дослідних інститутів і фахівців за статистикою [48].

У пакеті SPSS Statistics доступні усі методи аналізу й прогнозування часових рядів що й у Statistica, зокрема реалізовані моделі прогнозування часових рядів ARIMA, пошук аномальних значень ряду, моделі експоненціального згладжування. Перевагами SPSS Statistics є те що даний пакет дозволяє оперативно отримувати доступ до масивів даних, управляти ними і аналізувати їх – включаючи дані опитувань, корпоративні бази даних, дані, завантажені з Інтернету, і т. д. Просунуті статистичні методи і інструменти реалізовані через простий та зручний у використанні інтерфейс, за допомогою якого користувачі можуть аналізувати дані і вирішувати складні дослідні та комерційні завдання.

Основними недоліками є висока ціна порівняно з аналогічними за функціоналом програмними рішеннями, відсутність гнучкості в розрахунках, відсутність можливості реалізації сторонніх (власних) алгоритмів. Комерційні продукти світового рівня, зокрема Statistica, IBM SPSS та подібні вимагають істотних матеріальних витрат. Тому актуальним є вибір і використання альтернативних вільно розповсюджуваних програмних продуктів.

Одним з продуктів, що відповідають високим сучасним вимогам, є RStudio – вільне середовище розробки програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом для мови програмування R, який призначений для статистичної обробки даних і роботи з графікою.

Пакет прикладних програм R має універсальну загальнодоступною ліцензією на вільне програмне забезпечення GNU General Public License. Вона надає користувачеві права копіювати, модифікувати і поширювати (в тому числі на комерційній основі) програми, а також гарантувати, що і користувачі всіх похідних програм отримають перераховані вище права [49].

R – це одночасно і вільно розповсюджене програмне середовище з відкритим кодом, що розвивається в рамках проекту GNU, і мова програмування для статистичної обробки даних і роботи з графікою. R можна

безкоштовно скачати на сайті проекту <http://www.r-project.org> і застосовувати скрізь, де потрібна робота з даними. R широко використовується як статистичне програмне забезпечення для аналізу даних і фактично став стандартом для статистичних, економетричних програм.

Однією з переваг R є центральна система зберігання і поширення пакетів – CRAN (Comprehensive R Archive Network – <http://cran.rproject.org>), які розширюють можливості базового продукту.

Особливістю R є інтерфейс командного рядка, хоча доступні і кілька графічних інтерфейсів користувача (комерційних і безкоштовних), наприклад, системах R Commander, RKWard, RStudio, Weka, Rapid Miner, KNIME, а також в засобах інтеграції в офісні пакети. В R існує велика кількість пакетів для аналізу часових рядів. Наприклад, одним з найбільш популярних є пакет `forecast`, автором якого є професор Роб Хіндман (Rob J Hyndman, Університет Монаша, Австралія), в якому реалізовані як класичні (експоненціальне згладжування, модель Хольта-Уінтерса, автоматичне моделювання ARIMA та ін.), так і нещодавно розроблені методи прогнозування (моделі для згрупованих часових рядів, рядів з декількома сезонними компонентами та ін.). Така різноманітність методів є перевагою даного пакета.

Перевагами R для економічного аналізу є [46], [49]:

- гнучкість;
- наявність вбудованих потужних аналітичних засобів;
- орієнтація мови програмування на конкретну предметну область (фінансовий сектор);
- обробку масивів даних до кількох тисяч спостережень;
- наявність вбудованої системи допомоги і підказок;
- хороші графічні можливості надання результатів досліджень;
- можливість самостійного написання необхідних функцій;
- програма та додаткові пакети надаються користувачам безкоштовно.

До недоліків варто віднести [49]:

- на відміну від більшості комерційних програм, R не має вбудованого графічного інтерфейсу, а лише інтерфейс командного рядка, таким чином, потрібно знати необхідні для роботи функції і синтаксис мови програмування [46];

- немає комерційної підтримки (але є міжнародна система розсилки повідомлень про оновлення);

- недостатня кількість навчальної літератури з R російською мовою.

Отже, прогнозування є основною метою і завданням великої кількості фахівців в різних галузях, що займаються аналізом даних. Бюджетне прогнозування займає важливе місце в системі управління ОТГ, адже воно дозволяє підвищити ефективність планування видатків, що у свою чергу призведе до підвищення задоволення потреб жителів, зокрема у освіті, соціальному захисті та медичному забезпеченні.

Бюджетне прогнозування дозволяє здійснити ефективну оцінку наявних бюджетних ресурсів та планувати залучення додаткових. Воно відіграє важливу роль у корегуванні економічних та інвестиційних стратегій громади та допомагає здійснювати прийняття ефективних рішень. Сучасні методи статистичного прогнозування дозволяють з високою точністю прогнозувати практично всі можливі показники. Для короткострокового прогнозування застосовують практично всі відомі методи: експоненціальне згладжування, АРПСС (ARIMA) і нейронні мережі.

Середньостроковий прогноз вимагає використання АРПСС і експоненціального згладжування, а при побудові довгострокового прогнозу стандартні статистичні методи прогнозування практично не використовують, і потрібне використання комплексних підходів.



### РОЗДІЛ 3

## ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕНЬ ДО ОТГ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ «R»

### 3.1 Аналіз структури власних надходжень бюджетів ОТГ Запорізької області

Ефективне місцеве самоврядування передбачає право і спроможність органів місцевої влади, здійснювати управління ресурсами громади в інтересах її жителів. Для досягнення сталого соціально-еколого-економічного розвитку територій необхідна розробка технології управління комунальною власністю, інфраструктурою, матеріальними, а також фінансовими ресурсами громад та комунальних установ.

Одна з технологій управління – аналіз надходжень до місцевих бюджетів за оцінкою їх трендостійкості, передбачуваності та прогнозування, що дозволить більш виважено формувати місцеві бюджети.

Наявність видатків, пов'язаних з виконанням своїх функцій місцевими органами влади, зумовлює потребу в доходах. Планування доходів місцевих бюджетів потребує проведення глибокого аналізу не тільки досягнутого рівня, але і й динаміки надходжень до бюджету. Порівняння може здійснюватися як в за видами надходжень, так і за суб'єктами надходжень (фізичних або юридичних осіб, бюджетів нижчих рівнів тощо).

Запорізька область на сьогоднішній день налічується 299 територіальних громад, з яких були об'єднані 61 із запланованих Перспективним планом 76-ти, загальною площею 18842,887 км<sup>2</sup> (69.33% території області). Успішно йде освоєння коштів державної субвенції на інфраструктурні проекти, Фонду регіонального розвитку й іноземних донорів. 4 райони покриті ОТГ на 100% (Оріхівський, Більмацький, Чернігівський та Великобілозерський). За загальним рейтингом формування спроможних громад Запорізька область займає 5 місце, тим самим належить до лідерів за

успішність проведення децентралізаційної реформи. Кількість жителів громад налічує 528069 тис. осіб, що складає 30% від загальної чисельності населення області [14].

За результатами аналізу бюджетів ОТГ Запорізької області за 1 півріччя 2019 року середній дохід загального фонду (без трансфертів) на одного жителя по 44-х ОТГ області склав 1728,3 грн. Найбільше доходів у розрахунку на одну людину отримано в Кирилівській ОТГ – 4173,7 грн, найменше у Водянській ОТГ – 823,3 грн.

Серед ОТГ області 38 громад отримують з державного бюджету базову дотацію, двом перераховують реверсну дотацію. Найвищий рівень дотаційності у Благовіщенській громаді, у якої обсяг базової дотації у загальній сумі доходів становить 36,9%.

Найбільша питома вага видатків на утримання апарату управління громад в доходах загального фонду (без урахування трансфертів) припадає на бюджет Чкаловської ОТГ – 59,4%, найменшими обсягами видатків характеризується бюджет Михайлівської ОТГ – 15,2%.

Що стосується доходів жителів громад, то у середньому по всіх ОТГ області питома вага заробітної плати у видатках загального фонду становить 74,4%. Найвищий показник видатків у Мирненській ОТГ – 85,7%, найнижчий у Бердянській ОТГ – 40,6% [14].

У 2015 році відповідно до Перспективного плану [51] в Запорізькій області було утворено перші 6 ОТГ, які об'єднали 21 місцеву раду (105 населених пунктів, де проживає понад 38,6 тис. населення загальною площею 2257,06 кв. км.). Серед перших утворених громад були:

- селищна Веселівська громада (Веселівський район);
- селищна Комиш-Зорянська громада (Більмацький район);
- сільська Берестівська громада (Бердянський район);
- сільська Воскресенська громада (Пологівський район);
- сільська Преображенська громада (Оріхівський район);
- сільська Смирновська громада (Більмацький район).

У таблиці 3.1 приведена загальна характеристика перших 6-ти ОТГ Запорізької області.

Таблиця 3.1 – Загальні параметри перших 6-ти ОТГ Запорізької області

Код ОТГ	Назва ОТГ	Площа, кв.км.	Населення, мешканців	Всього надходжень до бюджетів за 2016-2019 роки, млн. грн.	Всього власних доходів бюджетів за 2016-2019 роки, млн. грн.	Перевищення бюджету Веселівської в порівнянні з іншими ОТГ, рази
501	Берестівська	498,15	4702	133,2	64,9	2,2
502	Веселівська	438,34	12809	287,4	164,4	1
503	Комиш-Зорянська	371,1	6372	163,1	88,3	1,8
504	Преображенська	367,17	5662	134,6	64,2	2,1
505	Смирновська	317,6	3389	108,6	64,2	2,6
506	Воскресенська	264,7	5661	144,3	68,9	2

Аналіз здійснювався на основі даних наданих департаментом фінансів Запорізької ОДА щодо надходжень до бюджетів районів і ОТГ Запорізької області [52], [26]. Помісячні файли у форматі електронних таблиць \*xls містили показники бюджету з наростаючим підсумком впродовж року. Після імпорту інформації до бази даних (БД) та її опрацювання дані для аналізу були представлені часовими рядами помісячних надходжень. Кожен елемент часового ряду в базі даних – це запис, який крім величини надходжень в гривнях містить рік і місяць надходжень, код надходжень як ознаку виду надходжень, код регіону. За допомогою запитів до сформованої БД були одержані потрібні для подальшого аналізу часові ряди (ЧР). Вивчалися різні види надходжень.

Першим кроком аналізу динаміки є візуалізація поведінки ЧР шляхом побудови відповідних графіків і діаграм. На рис. 3.1 представлена динаміка сукупних надходжень до бюджетів 6-ти перших ОТГ Запорізької області за період із січня 2016 р. по вересень 2019 р.

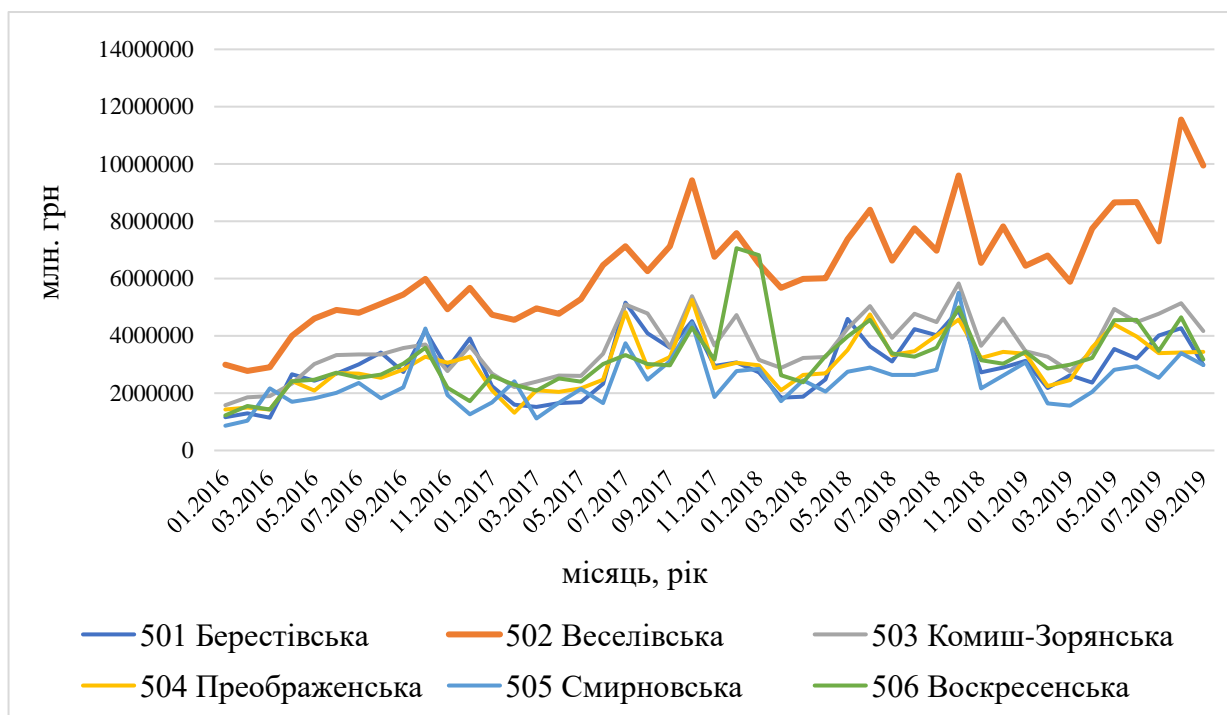


Рисунок 3.1 – Динаміка щомісячних сукупних надходжень до бюджетів 6-ти ОТГ Запорізької області за період січень 2016 – жовтень 2018 рр.

У таблиці 3.1 показано, що власні доходи ОТГ приблизно дорівнюють надходженням від офіційних трансфертів – базових дотацій та освітніх і медичних субвенцій. Трансферти із Державного бюджету розраховуються і надходять до бюджетів ОТГ згідно формул, їх обсяги в основному залежать від кількості мешканців ОТГ і їх площ [53]. Так як трансферти залежать від зовнішніх факторів і їх обсяг визначається формульно, то більш цікавими для прогнозування є власні доходи.

Власні доходи складаються із 4-х категорій надходжень, які в бюджетній класифікації доходів мають такі коди:

- 10000000 – «Податкові надходження»;
- 20000000 – «Неподаткові надходження»;
- 30000000 – «Доходи від операцій з капіталом»;
- 50000000 – «Цільові фонди».

Їх сукупність складає «Власні доходи» і обліковується за кодом 90010100 – «Разом доходів».

На рисунку 3.2 представлена динаміка власних доходів бюджетів 6-ти перших ОТГ Запорізької області за період із січня 2016 р. по вересень 2019 р. Характер динаміки власних доходів схожий із динамікою сукупних надходжень (рис. 3.1), тільки більш помітні сезонні коливання.



Рисунок 3.2 – Динаміка щомісячних власних доходів бюджетів 6-ти ОТГ Запорізької області за період січень 2016 – вересень 2019 рр.

Найбільшу частку власних надходження до бюджетів ОТГ забезпечують податкові надходження. У всіх досліджуваних громадах вони складають від 91% до 98% від усіх власних надходжень. На підставі цього доречно буде проаналізувати власні доходи громад та джерел їх формування.

В таблиці 3.2 наведені підсумкові величини власних надходжень за категоріями: податкові, неподаткові, операції з капіталом та цільові фонди.

Таблиця 3.2 – Власні доходи бюджетів 6-ти ОТГ Запорізької області за 2016 - 2019 рр.

Код ОТГ	Назва ОТГ	Власні доходи					
		Всього власних доходів, млн. грн.	Податкові надходження, млн. грн.	Питома вага податкових надходжень у власних, %	Неподаткові надходження, млн. грн.	Операції з капіталом тис. грн.	Цільові фонди, тис. грн.
501	Берестівська	64,9	61,2	94,3%	3,7	8,8	41,4
502	Веселівська	164,4	149,6	91,0%	14,7	19	0
503	Комиш-Зорянська	88,3	81,9	92,8%	6,4	0	0
504	Преображенська	64,2	59,6	92,8%	4,7	-8,1	0
505	Смирновська	64,2	62,3	97,0%	1,8	72,6	0
506	Воскресенська	68,9	67,6	98,1%	1,2	137,3	0

Аналізуючи власні доходи бюджетів можна говорити про те, що найбільшу частку податкових надходжень має Веселівська ОТГ – 149,6 млн. грн. Обсяги інших п'яти громад приблизно однакові і з знаходяться в межах від 60 до 90 млн. грн. Питома вага податкових надходжень у власних складає 91%. Найбільшу питому вагу має Воскресенська ОТГ (98,1%). Також Веселівська ОТГ у порівнянні з іншими має найбільшу частку неподаткових надходжень та операцій з капіталом, що у грошовому еквіваленті становить 14,7 та 19 млн. грн. У Преображенській ОТГ спостерігається негативний показник операцій з капіталом (-8,1 тис. грн.), а найбільші обсяги належать Смирновській та Воскресенській громадам (137,3 тис. грн). Власні доходи за цільовими фондами присутні лише у однієї (Берестівської) громади.

Проаналізуємо структуру податкових надходжень 6-ти ОТГ Запорізької області. В таблиці 3.3 наведені підсумкові величини податкових надходжень.

Таблиця 3.3 – Структура податкових надходжень 6-ти ОТГ Запорізької області за 2016 - 2019 роки

№	Види податкових надходжень	Код надходження	Назва і код ОТГ					
			501	502	503	504	505	506
			Берестівська	Веселівська,	Комиш-Зорянська,	Преображенська	Смирновська,	Воскресенська,
1.	Податкові надходження (ПН), млн. грн.	10000000	61,2	149,6	81,9	59,6	62,3	67,6
	%		100	100	100	100	100	100
2.	Податок на доходи фізичних осіб (ПДФО), млн. грн.	11000000	23,7	71,8	43,9	24,3	36,3	37,4
	Частка ПДФО в ПН, %%		38,8	48	53,7	40,8	58,3	53,6
3.	За використання природних ресурсів, тис. грн.	13000000	0	0	0	0	0,004	0,1
	Частка в ПН, %		0,02	0	0,006	0	0,006	0,1
4.	Внутрішні податки на товари та послуги, млн. грн.	14000000	0,5	15,7	4,3	18,8	0,3	0,8
	Частка в ПН, %		0,8	10,5	5,2	19	0,6	1,3
5.	Місцеві податки і збори, млн. грн.	18000000	37	61,4	33,4	24	25,6	29,1
	Частка в ПН, %		60,4	41,1	40,8	40,3	41,1	44,7
6.	Інші податки та збори, тис. грн.	19000000	0	0,7	0,3	0	0,028	0,2
	Частка в ПН, %		0,02	0,5	0,3	0	0,045	0,3

Серед ПН 6-ти ОТГ найбільшу частку складають ПДФО – в середньому 48,8 %, найвищий показник 58,3 % – у Смирновській ОТГ, найнижчий – 38,8 % у Берестівській ОТГ. Другим за вагою серед податкових надходжень після ПДФО йдуть місцеві податки і збори – в середньому 44,7 %, найвищий показник 60,4 % – у Берестівській ОТГ, найнижчий – 40,3 %. Треті за обсягом серед ПН - внутрішні податки на товари та послуги – в середньому 6,2 %, найвищий показник 19 % – у Преображенській ОТГ, найнижчий – 0,6 % у Смирновській ОТГ. Інші види податків, які віднесені до податкових надходжень, складають менше 1 %.

На рисунку 3.3 показані зміни складових податкових надходжень до бюджету Веселівської ОТГ у 2016 - 2019 рр.

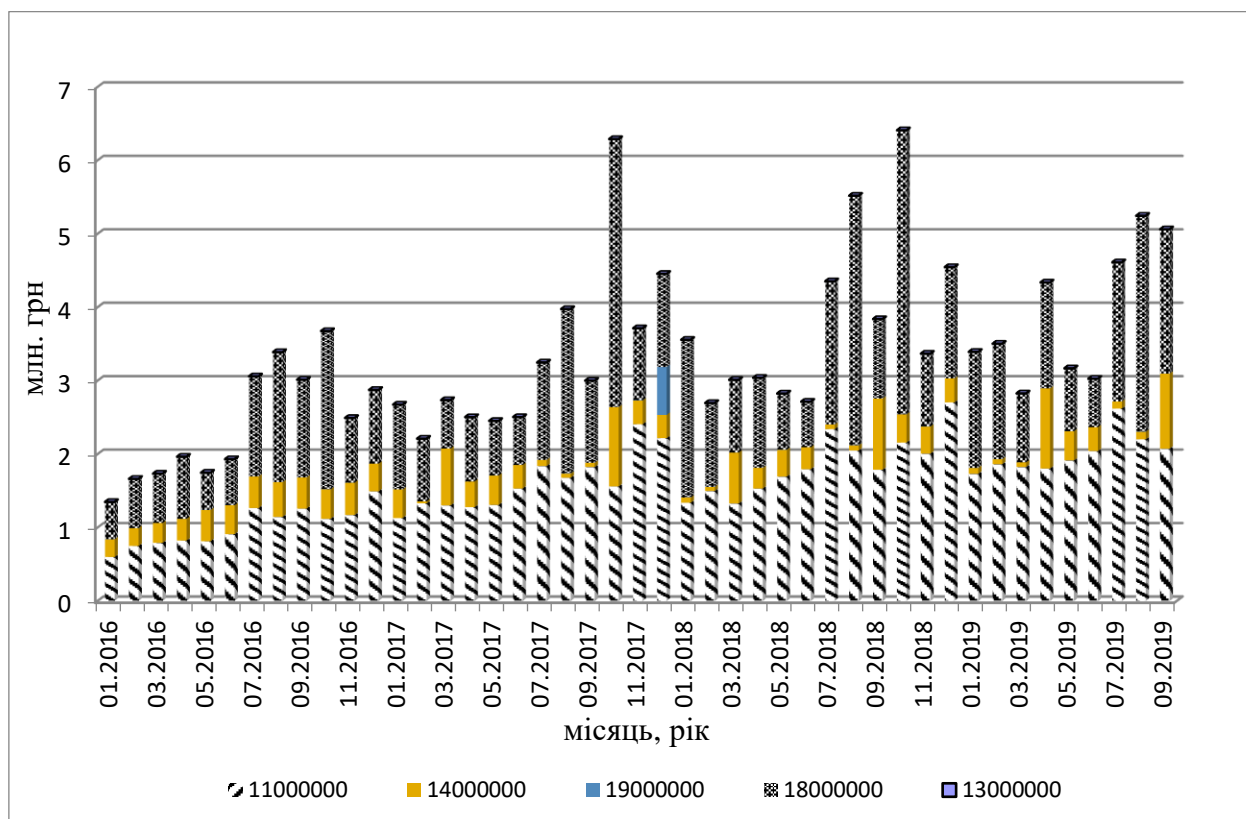


Рисунок 3.3 – Структура податкових надходжень Веселівської ОТГ за період січень 2016 - жовтень 2018 рр.

В різні місяці частка різних видів надходжень змінюється, але загальний процес є більш-менш стаціонарним. Найбільшу частку щомісячних надходжень у структурі податкових надходжень, як зазначалося раніше, є ПДФО, що складає 48% обсягу ПН. На другому місці за величиною надходжень знаходяться місцеві податки та збори, що формують 41,1% в обсязі ПН.

В результаті аналізу структури надходжень 6-ти найбільших ОТГ Запорізької області можна зробити висновок, що в першу чергу потребують аналізу і прогнозування ПДФО і місцеві податки та збори, адже саме за рахунок них була сформована дохідна база громад.



### 3.2 Прогнозування надходжень до Веселівської ОТГ методами екстраполяції пакету «Forecast»

На сьогоднішній день пакет Forecast є одним з найбільш популярних серед дослідників засобом аналізу ЧР та прогнозування у середовищі R. В ньому реалізовані різноманітні варіанти класичних методів побудови прогнозів до яких належать: експоненціальне згладжування, модель Хольта-Уінтерса, автоматичне моделювання ARIMA моделей та ін. Різноманітність методів є перевагою даного пакета. Більшість методів прогнозування є повністю автоматизованими і не потребують особливих знань під час прогнозування.

В успішності прогнозування велику роль відіграє вироблення та побудова загальної схеми прогнозування (додаток Б, рис. Б.1) з поділом на відповідні кроки, що містять у собі:

- попередній аналіз досліджуваних даних;
- вибір моделей та методів аналізу ЧР;
- пошук необхідного програмного забезпечення для реалізації прогнозу;
- оцінка якості прогнозу та надання відповідних роз'яснень та рекомендацій.

Дохідну базу власних надходжень досліджуваних ОТГ Запорізької області становлять ПДФО та місцеві податки та збори, що у відсотковому еквіваленті складає 48% та 41,1%. Вагомість даних податкових надходжень у місцевих бюджетах ОТГ посилюють науковий інтерес та практичну доцільність для розробки прогнозу на середньострокову перспективу.

Інформаційною базою прогнозів було обрано дані Веселівської ОТГ за період з 01.2016 по 09.2019 (додаток В, рис. В.1). Вона є найбільшою громадою як за загальними, так і за власними надходженнями. В якості досліджуваних рядів динаміки для побудови прогнозів було обрано наступні показники:

- ПДФО, млн. грн;
- місцеві податки та збори, млн. грн;
- власні доходи, млн. грн;

Перед початком побудови прогнозу доцільно розділити ЧР на модельну та тестову вибірку (рис. 3.4). На модельній вибірці виконується безпосередня побудова прогнозних моделей, а тестова бере участь у перевірці якості прогнозу.

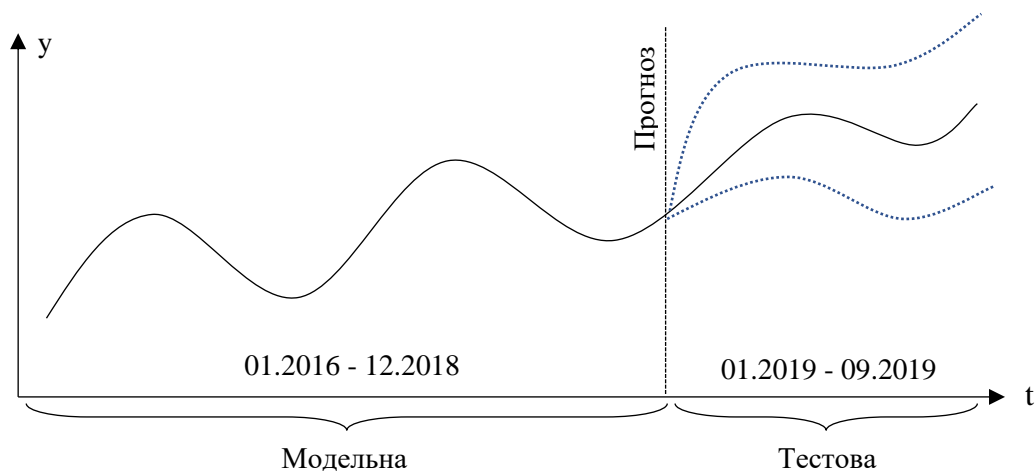


Рисунок 3.4 – Схематичний поділ досліджуваних рядів динаміки на модельну та тестову вибірку

На тестовій вибірці здійснювалася побудова прогнозних моделей, а на тестовій здійснювалася перевірка якості отриманих моделей за середньою абсолютною помилкою у відсотках (MAPE) та середньоквадратичною помилкою інтерполяції у відсотках (RMSPE).

Завантажимо у середовище R статистичну інформацію про обсяги надходження ПДФО до бюджету Веселівської ОТГ попередньо підключивши необхідні пакети функцій. Перетворимо інформацію в ЧР та за допомогою функції `ggtsdisplay` зобразимо його на графіку разом з автокореляційною (ACF) і частковою автокореляційною (PACF) функціями (рис. 3.5).

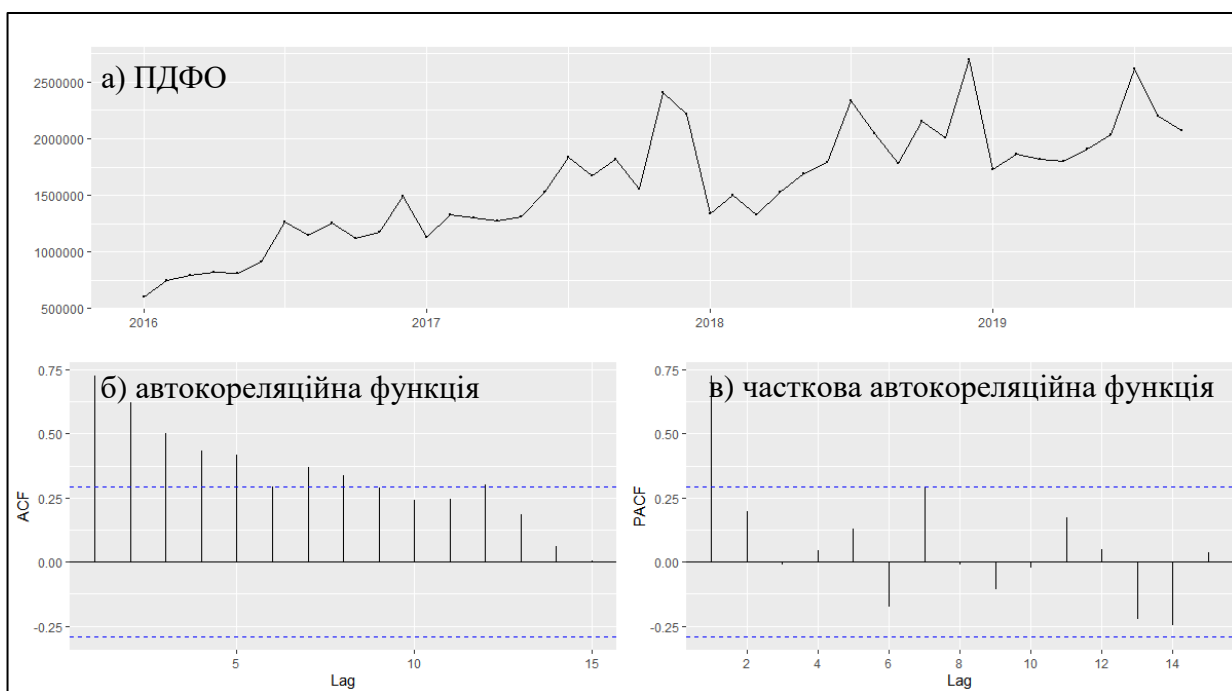


Рисунок 3.5 – Податок на доходи фізичних осіб Веселівської ОТГ за січень 2016- вересень 2019 рр., млн. грн.

При початковій візуальній оцінці ЧР можна побачити виражений висхідний тренд. Можна прослідкувати повторювальний характер поведіння ЧР, що говорить про можливу наявність деякої сезонності. Попередній аналіз дає можливість припустити, що ряд не стаціонарний. На рисунку 3.5(б) та 3.5(в) представлені значення автокореляційної і часткової кореляційної функцій вихідного ряду.

Майже всі значення коефіцієнтів АСФ вихідного ряду виходять за межі довірчого інтервалу, поступово зменшуючись. Перший коефіцієнт РАСФ виходить за межами довірчого інтервалу, а наступні знаходяться в її межах. Подібний вид АСФ і РАСФ означає, що найкращим чином процес описується моделлю авторегресії першого порядку.

Висуваємо гіпотезу про не стаціонарність ряду. Перевіримо це за допомогою тесту Діккі-Фулера, який перевіряє гіпотезу про наявність одиничних коренів і якщо вони є, ряд вважається не стаціонарним. Даний тест проводиться за допомогою функції `adf.test` бібліотеки `forecast`.

В результаті тесту отримане значення  $p\text{-value} = 0,08$  більше ніж  $0,05$ , тому гіпотеза про наявність одиничного кореня приймається, ряд можна вважати не стаціонарним.

Для кращого розуміння структури часового ряду зобразимо графічно оцінки тренду, сезонної та нерегулярної компоненти ЧР використовуючи функцію `autoplot` (рис. 3.6).

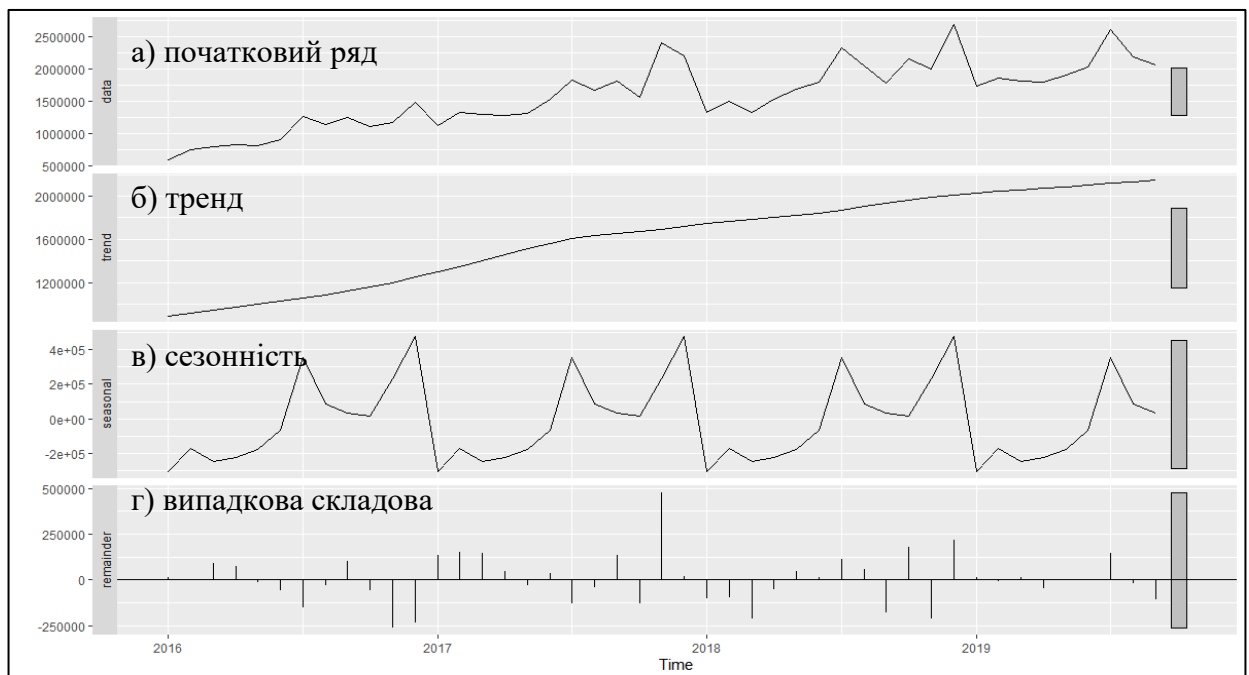


Рисунок 3.6 – Складові часового ряду ПДФО

На рисунку 3.6 можна побачити основні характеристики ЧР. В результаті аналізу графіків можна підтвердити наявність зростаючого тренду та сезонної компоненти.

Для прогнозування ПДФО Веселівської ОТГ, відповідно до побудованого алгоритму (додаток Г, рис. Г.1), були використані та попередньо підключені наступні пакети в середовищі R: `forecast`, а також додаткові, що необхідні для аналізу та графічного представлення результатів: `tseries`, `ggplot2`, `TTR`, `readxl`, `knitr`, `DT`.

За допомогою пакету `forecast` у середовищі R були побудовані прогностні моделі за адаптивними методами на 9 періодів вперед для тестової вибірки за наступними методами:

- SMA – ковзне середнє;
- `ses` – просте експоненціальне згладжування;
- `holt_exp` – експоненціальний метод Хольта;
- `winters_exp` – експоненціальний метод Уінтерса;
- `winters_ad` – метод Уінтерса (адитивна модель) ;
- `winters_mult` – метод Уінтерса (мультиплікативна модель).

Результати прогнозування відображені на рис. 3.7.

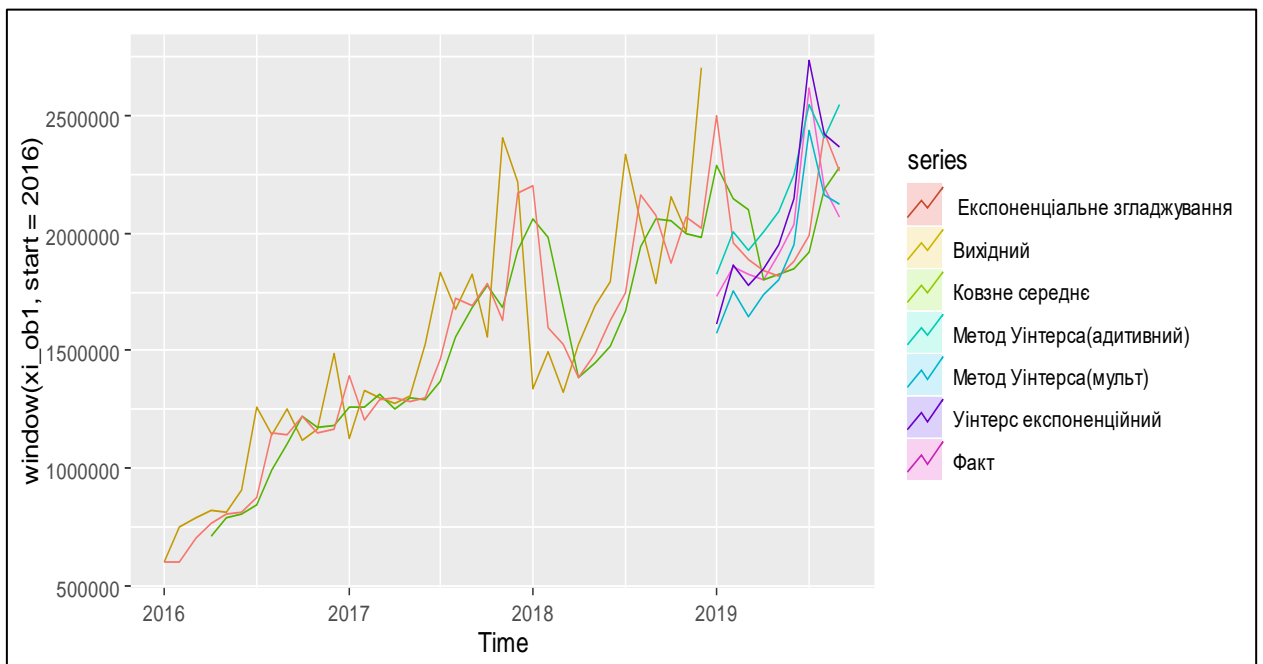


Рисунок 3.7 – Прогностні моделі ПДФО для Веселівської ОТГ у пакеті `forecast`

За результатами попереднього аналізу графіків (рис. 3.7) усі застосовані методи, на перший погляд, досить непогано апроксимують початковий ряд та повторюють поведінку як модельної, так і тестової вибірки.

Перевіримо якість отриманих прогнозів. Основними оцінками перевірки адекватності прогнозних даних є показники MAPE та RMSPE у відсотках (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Оцінка якості прогнозів ПДФО для досліджуваних методів

№	Прогноз	Оцінка прогнозу				
		MSE	RMSE	MAD	MAPE	RMSPE
1.	Ковзне середнє(n=3)	1,16434E+11	341224,699	257856,5374	12,68%	16,44%
2.	Експоненціальне згладжування( $\alpha=0.7$ )	1,2498E+11	353524,9306	254092,7096	12,51%	17,89%
3.	Метод Уінтерса (адитивний)	48233051980	219620,2449	188567,9467	9,49%	10,92%
4.	Метод Уінтерса (мультиплікативний)	13954184450	118127,831	106917,3489	5,42%	6,02%
5.	Метод Уінтерса (експоненціальний)	20400403167	142829,9799	110898,9933	5,37%	6,82%

За результатами оцінок прогнозів можна стверджувати, що всі прогнози з високою точністю апроксимують початковий ряд. Прогнози за методами ковзного середнього та експоненціального згладжування показують приблизно однакові результати оцінки якості, проте вони є набагато гіршими ніж прогнози за методом Уінтерса для адитивної, мультиплікативної та експоненціальної моделей.

Найкращим виявився прогноз за мультиплікативним методом Уінтерса. адже має найменші оцінки помилок прогнозних значень (MAPE = 5,42%, RMSPE = 6,02%). Трохи гірший показник продемонструвала адитивна модель досліджуваного методу.

Завантажимо у середовище R статистичну інформацію про обсяги надходження місцевих податків та зборів до бюджету Веселівської ОТГ. Проведемо попередній аналіз часового ряду аналогічно до попереднього податку. Перетворимо інформацію в часовий ряд (ts) та за допомогою функції `ggtsdisplay` зобразимо його на графіку разом з автокореляційною (ACF) і частковою автокореляційною (PACF) функціями (рис.3.8).

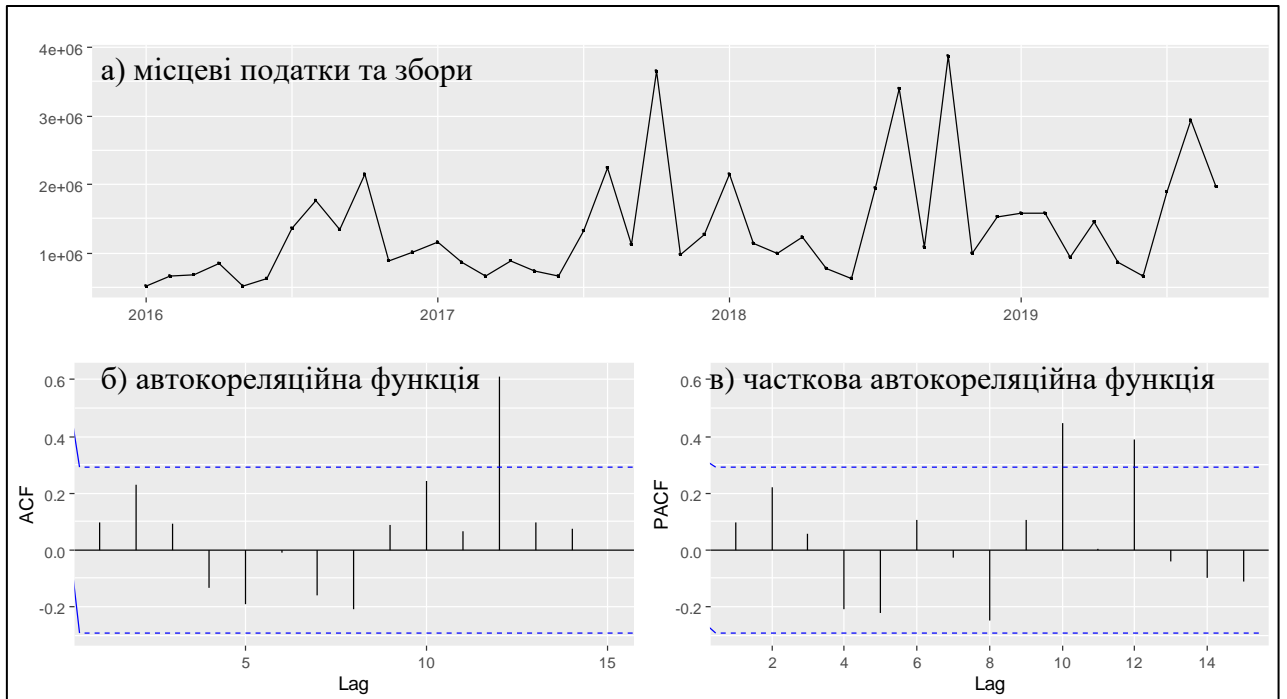


Рисунок 3.8 – Місцеві податки та збори Веселівської ОТГ  
за січень 2016 - вересень 2019 рр., млн. грн.

При початковій візуальній оцінці часового ряду можна прослідкувати повторювальний характер поведінки, що говорить про можливу наявність сезонної компоненти. На рисунку 3.8 (б) та 3.8 (в) представлені значення автокореляційної і часткової кореляційної функцій вихідного ряду.

Майже всі значення коефіцієнтів ACF вихідного ряду знаходяться в межах довірчого інтервалу. Також спостерігається значний вихід за межі довірчого інтервалу десятого та дванадцятого значення коефіцієнту PACF з поступовим згасанням, що підтверджує наявність сезонної складової.

Подібний вид ACF і PACF означає, що найкращим чином процес описується моделлю авторегресії другого порядку, характерною рисою якого є гармонічне або експоненціальне згасання ACF.

Висуваємо гіпотезу про не стаціонарність ряду. Перевіримо це за допомогою тесту Діккі-Фулера, який перевіряє гіпотезу про наявність одиничних коренів і якщо вони є, ряд вважається не стаціонарним. Даний тест проводиться за допомогою функції `adf.test` бібліотеки `forecast`.

Оскільки значення  $p\text{-value} = 0,056$ , що більше за порогове значення  $0,05$  гіпотеза про наявність одиничного кореня приймається, ряд можна вважати не стаціонарним.

Для кращого розуміння структури часового ряду зобразимо графічно оцінки тренду, сезонної та нерегулярної компоненти ЧР використовуючи функцію `autoplot` (рис. 3.9).

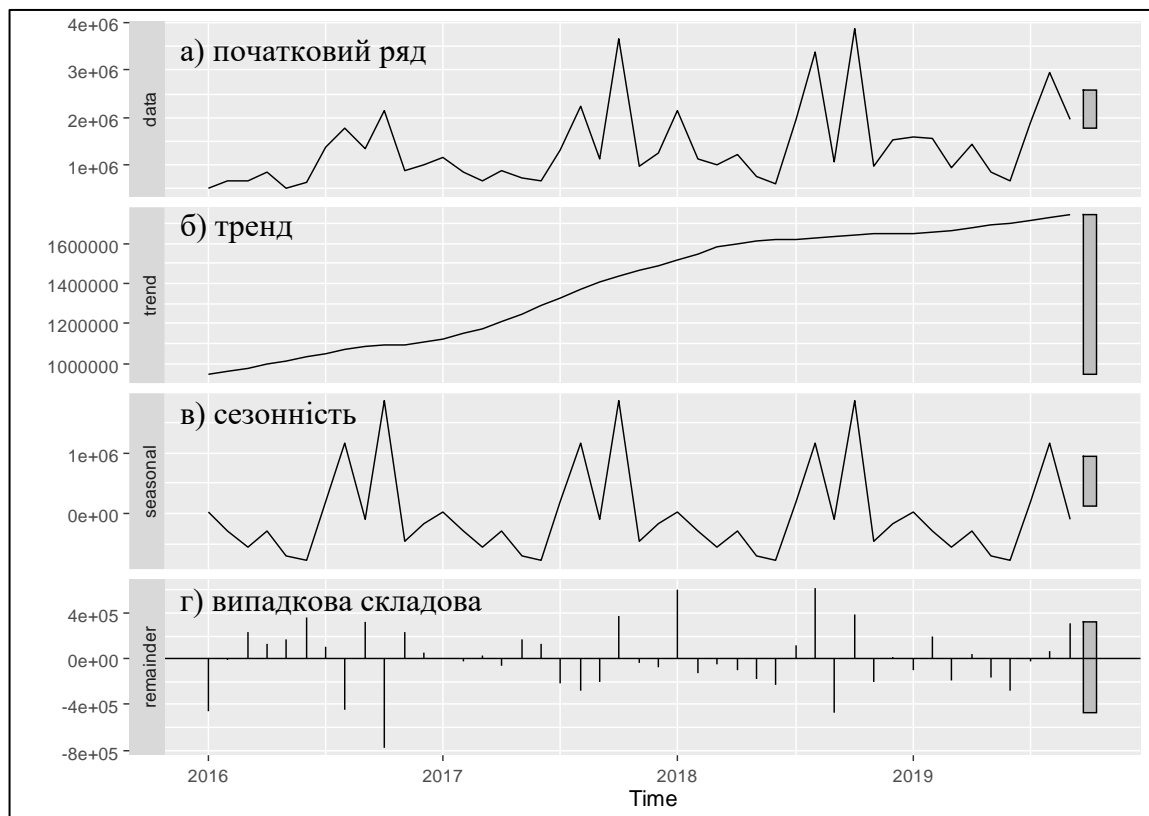


Рисунок 3.9 – Складові часового ряду місцевих податків та зборів

Аналізуючи рисунок 3.9 можна підтвердити наявність трендової та сезонної залежності ЧР.

Аналогічно, до попереднього ЧР за допомогою пакету `forecast` були побудовані прогностні моделі місцевих податків та зборів на 9 періодів вперед для тестової вибірки за наступними методами: ковзне середнє, просте експоненціальне згладжування, експоненціальний метод Хольта, експоненціальний метод Уінтерса, адитивна модель методу Уінтерса,



мультиплікативна модель методу Уінтерса. Отримані результати було зображено на графіку (рис. 3.10).

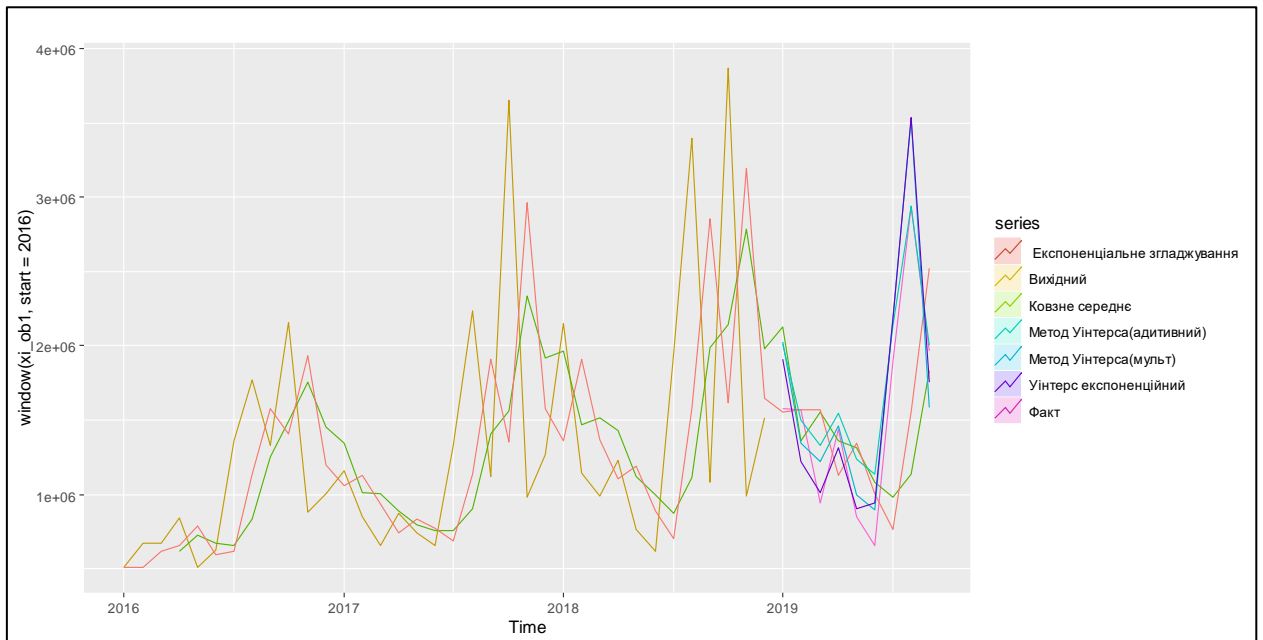


Рисунок 3.10 – Прогнозні моделі місцевих податків та зборів для Веселівської ОТГ у пакеті forecast

За результатами попереднього аналізу графіків, що зображені на рис. 3.10 усі застосовані методи, на перший погляд, досить непогано апроксимують початковий ряд та повторюють поведінку як модельної, так і тестової вибірки. Перевіримо якість отриманих прогнозів. Оцінками перевірки адекватності прогнозних даних є показники MAPE та RMSPE у відсотках (табл.3.5).

Таблиця 3.5 – Оцінка якості прогнозних моделей місцевих податків та зборів для досліджуваних методів

№	Прогноз	Оцінка прогнозу				
		MSE	RMSE	MAD	MAPE	RMSPE
1.	Ковзне середнє(n=3)	5,79744E+11	761409,288	575577,7167	39,20%	45,69%
2.	Експоненціальне згладжування( $\alpha=0.7$ )	4,8569E+11	696914,4915	542257,1346	37,26%	44,25%

## Продовження таблиці 3.5

3.	Метод Уінтерса (адитивний)	87241923451	295367,438	236835,2244	23,55%	33,18%
4.	Метод Уінтерса (мультиплікативний)	1,08801E+11	329849,8194	290043,3822	20,08%	22,21%
5.	Метод Уінтерса (експоненціальний)	90825620863	301372,8934	256489,2511	17,21%	20,30%

За результатами оцінок прогнозів можна стверджувати, що найкращим виявився прогноз за експоненціальним методом Уінтерса (якість прогнозу хороша), адже має найменші оцінки помилок прогнозних значень ( $MAPE = 17,21\%$ ,  $RMSPE=20,3\%$ ) тому, його можна використовувати у процесі прогнозування місцевих податків та зборів громади з високою точністю апроксимації вхідних даних. Найгіршими виявився прогноз ковзного середнього ( $MAPE = 39,2\%$ ,  $RMSPE = 45,69\%$ ).

Завантажимо у середовище R статистичну інформацію про обсяги надходження сукупних власних доходів бюджету Веселівської ОТГ. Проведемо попередній аналіз часового ряду (рис. 3.11).

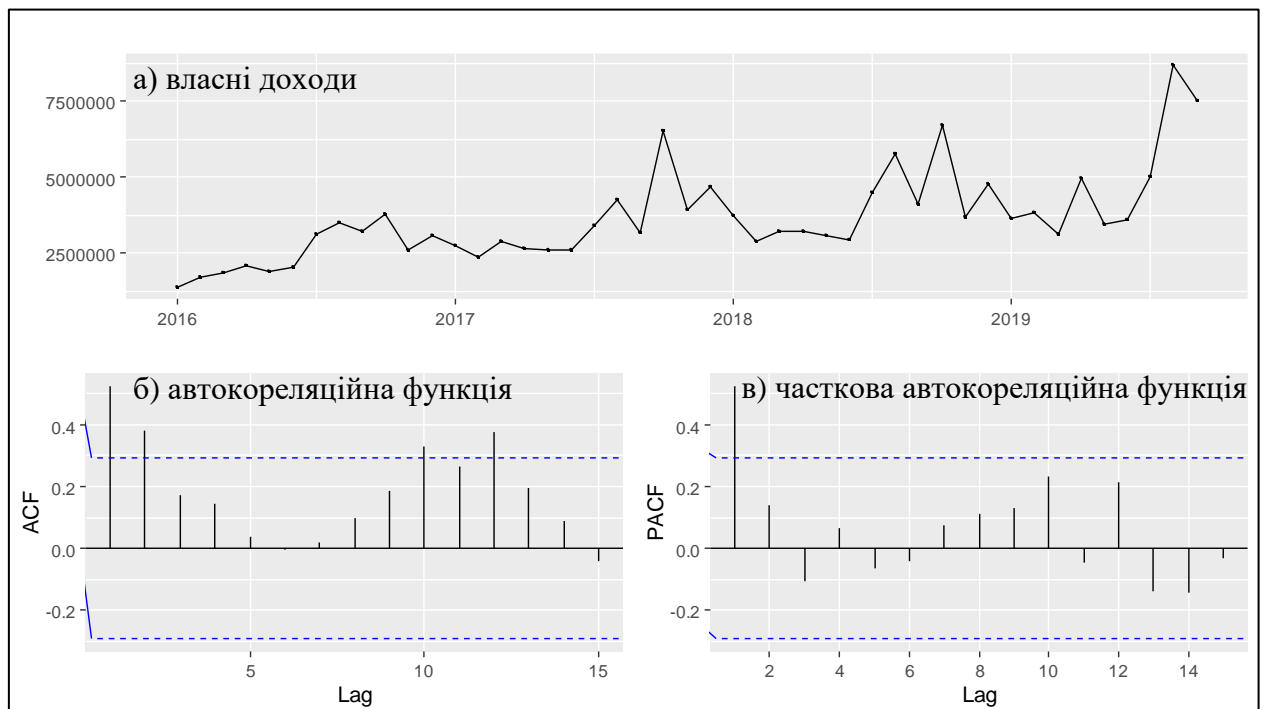


Рисунок 3.11 – Власні доходи Веселівської ОТГ за січень 2016-вересень 2019 рр., млн. грн.

При початковій візуальній оцінці часового ряду можна прослідкувати зростаючий тренд та наявність сезонної складової.

На рисунку 3.11 (б) та 3.11 (в) представлені значення автокореляційної і часткової кореляційної функцій вихідного ряду. Майже всі значення коефіцієнтів ACF вихідного ряду знаходяться в межах довірчого інтервалу. Також спостерігається значний вихід за межі довірчого інтервалу першого значення коефіцієнту PACF з поступовим згасанням. Подібний вид ACF і PACF означає, що найкращим чином процес описується моделлю авторегресії другого порядку, характерною рисою якого є гармонічне або експоненціальне згасання ACF. Висуваємо гіпотезу про не стаціонарність ряду. Перевіримо це за допомогою тесту Діккі-Фулера за допомогою функції `adf.test` бібліотеки `forecast`. Оскільки значення  $p\text{-value} = 0,1$ , що більше ніж  $0,05$ , тому гіпотеза про наявність одиничного кореня приймається, ряд можна вважати не стаціонарним.

Для кращого розуміння структури часового ряду зобразимо графічно оцінки тренду, сезонної та нерегулярної компоненти ЧР використовуючи функцію `autoplot` (рис. 3.12).

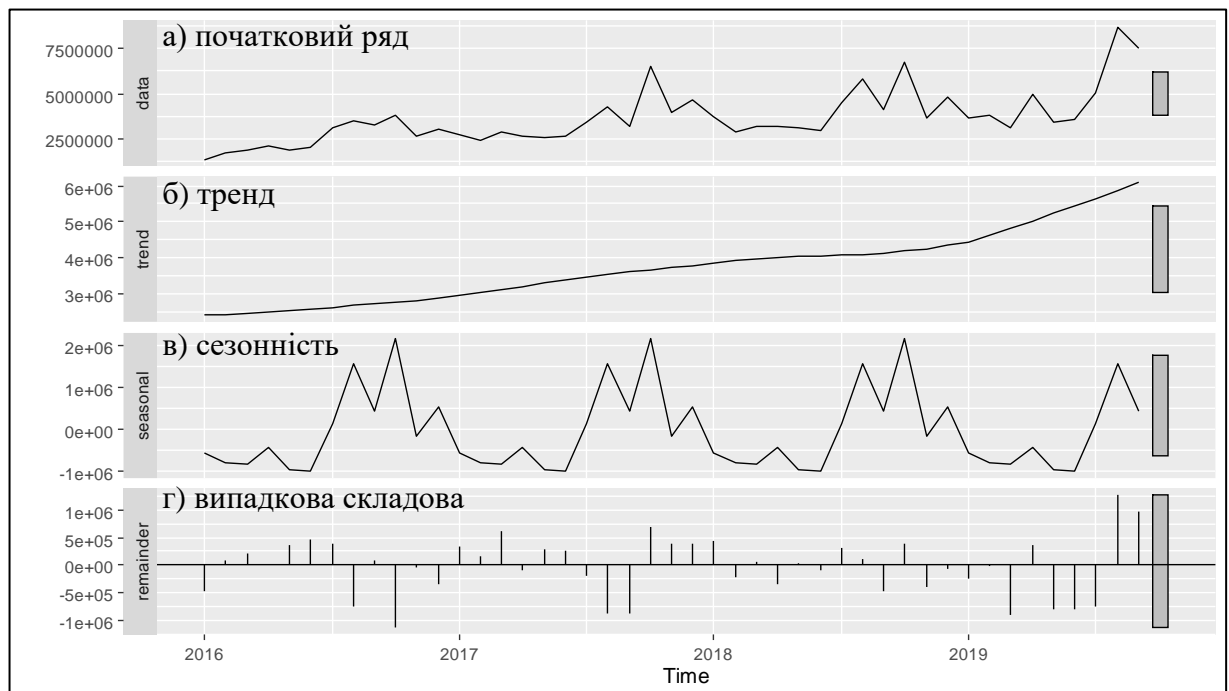


Рисунок 3.12 – Складові часового ряду власних надходжень

На рисунку 3.12 можна побачити основні характеристики ЧР. В результаті аналізу графіків можна підтвердити наявність зростаючого тренду та сезонної компоненти.

Аналогічно, до попередніх ЧР за допомогою пакету forecast були побудовані прогнозні моделі на 9 періодів вперед для тестової вибірки.

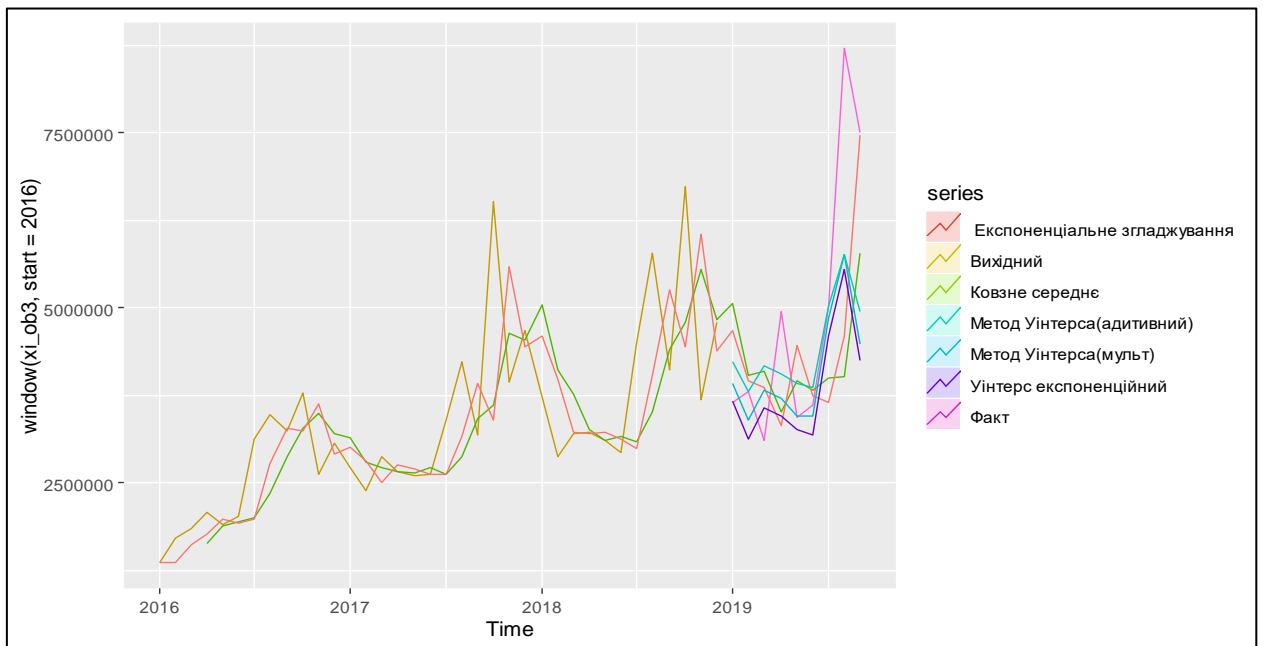


Рисунок 3.13 – Прогнозні моделі власних надходжень для Веселівської ОТГ у пакеті forecast

За результатами попереднього аналізу графіків, що представлені на рисунку 3.13 усі застосовані методи, на перший погляд, досить непогано апроксимують початковий ряд та повторюють поведінку як модельної, так і тестової вибірки, проте спостерігаються певні відхилення у поведінці прогнозних моделей, що не дає підстав однозначно стверджувати про високу якість прогнозних методів та вимагає більш точного на науково обґрунтованого висновку щодо якості моделей. На підставі цього виконаємо розрахунки оцінок якостей прогнозів.

Перевіримо якість отриманих прогнозів на тестовій вибірці ЧР. Основними оцінками, на які акцентувалася увага під час перевірки

адекватності прогнозних даних були показники MAPE та RMSPE у відсотках. Дані про оцінки якості моделей наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Оцінка якості прогнозних моделей власних доходів для досліджуваних методів

№	Прогноз	Оцінка прогнозу				
		MSE	RMSE	MAD	MAPE	RMSPE
1.	Ковзне середнє(n=3)	3,48553E+12	1866958,329	1357685,513	24,86%	28,85%
2.	Експоненціальне згладжування( $\alpha=0.7$ )	2,67286E+12	1634889,224	1132693,846	21,92%	26,53%
3.	Метод Уінтерса (адитивний)	1,98078E+12	1407400,366	978362,1267	17,55%	21,97%
4.	Метод Уінтерса (мультиплікативний)	2,23716E+12	1495715,03	991907,9511	16,48%	21,43%
5.	Метод Уінтерса (експоненціальний)	2,65682E+12	1629974,097	1119389,536	18,67%	23,33%

За результатами оцінок прогнозів можна стверджувати, що найкращим виявився прогноз за мультиплікативним методом Уінтерса (якість прогнозу можна ідентифікувати як «хороша»), адже має найменші оцінки помилок прогнозних значень (MAPE = 16,48%, RMSPE = 21,43%). Найгіршим виявився прогноз ковзного середнього (MAPE = 24,86%, RMSPE = 28,85%).

### 3.3 Комбінована модель прогнозу у пакеті «ForecastHybrid»

Усі застосовані методи побудови прогнозів у пункті 3.2 мають високу точність. Проте, їх застосування може ускладнювати процес прогнозування, адже потребує додаткових (спеціалізованих) знань та більших витрат часу. З метою покращення методики та підвищення якості прогнозування ЧР Веселівської ОТГ була застосована комбінована модель побудови прогнозу.

В основі комбінованої моделі стоїть припущення про те, що використання середнього рівня конкуруючих методів прогнозування покращує ефективність прогнозів. Цей пакет для R має на меті полегшити

дослідникам процес прогнозування. За допомогою пакету ForecastHybrid побудуємо комбіновану модель прогнозу ПДФО для Веселівської ОТГ.

Комбінована модель є повністю автоматизованою та призначена для швидкого пошуку прогнозної моделі ЧР. Її перевагою є те, що вона повністю безкоштовна і не має аналогів серед інших програмних продуктів, а зменшення кількості маніпуляцій з даними зумовлює можливість швидкого отримання готових прогнозних розрахунків на середньострокову перспективу.

За замовченням модель включає в себе:

- «Auto.Arima» – визначає найкращі параметри для AR, MA та різниць. Може застосовуватися для нестационарних часових рядів до тих пір, поки диференціювання дає стаціонарні серії;

- «NNetr» – нейронні мережі, що рухаються вперед, з одним прихованим шаром і відсталими входами для прогнозування одновимірного часового ряду. Враховують сезонність, а перетворення даних може бути здійснено за допомогою перетворення Вох-Сох (зазвичай використовується для нормального розподілу даних);

- «Thetam» – модель простого експоненціального згладжування ряду;

- «STLM» – прогнози STL отримуються шляхом застосування несезонного методу прогнозування до сезонно скоригованих даних та ресезоналізації з використанням останнього року сезонної компоненти.

- «ETS» – експоненціальне згладжування часових рядів;

- «TBATS» – експоненціальна модель згладжування з трансформацією Вох-Сох, помилками ARMA, компонентами тенденції та сезону;

- «SNAIVE» – повертає прогнози та інтервали прогнозування з моделі ARIMA (0,0,0) (0,1,0), де  $m$  – сезонний період (сезонна модель Arima);

Попередньо підключивши необхідний пакет ForecastHybrid, згідно алгоритму (додаток Г, рис. Г.1), за допомогою функції hybridModel побудуємо комбіновану модель надходжень ПДФО. Після цього здійснимо побудову графіку отриманої в результаті розрахунків моделі часового ряду (рис. 3.14).

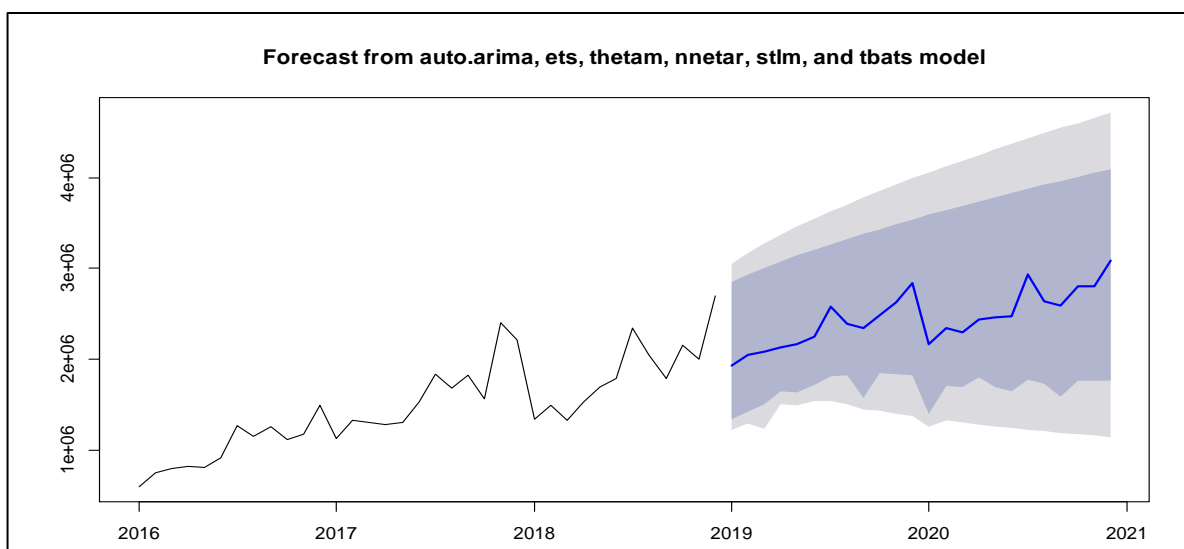


Рисунок 3.14 – Комбінована модель прогнозу ПДФО для Веселівської ОТГ

На рисунку 3.14 була отримана комбінована модель прогнозу надходжень ПДФО до Веселівської громади. Попередній візуальний аналіз дає змогу стверджувати про збереження у тестовій вибірці тренду та сезонності. Для більш детального аналізу отриманих результатів моделі доречно побудувати графіки прогнозів, що брали участь у її побудові (рис. 3.15).

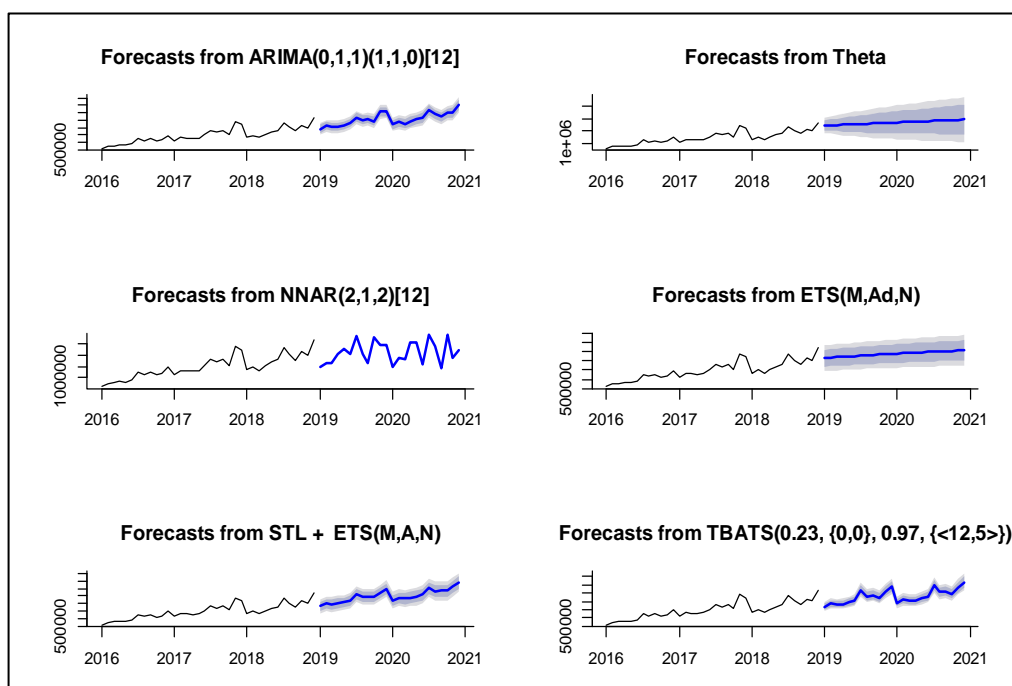


Рисунок 3.15 – Прогнози ПДФО за комбінованою моделлю

Попередній візуальний аналіз дозволяє стверджувати, що отриманий прогноз за комбінованою моделлю та включених в нього шести прогнозних моделей (рис. 3.15) добре апроксимує ЧР зберігаючи загальну тенденцію та сезонну складову.

Перевіримо якість отриманих прогнозів, що були отримані в результаті комбінованого моделювання. Основними оцінками перевірки адекватності прогнозних даних є показники MAPE та RMSPE у відсотках (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Оцінка якості прогнозів ПДФО за комбінованою моделлю

№	Прогнозна модель	Оцінка прогнозу				
		MSE	RMSE	MAD	MAPE	RMSPE
1.	HybridModel	51830871360	227663,9439	214289,0578	11,15%	11,98%
2.	-thetam	3,35906E+11	579574,1783	542595,6133	28,57%	30,96%
3.	-auto.arima	80686478729	284053,6547	264917,6844	13,48%	14,37%
4.	-ets	1,04949E+11	323958,9643	309992,3911	15,98%	17,05%
5.	-nnetar	39208723875	198011,9286	155499,2444	8,21%	10,38%
6.	-stlm	35705913810	188960,0852	160477,9067	8,15%	9,41%
7.	-tbats	13210272163	114935,9481	70742,60667	3,42%	5,52%

В результаті оцінок прогнозних значень найкращою виявилася модель TBATS (експоненціальна модель згладжування з урахуванням тренду та сезонності ряду) та має найвищу оцінку якості прогнозу (MAPE = 3,42%, RMSPE = 5,52%). Загалом, якість усіх моделей може ідентифікуватися як «висока». Найгіршою для прогнозування даного часового ряду виявилася модель Thetam заснована на простому експоненціальному згладжуванні (MAPE = 28,57%, RMSPE = 30,96%).

В результаті аналізу моделей було прийнято рішення про побудову прогнозу надходжень ПДФО на базі моделі TBATS. Побудуємо окремо



середньостроковий прогноз обсягу надходжень ПДФО для модельної вибірки (рис. 3.16).

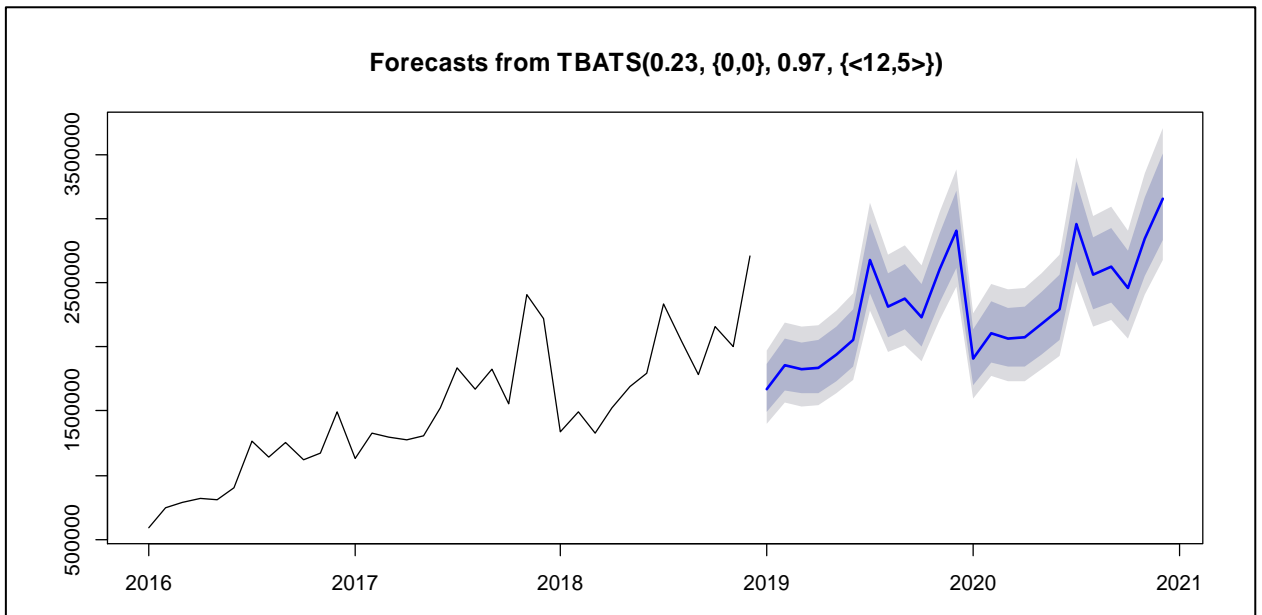


Рисунок 3.16 – Прогнозна модель ПДФО для Веселівської ОТГ (за моделлю TBATS)

Проведемо оцінку побудованої моделі проаналізувавши її гістограму залишків (рис. 3.17).

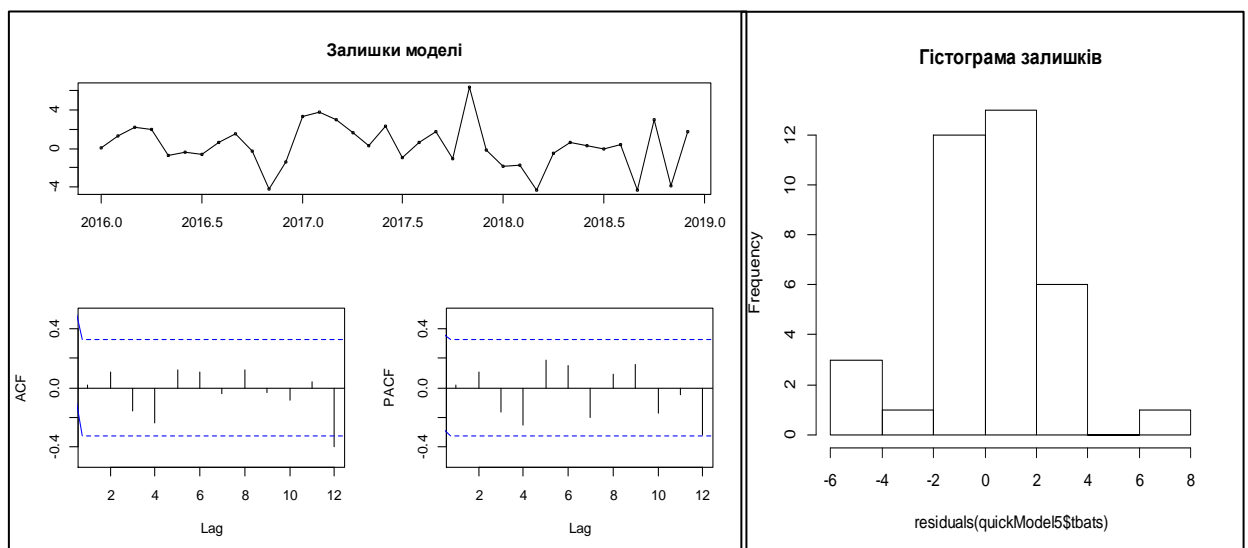


Рисунок 3.17 – Гістограма залишків моделі моделі TBATS

Як видно з гістограми на рисунку 3.17 характер залишків моделі має більш витягнуту по вертикалі форму, яка характерна для нормального розподілу. Можна припустити, що залишки у досліджуваному ЧР близькі до нормального розподілу.

Побудуємо прогноз ПДФО для Веселівської ОТГ за моделлю TBATS на період з жовтня 2019 по вересень 2021 року (рис. 3.18).

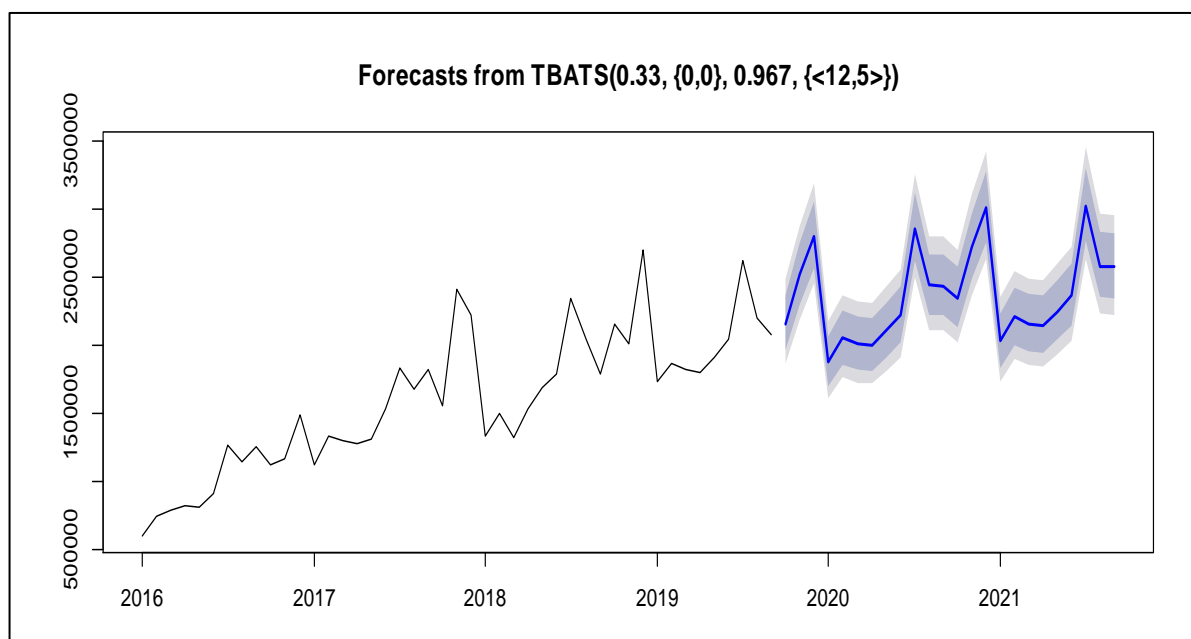


Рисунок 3.18 – Прогноз надходження ПДФО для Веселівської ОТГ за моделлю TBATS на період до вересня 2021 року

За результатами прогнозу обсяги ПДФО у доходах Веселівської ОТГ на кінець січня 2020 року складуть 1875814 млн. грн. (додаток Д, рис. Д.1). На середньострокову перспективу (відповідно до максимального горизонту прогнозу, доступного у моделі) обсяги ПДФО станом на вересень 2020 року складуть 2569578 млн. грн. зберігаючи тенденцію до збільшення.

Можна зробити висновок про ефективність та доцільність використання моделі TBATS під час прогнозування ПДФО для ОТГ, так як за оцінкою якості моделей вона має найменший відсоток помилок (MAPE = 3,42%, RMSPE = 5,52%). Побудуємо комбіновану модель прогнозу МПЗ до Веселівської ОТГ (рис. 3.14).

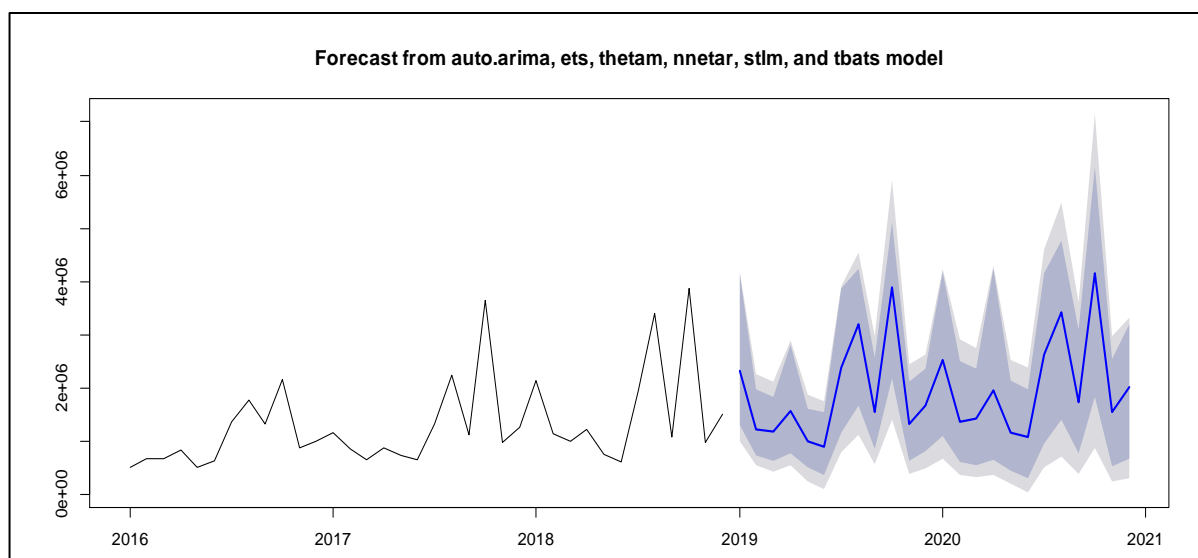


Рисунок 3.14 – Комбінована модель прогнозу МПЗ

На рисунку 3.14 була отримана комбінована модель надходжень ПДФО до Веселівської громади. Виходячи з візуального аналізу ЧР можна стверджувати, що дана модель коректно відобразила тестову вибірку і побудувала середньостроковий прогноз зі збереженням тренду та сезонності характерних для даного ряду динаміки в межах довірчого інтервалу.

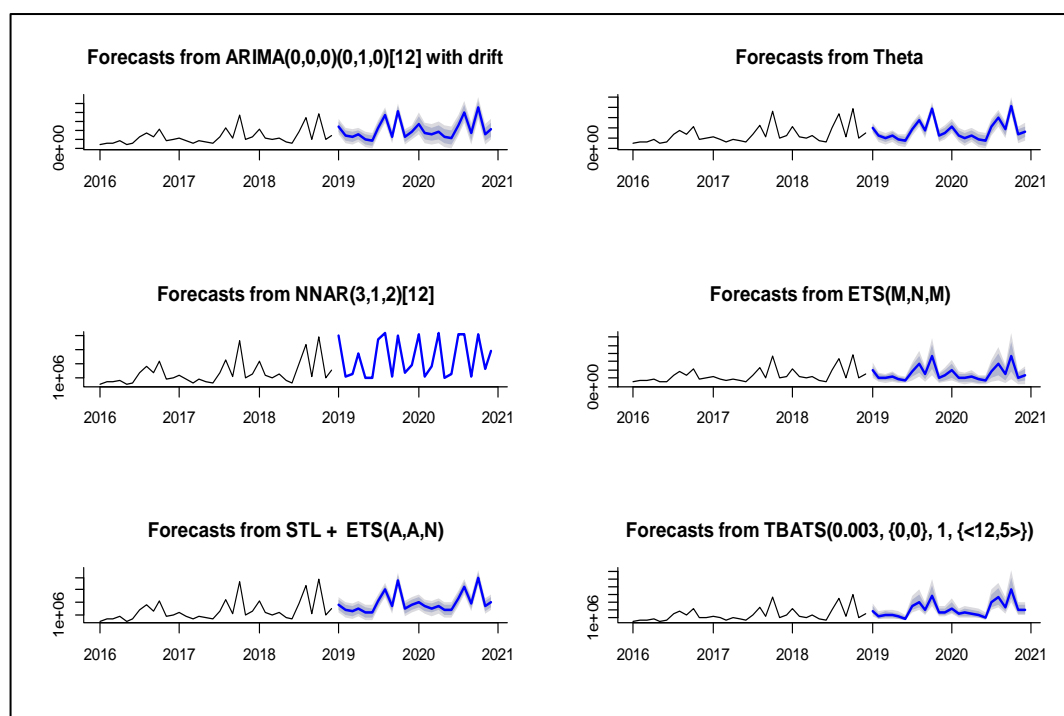


Рисунок 3.15 – Моделі прогнозів МПЗ за комбінованою моделлю

Попередній візуальний аналіз дозволяє стверджувати, що отриманий прогноз за комбінованою моделлю (рис. 3.14) добре апроксимує ЧР зберігаючи загальну тенденцію та сезонну складову. Як і в попередньому випадку для вибору найкращої прогнозної моделі необхідно дослідити структуру усіх моделей, що включені до комбінованого моделювання.

Перевіримо якість прогнозів, що були отримані в результаті комбінованого моделювання місцевих податків та зборів. Основними оцінками перевірки адекватності прогнозних даних є показники MAPE та RMSPE у відсотках (табл. 3.2).

Таблиця 3.4 – Оцінка якості прогнозів місцевих податків та зборів за комбінованою моделлю

№	Прогнозна модель	Оцінка прогнозу				
		MSE	RMSE	MAD	MAPE	RMSPE
1.	HybridModel	1,36981E+11	370109,9176	323393,16	23,29%	26,24%
2.	-thetam	53219290097	230693,0647	181302,9689	11,68%	14,48%
3.	-auto.arima	2,31574E+11	481221,5279	403759,8156	27,55%	31,29%
4.	-ets	75957424990	275603,7463	225017,0511	14,77%	17,44%
5.	-nnetar	1,25763E+12	1121440,975	910463,76	58,13%	68,62%
6.	-stlm	73913490786	271870,3566	236728,2044	22,74%	31,67%
7.	-tbats	90317551520	300528,7865	247167,8578	19,84%	23,29%

В результаті оцінок прогнозних значень найкращою виявилася модель Thetam та має найвищу оцінку якості прогнозу (MAPE = 11,68%, RMSPE = 14,48%). Найгіршою для прогнозування даного часового ряду виявилася модель Nnetar заснована на нейромережевому моделюванні (MAPE = 28,57%, RMSPE = 30,96%). Загальну якість отриманих моделей та побудованої на її основі комбінованої можна ідентифікувати як «хороша».

В результаті аналізу моделей було прийнято рішення про побудову прогнозу надходжень місцевих податків та зборів на базі моделі Thetam. Побудуємо окремо середньостроковий прогноз обсягу надходжень місцевих податків та зборів для модельної вибірки (рис. 3.16).

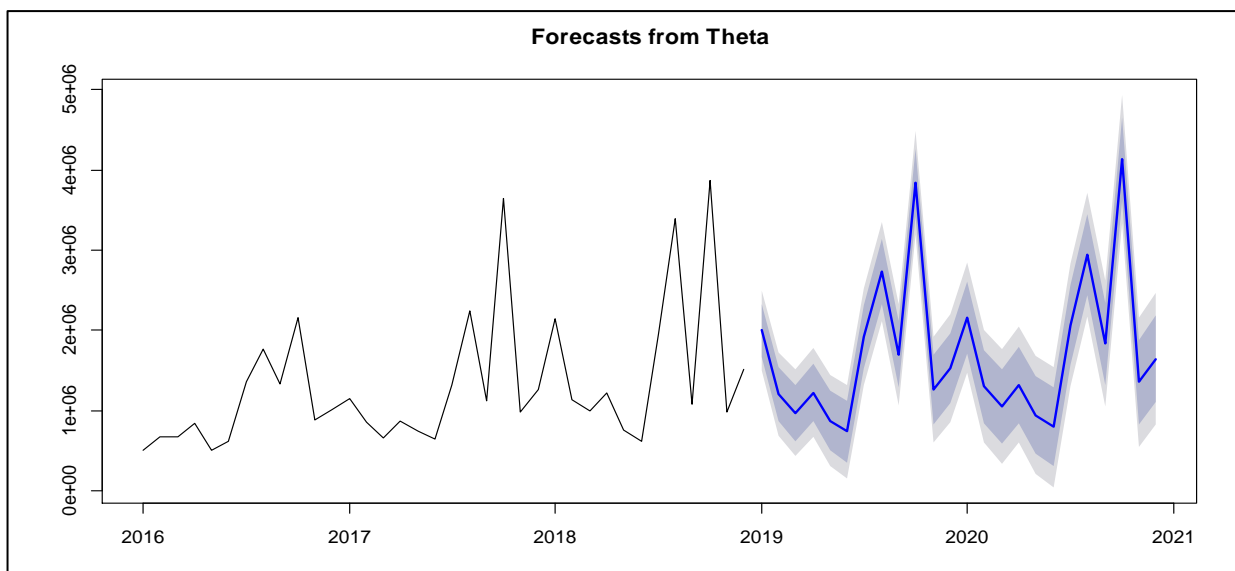


Рисунок 3.16 – Прогнозна модель місцевих податків та зборів для Веселівської ОТГ (за моделлю Thetam)

Проведемо оцінку побудованої моделі проаналізувавши гістограму залишків (рис. 3.17).

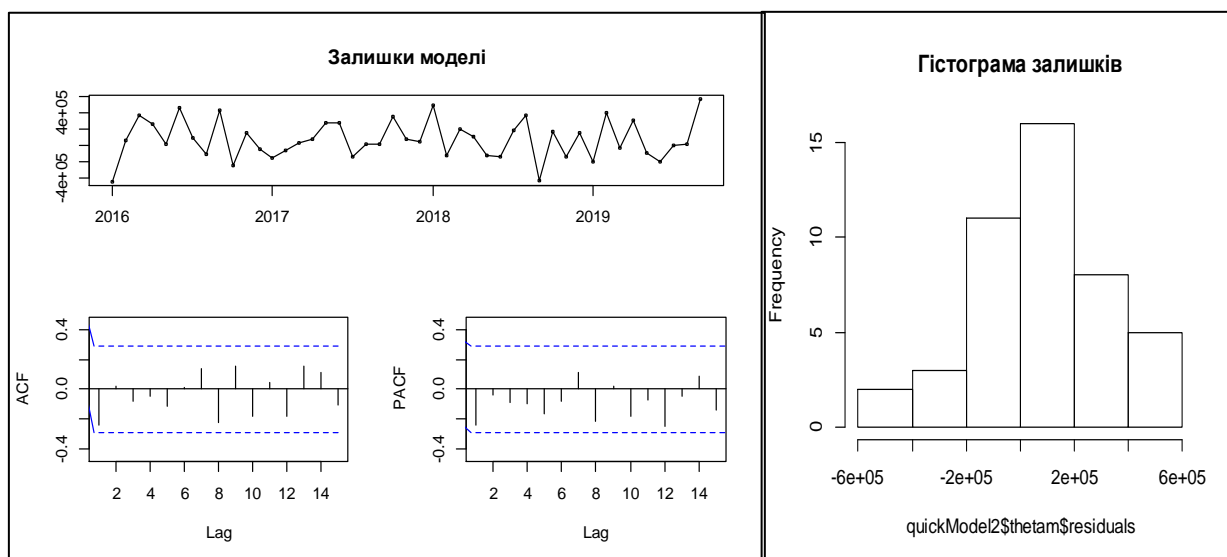


Рисунок 3.17 – Гістограма залишків моделі Thetam

Як видно з гістограми на рисунку 3.17 характер залишків моделі має більш витягнуту по вертикалі форму, яка характерна для нормального розподілу. Можна стверджувати, що залишки у досліджуваному ЧР близькі до нормального розподілу.

Побудуємо прогноз місцевих податків та зборів для Веселівської ОТГ за моделлю Theta на період з жовтня 2019 по вересень 2021 року (рис. 3.18).

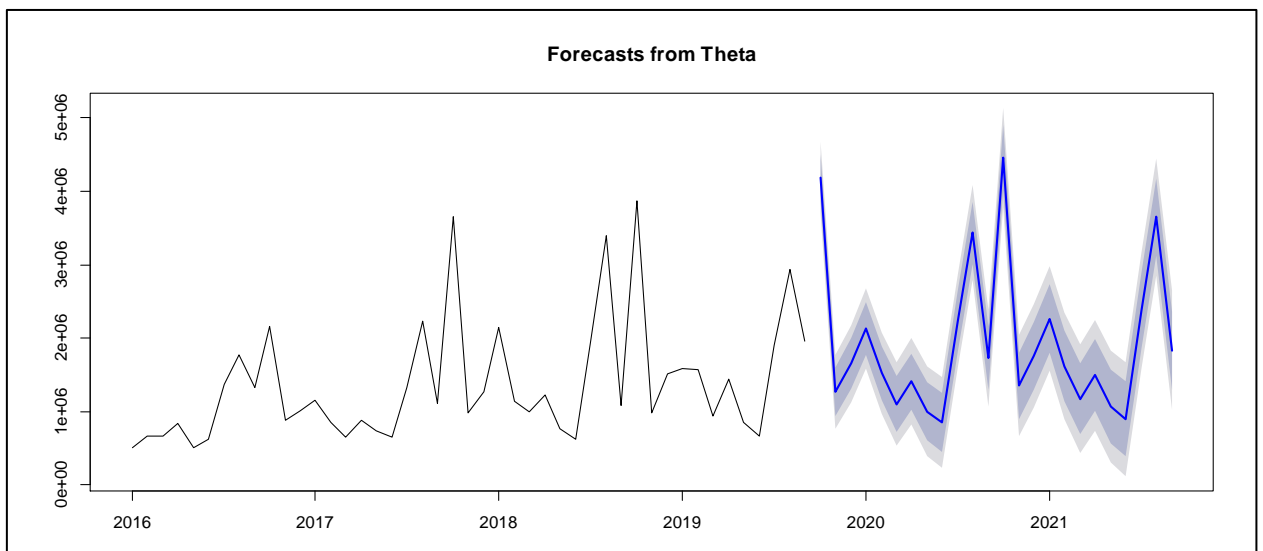


Рисунок 3.18 – Прогноз надходжень місцевих податків та зборів для Веселівської ОТГ за моделлю Theta на період до вересня 2021 року

За результатами прогнозу обсяги місцевих податків та зборів у доходах Веселівської ОТГ на кінець січня 2020 року складуть 2131409,5 млн. грн. (додаток Д, рис. Д.2). На середньострокову перспективу (відповідно до максимального горизонту прогнозу, доступного у моделі) обсяги місцевих податків та зборів станом на вересень 2020 року складуть 1832716,6 млн. грн. зберігаючи тенденцію до збільшення.

Можна зробити висновок про ефективність та доцільність використання моделі Theta під час прогнозування МПЗ для ОТГ, так як за оцінкою якості моделей вона має найменший відсоток помилок (MAPE = 11,68%, RMSPE = 14,48%). Побудуємо комбіновану модель прогнозу власних доходів Веселівської ОТГ (рис. 3.19).

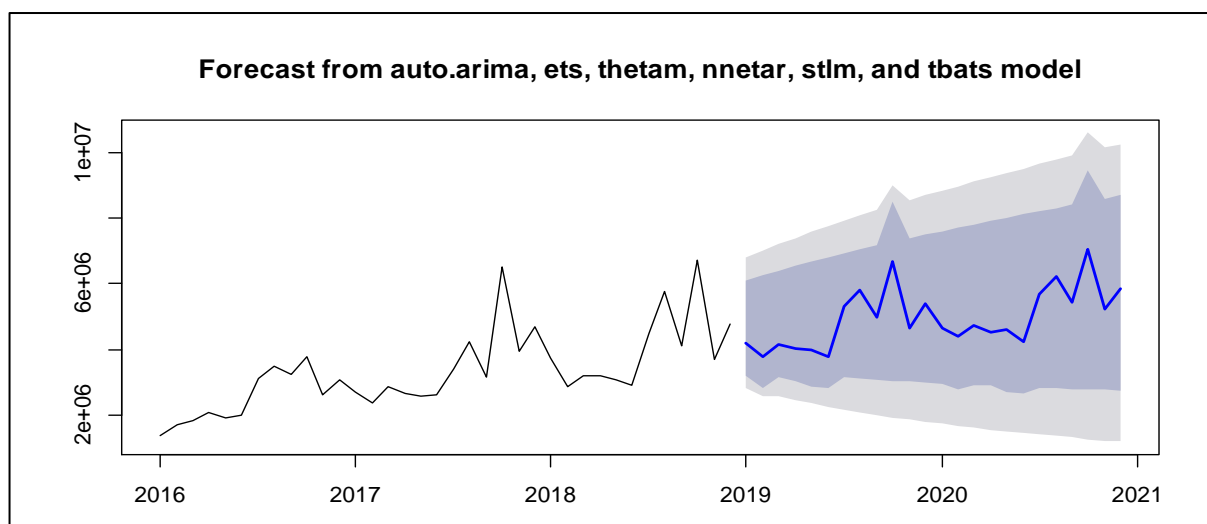


Рисунок 3.19 – Комбінована модель прогнозу власних доходів  
Веселівської ОТГ

На рисунку 3.19 була отримана комбінована модель прогнозу власних надходжень Веселівської громади.

Для більш детального аналізу отриманих результатів доречно побудувати графіки прогнозів, що брали участь у побудові комбінованої моделі (рис. 3.20).

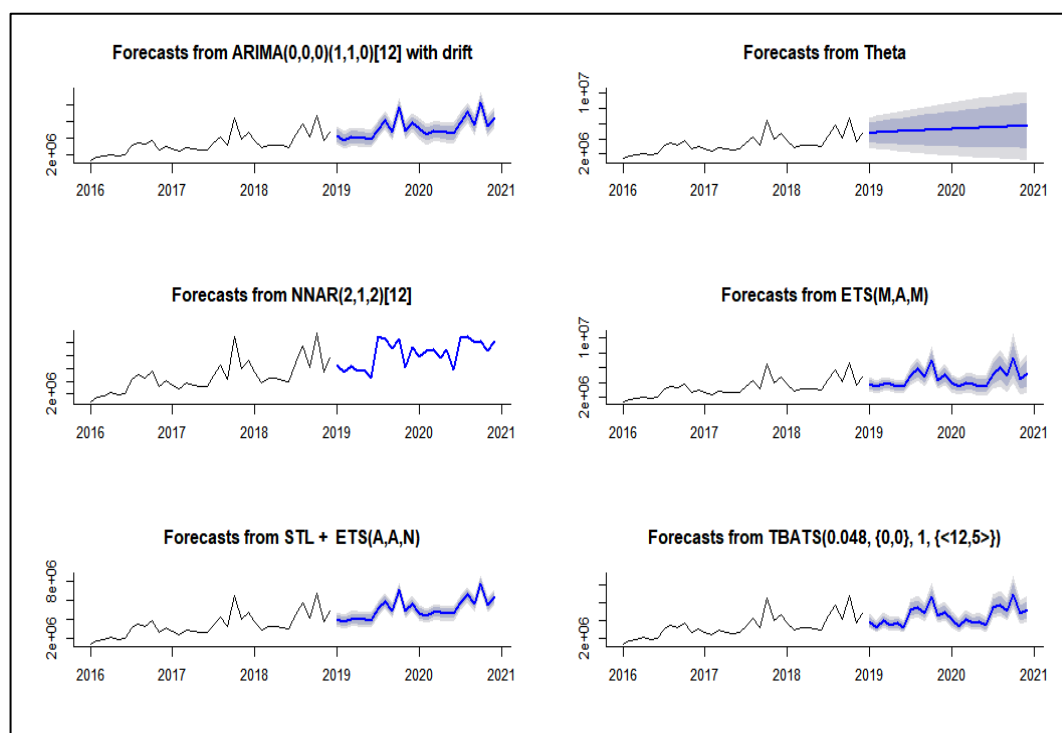


Рисунок 3.20 – Прогнози власних доходів за комбінованою моделлю

Попередній візуальний аналіз дозволяє стверджувати, що отриманий прогноз за комбінованою моделлю добре апроксимує ЧР зберігаючи загальну тенденцію та сезонну складову. Для вибору найкращої прогнозної моделі необхідно дослідити структуру усіх моделей, що включені до комбінованого моделювання.

Перевіримо якість прогнозів, що були отримані в результаті комбінованого моделювання власних доходів. Основними оцінками перевірки адекватності прогнозних даних є показники MAPE та RMSPE у відсотках (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Оцінка якості прогнозів власних доходів за комбінованою моделлю

№	Прогнозна модель	Оцінка прогнозу				
		MSE	RMSE	MAD	MAPE	RMSPE
1.	HybridModel	1,93879E+12	1392405,303	998845,0156	17,99%	21,81%
2.	-thetam	3,18195E+12	1783801,094	1441484,878	30,53%	35,47%
3.	-auto.arima	1,84512E+12	1358353,149	989108,7933	18,33%	22,15%
4.	-ets	2,04092E+12	1428607,676	927585,8689	15,23%	20,35%
5.	-nnetar	1,6425E+12	1281601,014	1047973,069	19,92%	22,29%
6.	-stlm	1,85662E+12	1362578,004	942582,6822	16,64%	20,57%
7.	-tbats	2,30625E+12	1518635,326	1084308,402	19,06%	22,76%

В результаті оцінок прогнозних значень найкращою виявилася модель Ets та має найвищу оцінку якості прогнозу (MAPE = 15,23%, RMSPE = 20,35%). Загалом, якість усіх отриманих моделей та побудованої на її основі комбінованої можна ідентифікувати як «хороша».

Найгіршою для прогнозування даного часового ряду виявилася модель Thetam заснована на моделі простого експоненціального згладжування ряду



(MAPE = 30,53%, RMSPE = 35,47%). В результаті аналізу усіх моделей було прийнято рішення про побудову прогнозу надходжень місцевих податків та зборів на базі моделі ETS (M,A,M). Побудуємо окремо середньостроковий прогноз обсягу надходжень місцевих податків та зборів для модельної вибірки (рис. 3.21).

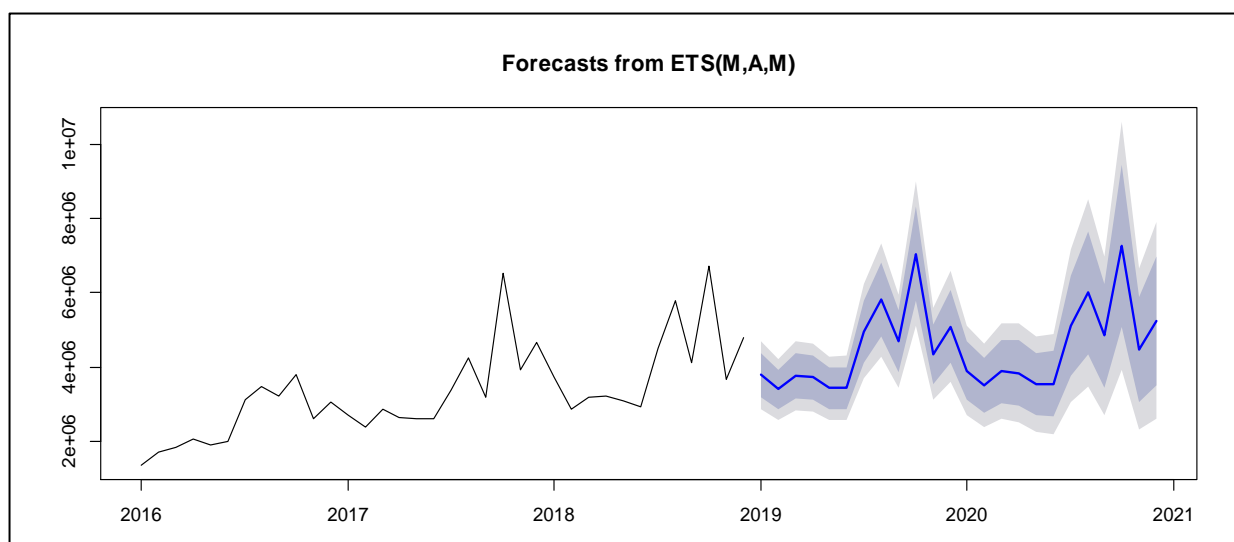


Рисунок 3.21 – Прогнозна модель власних доходів за моделлю ETS

Проведемо оцінку побудованої моделі проаналізувавши гістограму залишків (рис. 3.22).

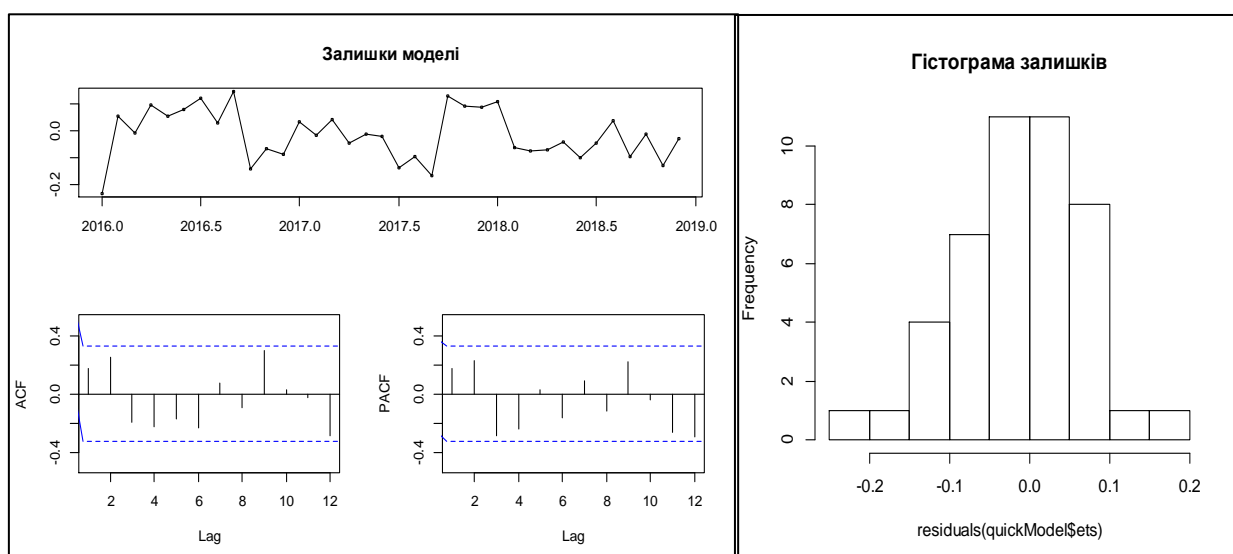


Рисунок 3.22 – Гістограма залишків моделі ETS

Як видно з гістограми на рис. 3.26 характер залишків моделі має більш витягнуту по вертикалі форму, яка характерна для нормального розподілу. Можна стверджувати, що залишки у досліджуваному ЧР близькі до нормального розподілу. Побудуємо прогноз власних надходжень Веселівської ОТГ за моделлю ETS (M,A,M) на період з жовтня 2019 по вересень 2021 року.

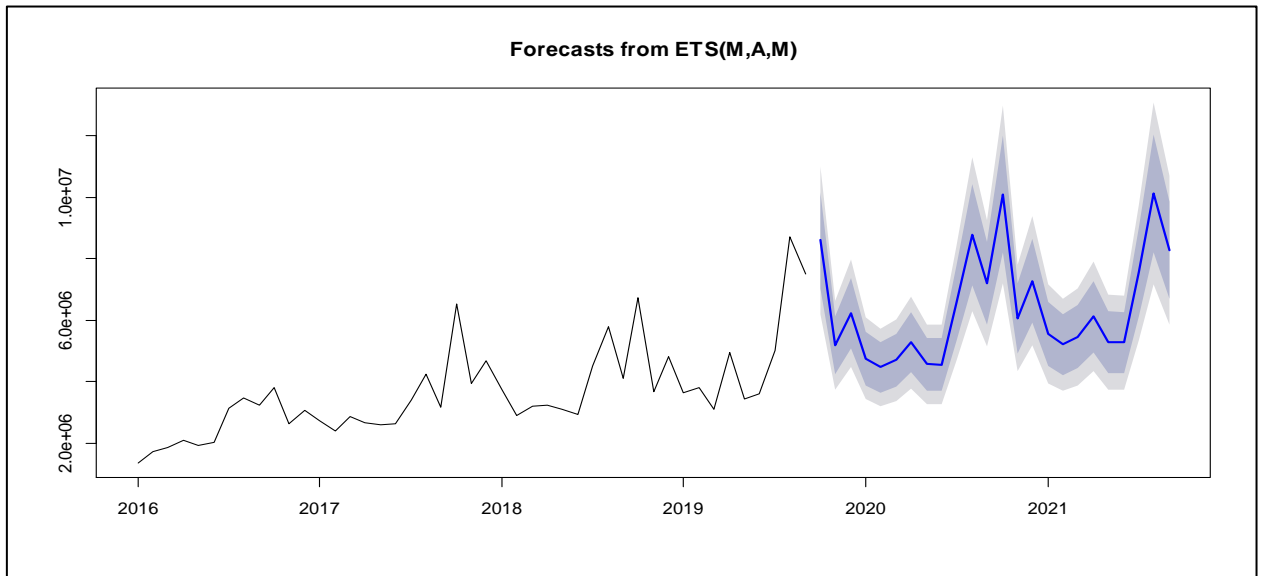


Рисунок 3.27 – Прогноз власних доходів для Веселівської ОТГ за за моделлю ETS (M,A,M) на період до вересня 2021 року.

За результатами прогнозу власних доходів Веселівської ОТГ на кінець січня 2020 року складуть 5754514 млн. грн. (додаток Д, рис. Д.3). На середньострокову перспективу (відповідно до максимального горизонту прогнозу, доступного у моделі) обсяги місцевих податків та зборів на кінець 2020 складуть 9093846 млн. грн. зберігаючи тенденцію до збільшення. Можна зробити висновок про ефективність та доцільність використання моделі ETS під час прогнозування власних доходів для ОТГ, так як за оцінкою якості моделей вона має найменший відсоток помилок.

Отже, Запорізька область на сьогоднішній день налічується 299 територіальних громад загальною площею 18842,887 км<sup>2</sup> (69.33% території області). У 2015 році відповідно до Перспективного плану [51] в Запорізькій

області було утворено перші 6 ОТГ, які об'єднали 21 місцеву раду (105 населених пунктів, де проживає понад 38,6 тис. населення загальною площею 2257,06 кв. км.). Серед перших утворених громад були: Веселівська, Комиш-Зорянська, Берестівська, Воскресенська, Преображенська та Смирновська громади. В результаті аналізу структури надходжень громад було встановлено, що найбільшу частку власних надходження до бюджетів ОТГ забезпечують податкові надходження. У всіх досліджуваних громадах вони складають від 91% до 98%.

Дохідну базу власних надходжень досліджуваних ОТГ Запорізької області становлять ПДФО та місцеві податки та збори, що у відсотковому еквіваленті складає 48% та 41,1%.

Інформаційною базою побудови прогнозів було обрано дані Веселівської ОТГ, яка є найбільшою громадою як за загальними, так і за власними надходженнями. В якості досліджуваних рядів динаміки для побудови прогнозів було обрано: ПДФО, місцеві податки та збори та сукупні власні доходи.

За допомогою пакету Forecast у середовищі R були побудовані прогнозні моделі за адаптивними методами для тестової вибірки з періодом упередження 9 за методами: ковзного середнього простого експоненціального згладжування експоненціальних методів Хольта та Уінтерса, а також їхні адитивна та мультиплікативна моделі. За результатами оцінки якості прогнозів дані методи показали високу точність прогнозу. Код прогнозу наведений у додатку Е, рис. Е.1.

Як альтернатива даним прогнозам був побудований комбінований прогноз у пакеті HybridModel. В результаті прогнозних розрахунків за комбінованим методом встановлено, що найкращими моделями для досліджуваних надходжень Веселівської ОТГ є моделі TBATS, Theta та ETS, що з високою точністю апроксимують початкові дані і можуть бути рекомендовані для побудови середньострокових прогнозів у системі управління ОТГ Запорізької області.

## ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день децентралізація влади є невід’ємною складовою регіональної політики України. Сформоване законодавче підґрунтя для реформування системи влади, засноване на міжнародному досвіді, дало потужний поштовх децентралізації та процесу створення ОТГ. Стрімке зростання доходів громад, за якими на сьогоднішній день закріплено близько 50 джерел їх поповнення, говорить про успішність адміністративно-територіальної реформи в Україні чим і зумовлює інтерес для досліджень.

В умовах середньострокового планування бюджетного процесу в ОТГ зростає роль методології прогнозування надходжень. Адекватний прогноз дохідної частини бюджету дозволяє не тільки надати виважену оцінку сценаріїв розвитку громади, а й знизити ризики настання несприятливих для бюджету подій. Саме від бюджетного прогнозування залежить якість та своєчасність прийняття управлінських рішень щодо формування дохідної частини місцевих бюджетів громад.

Бюджетне прогнозування займає важливе місце в системі управління ОТГ та дозволяє здійснити ефективну оцінку наявних бюджетних ресурсів та планувати залучення додаткових. Воно відіграє важливу роль у корегуванні економічних та інвестиційних стратегій громади та допомагає здійснювати прийняття ефективних рішень. Сучасні методи статистичного прогнозування дозволяють з високою точністю прогнозувати практично всі можливі показники, проте вибір методу прогнозування та його ефективність залежать від багатьох умов, і зокрема від необхідної довжини або часу прогнозування.

Обране програмне середовище з відкритим кодом R призначене для статистичної обробки даних і роботи з графікою та широко використовується як статистичне програмне забезпечення для аналізу даних. Безкоштовний доступ та наявність можливостей автоматизованого прогнозування зумовлює унікальність та формує значні переваги його використання в системі управління ОТГ.

В результаті прогнозних розрахунків за комбінованим методом встановлено, що найкращими моделями для досліджуваних ЧР надходжень є TBATS, Theta та ETS моделі, що з високою точністю апроксимують початкові ЧР надходжень Веселівської ОТГ.

Відтак, для прогнозування ПДФО для ОТГ Запорізької області рекомендовано використання моделі TBATS, що є експоненціальною моделлю згладжування з трансформацією Вох-Сох, помилками ARMA, компонентами тенденції та сезону. Усі параметри, що застосовуються у даній моделі з високою точністю апроксимують початковий ряд. Дана модель має найменші помилки серед усіх досліджуваних (MAPE = 3,42%, RMSPE = 5,52%). ПДФО виявився найбільш прогнозованим серед усіх досліджуваних надходжень.

Для прогнозування місцевих податків та зборів для апарату управління ОТГ рекомендовано використання моделі Thetam, яка заснована на простому експоненціальному згладжуванні ряду. За оцінкою якості моделей вона має найменший відсоток помилок, що дозволяє стверджувати про високий рівень апроксимації початкових даних (MAPE = 11,68%, RMSPE = 14,48%).

Для прогнозування власних надходжень ОТГ доречно використовувати модель ETS, що заснована методах експоненціального згладжування часових рядів з урахуванням тренду та сезонності. За оцінкою якості моделей вона має найменший відсоток помилок. (MAPE = 15,23%, RMSPE = 20,35%).

Незважаючи на те, що прогнозування проводилося не каузальними методами, які виключають присутність інших факторів, а об'єктом дослідження виступають лише ряди динаміки, усі розроблені прогнози мають високу якість, та рекомендовані для прогнозування надходжень в системі управлінського апарату громад Запорізької області.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Мороз. О. Територіальна громада: сутність, становлення та сучасні українські реалії. *Демократичне врядування*. Львів, №2. С.121–129.
2. Мельник Д. М. Теоретичні засади формування територіальних громад: імплементація світового досвіду в Україну. *Агросвіт*. Київ, 2018. №11. С.33–38.
3. Ткачук А. Ф. Місцеве самоврядування та децентралізація : навч. посіб. Київ : ІКЦ, 2016. 80 с.
4. Возняк Г. В. Переваги та ризики бюджетної децентралізації: теоретико-методологічні аспекти. *Проблеми економіки*. Харків, 2015. № 2. С. 253–257.
5. Возняк Г. Особливості міжбюджетних відносин в контексті досягнення фінансової спроможності територіальних громад. *Світ фінансів*. Тернопіль, 2017. №2. С. 17–28.
6. Василик О.Д. Бюджетна система України : навч. посіб. Київ: ЦНЛ, 2004. 544 с.
7. Калінюк Н. Бюджетна децентралізація в країнах з перехідною економікою. *Збірник наукових праць Української академії державного управління, при Президентові України*. Київ, 2002. № 2. С. 322-328.
8. Лінтур І. В. Формування фінансових ресурсів бюджетів адміністративно-територіальних одиниць в умовах децентралізації. *Економіка та суспільство : електронний науковий фаховий журнал*. Мукачево, 2016. № 2. С.119-123.
9. Ганзицька Т. С. Місцеві бюджети в контексті фінансової децентралізації. *Науковий вісник Херсонського національного університету. Юридичні науки*. Херсон, 2017. №1. С. 22–26.
10. Василенко Д. Бюджетна децентралізація як спосіб реалізації бюджетної політики. URL: <https://naub.oa.edu.ua/2015> (дата звернення: 01.09.2019).

11. Ostrom E. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. USA: CUP, 1990. 270 p.

12. Gerber J.D. The role of Swiss civic corporations in land use planning. Environment and Planning. URL: <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=a43293> (дата звернення: 08.10.2019).

13. Про схвалення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні від 01 квітня 2014 р. № 333-2014-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/333-2014-%D1%80> (дата звернення: 28.10.2019).

14. Державний офіційний портал «Децентралізація в Україні». URL: <https://decentralization.gov.ua> (дата звернення: 28.10.2019).

15. Сунцова О.О. Місцеві фінанси : навч. посіб. Київ : ЦНЛ, 2005. 560 с.

16. Конституційний договір між Верховною Радою України та президентом України «Про основні засади організації функціонування державної влади і місцевого самоврядування в Україні на період до прийняття нової Конституції України» від 08 червня 1995 р. № 1к/95. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/1%D0%BA/95-%D0%B2%D1%80/ed19950608> (дата звернення: 28.10.2019).

17. Закон України «Про прийняття Конституції України і введення її в дію» від 28 червня 1996 р. N 254/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254/96-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 11.10.2019).

18. Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» від 21.05.97 р. № 280/97-ВР. Дата оновлення: 20.12.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 11.10.2019).

19. Закон України «Про добровільне об'єднання територіальних громад» від 20 грудня 2019 р. №157-VIII. Дата оновлення: 20.12.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/157-19> (дата звернення: 11.10.2019).

20. Постанова Кабінету Міністрів «Про затвердження Методики формування спроможних територіальних громад» від 8 квітня 2015 р. № 214. Дата оновлення: 02.10.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/214-2015-%D0%BF> (дата звернення: 28.11.2019).

21. Концепції та план реалізації державної політики з децентралізації на 2020 рік. URL: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/01/Kontseptsiya-derzhavnoyi-politiki-ta-plan-z-yiyi-realizatsiyi-po-dosyagnennyu-tsili-10-3.pdf> (дата звернення: 15.12.2019).

22. Про внесення змін до Бюджетного кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо податкової реформи: Закон України від 28 грудня 2014 року № 79-VIII. Дата оновлення: 01.01.2017. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/914-19> (дата звернення: 02.11.2019).

23. Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо податкової реформи: Закон України від 28 грудня 2014 р. № 71-VIII. Дата оновлення: 01.01.2017. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/71-19> (дата звернення: 02.11.2019).

24. Фінансова децентралізація в Україні. Перший етап успіхів. URL: [http://old.decentralization.gov.ua/pics/attachments/Buklet\\_finansova\\_decenrt\\_\(21.03.17\).pdf](http://old.decentralization.gov.ua/pics/attachments/Buklet_finansova_decenrt_(21.03.17).pdf) (дата звернення: 02.11.2019).

25. Офіційний портал Державної служби статистики України. URL: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua) (дата звернення: 07.10.2019).

26. Державний портал бюджету для громадян «Open Budget». URL: <https://openbudget.gov.ua/?month=9&year=2019&budgetType=LOCAL> (дата звернення: 05.10.2019).

27. Офіційний портал Міністерства фінансів України. URL: <https://www.mof.gov.ua/uk> (дата звернення: 05.10.2019).

28. Экономическое прогнозирование: учебно-методическое пособие обучения / за ред. М.В. Зубрыкина, Р.Н. Романинец. Донецк : ДонАУиГС, 2018. 189 с.



29. Фінанси (державні, корпоративні, міжнародні) : підручник / за ред. В. О. Онищенко, А. Ю. Бережна. Київ: ЦУЛ, 2015. 600 с.
30. Планування та управління фінансовими ресурсами територіальної громади. URL: <https://auc.org.ua/sites/default/files/library/2finlweb.pdf> (дата звернення: 10.10.2019).
31. Бюджетний кодекс України. Дата оновлення: 01.01.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/621-2003-%D0%BF> (дата звернення: 3.01.2020).
32. Закон України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України» від 02 грудня 2012 р. № 1602-III. Дата оновлення: 02.12.2012. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1602-14> (дата звернення: 13.12.2019).
33. Постанова Кабінету Міністрів України «Про розроблення прогнозних і програмних документів економічного і соціального розвитку та складання проекту державного бюджету» від 26 квітня 2003 р. № 621 -2003-п. Дата оновлення: 01.01.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/621-2003-%D0%BF> (дата звернення: 13.12.2019).
34. Юрій С. І., Дем'янишин В. Г. Бюджетна система: підручник. Тернопіль: ТНЕУ, 2013. 624 с.
35. Постанова Кабінету Міністрів України «Про схвалення Прогнозу економічного і соціального розвитку України на 2019 - 2021 роки» від 11.07.2018 р. № 546. Дата оновлення: 01.01.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/546-2018-%D0%BF> (дата звернення: 10.11.2019).
36. Прогноз бюджету об'єднаної територіальної громади на 2020 – 2021 роки URL: <https://nikolaevka.rada.today/wp-content/uploads/2018/12/Dodatok-8-Prognoz-2020-2021.pdf> (дата звернення: 20.10.2019).
37. Лободіна З. Бюджетний механізм : концептуальні засади та перспективи модернізації: монографія. Тернопіль : ТНЕУ, 2018. 412 с.

38. Капитанова О.В. Прогнозирование социально-экономических процессов: учебн.-метод. пособ. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. 74 с.

39. Сажин Ю. В. Анализ временных рядов и прогнозирование : учебн.пособ. Саранск: Мордов, 2013. 192 с.

40. Вартанян В. М., Романенков Ю. О., Ревенко Д. С. Моделювання динамічних процесів по часових рядах : монографія / за ред. В.Ю. Кащєєва. Харків. Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського, 2012. 266 с.

41. Simple Moving Average (SMA). URL: <https://allfi.biz/Forex/TechnicalAnalysis/Trend-Indicators.php> (дата звернення: 20.12.2019).

42. Weighted Moving Average (WMA). URL: <https://allfi.biz/Forex/TechnicalAnalysis/Trend-Indicators.php> (дата звернення: 20.12.2019).

43. Exponential Moving Average (EMA). URL: <https://allfi.biz/Forex/TechnicalAnalysis/Trend-Indicators.php> (дата звернення: 20.12.2019).

44. Применение нейронных сетей для прогнозирования финансовых рядов. URL: <https://cutt.ly/QrxHbRT> (дата звернення: 10.12.2019).

45. Стюарт Рассел, Питер Норвиг. Искусственный интеллект: современный подход АИМА: науч. пособ. Изд. 2-е, передел. и дополн. Москва, 2006. 1424 с.

46. Resources for Learning Data Manipulation in R, SAS and Microsoft Excel. URL: <https://www.r-bloggers.com/resources-for-learning-data-manipulation-in-r-sas-and-microsoft-excel/> (дата звернення: 20.12.2019).

47. Былина В. Ю. Выбор программного обеспечения для прогнозирования продаж. *Маркетинг в России и за рубежом*. Москва, 2012. № 2. С.42– 51.

48. Васильев А. А., Васильева Е. В. Программное обеспечение для прогнозирования числовых экономических показателей. *Вестник Тверского*

государственного университета. Серия: Экономика и управление. Тверь, 2016. №1. С. 205–212.

49. Семочкина И. Ю. Применение языка R и среды RStudio для математической обработки данных *Электронный журнал современных информационных технологий*. 2012. №16. С. 140–143. URL: [http://www.penzgtu.ru/fileadmin/filemounts/confcit/articles/spring-25\\_2017/semochkina.pdf](http://www.penzgtu.ru/fileadmin/filemounts/confcit/articles/spring-25_2017/semochkina.pdf).

50. Ивин В. В. Применение языка R и среды RStudio для статистического анализа данных. *Педагогический опыт: от теории к практике*: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары, 2018. С. 47–53.

51. Про затвердження перспективного плану формування територій громад Запорізької області: Закон України №938-р. від 16.09.2015 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/938-2015-p> (дата звернення: 20.12.2019).

52. Офіційний портал Запорізької обласної державної адміністрації. URL: <http://www.zoda.gov.ua/article/11/bjudzhet.html> (дата звернення: 02.10.2019).

53. Формула розподілу обсягу міжбюджетних трансфертів. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/243088214> (дата звернення: 20.12.2019).

54. Пачинок А. В., Дудар О. І., Максишко Н. К. Аналіз структури надходжень до ОТГ Запорізької області *Збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави»* / за ред. А.В. Череп. Запоріжжя, 2019. С. 309–311.

55. Пачинок А. В., Полова А., Максишко Н. К. Аналіз використання моделей часових рядів для прогнозування бюджетних надходжень до ОТГ *Збірник матеріалів XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Виклики та перспективи розвитку нової економіки на світовому, державному, та регіональному рівнях»* / за ред. А.В. Череп. Запоріжжя, 2019. С. 306–308.

## ДОДАТОК А

## Алгоритм побудови прогнозу

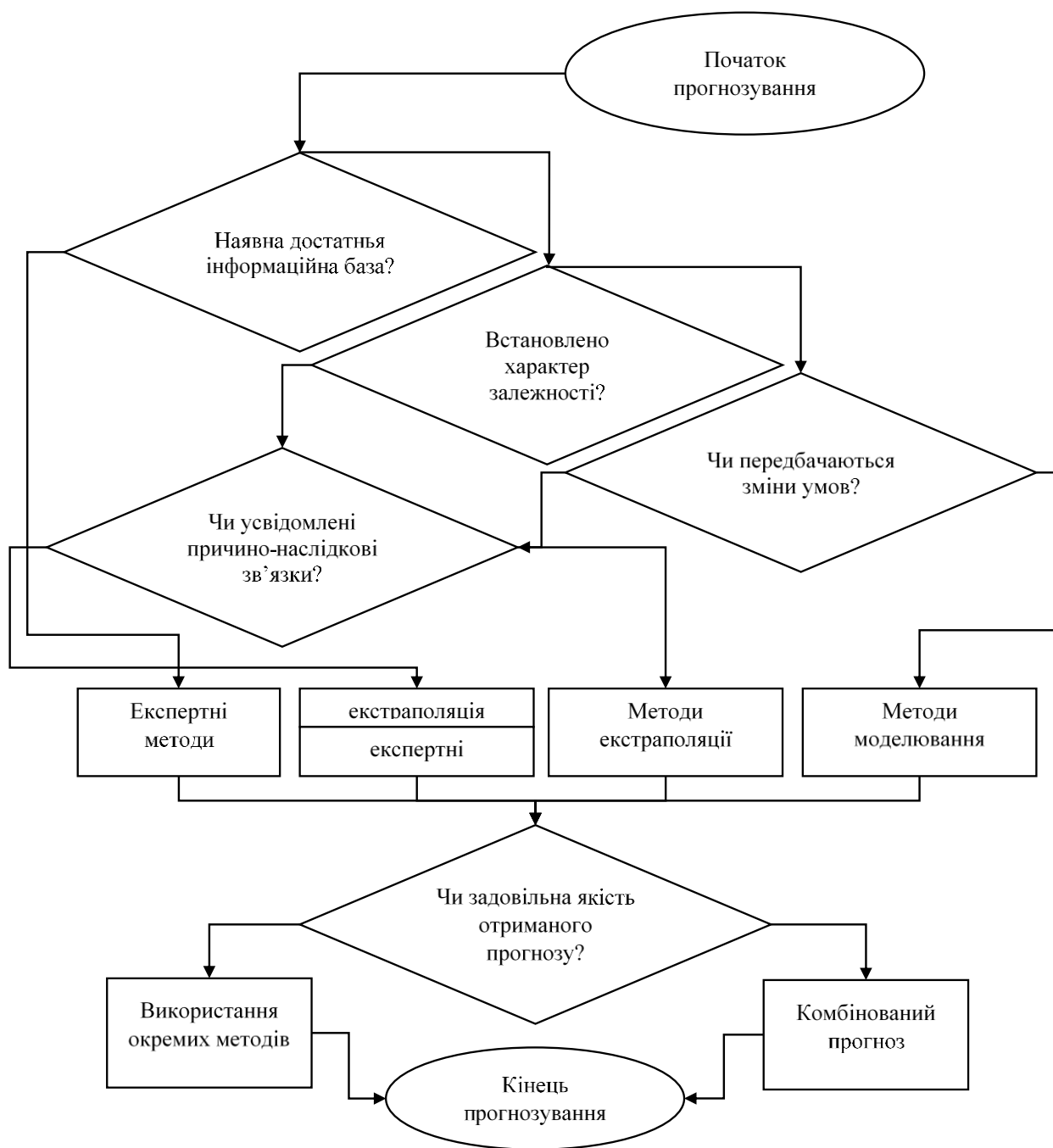


Рисунок А.1 – Загальний алгоритм побудови прогнозу

## ДОДАТОК Б

## Етапи прогнозування надходжень до ОТГ



Рисунок Б.1 – Схема етапів прогнозування надходжень до ОТГ

## ДОДАТОК В

## Вхідні дані прогнозування надходжень Веселівської ОТГ

Таблиця В.1 – Вхідні дані для прогнозування надходжень Веселівської ОТГ за період січня 2016 – вересня 2019 рр.

MisRik	11000000	18000000	90010100
01.2016	597211,3	509054,5	1359316
02.2016	747275,6	669475,1	1717828
03.2016	789355,3	672911,2	1841802
04.2016	821698,8	846060,5	2078986
05.2016	811102,7	507892,3	1903776
06.2016	908382,1	626799,6	2014874
07.2016	1263762	1363950	3120360
08.2016	1142867	1771041	3479741
09.2016	1255719	1332008	3235500
10.2016	1117116	2155035	3786259
11.2016	1169228	881899,3	2610859
12.2016	1490593	1006013	3057365
01.2017	1127412	1156730	2720733
02.2017	1327675	853725,1	2385118
03.2017	1300624	659544,8	2870379
04.2017	1276443	877193,7	2658434
05.2017	1306084	742757,9	2598888
06.2017	1529733	653601,3	2620774
07.2017	1836473	1327210	3397278
08.2017	1676023	2239146	4235952
09.2017	1822592	1119398	3179408
10.2017	1558143	3650615	6513738
11.2017	2404888	980257,4	3941049
12.2017	2215940	1268981	4675660
01.2018	1336435	2149172	3720477
02.2018	1495759	1141390	2881242
03.2018	1325944	991815,8	3198215
04.2018	1529115	1226674	3218763
05.2018	1692371	764219,3	3094866
06.2018	1792793	620703,2	2927664
07.2018	2338019	1950109	4492740
08.2018	2047304	3398246	5778987
09.2018	1785230	1083961	4105830
10.2018	2155463	3870497	6729699
11.2018	2005478	990186,8	3679148
12.2018	2702290	1517661	4795037
01.2019	1729833	1579343	3648946
02.2019	1860759	1571554	3806869
03.2019	1822445	940308	3097370

## Продовження таблиці В.1

04.2019	1801983	1441999	4945657
05.2019	1913424	854073,7	3436315
06.2019	2040289	660032,9	3607721
07.2019	2617805	1896853	5002661
08.2019	2198432	2939900	8705535
09.2019	2071895	1965352	7495333

## ДОДАТОК Г

Алгоритм побудови прогнозів для ОТГ у середовищі R

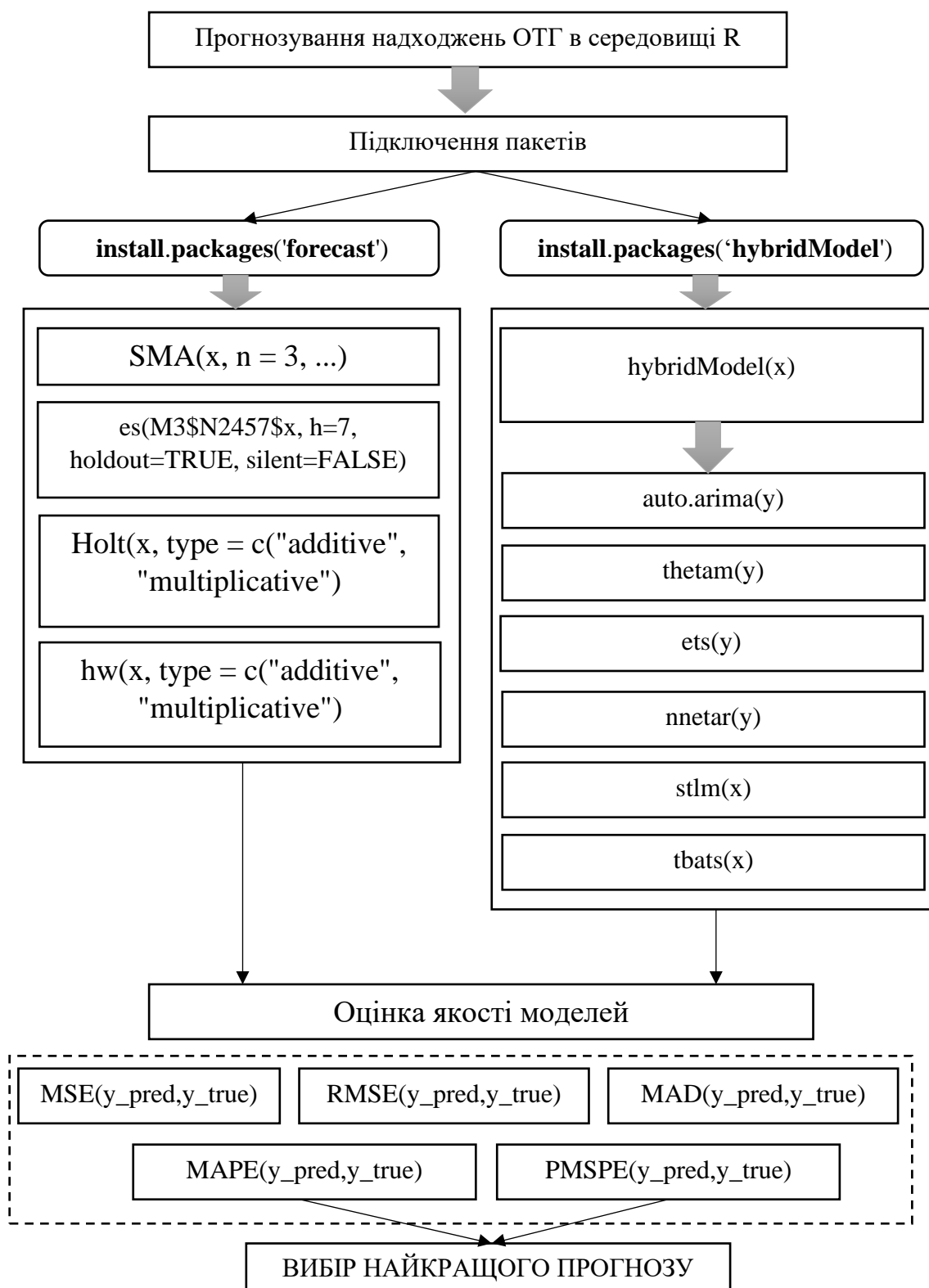


Рисунок Г.1 – Алгоритм побудови прогнозів у середовищі R



## ДОДАТОК Д

Результуючі прогнози за моделями комбінованого методу

```

> forecast(quickModel1$tstats)
      Point Forecast   Lo 80   Hi 80   Lo 95   Hi 95
Oct 2019      2158462 1963568 2365915 1865345 2480954
Nov 2019      2518539 2301521 2748864 2191887 2876313
Dec 2019      2801727 2567791 3049534 2449429 3186469
Jan 2020      1875814 1697314 2066480 1607606 2172475
Feb 2020      2048774 1858753 2251395 1763122 2363896
Mar 2020      2006218 1818430 2206581 1723970 2317877
Apr 2020      1999722 1811884 2200184 1717417 2311555
May 2020      2104167 1909238 2312004 1811131 2427396
Jun 2020      2218361 2015793 2434139 1913763 2553858
Jul 2020      2857341 2616139 3113012 2494165 3254359
Aug 2020      2437323 2220327 2668094 2110885 2795979
Sep 2020      2432044 2214855 2663065 2105333 2791107
Oct 2020      2343406 2131169 2569363 2024223 2694680
Nov 2020      2716460 2481224 2966194 2362416 3104415
Dec 2020      3006979 2754303 3274739 2626498 3422741
Jan 2021      2027904 1834187 2234876 1736854 2349958
Feb 2021      2204584 1999053 2423818 1895646 2545574
Mar 2021      2154716 1951896 2371198 1849906 2491481
Apr 2021      2142927 1940397 2359158 1838576 2479326
May 2021      2247319 2037654 2470973 1932171 2595188
Jun 2021      2361652 2144283 2593316 2034844 2721896
Jul 2021      3021174 2763584 3294380 2633386 3445488
Aug 2021      2579816 2347949 2826551 2231064 2963343
Sep 2021      2569578 2337825 2816246 2221019 2953023
>

```

Рисунок Д.1 – Прогноз ПДФО за моделлю Tstats

```

> forecast(quickModel2$tthetam)
      Point Forecast   Lo 80   Hi 80   Lo 95   Hi 95
Oct 2019      4183908.5 3865532.9 4502284 3696995.0 4670822
Nov 2019      1268295.4  937876.9 1598714  762964.0 1773627
Dec 2019      1656449.6 1314412.1 1998487 1133348.4 2179551
Jan 2020      2131409.5 1778134.8 2484684 1591122.5 2671696
Feb 2020      1524953.2 1160788.0 1889118  968010.6 2081896
Mar 2020      1104615.4  729876.0 1479355  531501.0 1677730
Apr 2020      1408832.6 1023809.4 1793856  819990.4 1997675
May 2020      1004030.7  608991.2 1399070  399869.9 1608191
Jun 2020      849451.2  444643.3 1254259  230350.8 1468552
Jul 2020      2233475.9 1819129.7 2647822 1599788.0 2867164
Aug 2020      3436820.6 3013150.7 3860490 2788873.5 4084768
Sep 2020      1726477.1 1293684.5 2159270 1064578.0 2388376
Oct 2020      4456757.7 4015030.7 4898485 3781194.5 5132321
Nov 2020      1350558.9  900074.6 1801043  661602.7 2039515
Dec 2020      1763311.7 1304237.3 2222386 1061217.9 2465406
Jan 2021      2268177.3 1800670.4 2735684 1553187.3 2983167
Feb 2021      1622285.5 1146495.7 2098075  894627.8 2349943
Mar 2021      1174746.1  690815.0 1658677  434637.3 1914855
Apr 2021      1497807.0 1005869.4 1989745  745453.3 2250161
May 2021      1067107.9  567292.1 1566924  302705.5 1831510
Jun 2021      902539.3  394967.4 1410111  126275.1 1678803
Jul 2021      2372337.9 1857126.8 2887549 1584390.5 3160285
Aug 2021      3649396.7 3126658.0 4172136 2849936.8 4448857
Sep 2021      1832716.6 1302557.0 2362876 1021907.5 2643526
>

```

Рисунок Д.2 – Прогноз місцевих податків та зборів за моделлю Thetam

```

> forecast(quickModel3$ets)
      Point Forecast   Lo 80    Hi 80    Lo 95    Hi 95
Oct 2019      8594956 7026240 10163672 6195811 10994100
Nov 2019      5176165 4228962  6123369 3727542  6624788
Dec 2019      6223736 5081944  7365528 4477516  7969956
Jan 2020      4754452 3880063  5628842 3417189  6091716
Feb 2020      4465612 3642376  5288847 3206582  5724642
Mar 2020      4695306 3827710  5562901 3368432  6022179
Apr 2020      5268574 4292842  6244305 3776321  6760826
May 2020      4560155 3713755  5406555 3265698  5854612
Jun 2020      4554698 3707490  5401907 3259005  5850392
Jul 2020      6550815 5329751  7771879 4683358  8418272
Aug 2020      8782663 7142222 10423104 6273825 11291501
Sep 2020      7198597 5851331  8545862 5138132  9259062
Oct 2020     10097607 8204049 11991165 7201660 12993554
Nov 2020      6068116 4928003  7208229 4324464  7811769
Dec 2020      7281021 5910445  8651596 5184907  9377135
Jan 2021      5550862 4504043  6597680 3949891  7151832
Feb 2021      5203340 4220284  6186395 3699886  6706793
Mar 2021      5460446 4426985  6493907 3879904  7040988
Apr 2021      6115630 4956151  7275110 4342359  7888901
May 2021      5283622 4280171  6287074 3748976  6818268
Jun 2021      5267871 4265729  6270014 3735227  6800516
Jul 2021      7563328 6122125  9004530 5359199  9767456
Aug 2021     10122874 8190809 12054940 7168035 13077714
Sep 2021      8283290 6699798  9866782 5861548 10705032

```

Рисунок Д.3 – Прогноз місцевих податків та зборів за моделлю Ets

## ДОДАТОК Е

Код реалізації побудови прогнозів у середовищі R

```
#ПДФО
> library(readxl)
> library(knitr)
> library(dt)
> library(forecast)
> library(tseries)
> library(ggplot2)
> library(ttr)
> pdfoV <- read_excel("C:/Users/User/Documents/pdfo.xlsx")
> pdfoV1 <- ts(pdfoV $pdfoVes[1:45], frequency = 12, start = c(2016, 1))
> ggtsdisplay(pdfoV1)
> autoplot(stl(pdfoV1, s.window = "periodic"))
> xi_ob1 <- window(pdfoV, end = c(2018, 12))
> xi_test1 <- window(pdfoV, start = c(2019, 1))
> adf.test(pdfoV)
> skol_sr3 <- SMA(pdfoV, n = 3)
> exp_sm <- es(pdfoV, h = 9, holdout = TRUE)
> xi_holt <- holt(pdfoV, h = 9)
> xi_winters_mult <- hw(xi_ob1, h = 9, seasonal = 'multiplicative')
> xi_winters_ad <- hw(pdfoV, h = 9, seasonal = 'additive')
> xi_holt_exp <- holt(pdfoV, beta = 0.7, initial = 'simple', h = 9)
> xi_winters_exp <- hw(pdfoV, alpha = 0.56, beta = 0.18, exponential = T, damped =
> T, h = 9, seasonal = 'multiplicative')
> autoplot(window(xi_ob1, start = 2016), series = "Вихідний")+
> autolayer(xi_test1, series = "Факт")+
> autolayer(skol_sr3, PI = FALSE, series = "Ковзне середнє")+
> autolayer(exp_sm, PI = FALSE, series = "Експоненціальне згладжування")+
```

```

> autolayer(xi_winters_mult,PI=FALSE,series = "Метод Уінтерса(мульти)")+
> autolayer(xi_winters_ad,PI=FALSE,series = "Метод Уінтерса(адитивний)")+
> autolayer(xi_winters_exp,PI=FALSE,series = "Уінтерс експоненційний")
> library(forecastHybrid)
> quickModel1<- hybridModel(xi_ob1)
> forecast(quickModel1)
> plot(forecast(quickModel5), main = "Forecast from auto.arima, ets, thetam,
nnetar, stlm, and tbats model")
> plot(quickModel2, type = "fit", ggplot = TRUE)
> par(mfrow = c(3, 2), bty = "l", cex = 0.8)
> plot(forecast(quickModel1 $auto.arima))
> plot(forecast(quickModel1 $thetam))
> plot(forecast(quickModel1 $nnetar))
> plot(forecast(quickModel1 $ets))
> plot(forecast(quickModel1 $stlm))
> plot(forecast(quickModel1 $tbats))
> jarque.bera.test (residuals(quickModel1$tbats), main = "Залишки моделі")
> hist(residuals(quickModel1$tbats), main = "Гістограма залишків")
> plot(forecast(quickModel1 $tbats))
> forecast(pdfoV1$ tbats))
> plot(forecast(pdfoV1$tbats))

```

#Місцеві податки та збори

```

> miscevyV <-read_excel("C:/Users/User/Documents/miscevy.xlsx")
> miscevyV1 <- ts(miscevyV$miscevyVes[1:45], frequency = 12,start = c(2016, 1))
> ggtsdisplay(miscevyV1)
> autoplot(stl(miscevyV1,s.window = "periodic"))
> xi_ob2<-window(miscevyV1,end=c(2018,12))
> xi_test2<-window(miscevyV1,start=c(2019,1))
> adf.test(miscevyV1)

```

```

> skol_sr3<-SMA(xi_ob2,n=3)
> exp_sm<-es(xi_ob2,h=9, holdout=TRUE)
> xi_holt<-holt(xi_ob2,h=9)
> xi_winters_mult<-hw(xi_ob2,h=9,seasonal = 'multiplicative')
> xi_winters_ad<-hw(xi_ob2,h=9,seasonal = 'additive')
> xi_holt_exp<-holt(xi_ob2,beta=0.7,initial = 'simple',h=9)
> xi_winters_exp<-hw(xi_ob2,alpha = 0.56,beta=0.18,exponential = T,damped =
>T,h=9,seasonal = 'multiplicative')
> autoplot(window(xi_ob2,start=2016),series = "Вихідний")+
> autolayer(xi_test2,series = "Факт")+
> autolayer(skol_sr3,PI=FALSE,series = "Ковзне середнє")+
> autolayer(exp_sm,PI=FALSE,series = " Експоненціальне згладжування")+
> autolayer(xi_winters_mult,PI=FALSE,series = "Метод Уінтерса(мульти)")+
> autolayer(xi_winters_ad,PI=FALSE,series = "Метод Уінтерса(адитивний)")+
> autolayer(xi_winters_exp,PI=FALSE,series = "Уінтерс експоненційний")
> library(forecastHybrid)
> quickModel2<- hybridModel(xi_ob2)
> forecast(quickModel2)
> plot(forecast(quickModel2), main = "Forecast from auto.arima, ets, thetam,
nnetar, tlm, and tbats model")
> plot(quickModel2, type = "fit", ggplot = TRUE)
> par(mfrow = c(3, 2), bty = "l", cex = 0.8)
> plot(forecast(quickModel2 $auto.arima))
> plot(forecast(quickModel2 $thetam))
> plot(forecast(quickModel2 $nnetar))
> plot(forecast(quickModel2$ets))
> plot(forecast(quickModel2 $stlm))
> plot(forecast(quickModel2$tbats))
> jarque.bera.test (residuals(quickModel2$tbats), main = "Залишки моделі")
> hist(residuals(quickModel2$thetam), main = "Гістограма залишків")

```

```

> plot(forecast(quickModel1 $thetam))
> forecast(miscevyV1$thetam))
> plot(forecast(miscevyV1$ thetam))

#Власні доходи
> vlasnyV <-read_excel("C:/Users/User/Documents/vlasnidohveselivska1.xlsx")
> vlasnyV1 <- ts(vlasnyV $vlasnyVes[1:45], frequency = 12,start = c(2016, 1))
> ggtsdisplay(vlasnyV1)
> autoplot(stl(vlasnyV1,s.window = "periodic"))
>xi_ob3<-window(vlasnyV1,end=c(2018,12))
> xi_test3<-window(vlasnyV1,start=c(2019,1))
> adf.test(m vlasnyV1)
> skol_sr3<-SMA(xi_ob3,n=3)
> exp_sm<-es(xi_ob3,h=9, holdout=TRUE)
> xi_holt<-holt(xi_ob3,h=9)
> xi_winters_mult<-hw(xi_ob3,h=9,seasonal = 'multiplicative')
> xi_winters_ad<-hw(xi_ob3,h=9,seasonal = 'additive')
> xi_holt_exp<-holt(xi_ob3,beta=0.7,initial = 'simple',h=9)
> xi_winters_exp<-hw(xi_ob3,alpha = 0.56,beta=0.18,exponential = T,damped =
>T,h=9,seasonal = 'multiplicative')
> autoplot(window(xi_ob3,start=2016),series = "Вихідний")+
> autolayer(xi_test3,series = "Факт")+
> autolayer(skol_sr3,PI=FALSE,series = "Ковзне середнє")+
> autolayer(exp_sm,PI=FALSE,series = " Експоненціальне згладжування")+
> autolayer(xi_winters_mult,PI=FALSE,series = "Метод Уінтерса(мульти)")+
> autolayer(xi_winters_ad,PI=FALSE,series = "Метод Уінтерса(адитивний)")+
> autolayer(xi_winters_exp,PI=FALSE,series = "Уінтерс експоненційний")
> library(forecastHybrid)
> quickModel3<- hybridModel(xi_ob3)
> forecast(quickModel3)

```

```
> plot(forecast(quickModel3), main = "Forecast from auto.arima, ets, thetam,  
nnetar, tlm, and tbats model")  
> plot(quickModel3, type = "fit", ggplot = TRUE)  
> par(mfrow = c(3, 2), bty = "l", cex = 0.8)  
> plot(forecast(quickModel3 $auto.arima))  
> plot(forecast(quickModel3 $thetam))  
> plot(forecast(quickModel3 $nnetar))  
> plot(forecast(quickModel3$ets))  
> plot(forecast(quickModel3 $stlm))  
> plot(forecast(quickModel3 $tbats))  
> jarque.bera.test (residuals(quickModel3$tbats), main = "Залишки моделі")  
> hist(residuals(quickModel3$thetam), main = "Гістограма залишків")  
> plot(forecast(quickModel1 $ets))  
> forecast(vlasnyV1$ets))  
> plot(forecast(vlasnyV1$ets))
```