МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет природоохоронний

Кафедра гідроекології та водних досліджень

# ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

**ОКР** спеціаліст

на тему: Аналіз динаміки водокористування та водовідведення в Одеській області

Виконала студентка 1 курсу групи ЕГ-53
спеціальності 7.04010602 Прикладна екологія
та збалансоване природокористування
Арестова Олена Ігорівна
Керівник к. геогр. н., доц.
Даус Марія Євгенівна
Консультант

Рецензент к. геогр. н., доц. кафедри
прикладної екології Нагаєва Світлана Павлівна

Одеса 2015

**Форма № Н-9.01**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет природоохоронний

Кафедра гідроекології та водних досліджень

Освітньо-кваліфікаційний рівень «спеціаліст»

Напрям підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища
(шифр і назва)
та збалансоване природокористування»

Спеціальність 7.04010602 «Прикладна екологія та збалансоване природокористування»
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
**Завідувач кафедри проф. Лобода Н.С.**
«02» лютого 2015 року

# З А В Д А Н Н Я
## НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Арестовій Олені Ігорівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Аналіз динаміки водокористування та водовідведення в Одеській області»

керівник проекту Даус Марія Євгенівна, к.геогр.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 24.11.2014 року № 340-«С»

2. Строк подання студентом проекту «3» червня 2015 року

3. Вихідні дані до проекту Статистична звітність про об'єми водокористування та водовідведення по Одеській області, складена Державною службою статистики України у вигляді статистичних збірників «Довкілля України» за період з 2000 по 2012 роки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Надати характеристику природних ресурсів Одеської області; 2) Охарактеризувати фізико-географічне положення Одеської області; 3) Висвітлити сучасний екологічний стан атмосферного повітря та водних ресурсів; 4) Описати наявні земельні

та біологічні ресурси області, їхній стан; 5) Виконати статистичний аналіз тенденцій та закономірностей зміни об'ємів водокористування та водовідведення; 6) Охарактеризувати сутність індексного методу в екології; 7) Проаналізувати динаміку водокористування та водовідведення в Одеській області, використовуючи індексний метод.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1) Карта-схема Одеської області; 2) Структура середніх багаторічних об'ємів водокористування та водовідведення; 3) Хронологічні графіки об'ємів водокористування та водовідведення з тенденціями їх змін.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «02» лютого 2015 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту | Термін виконання етапів проекту | Оцінка виконання етапу | |
|---|---|---|---|---|
| | | | у % | за 4-х бальною шкалою |
| 1 | Збір та аналіз даних про об'єми | 02.02-08.02.15 | 90 | відм. |
| | водокористування та водовідведення. | | | |
| | | | | |
| 2 | Фізико-географічна характеристика | 09.02-15.02.15 | 95 | відм. |
| | Одеської області. | | | |
| | | | | |
| 3 | Характеристика стану атмосферного повітря | 16.02-22.02.15 | 94 | відм. |
| | та водних ресурсів Одеської області. | | | |
| | | | | |
| 4 | Відомості земельні та біологічні ресурси | 23.02-01.03.15 | 95 | відм. |
| | Одеської області та стан їхнього користування. | | | |
| | | | | |
| 5 | Атестація | 06.04-10.04.15 | 94 | відм. |
| | | | | |
| 6 | Статистичний аналіз тенденцій та | 06.04-19.04.15 | 80 | добре |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | закономірностей зміни об’ємів | | | |
| | водокористування та водовідведення. | | | |
| | | | | |
| 7 | Індексний метод в екології. | 20.04-26.04.15 | 85 | добре |
| | | | | |
| 8 | Динаміка водокористування та водовідведення | 27.04-10.05.15 | 80 | добре |
| | Одеської області з використанням індексного | | | |
| | методу. | | | |
| | | | | |
| 9 | Атестація | 04.05-08.05.15 | 85 | добре |
| | | | | |
| 10 | Підготовка графічного, табличного та | 11.05-17.05.15 | 96 | відм. |
| | текстового матеріалу. | | | |
| | | | | |
| 11 | Оформлення дипломного проекту. | 17.05-03.0.15 | 96 | відм. |
| | | | | |
| | **Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)** | | 90 | відм. |

**Студент** _____ **Арестова О.І.**
(підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи** _____ **Даус М.Є.**
(підпис ) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ ..... 6
ВСТУП ..... 7
1.1 Фізико-географічна характеристика Одеської області ..... 8
1.2 Атмосферне повітря ..... 12
1.3 Водні ресурси ..... 14
1.4 Земельні ресурси ..... 27
1.5 Біологічні ресурси ..... 35
2 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ І ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДИНАМІКИ ВОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ ..... 44
2.1 Основні поняття і види динамічних рядів ..... 44
2.2 Характеристики динамічних рядів показників водокористування та водовідведення ..... 46
2.3 Встановлення тенденції водокористування та водовідведення ..... 53
2.4 Прогнозування об’ємів водокористування та водовідведення ..... 61
3 ІНДЕКСНИЙ МЕТОД В ЕКОЛОГІЇ ..... 69
3.1 Сутність індексів і основи індексного методу ..... 69
3.2 Види і форми індексів ..... 72
3.3 Системи співзалежних індексів і визначення впливу окремих факторів ..... 85
3.4 Використання індексного методу для аналізу динаміки водокористування та водовідведення ..... 90
ВИСНОВКИ ..... 94
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ..... 96

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

р. – річка, рік

с. – село

м. – місто

тис. – тисяча

млн. – мільйон

ПАТ – приватне акціонерне товариство

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

СПД – суб’єкт підприємницької діяльності

КНС – каналізаційно-насосна станція

СПАР – синтетична поверхнево-активна речовина

ДП – державне підприємство

# ВСТУП

Інтенсивний розвиток промисловості та сільського господарства, збільшення населення, освоєння нових територій і пов’язане з цими процесами різке збільшення обсягів водокористування та водовідведення суттєво вплинуло на стан водних ресурсів. Тому питання раціонального використання водних ресурсів, їх охорони і відтворення є надзвичайно актуальними, яким приділяється багато уваги з боку наукових, проектних та господарських установ та фахівців різних профілів.

Використання води різними галузями господарства характеризується певними показниками: загальним водозабором води, використанням свіжої води на побутово-питні, виробничі потреби, зрошення, сільськогосподарське водопостачання, втратами води, загальним водовідведенням, обсягами скидання забруднених зворотних вод та ін.

Вивченню деяких з перелічених вище показників присвячено даний дипломний проект. Ці явища у соціальній сфері є не статичними, а динамічними, тобто такими, що впродовж певного періоду часу змінюються через зміну темпів зростання населення, обсягів споживання води, рівнів стану забруднення всіх природних сфер, викидів та скидів забруднювальних речовин в навколишнє природне середовище, обсягів надходження промислових і побутових відходів на звалища тощо.

Саме тому в дипломному проекті виконано дослідження процесів зміни і розвитку перелічених вище явищ на основі побудови і аналізу динаміки рядів загального водокористування та водовідведення Одеської області, як узагальнених показників використання та забруднення водних ресурсів.

# 1 СТАН ДОВКІЛЛЯ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

## 1.1 Фізико-географічна характеристика Одеської області

Одеська область утворена 27 лютого 1932 року. До її складу входять 26 районів, 7 міст обласного підпорядкування, 33 селища міського типу та 1127 сільських населених пунктів. Населення області становить 2388,3 тис. осіб. Адміністративний центр регіону – Одеса – одне з найбільших міст України, важливий транспортний, індустріальний, науковий, культурний і курортний центр з населенням 1008,2 тис. осіб (на 01.01.2012 р.).

Одеська область займає територію північно-західного Причорномор'я від гирла Дунаю до Тилігульського лиману (довжина морської берегової лінії в межах області перевищує 300 км) і тягнеться від моря на північ, в глиб суші на 200-250 км (рис. 1.1). На півночі Одеська область межує з Вінницькою та Кіровоградською, на сході – з Миколаївською областями, на заході – з Молдовою та Придністровською Молдавською Республікою, на південному заході – частина державного кордону України з Румунією. Усього в межах області пролягають 1362 км державного кордону. Площа Одеської області складає 5,5% території України (33,3 тис. км$^2$). Північна частина області розташована в лісостеповій, а південна – в степовій зоні. У ґрунтовому покрові переважають звичайні та південні чорноземи. Середньорічна температура коливається від +8,2°С на півночі до +10,8°С на півдні. Тривалість вегетаційного періоду від 180 до 210 діб. Середньорічна кількість опадів – від 340 мм на півдні області до 460 мм на півночі.

Чорне море та лікувальні грязі Куяльницького лиману створюють винятково високий рекреаційний потенціал Одещини. У пониззі великих річок (Дунай, Дністер) і лиманів, на морських узбережжях і в шельфовій зоні розташовані високоцінні й унікальні природні комплекси, водно-болотні угіддя, екосистеми, що формують високий біосферний потенціал регіону,

Рисунок 1.1 – Карта-схема розташування Одеської області [4]

який має національне і міжнародне значення. Природні умови сприятливі для вирощування озимої пшениці, кукурудзи, ячменю, проса, соняшнику.

Головне природне багатство області – її земельні ресурси, що представлені переважно чорноземними ґрунтами з високою природною родючістю. У сполученні з теплим степовим кліматом вони формують високий агропромисловий (сільськогосподарський) потенціал регіону.

Довжина морських і лиманних узбережь від гирла річки Дунай до Тилігульського лиману сягає 300 км. На території області перебувають прісноводні – Кагул, Ялпуг, Катлабух, солоні озера – Сасик, Шагани, Алібей, Бурнас, а також Хаджибейський і Куяльницький лимани, відомі своїми лікувальними грязями. Водопостачання Одеської області здійснюється як з поверхневих джерел так і за рахунок підземних джерел.

За даними райдержадміністрацій та міськвиконкомів на території Одеської області станом на 01.01.2012 р. налічується близько 5388 артезіанських свердловин та 194 шахтних колодязів. Поверхневими джерелами госпитного водопостачання населення області є річки Дністер і Дунай, оз. Ялпуг, 2 канали Ізмаїльського управління водного господарства Дунай-Сасик та Латиш.

У межах області розташовані 1134 малих річок і струмків, 15 прісноводних та морських лиманів (найбільш великі Дністровський, Тилігульський, Хаджибейський, Алібей, Бургас, Будакський, Куяльницький, Кучурганський), 68 водосховищ, 45 озер, у тому числі 8 Придунайських озер: Ялпуг, Кугурлуй, Катлабух, Китай, Сасик, Кагул, Картал, Саф’яни.

В області понад 2,5 млн. га сільськогосподарських угідь, у тому числі більш 2 млн. га ріллі, понад 80 тис. га виноградників і садів.

Область належить до лісодефіцитних територій, загальна лісистість становить 6%, що в 1,5 рази нижче порівняно з оптимальною. Для створення оптимальної лісистості, яка становить 9%, необхідно створити лісів на площі 104 тис. га. Тому першочерговим завданням лісової політики регіону є збільшення площі лісів, яке дозволить збільшити не тільки ресурси деревини,

а і зробити вагомий внесок щодо відтворення та збереження біологічного та ландшафтного розмаїття в області, стабілізації екологічної рівноваги.

На території Одеської області налічується 120 територій та об'єктів природно-заповідного фонду, з яких 16 – загальнодержавного значення і 104 місцевого, загальною площею 145616,522 га. Склад природно-заповідного фонду області порівняно з минулим роком не змінився і його відсоток від загальної площі залишився на рівні 4,4 відсотка.

В структуру промислового потенціалу області значний внесок у викиди від стаціонарних джерел вносять підприємства, які виробляють електроенергію, газ та воду, підприємства обробної промисловості, транспортні підприємства. Основними шкідливими речовинами, що надходять в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення, є сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, оксиди азоту, пил, викиди яких складають 41% від усіх викидів по області. В значно менших кількостях в атмосферу викидаються специфічні речовини: бенз(а)пірен, формальдегід, фтористий водень і деякі інші.

Одеська область є частиною морського фасаду України. Вона розташована на перетинанні найважливіших міжнародних водних шляхів: Дунайський водний шлях після завершення будівництва в 1992 році каналу Дунай-Майн-Рейн є найкоротшим виходом із країн Європи в Чорної море, далі – у Закавказзя, Середню Азію, на Близький Схід; річка Дністер зв'язує регіон з Молдовою, а Дніпро – з Центральною Україною і Білоруссю, а після завершення реконструкції Дніпровсько-Бузького і Дністровсько-Неманського каналів – з Польщею і країнами Балтії. Волго-Донська система зв'язує Азово-Чорноморський басейн із Росією (аж до Санкт-Петербурга і Мурманська), Казахстаном, Туркменістаном, Азербайджаном, Іраном, забезпечуючи виходи до Каспійського, Балтійського і Білого морів.

Геополітичне положення Одещини обумовлене як вигідним транспортно-географічним розміщенням, так і зростаючою активізацією її участі у великих європейських міжрегіональних організаціях – Асамблеї

Європейських Регіонів і Робітничої Співдружності Придунайських Країн. Будучи частиною морського фасаду країни, Одеська область значною мірою сприяє активній участі України в роботі країн-членів Чорноморського Економічного Співробітництва (ЧЕС) [4].

## 1.2 Атмосферне повітря

Атмосферне повітря є одним з основних життєво важливих елементів навколишнього природного середовища.

Одеська область – регіон, що виділяється у господарському комплексі України своїми транспортно-розподільчими функціями, розвиненою промисловістю, інтенсивним сільськогосподарським виробництвом. Загальна кількість підприємств, що у процесі діяльності впливають на стан атмосферного повітря становить понад 2784 суб'єктів господарювання, з них 615 підприємств, шкідливо впливають на здоров'я людей і стан атмосферного повітря.

Протягом 2012 року у повітряний басейн області від стаціонарних джерел надійшло 28,138 тис. тонн шкідливих речовин, що на 2,356 тис. тонн (або на 7,7%) менше, ніж у 2011 році. Таке зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами за рахунок зменшення виробництва (табл. 1.1).

Динаміку викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у регіоні по окремих населених пунктах наведено в табл. 1.2.

Рівень радіаційного фону на протязі 2012 року відповідав природним фоновим значенням.

У 2012 року на озонобезпечні замінники перейшли наступні підприємства Одеської області: СГП «ВЕККА» у вигляді ТОВ, Дитячий санаторій «Сергіївка», СПД Водоп'янов А.М.

Таблиця 1.1 – Динаміка викидів в атмосферне повітря, тис. т.

| Роки | Викиди в атмосферне повітря, тис. т. | | | Щільність викидів у розрахунку на 1 км$^2$, кг | Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг | Обсяг викидів на одиницю ВРП |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всього | у тому числі | | | | |
| | | стаціонарними джерелами | пересувними джерелами | | | |
| 2008 | 192,2 | 34,4 | 157,8* | 5800,0 | 80,3 | - |
| 2009 | 175,1 | 25,9 | 149,2 | 5300,0 | 73,2 | - |
| 2010 | 181,171 | 29,165 | 152,006 | 5400,0 | 75,7 | - |
| 2011 | 173,804 | 30,494 | 143,310 | 5215,0 | 85,4 | - |
| 2012 | 168,947 | 28,138 | 140,809 | 5100,0 | 70,7 | - |

* - збільшення викидів за рахунок введення нової методології обчислювання викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел

Таблиця 1.2 – Динаміка викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у регіоні по окремих населених пунктах, тис .т

| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|---|---|
| Всього, | 34,4 | 25,9 | 29,165 | 30,494 | 28,138 |
| Назва населених пунктів: | | | | | |
| м. Одеса | 17,625 | 12,396 | 14,360 | 15,163 | 13,092 |
| м. Ізмаїл | 1,510 | 1,371 | 1,474 | 1,243 | 1,462 |
| м. Іллічівськ | 0,522 | 1,124 | 1,051 | 0,843 | 1,025 |
| м. Южне | 2,608 | 1,986 | 2,655 | 2,649 | 2,262 |

За даними Головного управління державної санітарно-епідеміологічної служби в Одеській області в 2012 р. проведено 1638 досліджень атмосферного повітря в міських поселеннях, перевищення ГДК встановлено в 97 пробах (6%), а в сільських – 67 пробах (4%).

В цілому по м. Одесі в 2012 р. порівняно з 2011 р. загальний рівень

забруднення незначно змінився: намітилася тенденція щодо зменшення забруднення повітря діоксидом азоту, оксидом азоту, діоксидом сірки, сажі, пилом, фенолом, збільшення максимальних концентрацій оксиду вуглецю, солей важких металів.

У 2012 р. було виконано заходів, спрямованих на покращення стану атмосферного повітря, на суму 2185,5 тис. грн. за рахунок коштів підприємств, що призвело до зменшення викидів забруднювальних речовин на 541,9 т/рік.

Оснащення джерел викидів ефективним пилогазоочисним устаткуванням на:

- ПАТ «Аліягське хлібоприймальне підприємство» м. Ананьїв, зменшення викидів забруднювальних речовин на 6,5 т/рік, на виконання заходу витрачено 40,0 тис. грн;
- ТОВ «Кіслородмаш» м. Одеса, зменшення викидів забруднювальних речовин на 0,598 т/рік на виконання заходу, витрачено 0,5 тис. грн ;
- ДП «Авіаційний завод» м. Одеса зменшення викидів забруднювальних речовин на 0,605 т/рік, на виконання заходу витрачено 5,0 тис. грн.

Переведення котельних з рідкого та твердого видів палива на газоподібне на:

- ТОВ «Істок» м. Білгород-Дністровський зменшення викидів забруднювальних речовин на 523,4 т/рік, на виконання заходу витрачено 240,0 тис. грн.;
- ДП «Авіаційний завод» м. Одеса зменшення викидів забруднювальних речовин на 10,86 т/рік, на виконання заходу витрачено 1900,0 тис. грн. [13].

## 1.3 Водні ресурси

Водні ресурси області складаються з запасів підземних та поверхневих вод. Запаси поверхневих вод на території області розподіляються

нерівномірно. Північна та центральна частини території характеризуються обмеженими запасами, а далекий південний-захід, який тяжіє до річок Дністер та Дунай, має великий запас води.

На території Одеської області розташовано 5596 артезіанських свердловин та 193 шахтних колодязя. Однак, забезпеченість потреби підземними водами питної якості у цілому по області становить близько 30%.

Питне водопостачання області майже на 80% забезпечується за рахунок поверхневих джерел, тому якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідеміологічного благополуччя населення [1, 2].

Водопроводи, що одержують воду з поверхневих джерел – це Одеський водопровід з ріки Дністер, Кілійський та Вилківський з річки Дунай, Болградський з озера Ялпуг. Всі інші населені пункти користуються водою з підземних джерел.

Станом на 01.01.2013 р. на території Одеської області загальна протяжність водопровідних мереж становила 9085 км, із них в аварійному стані перебувають 3315,8 км водопровідних мереж, загальна протяжність каналізаційних мереж – 1427,96 км, із них зношених 483,73 км каналізаційних мереж [11, 12, 17].

Ліміт забору та використання води із поверхневих та підземних джерел та на скидання забруднювальних речовин в водойми встановлюється в дозволах на спецводокористування. У 2012 році було видано 448 дозволів на спецводокористування.

Станом на 01.01.2013 р. в Одеській області налічувалося 2068 підприємств-водокористувачів, з яких 1072 суб'єкта господарювання отримали дозволи на спецводокористування, у 996 – термін дії дозволу закінчився.

На території Одеського регіону за особливостями водокористування та умовами водозабезпеченості у межах існуючих річкових басейнів можна виділити п'ять водогосподарських районів, а саме:

1. Північний водогосподарський район, який охоплює територію міста Котовськ та Ананьївський, Балтський, Кодимський, Котовський, Красноокнянський, Любашівський і Савранський адміністративних районів. На території зазначених районів налічується 1175 артсвердловин, які фрагментарно (частково) поширені у підземних відкладах, з них 788 (67,1%) перебувають у незадовільному технічному стані. Підземні джерела районів є основним джерелом водопостачання і оцінюються, як придатні для питного водокористування. За даними статзвітності № 2-ТП (водгосп) у 2012 році Північним водогосподарським районом забрано води із природних водних об'єктів 3,967 млн. $м^3$.

2. Центральний водогосподарський район, який охоплює територію Березівський, Великомихайлівський, Фрунзівський та Ширяївський адміністративних районів. На території зазначених районів налічується 1149 артсвердловин, з них 522 (45,4%) перебувають у незадовільному технічному стані. Мінералізація підземних вод, головним чином, верхньосарматських (розвідані горизонти, на які бурять свердловини для споживання води на питні потреби) водоносних горизонтів артезіанського басейну підвищена, але вони являються єдиним джерелом водопостачання. За даними статзвітності № 2-ТП (водгосп) у 2012 році Центральним водогосподарським районом забрано води із природних водних об'єктів 3,651 млн. $м^3$.

3. Приміський (Придністровський) водогосподарський район, який охоплює територію міст Одеса, Іллічівськ, Южний, Теплодар, Білгород-Дністровський та Білгород-Дністровського, Біляївського, Комінтернівського, Іванівського, Овідіопольського та Роздільнянського адміністративних районів. На території зазначених районів налічується 2194 артсвердловин, з них 783 (35,7%) перебувають у незадовільному технічному стані. За даними статзвітності № 2-ТП (водгосп) у 2012 році Приміським водогосподарським районом забрано води із природних водних об'єктів 259,626 млн. $м^3$.

4. Південно-Західний водогосподарський район, який охоплює територію Арцизького, Саратського, Тарутинського і Татарбунарського

адміністративних районів, який характеризується у цілому незадовільною водогосподарською ситуацією та відсутністю надійних джерел водопостачання – розвідані підземні води мають високу мінералізацію. На території зазначених районів налічується 790 артсвердловин, з них 397 (50,3%) перебувають у незадовільному технічному стані. За даними статзвітності № 2-ТП (водгосп) у 2012 році Південно-Західним водогосподарським районом забрано води із природних водних об'єктів 881,908 млн. $м^3$.

5. Придунайський водогосподарський район, який охоплює територію міста Ізмаїл та Болградського, Ізмаїльського, Кілійського і Ренійського адміністративних районів. На території зазначених районів налічується 288 артсвердловин, з них 131 (45,5%) перебувають у незадовільному технічному стані. За даними статзвітності № 2-ТП (водгосп) у 2012 році Південно-Західним водогосподарським районом забрано води із природних водних об'єктів 112,86 млн. $м^3$.

У рамках проекту «Пошуки питних підземних вод і буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин в Одеській області» для поліпшення господарсько-питного водопостачання населення Одеської області у 2012 році за кошти держаного бюджету Причорноморським державним регіональним геологічним підприємством пробурене чотири артезіанські свердловини у селах Шерове, Руська Слобідка та Малинівка Іванівського району, селі Отрадове Роздільнянського району [7].

ПП «Укрнадра-Південь» на протязі 2012 року було пробурене 4 артсвердловини у Овідіопольському районі та 1 свердловину у Біляївському районі, відремонтовано 2 свердловини у м. Одеса та Великомийлівському районі, проведено ліквідаційний тампонаж 1 артсвердловини у м. Одеса.

НВП «Авіа» у 2012 році було пробурене 2 артсвердловини у Овідіопольському районі та проведено ліквідаційний тампонаж 3 артсвердловин у м. Одеса.

ВСФ «Гідрогеосервіс» у 2012 році було пробурене 2 артсвердловини у

Білгород-Дністровському районі, 4 – у Біляївському районі, 3 – у Овідіопольському районі, по одній свердловині у містах Одеса та Рені, Іванівському та Роздільнянському районах; виконано ремонтні роботи 2 артсвердловин у Овідіопольському районі, по одній свердловині у містах Одеса та Рені, Комінтернівському, Любашівському, Білгород-Дністровському районах.

Для покращення водопостачання населених пунктів Кілійського та Татарбунарського районів в рамках «Комплексної Програми першочергового забезпечення сільських населених пунктів, що користуються привізною водою, централізованим водопостачанням у 2001-2005 роках і прогноз до 2015 року» продовжується будівництво Татарбунарського та Кілійського групових водопроводів.

У 2012 році забір води становив 1263,0 млн. м$^3$, що на 436,0 млн. м$^3$ менш ніж у 2011 році. На 432, млн. м$^3$ зменшився об'єм забору води з поверхневих джерел, на 0,19 млн. м$^3$ зменшився забір води із підземних джерел. Забір води з Чорного моря зменшився на 4,37 млн. м$^3$. Зменшення об'ємів забору прісних поверхневих вод у 2012 році обумовлено, в основному, зменшенням об'ємів перерозподілу води при проведенні водообміну на озері Сасик, Придунайських водосховищах, водоймах Татарбунарського тракту.

У 2012 році в області використано 290,3 млн. м$^3$ прісної води (табл. 1.3), у тому числі із підземних джерел 31,75 млн. м$^3$, за наступним розподілом на: госппобутові потреби – 116,4 млн. м$^3$; виробничі потреби – 40,44 млн. м$^3$; сільськогосподарське водопостачання – 9,59 млн. м$^3$; зрошення – 83,75 млн. м$^3$; ставково-рибне господарство – 38,28 млн. м$^3$; інші галузі – 1,813 млн. м$^3$.

Водопостачання від загального об'єму використаної прісної води розподіляється наступним чином: госппобутові потреби – 40,1%; виробничі потреби – 13,9%, сільське господарство – 3,3%; зрошення –28,8%; ставково-рибне господарство – 13,2%, інші галузі – 0,7%.

Таблиця 1.3 – Основні показники використання і відведення води, млн. $м^3$ [3]

| Показники | 1990 | 2000 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Забрано води з природних водних об’єктів – всього | дані відсутні | 2180 | 2242 | 2587 | 2134 | 2189 | 1699 | 1263 |
| у тому числі для використання | | 640 | 549 | 502 | 468,0 | 436,47 | 502,7 | 517,5 |
| Спожито свіжої води (включаючи морську) з неї на | | 479,57 | 395,6 | 320,3 | 322,6 | 324,5 | 338,1 | 290,3 |
| виробничі потреби | | 64,61 | 66,73 | 68,25 | 61,12 | 69,9 | 67,6 | 40,44 |
| побутово-питні потреби | | 213,2 | 130,8 | 123,5 | 122,0 | 119,0 | 117,2 | 116,4 |
| Зрошення | | 124,4 | 91,89 | 63,79 | 71,29 | 70,59 | 84,75 | 83,75 |
| сільськогосподарські потреби | | 23,89 | 14,01 | 12,19 | 12,21 | 10,94 | 9,86 | 9,59 |
| ставково-рибне господарство | | 32,6 | 34,44 | 67,1 | 54,63 | 51,94 | 57,32 | 38,28 |
| Втрати води при транспортуванні | | 112,81 | 183,8 | 178,2 | 129,7 | 114,1 | 78,97 | 71,29 |
| Загальне водовідведення, з нього | | 333 | 279,6 | 266,8 | 303,4 | 302,7 | 291,5 | 251,6 |
| у поверхневі водні об'єкти | | 320 | 269,5 | 257 | 293,6 | 292,2 | 282,4 | 242,5 |
| у тому числі | | | | | | | | |
| забруднених зворотних вод | | 172,0 | 187,23 | 187,59 | 134,5 | 144,87 | 117,44 | 102,62 |
| з них без очищення | | 66,63 | 47,73 | 44,29 | 43,74 | 56,46 | 57,21 | 45,73 |
| нормативно очищених | | 54,3 | 18,73 | 14,76 | 67,97 | 64,98 | 77,84 | 79,73 |
| нормативно чистих без очистки | | 27,09 | 63,56 | 54,64 | 91,09 | 80,32 | 87,07 | 60,13 |
| Об’єм оборотної та послідовно використаної води | | 178,6 | 142 | 164,1 | 173,2 | 162,8 | 159,6 | 151,8 |
| Частка оборотної та послідовно використаної води, % | | 37,2 | 35,9 | 51,2 | 69,92 | 69,97 | 70,26 | 75,11 |
| Потужність очисних споруд | | 266,1 | 276,8 | 286,7 | 287,9 | 278,9 | 278,7 | 279,6 |

У порівнянні з 2011 роком зменшився об’єм використання води на: господарсько-питні потреби – 0,8 млн. м$^3$; виробничі потреби – 27,16 млн. м$^3$, сільськогосподарські потреби – 0,27 млн. м$^3$, зрошення – 1,0 млн. м$^3$, ставково-рибне господарство – 19,04 млн. м$^3$.

У 2012 році об’єм оборотної, повторної та послідовно використаної води становив – 151,8 млн. м$^3$, що на – 7,8 млн. м$^3$ менше ніж у 2011 році.

Загальний об’єм скидання стічних вод у 2012 році становив 251,6 млн. м$^3$, у тому числі у водні об’єкти 242,5 млн. м$^3$ (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Забір, використання та відведення води, млн. м$^3$

| Назва водного об’єкту | Забрано води із природних водних об’єктів – всього | Використано води | Водовідведення у поверхневі водні об’єкти | |
|---|---|---|---|---|
| | | | всього | з них забруднених зворотних вод |
| р. Дунай | 583,8 | 100,2 | 53,0 | 31,93 |
| р. Дністер | 215,8 | 153,9 | 38,99 | 14,94 |
| р. Кучурган | 2,345 | 2,326 | 0,528 | 0,528 |
| р. Тилигул | 3,949 | 3,902 | 0,298 | 0,298 |
| р. Когільник | 2,234 | 2,048 | 0,385 | 0,30 |
| р. Кодима | 1,245 | 1,202 | 0,001 | 0,001 |
| р. Південний Буг | 1,797 | 1,710 | 0,001 | 0,001 |
| Всього | 811,17 | 265,288 | 93,203 | 47,998 |

У 2012 році на 39,9 млн. м$^3$ зменшилося скидання зворотних вод. Це пов’язано зі зменшенням використання води на госппобутові та виробничі потреби. Скидання забруднених стічних вод у водні об’єкти становило 102,62 млн. м$^3$, у тому числі недостатньо очищених – 56,89 млн. м$^3$, без очищення – 45,73 млн. м$^3$ (табл. 1.5). У порівнянні з 2011 роком зменшився на 3,34 млн. м$^3$ скид недостатньо очищених стічних вод та збільшився на 1,92 млн. м$^3$ нормативно-очищених стічних вод. Це пов’язано з покращенням роботи каналізаційних очисних споруд.

Таблиця 1.5 – Використання та відведення води підприємствами галузей економіки (без використання морської води), млн. м$^3$

| Галузь економіки | Використано води | З неї на: | | Відведено зворотних вод у поверхневі водні об'єкти | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | побутово-питні потреби | виробничі потреби | всього | у тому числі забруднених | з них без очищення |
| Енергетика | 3,384 | 0,157 | 3,227 | 4,414 | - | - |
| Вугільна промисловість | - | - | - | - | - | - |
| Металургійна промисловість | - | - | - | - | - | - |
| Хімічна та нафтохімічна промисловість | 1,561 | 0,494 | 1,067 | 1,693 | - | - |
| Машинобудування | 0,635 | 0,384 | 0,251 | 0,063 | 0,042 | 0,042 |
| Нафтогазова промисловість | - | - | - | - | - | - |
| Житлово-комунальне господарство | 122,9 | 105,2 | 15,75 | 140,5 | 70,22 | 13,86 |
| Сільське господарство | 142,4 | 2,441 | 14,02 | 83,14 | 31,35 | 31,35 |
| Харчова промисловість | 7,5 | 0,402 | 2,95 | 0,515 | 0,514 | - |
| Транспорт | 2,513 | 1,472 | 1,040 | 0,857 | - | - |
| Промисловість будівельних матеріалів | 0,153 | 0,047 | 0,106 | - | - | - |
| Інші галузі | 9,237 | 5,803 | 2,029 | 11,38 | 0,536 | 0,52 |
| Всього | 290,3 | 116,4 | 40,44 | 242,5 | 102,62 | 45,73 |

На території Одеської області налічується 119 підприємств, які скидають стічні води в поверхневі водойми, у тому числі 24 господарства, які здійснюють скидання в канали зрошувальних систем. Затверджені проекти норм ГДС забруднюючих речовин мають 68 підприємств, у 51 підприємства проект ГДС відсутній.

Основними забруднювачами є: ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал», КП «Білгород-Дністровськводоканал», КП «Водоканал» м. Арциз, КВЕП «Котовськводоканал» та інші.

Основними забруднювачами поверхневих вод є підприємства житлово-

комунального господарства. Скидання стічних вод від яких – 140,5 млн. $м^3$, що становить 57,9% від загального об'єму скидання.

На території Одеської області налічується 203 комплекси каналізаційних очисних споруд загальною проектною потужністю 1576,145 тис. $м^3$/д, з них 75 – розташовані на базах відпочинку, в санаторіях та пансіонатах у рекреаційній зоні Білгород – Дністровського, Комінтернівського та Овідіопольського районів. Із загальної кількості очисних споруд близько 28,6% перебувають у незадовільному санітарно-технічному стані, а саме: каналізаційні очисні споруди Арцизького, Березівського, Саратського, Ананьївського, Красноокнянського, Татарбунарського районів. Потребують реконструкції каналізаційні очисні споруди Овідіопольського району, Котовського, Роздільнянського району тощо [9, 13, 16].

На рис. 1.2 показано міжрічну динаміку об'ємів водозабору та водовідведення по Одеській області.

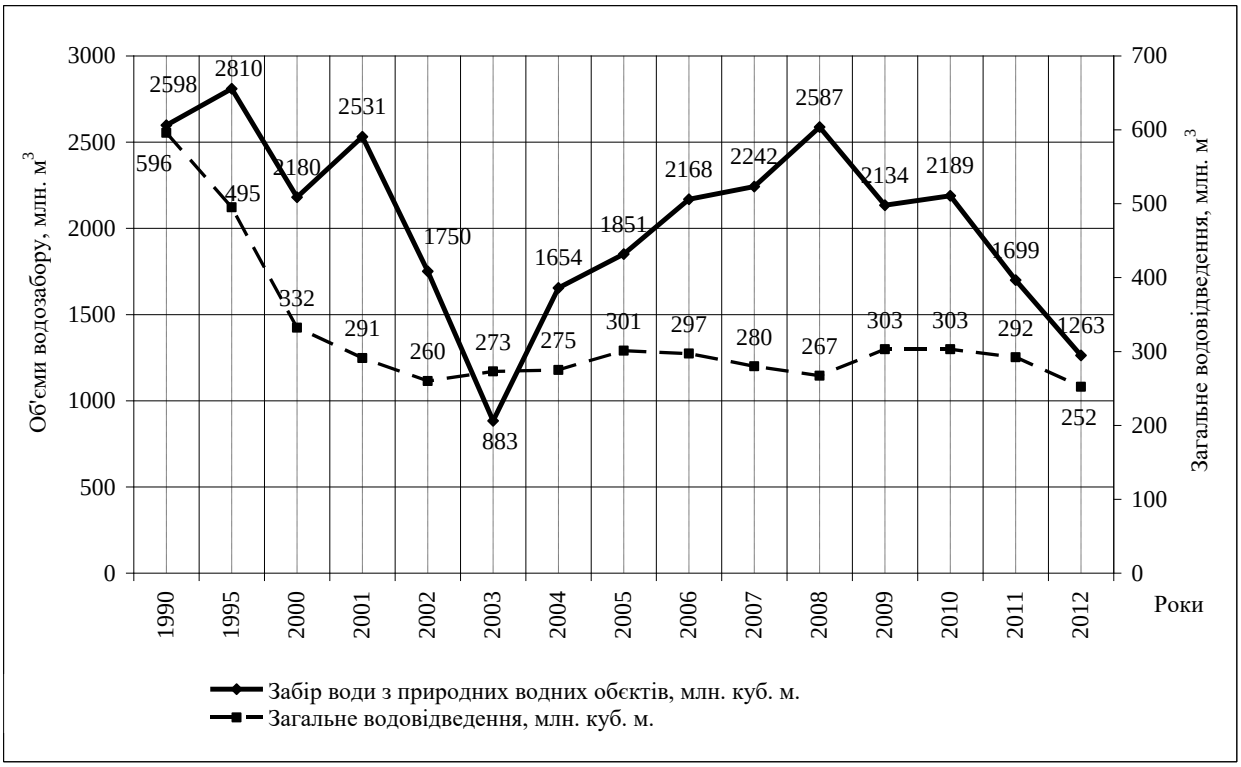


Рисунок 1.2 – Міжрічна динаміка об'ємів водозабору та водовідведення по Одеській області

За період з 1990 по 2012 рр. спостерігається суттєве зменшення забору води з природних водних об’єктів (загальний забір води у 2012 році становив 48,6% забору води у 1990 р.). Динаміка загального забору води змінюється нерівномірно. Особливо помітно зменшення забору води з 2001 р. по 2003 р., на 65,1%.

Загальне водовідведення істотно зменшується з 1990 р. по 2002 р. (загальне водовідведення у 2002 році становило 43,6% водовідведення у 1990 р.) З 2002 р. по 2012 р. загальне водовідведення змінюється не суттєво, всього на 3,1%. За період з 1990 р. по 2012 р. загальне водовідведення змінилося на 57,7%. Загальне водовідведення у 2012 році становило 42,3% водовідведення у 1990 р.

Розподіл використання свіжої та скидання забруднених вод у відсотковому відношенні за досліджуваний багаторічний період (2000-2012 рр.) представлений на рис. 1.3.

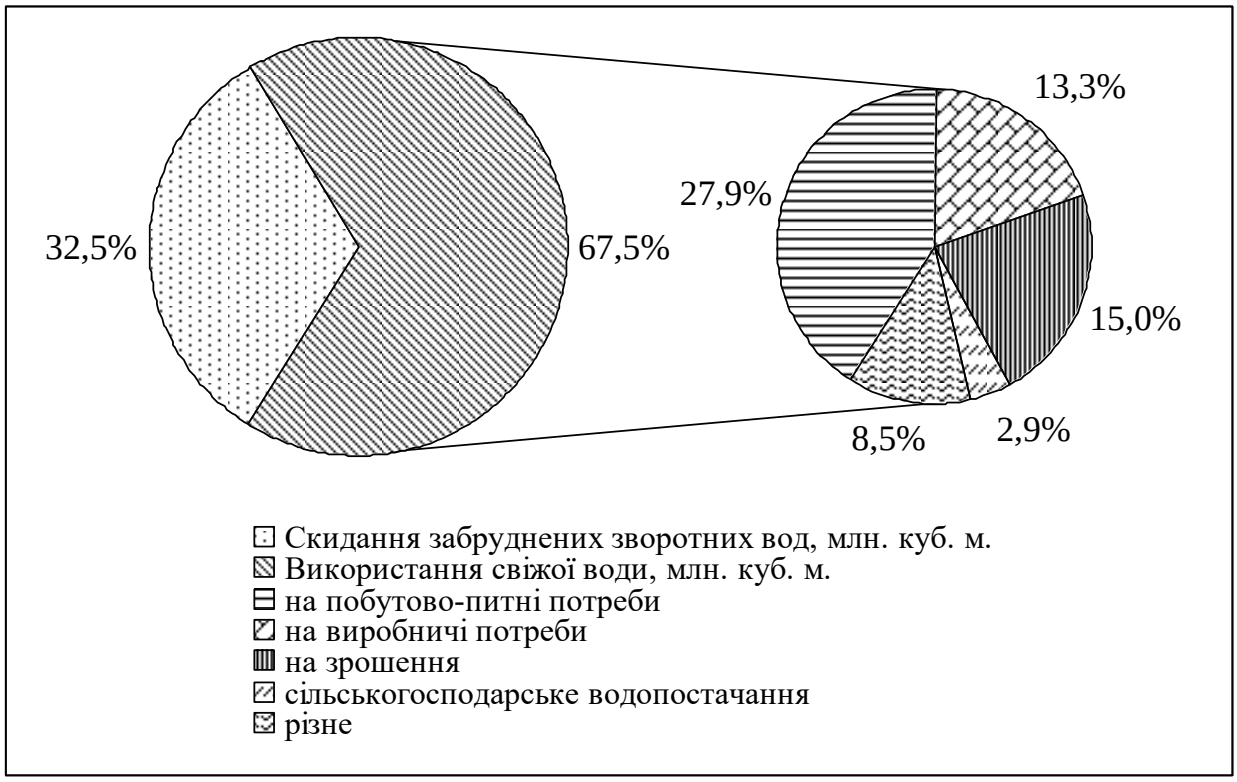


Рисунок 1.3 – Розподіл використання свіжої води та скидання забруднених вод за досліджуваний багаторічний період (2000-2012 рр.)

Як показано на рис. 1.3 використання свіжої води становить 67,5%. З них на побутово-питні потреби припадає 27,9%, на зрошення – 15,0%, на виробничі потреби –13,3%, на сільськогосподарське водопостачання – 2,9%, на різне – 8,5%. Скидання забруднених зворотних вод у багаторічному розрізі становить 32,5%.

Централізовані системи каналізації з очищенням стічних вод на власних очисних спорудах є у містах Одеса, Білгород-Дністровський, Кодима, Котовськ, Рені, Ананьїв, Арциз, Татарбунари, Роздільна, Березівка, Кілія, Теплодар та селищах міського типу Затока, Іванівка. Стічні води міст Ізмаїл, Іллічівськ, Балта, Южне та селища міського типу Тарутине поступають для очищення на відомчі каналізаційні очисні споруди. У населених пунктах Саврань, Фрунзівка, Ширяєво, Великомихайлівка, Миколаївка очисні споруди відсутні.

Одними з головних причин такого становища є те, що очисні споруди та каналізаційні мережі були побудовані у 70-80 роках минулого століття, на сьогодні вони морально та фізично застарілі і не відповідають сучасним вимогам, аварійні ситуації на лініях каналізаційних мереж своєчасно не ліквідуються, не ведуться поточні та капітальні ремонти очисних споруд, відсутній постійний контроль за їх роботою, що призводить до забруднення земель і підземних водоносних горизонтів, передаються на баланс сільських рад, які не мають коштів на ремонт та належну їх експлуатацію.

Однак, очисні споруди, які перебувають у задовільному стані при порушенні технології очистки стічних вод не досягають проектних показників. У останні роки існує тенденція збільшення концентрації забруднюючих речовин (особливо азотної групи, фосфатів, СПАР) на вході очисних споруд вище проектних показників, що призводить до перевищення концентрацій нормативних показників на виході з очисних споруд [5].

У 2012 році з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища на будівництво та реконструкцію каналізаційних очисних споруд, КНС тощо профінансовано заходів на загальну суму

11241,5 тис. грн., у т.ч. погашення кредиторської заборгованості на виконані роботи у 2011 році – 7028,4 тис. грн., а саме на:

- розробку ПКД на реконструкцію КНС-2 з проведенням технічного огляду і оцінки стану конструкцій, в м. Теплодар Одеської області – 59,4 тис. грн.;
- реконструкцію КНС-1, КНС-2 та напірних колекторів в с. Бритівка Білгород-Дністровського району – 758,5 тис. грн.;
- реконструкцію КНС у с. Шабо Білгород-Дністровського району – коригування ПКД – 150,0 тис. грн.;
- реконструкцію господарсько-побутової каналізації і системи відводу дренажних вод в м. Біляївка Одеської області – 90,0 тис. грн.;
- реконструкцію системи водовідведення та очистки господарсько-побутових стоків в м. Біляївка Одеської області – 4920,0 тис. грн. (погашення кредиторської заборгованості на виконані роботи у 2011 році);
- прокладання каналізаційного напірного колектора в смт Хліободарське Біляївського району – 259,9 тис. грн. (погашення кредиторської заборгованості на виконані роботи у 2011 році);
- виготовлення ПКД на реконструкцію каналізаційних очисних споруд в м. Березівка – 400,0 тис. грн.;
- реконструкцію станції біологічної та глибокої очистки стічних вод потужністю 400 $м^3$/д в м. Кодима – 838,9 тис. грн., у т.ч. погашення кредиторської заборгованості на виконані роботи у 2011 році – 173,5 тис. грн.;
- реконструкцію напірних каналізаційних колекторів від смт Чорноморське до Одеського припортового заводу та реконструкція станції перекачування стічних вод смт Чорноморське – 1178,2 тис. грн. (погашення кредиторської заборгованості на виконані роботи у 2011 році);
- зовнішнє електропостачання каналізаційної насосної станції № 1 за адресою: Одеська область, смт Любашівка, вул. Леніна – 167,1 тис. грн. (погашення кредиторської заборгованості на виконані роботи у 2011 році);

- зовнішнє електропостачання каналізаційної насосної станції № 2 за адресою: Одеська область, смт Любашівка, вул. Степова – 178,4 тис. грн. (погашення кредиторської заборгованості на виконані роботи у 2011 році);

- реконструкцію очисних споруд стічних вод військового містечка смт Великодолинське (Овідіополь-2), вул. Паркова – 1167,7 тис. грн.;

- капітальний ремонт каналізаційної мережі по вул. Семашка-Леніна в смт Великодолинське Овідіопольського району – 151,4 тис. грн. (погашення кредиторської заборгованості на виконані роботи у 2011 році);

- капітальний ремонт напірного каналізаційного колектора Овідіополь – станція біологічної очистки Іллічівського морського торговельного порту – 614,9 тис. грн..;

- будівництво каналізації східної частини смт Тарутине Одеської області – 298,5 тис. грн.;

- будівництво очисних споруд Фрунзівської ЦРЛ Одеської області – 4,9 тис. грн.;

- будівництво каналізаційної насосної станції глибокої очистки стічних вод на території Затишанського дитячого притулку, смт Затишшя, вул. Елеваторна, 1, Фрунзівського району Одеської області – 3,7 тис. грн.

Станом на 01.01.2013 з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища на розчистку русел річок, захист від підтоплення профінансовано заходів на загальну суму 1337,7 тис. грн. (погашення кредиторської заборгованості на виконані роботи у 2011 році 486,0 тис. грн.), у тому числі на:

- будівництво захисних дамб на р. Турунчук біля с. Яськи Біляївського району Одеської області – 300,0 тис. грн.;

- захист від підтоплення частини території с. Кучургани та смт Лиманське Роздільнянського району – 1037,7 тис. грн., у т.ч. погашення кредиторської заборгованості за виконанні роботи у 2011 році – 486,0 тис. грн. [13].

## 1.4 Земельні ресурси

Земельні ресурси Одеської області (3331,4 тис. га) характеризуються надзвичайно високим рівнем освоєння. Найбільшою є питома вага земель сільськогосподарського призначення 2660,4 тис. га, з них рілля – 2074,4 тис. га. У структурі земель сільськогосподарські угіддя займають 79,9%, у тому числі рілля – 62,3%. Землі житлового та громадського призначення займають 53,1 тис. га. Станом на 1 січня 2013 року площа земель під об'єктами природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення становила 110,20 тис. га або 3,31% від території області. Площа земель оздоровчого призначення становила 1,7 тис. га, а площа рекреаційного – 4,4 тис. га. Землі лісогосподарського призначення та ліси на інших категоріях земель займають 223,9 тис. га або 6,7% території області. Це значно нижче розрахунково-оптимального показника (21-22%), який забезпечує збалансованість між лісовими ресурсами, обсягами лісокористування та екологічними вимогами. Землі водного фонду займають 211,3 тис. га або 6,3% території області, в тому числі природні водотоки (річки та струмки) – 15,4 тис. га, озера та лимани – 167,6 тис. га, ставки – 12,3 тис. га, штучні водосховища – 7,7 тис. га, штучні водостоки (канали, колектори, канави) – 8,3 тис. га. Землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення займають 62,70 тис. га (табл. 1.6). У більшості галузей економіки через недосконалість нормативів та низький рівень проектно-технічних рішень землі використовуються нераціонально. На 1 січня 2013 року 2,5 тис. га земель, віднесено до порушених (з них не використовуються у виробництві 1,6 тис. га). Область має розгалужену мережу автомобільних доріг та одну з найпотужніших в Україні залізничну мережу. Землі транспорту в цілому займають 31,70 тис. га. Площа земель під твердими побутовими відходами становить біля 0,45 тис. га, з яких більша частина не відповідає екологічним нормам. Крім

того, багато лісів вздовж узбіч доріг, будівельних майданчиків перетворено на несанкціоновані сміттєзвалища.

Таблиця 1.6 – Динаміка структури земельного фонду області

| Основні види земель та угідь | 2009 | | 2010 | | 2011 | | 2012 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всього тис. га | % до загальної площі території | Всього тис. га | % до загальної площі території | Всього тис. га | % до загальної площі території | Всього тис. га | % до загальної площі території |
| Загальна територія, у тому числі: | 3331,3 | 100 | 3331,3 | 100 | 3331,3 | 100 | 3331,3 | 100 |
| 1. Сільськогосподарські угіддя, з них: | 2593,4 | 77,8 | 2593,6 | 77,9 | 2592,8 | 77,8 | 2592,4 | 77,8 |
| рілля | 2067,6 | 62,10 | 2068,6 | 62,10 | 2071,9 | 62,20 | 2074,4 | 62,30 |
| перелоги | 29,40 | 0,90 | 29,40 | 0,90 | 27,70 | 0,80 | 27,40 | 0,80 |
| багаторічні насадження | 91,40 | 2,70 | 90,30 | 2,70 | 89,40 | 2,70 | 87,30 | 2,60 |
| сіножаті і пасовища | 405,00 | 12,20 | 405,30 | 12,20 | 403,80 | 12,10 | 403,30 | 12,10 |
| 2. Ліси і інші лісовкриті площі | 223,90 | 6,70 | 223,90 | 6,70 | 223,90 | 6,70 | 223,90 | 6,70 |
| з них вкриті лісовою рослинністю | 199,20 | 6,00 | 199,60 | 6,00 | 199,40 | 6,00 | 199,60 | 6,00 |
| 3.Забудовані землі | 128,20 | 3,80 | 128,50 | 3,90 | 129,10 | 3,90 | 130,10 | 3,90 |
| 4.Відкриті заболочені землі | 72,20 | 2,20 | 72,10 | 2,20 | 72,20 | 2,20 | 72,50 | 2,20 |
| 5.Відкриті землі без рослинного покрову або з незначним рослинним покривом | 33,60 | 1,00 | 33,20 | 1,00 | 33,30 | 1,00 | 33,10 | 1,00 |
| 6.Інші землі | 280,00 | 8,40 | 280,00 | 8,40 | 280,00 | 8,40 | 279,40 | 8,40 |
| Усього земель (суша) | 3119,5 | 93,60 | 3119,5 | 93,60 | 3119,6 | 93,60 | 3120,1 | 93,70 |
| Території, що покриті поверхневими водами | 211,80 | 6,40 | 211,80 | 6,40 | 211,70 | 6,40 | 211,30 | 6,30 |

Станом на 01.01.2013 р. набули право на земельну частку (пай) 378923 громадянина, із яких 372561 (98,3%) отримали сертифікати на право на земельну частку (пай). 370080 громадянам оформлено державні акти на право власності на земельні ділянки, що становить 99,3% від кількості громадян, які одержали сертифікати на право на земельну частку (пай).

В Одеській області станом на 01.01.2013 р. проведено реформування 600 агроформувань, унаслідок чого створено 2233 агроформування: товариств з обмеженою відповідальністю – 412 (загальна площа 460,6 тис. га); приватно-орендних підприємств – 291 (площа 196,1 тис. га); акціонерних товариств – 45 (площа 77,4 тис. га); сільськогосподарських кооперативів – 152 (площа 210,0 тис. га); фермерських господарств – 1243 (площа 210,8 тис. га); інших суб'єктів господарювання – 90 (площа 39,9 тис. га).

Власниками земельних часток (паїв) укладено у 2012 році 265,5 тис. договорів оренди, з них на:

| | | |
|---|---|---|
| 1-3 роки | 23,6 тис. договорів | (8,9%) |
| 4-5 років | 117,7 тис. договорів | (44,3%) |
| 6-10 років | 92,8 тис. договорів | (35,0%) |
| 10 років і більше | 31,4 тис. договорів | (11,8%) |

Зареєстровано 244,7 тис. договорів оренди. Площа переданих в оренду земельних ділянок та земельних часток (паїв) становить 1171,6 тис. гектарів.

Одеською обласною радою 03.12.2009 р. було прийнято рішення «Про внесення змін та доповнень в додаток до рішення обласної ради від 22.12.2006 №126-V «Про затвердження Регіональної програми використання коштів на освоєння земель для сільськогосподарських та лісогосподарських потреб, поліпшення відповідних угідь і охорони земель в Одеській області на 2007-2010 роки», в якому одним із заходів є розробка проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь. В 2010 році були розроблені та затверджені відповідно

до норм чинного законодавства проекти землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь 8 найбільших державних сільськогосподарських підприємств на території Ананьївського, Арцизького, Білгород-Дністровського, Болградського, Іванівського, Котовського, Тарутинського, Ширяївського районів, загальною площею 36786 га.

Частина 4 статті 22 Земельного кодексу України передбачає використання земельних ділянок сільськогосподарського призначення для ведення товарного сільськогосподарського виробництва відповідно до розроблених та затверджених в установленому порядку проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь і передбачають заходи з охорони земель (до 01.01.2015 року вимоги частини 4 цієї статті поширюються лише на тих власників та користувачів, які використовують земельні ділянки сільськогосподарського призначення для ведення товарного сільськогосподарського виробництва загальною площею більш як 100 га).

Станом на 01.01.2013 року на території Одеської області розроблені та затверджені відповідно до норм чинного законодавства проекти землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь по 21 господарству, які використовують земельні ділянки площею понад 100 га. Договори на розробку таких проектів уклали 50 господарств.

Згідно статті 52 Закону України «Про землеустрій» проекти землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь, розробляються з метою організації сільськогосподарського виробництва і впорядкування сільськогосподарських угідь у межах землеволодінь та землекористувань для ефективного ведення сільськогосподарського виробництва, раціонального використання та охорони земель, створення сприятливого екологічного середовища і покращання природних ландшафтів.

На сьогоднішній день з боку головного управління Держземагентства в Одеській області та його територіальних підрозділів ведеться активна роз'яснювальна робота серед сільськогосподарських товаровиробників стосовно необхідності розробки проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь.

Географія ґрунтів на території області визначені сформованою ландшафтно-географічною ситуацією та місцевими фаціально-кліматичними відмінами. У ґрунтовому покриві домінують чорноземи – на їх частку припадає більше 90% площі області. Сформувались вони під степовою рослинністю на добре дренованих вододілах і схилах, надзаплавних терасах річок, складених звичайно лесовими породами.

У степовій зоні з півночі на південь закономірно змінюються підтипи чорноземів типових, звичайних і південних, що сформувались відповідно у підзонах північного, центрального і південного степу.

Серед інших ґрунтів на території області незначну площу займають лучно-чорноземні, лучні (алювіально-лучні), лучно-болотні, болотні, засолені (включаючи солонці), мочаристі, дернові піщані і глинисто-піщані ґрунти.

Відповідно до пункту 1 постанови Кабінету Міністрів України від 20.08.1993 №661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель» складовою частиною моніторингу земель є моніторинг ґрунтів. Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться Державною службою охорони родючості ґрунтів Мінагрополітики відповідно до затвердженого ним положення.

Моніторинг земель складається із систематичних спостережень за станом земель (агрохімічна паспортизація земельних ділянок, зйомка, обстеження і вишукування), виявлення у ньому змін, а також проведення оцінки в тому числі процесів, пов'язаних із змінами родючості ґрунтів (розвиток водної і вітрової ерозії, втрата гумусу, погіршення структури ґрунту, заболочення і засолення), заростання сільськогосподарських угідь, забруднення земель пестицидами, важкими металами, радіонуклідами та

іншими токсичними речовинами.

У 2012 році Одеською філією Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» було обстежено 5 районів Одеської області: Великомихайлівський, Кілійський, Любашівський, Овідіопольський, Саратський. Забруднення ґрунтів залишковими кількостями пестицидів не виявлено. Перевищення допустимої концентрації рухомих форм свинцю встановлено у вказаних районах окремими плямами. Площі ґрунтів забруднені кадмієм виявлені незначними плямами у Великомихайлівському, Овідіопольському та Саратському районах. В усіх обстежених районах перевищення природного фону по вмісту радіонуклідів не виявлено.

У 2012 році Одеською філією Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» було відібрано 34 проби поверхневих вод сільськогосподарського призначення у 26 районах області. Усі проби відбиралися один раз на рік.

На вміст нітратів проаналізовано 34 проби води, з них: зі свердловини – 1, колодязів – 4, річок – 15, лиманів – 3, ставків – 6, озер – 5, тобто головним чином з відкритих водних джерел. У воді з колодязя с. Затишшя Фрунзівського району виявлено перевищення ГДК за нітратами.

На вміст залишкових кількостей пестицидів проведено 170 аналізів у 34 пробах води. Забруднення не виявлено. Для виявлення ступеню забруднення важкими металами вод сільськогосподарського призначення виконано 136 аналізів. Перевищення ГДК не виявлено у п’яти зразках, які відібрані з річок на території Ананьївського, Балтського, Ширяївського районів, з колодязя у Білгород-Дністровському районі та у ставу у Кодимському районі. Решта зразків води забруднені рухомими формами свинцю, кадмію і сумішшю свинцю та кадмію з перевищенням ГДК у 1,5-4 рази.

Відділи Держземагентства в районах і містах Одеської області щопівріччо надають головному управлінню інформацію щодо консервації земель, в якій зазначено площі деградованих, малопродуктивних та техногенно-забруднених земель. Так, станом на 01.01.2013 рік площа

деградованих земель в Одеській області становила 43,89 тис. га, з них в приватній власності перебувають 11,23 тис. га, в державній – 32,66 тис. га.

Протягом 2012 року на території Одеської області були виконані роботи по консервації малопродуктивних земель на території Тарутинського району на площі 10,0 га та на території Кодимського району на площі 478,90 га, відповідно до робочих проектів землеустрою щодо консервації малопродуктивних земель шляхом заліснення.

Згідно із ст. 1 Закону України «Про охорону земель» охорона земель – система правових, організаційних, економічних, технологічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання земель, запобігання необґрунтованому вилученню земель сільськогосподарського призначення для несільськогосподарських потреб, захист від шкідливого антропогенного впливу, відтворення і підвищення родючості ґрунтів, підвищення продуктивності земель лісового фонду.

Відповідно до ст. 25 Закону України «Про охорону земель» документацією із землеустрою в галузі охорони земель є схеми землеустрою і техніко- економічні обґрунтування використання та охорони земель адміністративно-територіальних утворень, землеволодінь, землекористувань, що включають заходи еколого-економічної оптимізації використання та охорони земель, удосконалення співвідношення і розміщення земель та сільськогосподарських угідь, систем сівозміни, сінокосо- і пасовищезміни.

З 21.03.2013 року набрав чинності Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України з питань здійснення державного контролю за використання та охороною земель» від 23.02.2013 №4444-VI, яким зокрема внесено зміни до Кодексу України про адміністративні порушення, Земельного кодексу України, Закону України «Про державний контроль за використанням та охороною земель», Закону України «Про охорону земель». У зв’язку із внесеними змінами до чинного законодавства повноваження щодо здійснення державного контролю за використанням та охороною земель перейшли до Державної інспекції сільського господарства в

Одеській області.

Державними інспекторами сільського господарства в Одеській області протягом 2012 року здійснено 774 перевірки стану дотримання вимог земельного законодавства. Під час перевірок виявлено 600 порушень земельного законодавства на загальній площі 73893,67 га. Видано 600 приписів щодо усунення виявлених порушень земельного законодавства, в тому числі 243 приписи видано повторно. За фактами виявлених порушень складено 310 протоколів про адміністративні порушення. З метою вжиття заходів адміністративного впливу протягом звітного періоду винесено 302 постанови про накладення адміністративних стягнень. Загальна сума штрафів становить при цьому 66861 грн. Стягнено 207 штрафів на загальну суму 50048 грн. За 12 місяців 2012 року Управління контролю за використанням та охороною земель Держсільгоспінспекції в Одеській області видано 9 дозволів на зняття та перенесення родючого шару ґрунту, на 4 заяви на отримання спеціальних дозволів було відмовлено в зв'язку з невідповідністю родючого шару ГОСТам та поданням заяви без усіх необхідних документів. Протягом 2012 року в частині зняття та перенесення родючого шару ґрунту виявлено 6 порушень. Внаслідок даних порушень складено 6 протоколів та винесено 5 постанов. Згідно Методичних рекомендацій щодо визначення розміру шкоди, заподіяної внаслідок самовільного зайняття земельних ділянок, використання земельних ділянок, використання земельних ділянок не за цільовим призначенням, зняття ґрунтового покриву (родючого шару ґрунту) без спеціального дозволу затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 25.07.2007 №963 державними інспекторами здійснено 6 розрахунків шкоди заподіяної внаслідок зняття ґрунтового покриву (родючого шару ґрунту) без спеціального дозволу на суму 243198 грн.

Це дасть можливість нарешті подолати безсистемність та неефективність у підходах до охорони земель, зміни їх цільового призначення і забудови та консолідувати відповідні зусилля органів виконавчої влади та місцевого самоврядування, органів земельних ресурсів,

екології, сільського, лісового, водного господарства, інспектуючих і контролюючих органів та інших зацікавлених сторін [8, 13].

## 1.5 Біологічні ресурси

Особливості географічного розташування Одеської області наділили її унікальною та надзвичайно багатою різноманітністю природних комплексів і систем, від лісових, лісостепових і степових, до водно-болотних і приморських, що створює значну неоднорідність природних ландшафтів і надзвичайно багату й різноманітну біоту.

Це унікальні природні комплекси та екосистеми у дельтах великих та середніх річок (Дністер, Дунай, Південний Буг, Великий Куяльник тощо), навколо озер і лиманів, на ділянках лісового фонду, де мешкає велика кількість рідкісних і зникаючих видів рослин і тварин, занесених до Червоної книги України та міжнародних червоних списків, окремі вікові дерева та їх групи, визначні та цінні. В області зосереджено близько 40% площі водно-болотних угідь України, що мають статус міжнародного значення (8 з 22 водно-болотних угідь) і охороняються міжнародними конвенціями.

У північних районах області представлені переважно дубово-ясеневі і соснові ділянки лісу. У центральній, східній і західній частинах області, окрім лісових насаджень, зберігаються ділянки типчаково-ковилово-різнотравного степу, притаманного даній місцевості в минулому. На півдні – це гирлові ділянки найбільших рік України Дунаю і Дністра з їх своєрідним ландшафтом і унікальною острівною системою та мережа лиманів.

Місця існування рідкісних і зникаючих біологічних видів зосереджені головним чином у межах природно-заповідного фонду області. На теперішній час частка природно-заповідного фонду Одеської області середня по Україні та становить 4,5% від її загальної площі, хоча площа цінних природних територій, які потребують охорони та заповідання, сягає 6%. По

Україні цей показник становить 5,9% від загальної її території при нормативному показнику в Європі – на рівні 10%.

На заповідних територіях дельти Дунаю зустрічаються 63% птахів, зареєстрованих на території України, та 42 види птахів, занесених до Червоної книги України і Європейського Червоного списку. Лише на Тузловських лиманах на великій відстані поки що збереглася не перетвореною унікальна піщана коса зі специфічною біотою.

Серед видів антропогенної діяльності, що негативно впливають на структурні елементи екомережі, біологічне та ландшафтне різноманіття найбільш поширеними в Одеській області є:

- несанкціонована забудова узбережжя моря, лиманів, озер і річок;
- надмірна розораність території, яка поширюється і на схилові, ґрунто-й водозахисні землі;
- нерегламентоване випасання худоби на пасовищах долинно-терасових комплексів, на схилових землях і в лісосмугах;
- розробка будівельних матеріалів та інших видів корисних копалин;
- прогресуюча деградація полезахисних лісосмуг, пов’язана з їх вирубанням і недостатнім поновленням;
- надмірне рекреаційне навантаження приморського узбережжя та інших рекреаційних ділянок;
- інтенсивне забруднення сільськогосподарських земель та інших угідь хімікаліями, промисловими та побутовими відходами.

Для підтримання загального екологічного балансу, збереження найбільш цінних природних комплексів, різноманітності ландшафтів і генофонду рослинного й тваринного світу Одеської області протягом року 2012 року площу природно-заповідного фонду області збільшено на 5398,44 га за рахунок створення ландшафтних заказників місцевого значення «Тарутинський степ» площею 5200 га у Тарутинському районі (рішення Одеської обласної ради від 26.04.2012 р. №445-VI), «Селіванівський» площею 80 га у Ананьївському районі (рішення Одеської обласної ради від

09.11.2012 р. №631-VI), ботанічного заказника місцевого значення «Новопавлівський» площею 118,43 га у Ширяївському районі (рішення Одеської обласної ради від 26.04.2012 № 446-VI) та ботанічної пам'ятки природи місцевого значення «Груша Адамівська» площею 0,01 га у с. Адамівка Іванівського району (рішення Одеської обласної ради від 09.11.2012 р. №630-VI). Внаслідок створення вказаних об'єктів частка природно-заповідного фонду області збільшилась з 4,4% до 4,52%.

З метою підтримки та упорядкування об`єктів природно-заповідного фонду за рахунок коштів обласного фонду охорони навколишнього природного середовища проведено ряд заходів на території 2-х об'єктів, а саме: перенесення у натуру меж ландшафтного заказника загальнодержавного значення «Савранський ліс» (94,1 тис. грн.), реконструкція і поновлення парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Гетьманівський дендропарк» (500,0 тис. грн.).

Для оцінки складу та стану територій та об'єктів природно-заповідного фонду виконувалася робота з підготовки документації державного кадастру природно-заповідного фонду Одеської області для 35 об'єктів, для цього з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища було виділено 167,5 тис. грн.

З метою забезпечення науково-обґрунтованого формування, збереження та використання екомережі Державним управлінням охорони навколишнього природного середовища в Одеській області спільно з Південним науковим центром НАН і МОН України та Головним управлінням Держкомзему в Одеській області продовжено деталізацію регіональної схеми формування екомережі з нанесенням її на землевпорядну документацію районів. Для здійснення цього заходу з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища виділено 80,4 тис. грн.

В рамках реалізації на території області проекту Європейського союзу «Посилені економічні і правові інструменти для збереження степового біорізноманіття, адаптації до зміни клімату та її пом'якшення» надано

пропозиції щодо виявлення природних територій, перспективних до заповідання і здійснення цільових заходів щодо збереження степових екосистем.

5 травня 2012 року в області організовано проведення Дня довкілля-2012 видано доручення голови облдержадміністрації від 27.03.2012 р. № Д/01/06-16/11, яким передбачено проведення комплексу робіт з озеленення і благоустрою населених пунктів, упорядкування і розчищення джерел, прибирання сміття, та узбіччя доріг тощо. При райдержадміністраціях та міськвиконкомах утворено робочі групи для здійснення координації заходів.

Урочисті заходи проходили на території парків і скверів м. Одеси (парк ім. Ленінського комсомолу, лісопарк «Аеропортовський», Меморіал 411 батареї, парк «Лузанівка», Ботанічний сад, парк «Перемоги», сквер по пр-ту Шевченка, прибережні схили Чорного моря у Київському та Приморському районах, де у заходах з благоустрою взяли участь більше 1300 держслужбовців з апарату та структурних підрозділів облдержадміністрації, територіальних підрозділів центральних органів виконавчої влади.

За інформацією райдержадміністрацій та міськвиконкомів міст обласного значення усього по області у Дні довкілля-2012 взяли участь 134 тис. чоловік, зусиллями яких висаджено 99,37 тис. зелених насаджень, у тому числі: 72,192 тис. дерев та 27,178 тис. кущів. Засіяно 36,854 га нових газонів та квітників. Упорядковано території існуючих парків, скверів і алей на загальній площі 968,778 га. Нові лісові насадження утворені на площі 196,970 га. Ліквідовано 1858 стихійних сміттєзвалищ і упорядковано 472 існуючих. Розчищено та упорядковано 375 водних джерел, розчищено 377,309 км берегів водних об’єктів. На проведення заходів спрямовано 15267,153 тис. грн.

2 лютого 2012 року в області організовано та проведено Всесвітній день водно-болотних угідь із залученням адміністрацій установ природно-заповідного фонду, у межах яких знаходяться водно-болотні угіддя міжнародного значення.

За інформацією Одеського обласного управління водних ресурсів у 2012 році (лист від 04.03.2013 № 389/21/12) проведено наступні заходи щодо екологічного оздоровлення природних територій та акваторій:

- розчищення та впорядкування природних джерел та витоків малих річок;
- проведено Всесвітній день води в усіх районах Одеської області. Підвідомчими управліннями Одеського обласного управління водних ресурсів під час відзначення Всесвітнього дня води було розчищено від сміття понад 70 км прибережних захисних смуг річок (Дністер, Хаджидер, Алкалія та Фонтанка), водосховищ (Катлабух, Китай, Ялпуг, Кагул, Сасик, Кагачського, Нерушайського, Дмитрівського та Дракулівського); висаджено близько 300 дерев та кущів; було прибрано 45,6 га території; ліквідовано 28 несанкціонованих сміттєзвалищ, очищено від сміття понад 90 км берегів водних об'єктів.
- 22 березня в рамках Угоди між Урядом України та Урядом Республіки Молдова про спільне використання та охорону прикордонних вод (1994 р.) на березі річки Дністер Одеським обласним управлінням водних ресурсів спільно з Державним управлянням охорони навколишнього природного середовища в Одеській області та з представниками Республіки Молдова: басейнового водогосподарського управління Агентства «Апеле Молдовей», технологічної станції зрошення «Штефан-Воде», екологічної інспекції «Штефан-Воде» було проведено українсько-молдовську природоохоронну акцію «Збережемо Дністер». Під час акції проходило прибирання прибережної захисної смуги р. Дністер від сміття.

Одеським обласним управлінням водних ресурсів виконується програма галузевого водогосподарського моніторингу згідно з вимогами Постанови Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р. за №391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» та наказу Держводагентства від 30.12.2011 р. №310 «Щодо затвердження Програми проведення державного моніторингу поверхневих вод». До програми

спостережень включено р. Дністер, р. Турунчук, Кучурганське водосховище, 16 малих і середніх річок, водосховище Сасик.

На виконання вимог законів України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки» і «Про екологічну мережу України», Програми формування екологічної мережі в Одеській області на 2005-2015 роки, затвердженої рішенням Одеської обласної ради від 18.11.2005 р. №705-IV, рішенням Одеської обласної ради від 20.05.2011 р. №136-IV затверджено Регіональну схему формування екологічної мережі Одеської області.

Цей документ визначає пріоритети і концептуальні основи формування, збереження та невиснажливого використання екомережі області, розвитку системи територій та об'єктів природно-заповідного фонду, формування структурних елементів екомережі на місцевих рівнях.

Регіональну екологічну мережу Одеської області, виконано відповідно до науково-дослідної роботи «Розробка регіональної схеми формування екологічної мережі» Південним науковим центром НАН України та МОН України.

Картосхема екомережі розроблена на основі топографічної карти Одеської області в масштабі 1:200 000 з указанням усіх складових екомережі, зокрема її ядер, природних регіонів, природних коридорів регіонального, національного та міжнародного рівня, сполучних територій, буферних захисних зон. Картографування складових елементів екомережі має точність ± 20-50 м, що цілком достатньо для ескізної карти-схеми.

Ескізна карта-схема Регіональної екологічної мережі Одеської області представлена на рис. 1.4.

З міжнародних елементів екомережі на території Одеської області проходять 2 коридори – Нижньо-Дунайський природний регіон (М1) та Азово-Чорноморський (М2). З елементів національної екомережі України – V природних коридорів: Азово-Чорноморський (I), Прибрежно-Дністровський (II), Південно-Український (III), Галицько-Слобожанський (IV) та

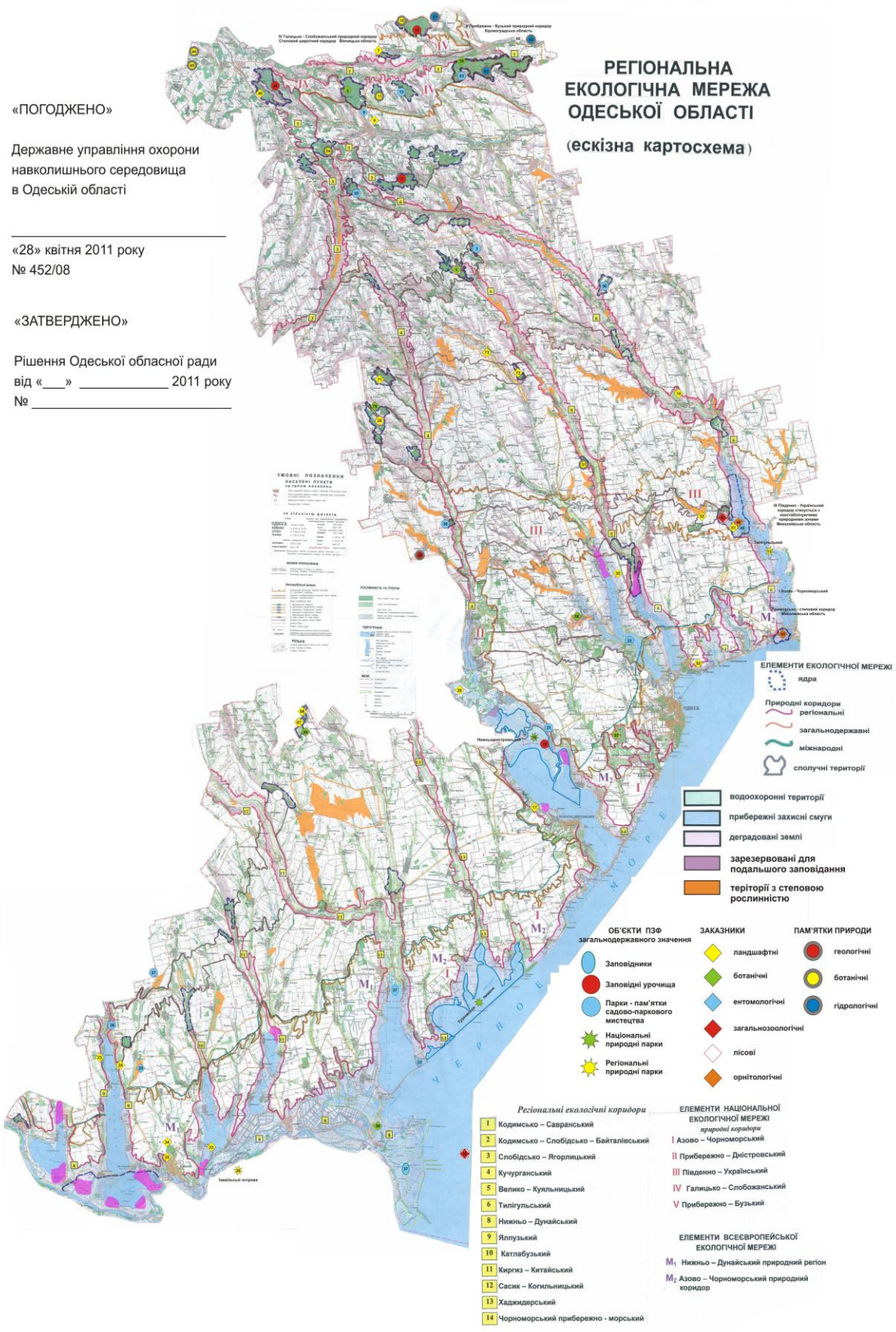


Рисунок 1.4 – Регіональна екологічна мережа Одеської області [13]

Прибережно-Бузький (V). З елементів регіонального рівня запропоновано виділити 14 коридорів: Кодимсько-Савранський (1), Кодимсько-Слобідсько-Байтальський (2), Слобідсько-Ягорлицький (3), Кучурганський (4), Велико-Куяльницький (5), Тилігульський (6), Нижньо-Дунайський (8), Ялпузький (9), Катлабузький (10), Киргиж-Китайський (11), Сасик-Когильницький (12), Хаджидерський (13) та Чорноморський прибережно-морський (14).

Стосовно земель, що входять до складу екомережі, то згідно із законодавством в регіональну екомережу включено в першу чергу землі природно-заповідного фонду – це власне природні ядра екомережі, а також землі лісового і водного фонду, землі оздоровчого, рекреаційного призначення, території та землі, які є місцями мешкання і зростання об'єктів тваринного і рослинного світу, занесених в червону і Зелену книги України, водно-болотні угіддя, малопродуктивні і деградовані сільськогосподарські землі – все це сполучні, буферні і відновлювальні елементи екомережі. Сюди ж входять яри та балки, пасовища і сіножаті.

Проблемою в побудові екомережі Одеської області є надзвичайно висока ступінь господарської освоєності території. Наявний земельний фонд максимально поділений і розпайований за різними землекористувачами, що значно буде ускладнювати розробку екомережі на місцях на районних рівнях.

За основними категоріями землекористувачів до складу екомережі включено землі: природно-заповідного фонду, держлісфонду, водного фонду, деградовані сільськогосподарські землі в розрізі адміністративних районів.

Отримана в ході розробки Схеми площа екомережі Одеської області становить близько 18235,82 км$^2$, що дорівнює близько 55% від загальної площі області. Формування екологічної мережі більшою мірою планується за рахунок деградованих земель, частка яких в землях екомережі становить 37,6% (12422,6 км$^2$). Частка земель держлісфонду та водного фонду приблизно однакова – 6,7% та 6,9%, земель природно-заповідного фонду – 5%.

Для забезпечення науково обґрунтованого формування, збереження та

використання екомережі Державним управлінням охорони навколишнього природного середовища в Одеській області спільно з Південним науковим центром НАН і МОН України та Головним управлінням Держкомзему в Одеській області продовжено деталізацію регіональної схеми формування екомережі з нанесенням її на землевпорядну документацію районів. Для здійснення цього заходу з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища виділено 80,4 тис. грн. [13].

# 2 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ І ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДИНАМІКИ ВОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

## 2.1 Основні поняття і види динамічних рядів

Динаміка – процес розвитку, зміна явищ у часі. Динамічний ряд – це сукупність значень статистичних показників, розташованих у хронологічному порядку.

Для будь-якого динамічного ряду характерні перелік хронологічних дат (моментів) або інтервалів часу і конкретні значення відповідних статистичних показників, які називають рівнями ряду. Тому кожен динамічний ряд має елементи двох типів – рівні і періоди:

рівні – цифри, з яких складається ряд;

періоди – дати, яким відповідають рівні ряду.

При вивченні динаміки важливі не лише чисельні значення рівнів, але і їх послідовність. Як правило, часові інтервали поміж рівнями однакові (доба, декада, календарний місяць, квартал, рік).

За різними ознаками динамічні ряди поділяють на такі види:

- За статистичною природою показників – на первинні і похідні, ряди абсолютних, середніх і відносних величин;
- За ознакою часу – на інтервальні і моментні.

*Моментними* називаються такі динамічні ряди, рівні яких фіксують стан явища на даний момент часу (дату). Наприклад, стан забруднення середовища на 1 січня тощо. Рівні моментного ряду підсумуванню не підлягають, так як мають елементи повторного рахунку.

*Інтервальним* називається такий ряд, рівні якого характеризують явище за певний період часу. Прикладом інтервального ряду є обсяг викидів шкідливих речовин за рік. В інтервальному ряді рівень виступає як агрегований результат процесу і залежить від тривалості інтервалу часу

(середньодобовий або середньорічний обсяг викидів на душу населення).

•За кількістю показників у динамічному ряді – на одно- і багатовимірні. Останні у свою чергу, поділяють на два види: паралельні та ряди взаємозв'язаних показників.

*Одновимірні* характеризують зміну одного показника, *багатомірні* – двох, трьох і більше показників.

*Паралельні* відображають динаміку або одного і того самого показника щодо різних об'єктів або різних показників щодо одного і того самого об'єкта.

Зв'язок між показниками багатомірного динамічного ряду може бути *функціональним* (адитивними або мультиплікативним) або к*ореляційним*. Прикладом адитивно зв'язаних рядів є динаміка цілого і його складових частин (викиди всього , в тому числі від автотранспорту); мультиплікативно зв'язаних – динаміка середніх викидів забруднювальних речовин в атмосферу, кількості підприємств, де є викиди і загальний обсяг викидів; кореляційно зв'язаних – динаміка обсягу викидів і стан здоров'я населення.

Аналіз динаміки екологічних явищ, як правило, здійснюється на підставі багатовимірних динамічних рядів. Вони дають змогу оцінити інтенсивність і описати характер розвитку всіх складових частин, провести порівняльний аналіз динаміки двох і більше явищ, оцінити вплив інтенсивності розвитку одних явищ на інші , побудувати науково-обґрунтовані прогнози.

Передумовою аналізу динамічних рядів є порівнянність конкретних значень статистичних показників щодо одиниць вимірювання, методології обчислення показників, території, кола об'єктів та інших позицій.

При вивченні закономірностей стану екологічного розвитку статистика вирішує такі завдання:

- визначає інтенсивність розвитку;
- виявляє і описує характер і тенденції розвитку;
- оцінює структурні зрушення, сталість і коливання рядів;
- виявляє фактори екологічної рівноваги і закономірності розвитку.

У математичній статистиці динамічний ряд розглядається як реалізація випадкового процесу. В стаціонарних випадкових процесах, для яких характерна рівновага щодо певного середнього рівня, основні характеристики процесу обчислюються по одній реалізації. Динамічні ряди екологічних показників у більшості своїй нестаціонарні. Їм притаманна тенденція, яка відображає *динамічність* стану навколишнього природного середовища. Нарощування виробничих ресурсів, структурні зрушення, підвищення технічного рівня, вдосконалення організації праці, поліпшення соціальних умов виробництва призводять до більш-менш інтенсивної зміни факторів зростання, сили їх впливу, підсилюють динамічність екологічних процесів.

Поряд з динамічністю екологічні процеси мають таку властивість, як *інерційність*: зберігається механізм формування явищ і характер розвитку (темпи, напрям, коливання). При значній інерційності процесу і незмінності комплексу умов його розвитку правомірно очікувати в майбутньому ті ж властивості і характер розвитку, які були виявлені в минулому. Діалектична єдність мінливості і сталості, динамічності і інерційності формують характер динаміки і дають принципову можливість статистичного прогнозування стану екологічного розвитку.

Значення динамічних рядів полягає в тому, що вони дають можливість здійснювати передбачення змін майбутніх рівнів та ставити планування на наукову основу [6, 14, 15].

## 2.2 Характеристики динамічних рядів показників водокористування та водовідведення

Швидкість і інтенсивність як властивості різних екологічних явищ значно варіюють, що відбивається в структурі відповідних динамічних рядів. Для оцінки цих властивостей динаміки статистика використовує

взаємозв’язані характеристики, які поділяються на 2 категорії:

- показники зміни рівнів динамічного ряду;

- середні характеристики динамічного ряду.

До першої категорії належать показники, які визначають зміни, що відбуваються у досліджуваному явищі, і вказують напрям, швидкість та інтенсивність такої зміни. Ці показники отримуються в результаті порівняння абсолютних і відносних рівнів динамічних ряду, тобто їх зіставлення. Можливі два варіанти зіставлення поточних рівнів динамічного ряду:

- з одним і тим самим рівнем (базою);

- з попереднім рівнем.

У першому випадку отримуються *базисні* показники, а у другому – *ланцюгові*. Найчастіше за базу порівняння обирається перший рівень динамічного ряду.

Основними показниками динамічного ряду є: абсолютний приріст, темп зростання, темп приросту, абсолютне значення одного відсотку приросту, коефіцієнт випередження.

На рис. 2.1 наведені формули для розрахунку показників зміни динамічного ряду, де $y_i$ $(i = 1,2,...n)$ – значення $i$-го моментного або інтервального рівня.

*Абсолютний приріст (зменшення)* – це різниця рівнів ряду, що характеризує швидкість зміни рівнів; *коефіцієнт зростання* – відношення двох рівнів динамічного ряду, що характеризує інтенсивність зміни рівнів ряду; *темп зростання* – коефіцієнт зміни, виражений у відсотках; *коефіцієнт приросту* – відношення абсолютного приросту до початкового або попереднього рівня ряду; *темп приросту* – коефіцієнт приросту, виражений у відсотках, який показує, на скільки відсотків рівень поточного періоду більший (менший) від рівня, взятого за базу; *абсолютне значення одного проценту приросту* – відношення абсолютного приросту до темпу приросту, характеризує вагомість кожного відсотку приросту; *коефіцієнт прискорення (уповільнення)* – відношення двох сусідніх темпів зростання, визначених

ланцюговим способом; *коефіцієнт випередження* – відношення темпів зміни двох динамічних рядів за рівні періоди часу.

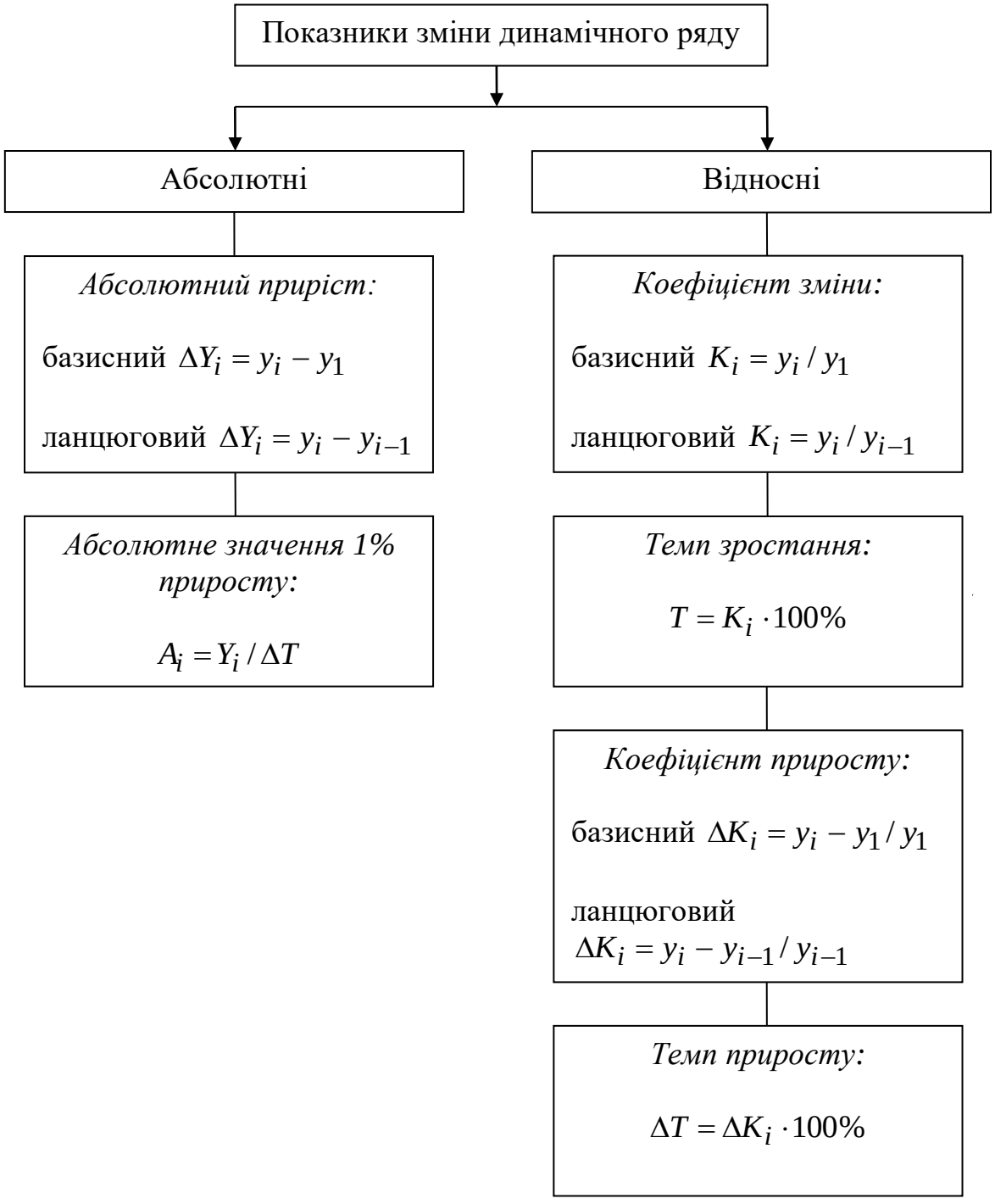


Рисунок 2.1 – Розрахунок показників зміни динамічних рядів [15]

Розрахунок основних з вищеперелічених показників динамічних рядів для об’ємів водозабору та водовідведення по Одеській області наведено в

табл. 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Основні показники об’ємів водозабору

| Роки | Об’єми, млн. м$^3$ | Абсолютний приріст $\Delta Y_i$ | | Темп зростання $T$ | | Темп приросту $\Delta T$ | | Значення 1% приросту $A_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | баз. | ланц. | баз. | ланц. | баз. | ланц. | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1990 | 2598 | - | - | 100 | 100 | - | - | - |
| 2000 | 2180 | -418 | -418 | 83,9 | 83,9 | -16,1 | -16,1 | 25980 |
| 2001 | 2531 | -67 | 351 | 97,4 | 116,1 | -2,6 | 16,1 | 21800 |
| 2002 | 1750 | -848 | -781 | 67,4 | 69,1 | -32,6 | -30,9 | 25310 |
| 2003 | 883 | -1715 | -867 | 34,0 | 50,5 | -66,0 | -49,5 | 17500 |
| 2004 | 1654 | -944 | 771 | 63,7 | 187,3 | -36,3 | 87,3 | 8830 |
| 2005 | 1851 | -747 | 197 | 71,2 | 111,9 | -28,8 | 11,9 | 16540 |
| 2006 | 2168 | -430 | 317 | 83,4 | 117,1 | -16,6 | 17,1 | 18510 |
| 2007 | 2242 | -356 | 74 | 86,3 | 103,4 | -13,7 | 3,4 | 21680 |
| 2008 | 2587 | -11 | 345 | 99,6 | 115,4 | -0,4 | 15,4 | 22420 |
| 2009 | 2134 | -464 | -453 | 82,1 | 82,5 | -17,9 | -17,5 | 25870 |
| 2010 | 2189 | -409 | 55 | 84,3 | 102,6 | -15,7 | 2,6 | 21340 |
| 2011 | 1699 | -899 | -490 | 65,4 | 77,6 | -34,6 | -22,4 | 21890 |
| 2012 | 1263 | -1335 | -436 | 48,6 | 74,3 | -51,4 | -25,7 | 16990 |

Між базисними і ланцюговими показниками існує зв’язок:

- сума абсолютних ланцюгових приростів дорівнює кінцевому базисному абсолютному приростові;

- добуток ланцюгових коефіцієнтів зміни дорівнює кінцевому базисному коефіцієнтові зміни.

У рядах, рівні яких варіюють, виникає потреба обчислення сталої, типової для даного періоду характеристики. Такою характеристикою є *середній рівень*. Середні характеристики динамічного ряду відображають узагальнені, типові тенденції розвитку явища впродовж досліджуваного періоду. Наприклад, аналізуючи динаміку обсягу шкідливих речовин, доцільно порівнювати не річні, а середньорічні показники. Середні рівні

необхідні також при обчисленні похідних показників, наприклад, обсягу скидання на душу населення. Обсяг скидання – інтервальний показник, а чисельність населення – моментний. Щоб забезпечити порівнянність цих показників, слід обчислити середньорічну чисельність населення.

Таблиця 2.2 – Основні показники об'ємів водовідведення

| Роки | Об'єми, млн. м$^3$ | Абсолютний приріст $\Delta Y_i$ | | Темп зростання $T$ | | Темп приросту $\Delta T$ | | Значення 1% приросту $A_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | баз. | ланц. | баз. | ланц. | баз. | ланц. | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1990 | 596 | - | - | 100 | 100 | - | - | - |
| 2000 | 332 | -264 | -264 | 12,8 | 55,7 | -87,2 | -44,3 | 5960 |
| 2001 | 291 | -305 | -41 | 11,2 | 87,7 | -88,8 | -12,3 | 3320 |
| 2002 | 260 | -336 | -31 | 10,0 | 89,3 | -90,0 | -10,7 | 2910 |
| 2003 | 273 | -323 | 13 | 10,5 | 105 | -89,5 | 5,00 | 2600 |
| 2004 | 275 | -321 | 2 | 10,6 | 100,7 | -89,4 | 0,73 | 2730 |
| 2005 | 301 | -295 | 26 | 11,6 | 109,5 | -88,4 | 9,45 | 2750 |
| 2006 | 297 | -299 | -4 | 11,4 | 98,7 | -88,6 | -1,33 | 3010 |
| 2007 | 280 | -316 | -17 | 10,8 | 94,3 | -89,2 | -5,72 | 2970 |
| 2008 | 267 | -329 | -13 | 10,3 | 95,4 | -89,7 | -4,64 | 2800 |
| 2009 | 303 | -293 | 36 | 11,7 | 113,5 | -88,3 | 13,5 | 2670 |
| 2010 | 303 | -293 | 0 | 11,7 | 100 | -88,3 | 0,00 | 3030 |
| 2011 | 292 | -304 | -11 | 11,2 | 96,370 | -88,8 | -3,63 | 3030 |
| 2012 | 252 | -344 | -40 | 9,70 | 86,301 | -90,3 | -13,7 | 2920 |

Методи обчислення середніх рівнів динамічних рядів також залежать від статистичної структури показника. В інтервальному ряді (табл. 2.1, 2.2), рівні якого динамічно адитивні використовується середня арифметична проста: $\bar{y} = \sum y_i / n$, де $n$ – число рівнів ряду.

$\bar{y} = \sum y_i / n = 1980{,}6$ млн. м$^3$, де $n = 14$ (для водозабору);

$\bar{y} = \sum y_i / n = 308{,}7$ млн. м$^3$, де $n = 14$ (для водовідведення).

Сума рівнів моментного ряду сама по собі немає економічного змісту, тому обчислення середнього рівня ґрунтується на проміжних середніх за

часовими інтервалами. Кожна з них – це напівсума початкового і кінцевого рівнів $i$-го інтервалу

$$\overline{y_i} = \frac{y_{i+1} + y_i}{2}. \quad (2.1)$$

Розрахунок середнього рівня моментного ряду здійснюється за формулою хронологічної середньої

$$\overline{y} = \frac{\frac{1}{2}y_1 + y_2 + \ldots + y_{n-1} + \frac{1}{2}y_n}{n-1}. \quad (2.2)$$

Якщо ж проміжки між датами визначення рівнів моментного ряду є різними, то середній рівень розраховується за виразом:

$$\overline{y} = \frac{\sum \overline{y}_з t}{\sum t}, \quad (2.3)$$

де $t$ – проміжок часу між датами.

Розрахунок середніх рівнів ряду доцільно виконувати для динамічних рядів, зміна яких стабілізується впродовж тривалого періоду часу, а також для рядів, рівні яких коливаються в короткі проміжки часу.

Узагальнюючими показниками інтенсивності та швидкості зміни динамічних рядів слугують *середній абсолютний приріст* і *середній темп (швидкість) зміни*.

*Середній абсолютний приріст* обчислюється як середню арифметичну ланцюгових приростів:

$$\Delta\overline{Y} = \frac{\sum \Delta y}{n-1} = \frac{y_n - y_1}{n-1} = \frac{1263 - 2598}{13} = \text{-1335/13=-102,7 млн. м}^3 \text{ (водозабір);}$$

$$\Delta\overline{Y} = \frac{\sum \Delta y}{n-1} = \frac{y_n - y_1}{n-1} = \frac{252-596}{13} = -344/13 = -26{,}5$$ млн. м$^3$ (водовідведення).

*Середня швидкість зміни* досліджуваного явища впродовж усього періоду характеризується середнім коефіцієнтом зміни, який розраховується за допомогою середньої геометричної з ланцюгових коефіцієнтів зростання

$$\overline{K} = \sqrt[n-1]{T_1 \cdot T_2 \cdot \ldots \cdot T_n}, \qquad (2.5)$$

або за іншою формулою

$$\overline{K} = \sqrt[n-1]{y_n / y_1}. \qquad (2.6)$$

$\overline{K} = \sqrt[n-1]{y_n / y_1} = \sqrt[13]{1263/2598} = \sqrt[13]{0{,}5} = 0{,}933$ (водозабір);

$\overline{K} = \sqrt[n-1]{y_n / y_1} = \sqrt[13]{252/596} = \sqrt[13]{0{,}4} = 0{,}912$ (водовідведення).

На базі середньої швидкості зміни (зростання) визначається *середній темп зміни*:

$\overline{T} = \overline{K} \cdot 100\% = 0{,}933 \cdot 100\% = 93{,}3\%$ (водозабір);

$\overline{T} = \overline{K} \cdot 100\% = 0{,}912 \cdot 100\% = 91{,}2\%$ (водовідведення).

*Середній темп приросту* відповідно становить:

$\Delta\overline{T} = \overline{T} - 100\% = 93{,}3 - 100 = -6{,}7\%$ (для водозабору);

$\Delta\overline{T} = \overline{T} - 100\% = 91{,}2\text{-}100 = -8{,}8\%$ (для водовідведення).

У практичних розрахунках користуватися наведеною вище формулою для визначення середнього темпу зміни можна лише у випадках, коли явище змінюється достатньо рівномірно, оскільки цей показник базується на зіставленні початкового і кінцевого рівнів ряду. У разі відчутного коливання ряду використання середньої геометричної може призвести до істотних прорахунків [6, 15].

## 2.3 Встановлення тенденції водокористування та водовідведення

При аналізі рядів динаміки важливо виявити *загальну тенденцію розвитку (тренд)* екологічного явища, тобто встановити, в якому напрямку (зростає, зменшується) і за якою залежністю (лінійна або нелінійна) вона змінюється. Ця задача в статистиці називається *вирівнюванням динамічних рядів*. Часто рівні ряду з часом змінюються (коливаються), але ця зміна для різних явищ неоднакова і може бути спричинена різними чинниками. Динамічний ряд включає три компоненти: тенденцію (або тривалотерміновий рух); короткотерміновий систематичний рух; несистематичний випадковий рух. Статистичне вивчення тенденції ґрунтується на розкладанні динамічного ряду на дві складові [15]

$$y_t = f(t) + \varepsilon_t \qquad (2.7)$$

де $f(t)$ – основна тенденція, зумовлена впливом постійно діючих чинників;

$\varepsilon_t$ – залишкова величина, що визначає вплив випадкових коливань.

Тенденція $f(t)$ виявляється при заміні фактичних рівнів динамічного

ряду іншими, обчисленими за певною методикою. Останні порівняно з первинними мають значно меншу варіацію, завдяки чому тенденція стає наочною. Вивчаючи динамічні ряди, дослідники намагаються виявити головним чином загальну тенденцію (тренд) у змінах рівнів ряду, тобто основну закономірність розвитку явища, яка вільна від дії різних випадкових факторів.

*Тенденція* – це певний напрям розвитку, тривала еволюція, яка набуває вигляду більш-менш плавної траєкторії. Загальною тенденцією динаміки є послідовне прагнення до росту, стабільності або зниженню рівнів. Тенденція визначається за характером змін показників динаміки – абсолютного приросту, темпу приросту і т.д. На основі сформованої тенденції оцінюється загальна закономірність розвитку. Для виявлення тенденції динамічні ряди піддаються спеціальній обробці – *вирівнюванню*. Вона дозволяє характеризувати особливості часових змін динамічних рядів в найбільш загальному вигляді, вважаючи, що через фактор часу можна передати вплив усіх головних факторів.

До способів і методів вирівнювання динамічних рядів можуть бути віднесені такі:

а) укрупнення інтервалів;

б) згладжування способом ковзної (плинної, рухомої) середньої;

г) аналітичне вирівнювання

*Укрупнення інтервалів* – є найбільш простим способом вирівнювання рядів. Сутність способу укрупнення інтервалів полягає у заміні вихідного динамічного ряду іншим, показники якого відображають явище за більш тривалий період часу: річні інтервали замінюються за двох, трьох або п’ятирічний і т.д. (табл. 2.3).

Внаслідок укрупнення інтервалів відхилення, які спричинені дією випадкових факторів, взаємно гасяться, згладжуються і більш ясно виявляються в дії основні фактори змін рівнів.

Таблиця 2.3 – Обчислення середніх трьохрічних об’ємів водозабору та водовідведення в Одеській області

| Рік | Об’єми, млн. м$^3$ | | Укрупнений інтервал | Трьохрічна середня $\overline{y}_i$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | водоз. | водовід. | | водоз. | водовід. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2000 | 2180 | 332 | | | |
| 2001 | 2531 | 291 | | | |
| 2002 | 1750 | 260 | 2000-2002 | 2154 | 294 |
| 2003 | 883 | 273 | | | |
| 2004 | 1654 | 275 | | | |
| 2005 | 1851 | 301 | 2003-2005 | 1463 | 283 |
| 2006 | 2168 | 297 | | | |
| 2007 | 2242 | 280 | | | |
| 2008 | 2587 | 267 | 2006-2008 | 2332 | 281 |
| 2009 | 2134 | 303 | | | |
| 2010 | 2189 | 303 | | | |
| 2011 | 1699 | 292 | 2009-2011 | 2007 | 299 |
| 2012 | 1263 | 252 | | | |

*Згладжування способом ковзної середньої* є одним з найефективніших методів виявлення загальної тенденції розвитку явища в часі. Сутність його полягає в тому, що первинні рівні динамічного ряду замінюються середніми по інтервалах. Спочатку середній рівень обчислюється з певного числа перших рівнів ряду, потім – з такої самої кількості рівнів, але починаючи з другого, далі – починаючи з третього і т.д. Розраховані таким чином середні рівні ряду ніби ковзають по динамічному ряду від його початку до кінця, при цьому щоразу відкидається один рівень спочатку і додається наступний. Звідси – «ковзна» (рухома) середня. Згладжування таким способом можна здійснювати за будь-яким числом членів ряду (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Обчислення ковзних середніх об’ємів водозабору та водовідведення в Одеській області

| Рік | Об’єми, млн. м$^3$ | | Обчислення | | Ковзна середня $\bar{y}_i$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | водоз. | водовід. | водоз. | водовід. | водоз. | водовід. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2000 | 2180 | 332 | | | | |
| 2001 | 2531 | 291 | 4711 | 623 | 2356 | 312 |
| 2002 | 1750 | 260 | 4281 | 551 | 2141 | 276 |
| 2003 | 883 | 273 | 2633 | 533 | 1317 | 267 |
| 2004 | 1654 | 275 | 2537 | 548 | 1269 | 274 |
| 2005 | 1851 | 301 | 3505 | 576 | 1753 | 288 |
| 2006 | 2168 | 297 | 4019 | 598 | 2010 | 299 |
| 2007 | 2242 | 280 | 4410 | 577 | 2205 | 289 |
| 2008 | 2587 | 267 | 4829 | 547 | 2415 | 274 |
| 2009 | 2134 | 303 | 4721 | 570 | 2361 | 285 |
| 2010 | 2189 | 303 | 4323 | 606 | 2162 | 303 |
| 2011 | 1699 | 292 | 3888 | 595 | 1944 | 298 |
| 2012 | 1263 | 252 | 2962 | 544 | 1481 | 272 |

Як видно з даних, наведених у табл. 2.4, після згладжування 3-х річною ковзною середньою загальна тенденція до зменшення водозабору виявляється досить виразно, стосовно зміни об’ємів водовідведення слід відзначити, що виразних змін не спостерігається. Водночас за такими розрахунками можна більш детально (ніж при звичайному укрупненні інтервалів) прослідити і характер динаміки. Так, якщо показники графи 2 та 3 таблиці свідчать про те, що зменшення здійснювалося нерівномірно, то дані графи 6 та 7 відображають згладжування цієї нерівномірності. Характер зміни об’ємів водозабору відбувається за параболічним законом – спочатку йде зменшення об’ємів, а потім знову поступове збільшення до 2008 року, після чого об’єми знов зменшуються.

Питання про кількість років, охоплених ланкою ковзної середньої, вирішується залежно від конкретних особливостей досліджуваного ряду. При цьому чим довший період, за який обчислюється кожна ланка рухомої

середньої, тим сильніше буде згладжено ряд.

Більш наочна картина характеру динаміки наведена на рис. 2.2 та 2.3. На ньому вихідний динамічний ряд зображено жирною суцільною ламаною лінією (ряд 1), згладжений ряд способом укрупнення періодів (ряд 2) зображено штрихпунктирною лінією, а згладжений ковзною середньою (ряд 3) напівсірою лінією.

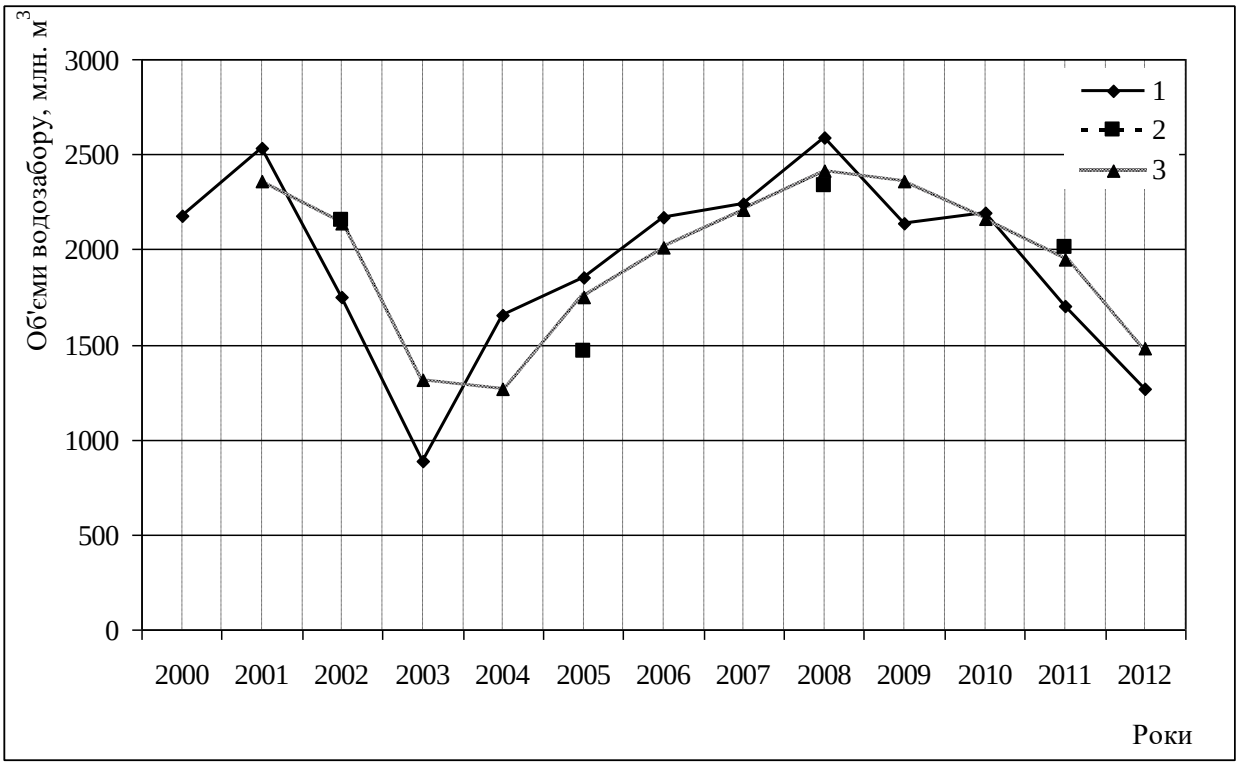


Рисунок 2.2 – Згладжування динамічного ряду об’ємів водозабору

1 – ряд вихідних даних;

2 – ряд даних, згладжений способом укрупнення періодів;

3 – ряд даних, згладжений ковзною середньою.

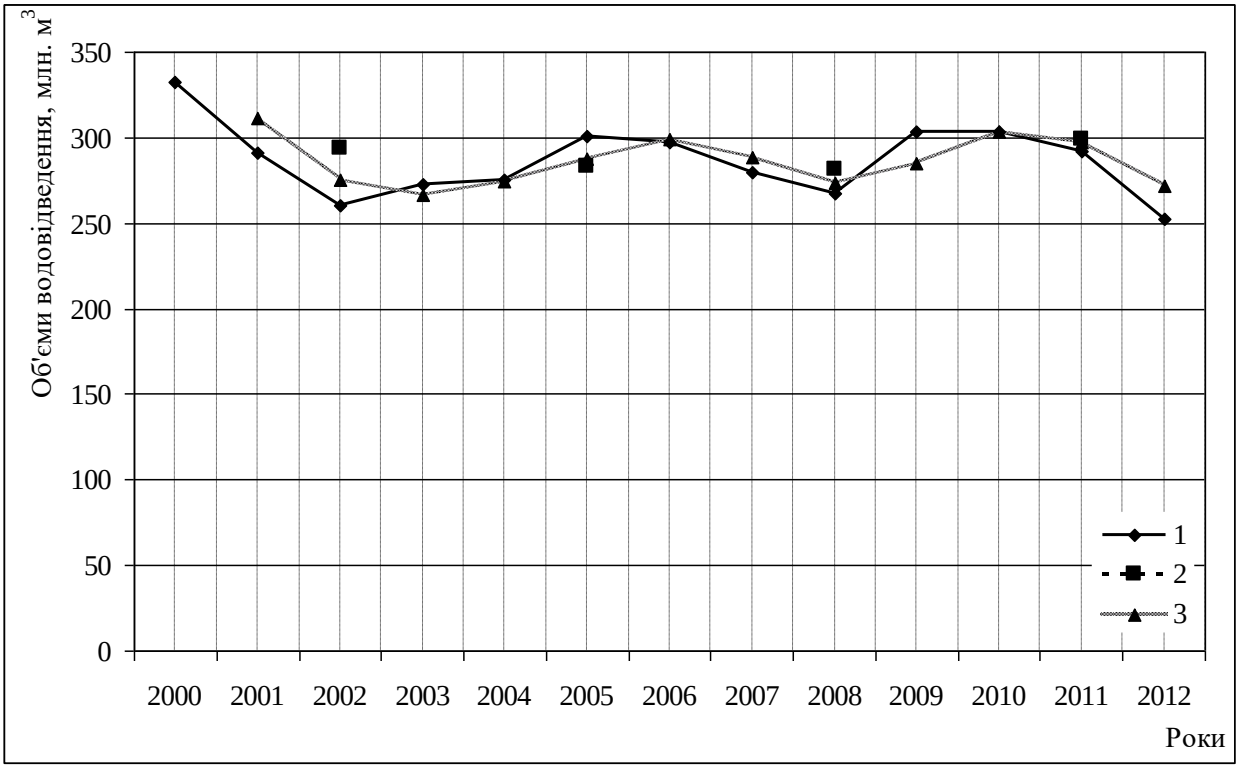


Рисунок 2.3 – Згладжування динамічного ряду об’ємів водовідведення

1 – ряд вихідних даних;

2 – ряд даних, згладжений способом укрупнення періодів;

3 – ряд даних, згладжений ковзною середньою.

*Аналітичне вирівнювання* рядів динаміки вважається найбільш удосконаленим способом оброблення ряду з метою встановлення кількісного вираження тенденції розвитку явища. Завдання такого вирівнювання полягає у знаходженні простої математичної формули (апроксимуючої функції), яка найкраще відображала б загальну тенденцію ряду динаміки. Рівні ряду розглядаються як функція часу, а завдання (вирівнювання) зводиться до визначення виду функції, її параметрів за емпіричними даними та обчислення теоретичних рівнів за знайденою формулою [10].

З цією метою використовуються різні функції:

$Y_t = a + bt$ – лінійна функція де параметр характеризує стабільну абсолютну швидкість;

$Y_t = a + b_1 t + b_2 t^2$ – парабола 2-го порядку, для якої характерний стабільний приріст абсолютної швидкості і при згладжуванні крива має один вигин;

$Y_t = ae^{bt}$ – експонента зі стабільним відносним приростом;

$Y_t = at^b$ – ступенева функція, де параметр означає стабільний щорічний темп приросту;

$Y_t = ab^t$ – показова функція, для якої характерні більш-менш постійні коефіцієнти зростання (ланцюгові), де параметр $b$ означає середній темп зростання;

де $t$ – порядковий номер періоду в усіх цих функціях;

$a$ – рівень ряду при $t = 0$.

Тип функції залежить від специфіки процесу, що вивчається, і характеру його динаміки: рівномірне, прискорене або уповільнене зростання (зменшення) рівнів ряду. На практиці перевага віддається функціям, параметри яких мають чіткий зміст і означають абсолютну або відносну швидкість розвитку. Параметри вищеперелічених функцій, що розраховані за стандартною функцією програми Excel, мають такі значення:

- для об'ємів водозабору:

$Y_t = -10{,}418 \cdot t + 2006{,}1$, $R^2 = 0{,}007$ – у разі лінійної функції;

$Y_t = -8{,}9814 \cdot t^3 + 183{,}16 \cdot t^2 - 1029{,}9 \cdot t + 3324{,}3$, $R^2 = 0{,}61$ – у разі поліноміальної функції 3-го порядку;

$Y_t = 1910{,}9e^{-0{,}0035 \cdot t}$, $R^2 = 0{,}61$ – у разі експоненціальної функції;

$Y_t = 1976{,}9 \cdot t^{-0{,}0338}$, $R^2 = 0{,}0075$ – у разі ступеневої функції;

$Y_t = -75{,}107 \ln(t) + 2063{,}4$, $R^2 = 0{,}014$ – у разі логарифмічної функції;

- для об'ємів водовідведення:

$Y_t = -1{,}3736 \cdot t + 296{,}23$, $R^2 = 0{,}0612$ – у разі лінійної функції;

$Y_t = -0{,}3607 \cdot t^3 + 7{,}763 \cdot t^2 - 48{,}011 \cdot t + 363{,}41$, $R^2 = 0{,}55$ – у разі поліноміальної функції 3-го порядку;

$Y_t = 295{,}29e^{-0{,}0046 \cdot t}$, $R^2 = 0{,}0578$ – у разі експоненціальної функції;

$Y_t = 303{,}43 \cdot t^{-0{,}0344}$, $R^2 = 0{,}1228$ – у разі ступеневої функції;

$Y_t = -10{,}388 \ln(t) + 304{,}64$, $R^2 = 0{,}1351$ – у разі логарифмічної функції.

Більш надійною апроксимуючою функцією для встановлення об'ємів водозабору та водовідведення є парабола 3-го порядку, яка має найвищій коефіцієнт детермінації ( $R^2 = 0{,}61$ та 0,55 відповідно).

Наочне зображення аналітичного вирівнювання за поліноміальною функцією 3-го ступеня, наведено на рис. 2.4 та 2.5.

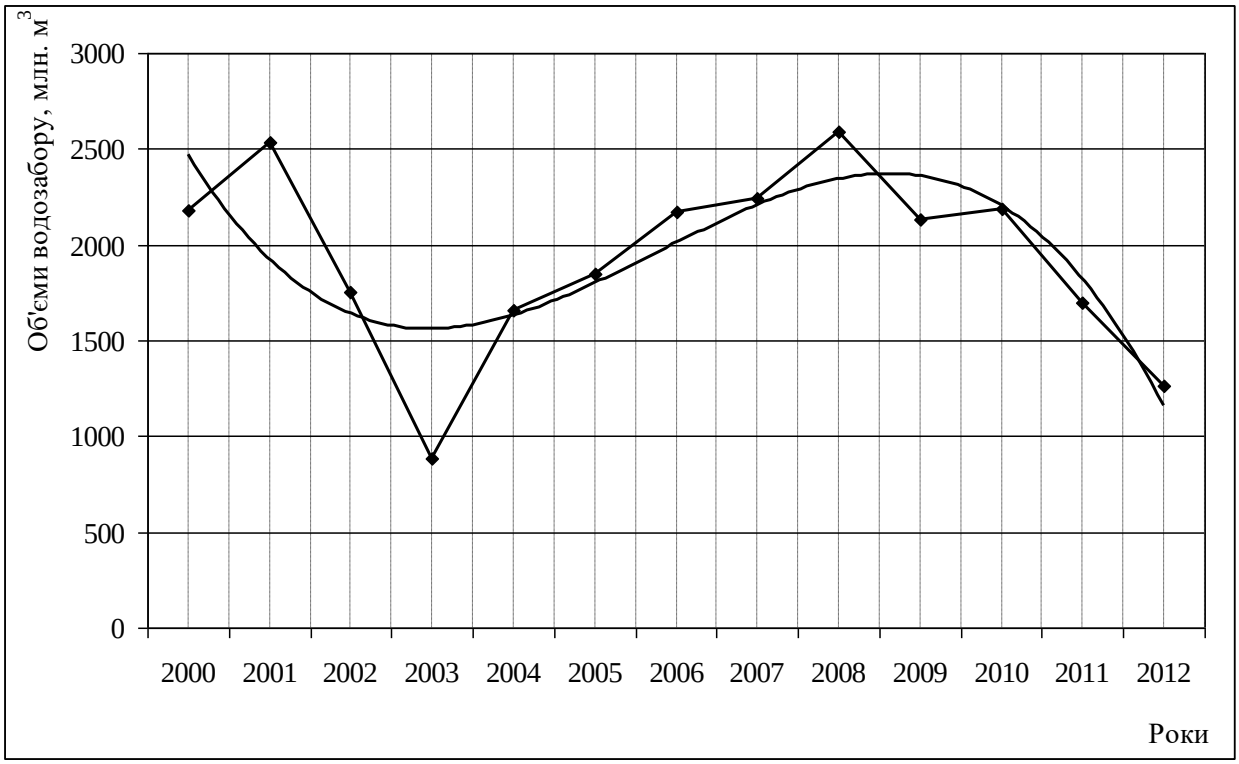


Рисунок 2.4 – Аналітичне вирівнювання динамічного ряду об'ємів водозабору

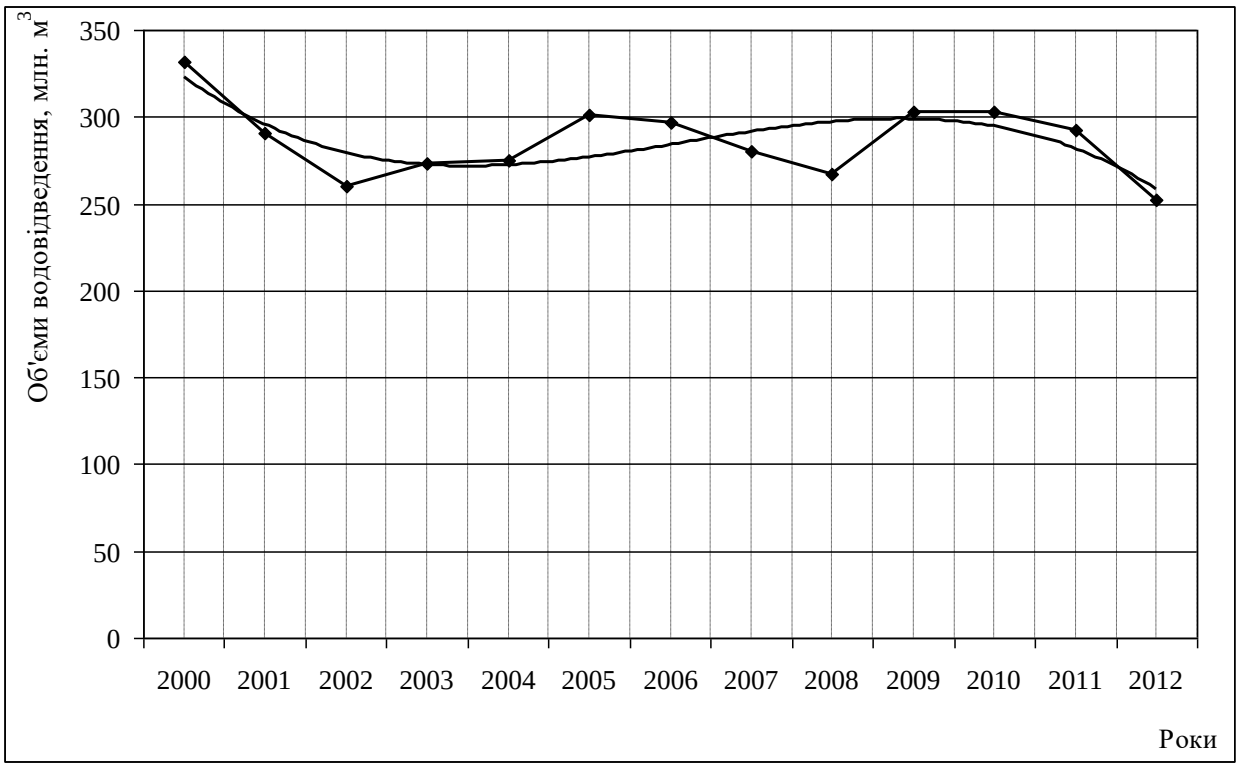


Рисунок 2.5 – Аналітичне вирівнювання динамічного ряду об’ємів водовідведення

Технічний бік вирівнювання зводиться до заміни фактичних рівнів теоретичними, які в середньому мінімально відхилилися б від фактичних рівнів, але мали б певний аналітичний вираз. Оскільки характер динаміки занадто складний (як в нашому випадку), а вимірювання тенденції має бути точним, то адекватність тренду в дипломному проекті перевірялася за допомогою критеріїв математичної статистики [15], що наведені нижче у пункті 2.4.

## 2.4 Прогнозування об’ємів водокористування та водовідведення

Методи кореляційно-регресійного аналізу, за допомогою яких виконується аналітичне вирівнювання динамічних рядів, слугують важливим інструментом передбачення значень майбутніх рівнів.

*Прогнозування динамічних рядів* – передбачення значень майбутніх рівнів на базі аналітичного вирівнювання рядів динаміки.

Однак прогнози, складені на основі моделей аналітичного вирівнювання, можна вважати надійними, якщо виконується, принаймні, такі вимоги:

- обсяг вибірки, який використаний для побудови рівняння регресії, є достатньо великим;

- значення рівнів ряду динаміки змінюється повільно;

- відсутній вплив випадкових факторів.

При прогнозуванні використовуються різні способи:

$\tilde{y}_t = a + bt$ – спосіб найменших квадратів використовується, якщо спостерігається стабільна абсолютна швидкість зміни рівнів;

$\tilde{y}_t = y_0 + \overline{\Delta t}$ – середній абсолютний приріст, якщо спостерігаються стабільні абсолютні прирости;

$\tilde{y}_t = (\overline{K})^t \cdot y_0$ – середній коефіцієнт зміни, якщо спостерігаються стабільні коефіцієнти зміни [6, 14, 15].

У розвитку екологічних процесів поєднуються необхідність і випадковість, тому поряд з тенденцією їм притаманні відхилення від тренду, сезонні коливання, структурні зрушення тощо. Для *вимірювання коливань* рівнів динамічного ряду використовуються абсолютні і відносні похибки та характеристики варіації [15]:

| | |
|---|---|
| абсолютна похибка | $\varepsilon = \lvert y_t - Y_t \rvert$ |
| відносна похибка | $\varepsilon_{y_t} = \lvert y_t - Y_t \rvert : y_t$ |
| амплітуда (розмах) коливань | $R_t = \varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}$ |
| середнє квадратичне σ відхилення | $\sigma_t = \sqrt{(y_t - Y_t)^2}$ |
| коефіцієнт варіації | $V_t = \sigma / \overline{y_t} \cdot 100\%$. |

Протилежна мінливості властивість – сталість. Мірою сталості служить різниця $100 - V_t$. Чим ближчий цей коефіцієнт до 100%, тим вища сталість динамічного ряду.

*Оцінка адекватності (надійності)* обраного рівняння аналітичного вирівнювання здійснюється за допомогою середньої відносної помилки апроксимації

$$E = \frac{1}{n}\sum \frac{|y_t - Y_t|}{y_t} \cdot 100\%. \qquad (2.8)$$

Цей коефіцієнт розраховується для всіх рівнянь. Порівняння отриманих коефіцієнтів дає підстави вважати адекватним те рівняння, у якого середня помилка апроксимації є меншою. Отже, коефіцієнт апроксимації дає змогу оцінити правильність установлення характеру тенденції і надійність обраного рівняння вирівнювання [15].

Для обчислення показника коливання і сталості динамічних рядів загального водозабору та водовідведення в дипломному проекті було сформовано табл. 2.5 та 2.6.

Амплітуда коливань $R_t$, що характеризує різницю між найбільшим $\varepsilon_{\max}$ =606 і найменшим $\varepsilon_{\min}$ =-677 значеннями залишкових величин об'ємів водозабору (табл. 2.5), становить 1283 млн. м$^3$. Дисперсія становить відповідно $\sigma_t^2 = (y_t - Y_t)^2 = 83617$ млн. (м$^3$)$^2$, а середнє квадратичне відхилення – $\sigma_t = \sqrt{\sigma^2} = 289$ млн. м$^3$.

Для порівняння інтенсивності коливань двох і більше процесів існує коефіцієнт варіації $V_t$, який обчислюється, як відношення середнього квадратичного відхилення до середнього рівня динамічного ряду, що становить ($\overline{y_t} = 1933$) для об'ємів водозабору, тоді його чисельне значення для об'ємів водозабору становить $V_t = \sigma / \overline{y_t} \cdot 100\% = 15{,}0\%$. Це означає, що сталість ряду є досить високою і становить 85%. Середня відносна похибка теоретичних відхилень для об'ємів водозабору становить $E = 13{,}0\%$, що дозволяє оцінити обраний характер тенденції, як правильний, а обране для

апроксимації вихідних даних рівняння вважати надійним.

Таблиця 2.5 – Відхилення фактичних даних про водозабір від тренду

| Рік | Об'єми, млн. м$^3$ | | Абсолютна похибка $y_t - Y_t$ | Дисперсія $(y_t - Y_t)^2$ | Відносна похибка $\varepsilon_{y_t}$, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | фактичні $y_t$ | теоретичні $Y_t$ | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2000 | 2180 | 2469 | -289 | 83278 | 13,2 |
| 2001 | 2531 | 1925 | 606 | 366886 | 23,9 |
| 2002 | 1750 | 1641 | 109 | 11981 | 6,3 |
| 2003 | 883 | 1560 | -677 | 458939 | 76,7 |
| 2004 | 1654 | 1631 | 23 | 523 | 1,4 |
| 2005 | 1851 | 1799 | 52 | 2738 | 2,8 |
| 2006 | 2168 | 2009 | 159 | 25211 | 7,3 |
| 2007 | 2242 | 2209 | 33 | 1098 | 1,5 |
| 2008 | 2587 | 2344 | 243 | 59185 | 9,4 |
| 2009 | 2134 | 2360 | -226 | 51031 | 10,6 |
| 2010 | 2189 | 2204 | -15 | 211 | 0,7 |
| 2011 | 1699 | 1821 | -122 | 14806 | 7,2 |
| 2012 | 1263 | 1158 | 105 | 11129 | 8,4 |
| $\sum$ | 25131 | 25128 | 2,93 | 1087016 | 169 |
| В середньому | 1933 | 1933 | 0,23 | 83617 | 13,0 |

Амплітуда коливань $R_t$, що характеризує різницю між найбільшим $\varepsilon_{\max}$ =24 і найменшим $\varepsilon_{\min}$ =-30 значеннями залишкових величин об'ємів водовідведення (табл. 2.6), становить 54 млн. м$^3$. Дисперсія становить відповідно $\sigma_t^2 = (y_t - Y_t)^2$ =194 млн. (м$^3$)$^2$, а середнє квадратичне відхилення – $\sigma_t = \sqrt{\sigma^2}$ = 14 млн. м$^3$.

Для порівняння інтенсивності коливань двох і більше процесів розрахований коефіцієнт варіації $V_t$, який для об'ємів водовідведення, становить $V_t = \sigma / \overline{y_t} \cdot 100\% = 4{,}86\%$. Це означає, що сталість ряду є дуже високою і становить 95,1%. Середня відносна похибка теоретичних

відхилень для об’ємів водовідведення становить $E = 3{,}90\%$, що дозволяє оцінити обраний характер тенденції, як правильний, а обране для апроксимації вихідних даних рівняння вважати надійним.

Таблиця 2.6 – Відхилення фактичних даних про водовідведення від тренду

| Рік | Об’єми, млн. м$^3$ | | Абсолютна похибка $y_t - Y_t$ | Дисперсія $(y_t - Y_t)^2$ | Відносна похибка $\varepsilon_{y_t}$, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | фактичні $y_t$ | теоретичні $Y_t$ | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2000 | 332 | 323 | 9 | 85 | 2,8 |
| 2001 | 291 | 296 | -5 | 21 | 1,6 |
| 2002 | 260 | 280 | -20 | 380 | 7,5 |
| 2003 | 273 | 272 | 1 | 0 | 0,2 |
| 2004 | 275 | 272 | 3 | 7 | 1,0 |
| 2005 | 301 | 277 | 24 | 581 | 8,0 |
| 2006 | 297 | 284 | 13 | 169 | 4,4 |
| 2007 | 280 | 291 | -11 | 132 | 4,1 |
| 2008 | 267 | 297 | -30 | 910 | 11,3 |
| 2009 | 303 | 299 | 4 | 17 | 1,4 |
| 2010 | 303 | 295 | 8 | 72 | 2,8 |
| 2011 | 292 | 282 | 10 | 103 | 3,5 |
| 2012 | 252 | 259 | -7 | 46 | 2,7 |
| $\sum$ | 3726 | 3726 | -0,27 | 2522 | 51 |
| В середньому | 287 | 287 | -0,02 | 194 | 3,90 |

В дипломному проекті також виконано прогнозування майбутнього стану водозабору та водовідведення. Прогнозне значення яких може бути оцінено за допомогою рівняння виду (2.7).

Функцією основного тренду для об’ємів водозабору та водовідведення виступає поліноміальне рівняння. Мірою відповідності прогнозних значень фактичним даним слугують середня абсолютна похибка, яка для об’ємів водозабору та водовідведення становить $|\varepsilon_t| = 0{,}23$ і $|\varepsilon_t| = 0{,}02$ та середня

відносна похибка, яка дорівнює $E = 13{,}0\%$ та $E = 3{,}90\%$, відповідно. Підставивши значення середньої абсолютної похибки в прогнозну формулу, можна одержати наступні рівняння:

- для прогнозування об'ємів водозабору:

$$\tilde{y}_t = -8{,}9814 \cdot t^3 + 183{,}16 \cdot t^2 - 1029{,}9 \cdot t + 3324{,}3 \pm 0{,}23;$$

- для прогнозування об'ємів водовідведення:

$$\tilde{y}_t = -0{,}3607 \cdot t^3 + 7{,}763 \cdot t^2 - 48{,}011 \cdot t + 363{,}41 \pm 0{,}02.$$

Підставляючи в ці формули значення $t = 14$ для 2014 року, можна одержати прогнозні значення об'ємів водозабору та водовідведення, які відповідно становитимуть $\tilde{y}_{2014} = 160 \pm 0{,}23$ млн. м$^3$ та $\tilde{y}_{2014} =$ $= 223 \pm 0{,}02$ млн. м$^3$. Це означає, що в 2014 році об'єми водозабору будуть змінюватися в межах від 159,77 до 160,23 млн. м$^3$, а об'єми водовідведення будуть перебувати в діапазоні від 222,98 до 223,02 млн. м$^3$. Проте, слід відзначити, що оскільки поліном 3-го порядку характеризується властивістю непарності, то вже на наступному кроці прогнозування, об'єми водозабору та водовідведення набудуть від'ємних значень, що неможливо фізично, а отже, означає неможливість використання цього способу прогнозування.

Для прогнозування об'ємів водозабору та водовідведення можна використати значення їх середнього абсолютного приросту, тоді одержуються наступні прогнозні рівняння:

- для об'ємів водозабору:

$$\tilde{y}_{2014} = y_0 + \overline{\Delta t} = 2180 - 102{,}7 \cdot 14 = 2180 - 1437{,}8 = 742{,}2 \text{ млн. м}^3;$$

- для об'ємів водовідведення:

$$\tilde{y}_{2014} = y_0 + \overline{\Delta t} = 332 - 26{,}5 \cdot 14 = 332 - 371 = -39 \text{ млн. м}^3.$$

Використання цього способу прогнозування також дає фізично неможливі результати вже для об'ємів водовідведення, що також унеможливлює його надійне використання.

При прогнозуванні об'ємів водозабору та водовідведення, використовуючи середні коефіцієнти зміни, можна одержати такі результати:

- для об'ємів водозабору:

$$\tilde{y}_{2014} = (\overline{K})^t \cdot y_0 = 2180 \cdot 0{,}933^{14} = 825{,}7 \text{ млн. м}^3;$$

$$\tilde{y}_{2015} = (\overline{K})^t \cdot y_0 = 2180 \cdot 0{,}933^{15} = 770{,}3 \text{ млн. м}^3;$$

$$\tilde{y}_{2016} = (\overline{K})^t \cdot y_0 = 2180 \cdot 0{,}933^{16} = 718{,}7 \text{ млн. м}^3 \text{ і т.д.};$$

- для об'ємів водовідведення:

$$\tilde{y}_{2014} = (\overline{K})^t \cdot y_0 = 332 \cdot 0{,}912^{14} = 91{,}4 \text{ млн. м}^3;$$

$$\tilde{y}_{2015} = (\overline{K})^t \cdot y_0 = 332 \cdot 0{,}912^{15} = 83{,}4 \text{ млн. м}^3;$$

$$\tilde{y}_{2016} = (\overline{K})^t \cdot y_0 = 332 \cdot 0{,}912^{16} = 76{,}0 \text{ млн. м}^3 \text{ і т.д.}$$

На рис. 2.6 побудовано графік коливань спостережених об'ємів водозабору та водовідведення за період 2000-2012 рр. (суцільна лінія) та спрогнозованих способом стабільних середніх коефіцієнтів змін об'ємів водозабору та водовідведення на період 2013-2017 рр. (штрихова лінія).

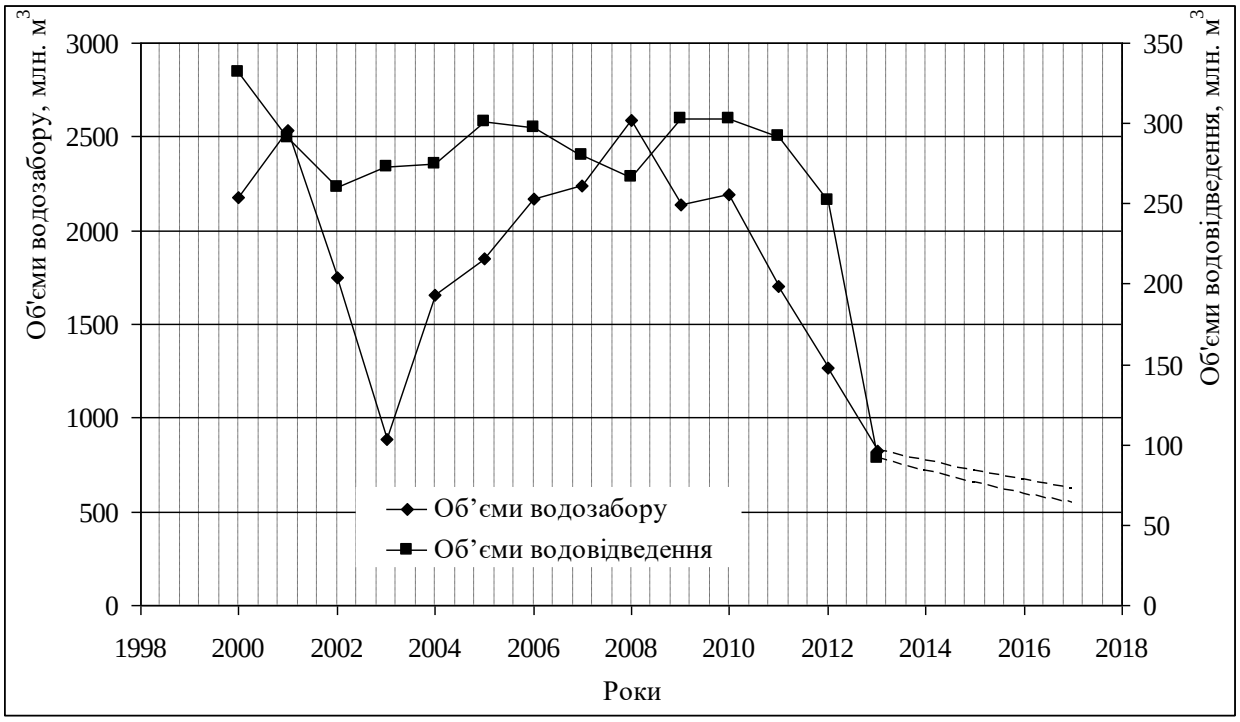


Рисунок 2.6 – Спостережені та спрогнозовані об'єми водозабору та водовідведення в Одеській області

Підсумовуючи, можна відзначити, що найбільш реальні прогнозні значення об'ємів водозабору та водовідведення одержуються при використанні способу, який враховує стабільні коефіцієнти зміни досліджуваних показників.

# 3 ІНДЕКСНИЙ МЕТОД В ЕКОЛОГІЇ

## 3.1 Сутність індексів і основи індексного методу

Індекс англійський термін «index number» означає число-показник.

Статистичні індекси – це відносні величини, які одержують внаслідок порівняння складних екологічних явищ, утворених з різнорідних елементів, що не підлягають безпосередньому підсумуванню.

*Індекс у статистиці* – узагальнюючий відносний показник, який характеризує співвідношення в часі або просторі соціально-екологічних явищ і процесів.

За своєю суттю статистичний індекс характеризує зміну рівня будь-якого суспільного явища в часі, просторі або порівняно з планом, нормою, стандартом. У цих випадках зіставляються між собою чисельні значення однойменних показників, що мають однаковий екологічний зміст. Отже, індексом можна назвати відносну величину динаміки, виконання плану, порівняння.

За допомогою індексів можна характеризувати зміну в часі і просторі найрізноманітніші показники: обсяги викидів в атмосферу, скидання шкідливих речовин у водне середовище, інтенсивність забруднень і т.д. Їх поділяють на дві групи: до першої належать *об'ємні (сумарні)* показники (наприклад, об'єм викидів та скидів, кількість забруднювачів, площа забрудненої території та ін.), які виражаються абсолютними величинами; до другої – показники, розраховані на певну одиницю (наприклад, викиди в розрахунку на одиницю земельної площі або на одного мешканця, працівника і т.д.). Останні умовно можна назвати *якісними показниками*, і виражаються вони у вигляді середніх величин. Ця особливість зумовлює поділ індексів на *індекси кількісних* та *індекси якісних показників*.

За допомогою статистичних індексів можна відображати зміну в часі і

просторі як окремих простих показників (наприклад, обсяг викидів вуглецю, окислів азоту, сірки і т.д.), так і однойменних показників за складними сукупностями (наприклад, зміна обсягу викидів по місту, району, області в цілому і т.д.).

За допомогою індексного методу вирішуються такі завдання:

- характеризуються загальні зміни складного економічного явища або окремих його елементів (складових);
- виділяється вплив одного з факторів через елімінування впливу інших;
- відокремлюється вплив зміни структури явища на зміну індексованої величини.

При цьому сама міра впливу може бути визначена як у відносних вимірниках, так і в абсолютних.

Класифікуються індекси за різними ознаками:

- за змістом досліджуваних об’єктів, явищ і процесів – індекси обсягу, індекси якісних показників;
- за повнотою охоплення елементів сукупності – індивідуальні індекси, зведені (групові, загальні) індекси;
- за формою зображення – агрегатні індекси, середні зважені індекси (арифметичні, гармонійні);
- за базою порівняння – індекси динаміки (базові, ланцюгові), індекси виконання плану, територіальні індекси;
- за характером впливу на зміну складного явища – індекси сталого складу, індекси структурних зрушень;
- за коефіцієнтом співвимірювання – індекси зі змінними вагами, індекси зі сталими вагами.

Обчислення загальних індексів, що дають змогу співвіднести між собою показники за складними сукупностями, є особливим прийомом дослідження, який називається *індексним методом*. За його допомогою можна не тільки вивчати динаміку показників, а й вимірювати вплив окремих факторів на динаміку складного показника. При цьому залежно від завдань аналізу можна

фактори вивчати ізольовано, абстрагуючись від дії інших, або розглядати їх взаємопов'язано.

Індексний метод має свою термінологію та символіку. Її дотримання є обов'язковою умовою в індексному аналізі.

Для побудови статистичного індексу необхідно мати вихідну інформацію, як мінімум, за два періоди. Один з таких періодів називається базисним, другий – поточним. *Базисний* – це період, з яким порівнюються досліджувані явища, *поточний* – період, що порівнюється. Так, в індексах динаміки базисним є показник попереднього періоду (моменту) часу, в індексах порівняння з нормативною базою – нормативний рівень, а в індексах порівняння (в просторі) базисним може бути показник, що належить до певної з територій. Якщо досліджуються дані за кілька періодів, то один з них (як правило, початковий) буде базисним, а решта – поточними, або звітними.

У теорії індексів показник, зміну якого характеризує індекс, називається *індексованою величиною*, а пов'язану з нею величину, що використовується як постійна, - *елімінованою величиною*, або *вагою*. Остання відіграє роль сумірника. Використання цих двох видів величин вважається особливістю індексного методу аналізу. При побудові статистичних індексів насамперед необхідно вирішити такі питання:

- який набір різнорідних елементів досліджуватиметься;
- які показники виступатимуть індексованими величинами;
- які величини виступатимуть сумірниками (вагами).

При цьому встановлюється, які з досліджуваних показників при побудові індексів будуть вважаються базисними, а які – поточними.

Стандартні позначення, що використовують при побудові індексів:

•Підписна нумерація – за її допомогою позначається період, до якого належать дані – показники базисного періоду мають у формулах підрядковий знак «0», а поточного «1»; якщо зміна явища вивчається не за два, а більше періодів, то кожний з них позначається відповідно «0», «1», «2», «3» тощо;

•Основні умовні позначення показників:

$x$ – рівень показника, який вивчається;

$x_0$ – рівень показника за базисний період;

$x_1$ – рівень цього ж показника за поточний період (якісний показник);

$w$ – статистична вага показника в ряду розподілу, або об'ємний показник;

$w_0$ і $w_1$ – теж за базисний та поточний періоди;

$i$ – індивідуальний індекс;

$I$ – зведений індекс.

Чисельне значення індексу ($i$) означає, що відповідний показник за досліджуваний період змінився в ($i$) разів, на $(i-1)\cdot 100\%$ [15].

## 3.2 Види і форми індексів

Серед багатьох видів індексів найбільш простими, елементарними індексами є індивідуальні індекси.

*Індивідуальні індекси* характеризують зміну в динаміці або відображають співвідношення в просторі якогось одного показника, наприклад, об'єм скидів певного виду шкідливої речовини або токсиканта. Використавши наведені умовні позначення, індивідуальні індекси можна визначити за формулами

$$i_x = \frac{x_1}{x_0} \text{ або } i_{xw} = \frac{x_1 w_1}{x_0 w_0}. \qquad (3.1)$$

При індексному вивченні динаміки індивідуальних явищ слід враховувати властиві цьому процесу закономірності, які виражені у вигляді певних взаємозв'язків між показниками. Кількісний вираз найбільш характерних з них можна подати таким чином:

•Індекси для кожного з періодів можуть визначатись за двома способами – базисним та ланцюговим, тобто:

- базисний спосіб

$$i_{x_1} = \frac{x_1}{x_0}, \quad i_{x_2} = \frac{x_2}{x_0}, \quad i_{x_3} = \frac{x_1}{x_0}, ..., i_{x_n} = \frac{x_n}{x_0}, \tag{3.2}$$

- ланцюговий спосіб

$$i_{x_1} = \frac{x_1}{x_0}, \quad i_{x_2} = \frac{x_2}{x_1}, \quad i_{x_3} = \frac{x_3}{x_2}, ..., i_{x_n} = \frac{x_n}{x_{n-1}}. \tag{3.3}$$

•Добуток ланцюгових індексів дорівнює кінцевому базисному, тобто

$$\frac{x_1}{x_0} \cdot \frac{x_2}{x_1} = \frac{x_2}{x_0}. \tag{3.4}$$

•Частка від ділення наступного базисного індексу на попередній дорівнює відповідному ланцюговому

$$\frac{x_2}{x_0} : \frac{x_1}{x_0} = \frac{x_2}{x_1}. \tag{3.5}$$

•Індивідуальні індекси, що характеризують зміну явищ, поєднаних між собою як співмножники, мають такий взаємозв’язок – добуток індексів співмножників дорівнює індексу добутку

$$i_x \cdot i_w = i_{xw}. \tag{3.6}$$

Такі індекси називаються співзалежними.

•Частка від ділення одиниці на індивідуальний індекс прямого показника дорівнює індивідуальному індексу, що характеризує зміну оберненого йому показника.

*Зведені індекси* – це співвідношення рівнів показника, до складу якого входять різнорідні елементи. Такими елементами є окремі сфери навколишнього середовища, окремі види природних ресурсів, окремі види забруднень середовища, тощо. Якщо сукупність, що вивчається, складається з декількох груп, то в цьому випадку можна визначити *зведені групові індекси* і зведений індекс по всій сукупності, тобто *загальний індекс*. Так, прикладом загального індексу може бути індекс динаміки забруднення повітря, води, земель, індекс ресурсного потенціалу, індекс еколого-ресурсного потенціалу тощо. Зведені індекси забруднення визначені для кожної із сфер, називаються *груповими.*

В аналітичній роботі зі статичними даними часто оперують різнорідними елементами. Наприклад, при аналізі сукупної зміни забруднювальних речовин за певний проміжок часу мають справу з їх різними видами. Об'єднання різних елементів в одну сукупність називається *агрегатуванням*, а об'єднана сукупність елементів – *агрегатом*. Для аналізу змін, що відбуваються в таких агрегатах, найкращим прийомом вважається розрахунок індексів.

За своєю формою загальні індекси поділяються на *агрегатні* і *середньозважені*. Вибір тієї або іншої форми залежить від мети дослідження та наявної інформації.

*Агрегатний індекс* вважається основою формою загального індексу. Він застосовується для вивчення складних суспільних явищ, які містять у собі різнойменні елементи. Особливу групу становлять *індекси середніх величин* (індекси змінного та фіксованого складу, індекс структурних зрушень).

*Загальні індекси* позначаються літерою $I$, а підрядкова позначка вказує на показник, зміну якого характеризує той або інший індекс. Методика побудови і розрахунку загального індексу більш складна. Для того щоб

розрахувати загальний індекс, необхідно подолати несумірність окремих елементів досліджуваної сукупності. Це досягається введенням в індекс сумірника (ваги). Побудова формули загального індексу – одне з головних питань теорії індексів.

Екологічні явища і показники, що їх характеризують, можуть бути *порівнянними*, якщо вони мають будь-яку спільну міру, і *непорівнянними*, *якісними* і *об'ємними*. Так показники забруднення атмосфери і показники забруднення гідросфери або літосфери непорівнянні і безпосередньо підсумовувати їх не можна. Непорівнянність зумовлюється тим, що окремі види забруднень мають різні одиниці вимірювання. В той же час різні види скидів у водне середовище є порівнянними і загальну кількість їх можна підсумувати. Тому перш ніж будувати той або інший загальний індекс, слід привести різні види забруднення до порівнянного виду. Це можна здійснити за допомогою таких коефіцієнтів – сумірників. Перемноживши об'єми скидів кожного виду на відповідний сумірник, можна дістати показники, які можна підсумувати, а отже, і порівняти їх у цілому по сукупності. Слід відзначити, що дія множення в цьому випадку дозволяє не лише вирішити проблему порівнянності, а й врахувати ваги сумірників у реальних екологічних процесах.

$$I_x = \frac{\sum x_1 w}{\sum x_0 w};\ I_x = \frac{\sum w_1 x_0}{\sum w_0 x_0};\ I_{xw} = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum x_0 w_0};\ I_x = \frac{\sum x_1}{\sum x_0};\ I_w = \frac{\sum w_1}{\sum w_0}. \quad (3.7)$$

Вище наведені формули загальних індексів різні в залежності від індексованої величини, яка в першому і другому випадках є непорівнянною, в останніх – порівнянною.

Одним з найважливіших положень побудови і застосування загальних індексів є класифікація факторів-співмножників. У кожному конкретному випадку слід визначити суть кожного з них. Серед двох факторів-співмножників виділяються *об'ємний (екстенсивний)* і *якісний (інтенсивний)*:

$x$ – це якісний показник,

$w$ – об’ємний показник.

Коли при побудові індексу необхідно один з факторів залишати незмінним (фіксованим), то слід дотримуватися правила, яке прийнято в статистичній практиці:

- якісні фактори-співмножники фіксуються на рівні базисного періоду,
- об’ємні – на рівні поточного.

Кожний із незмінних співмножників при побудові індексів відіграє різну роль. Якщо незмінним є об’ємний показник, то він виступає в ролі ваги, а якщо якісний – то в ролі сумірника.

Таке розмежування показників необхідне лише при побудові загальних індексів і саме тоді, коли індекс має характеризувати зміну певного складного явища за рахунок окремого фактору

$$I_{xw} = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum x_0 w_0}. \tag{3.8}$$

Цей загальний індекс характеризує зміну обох показників, вплив кожного з них можна виділити окремо за допомогою фіксації показника-ваги і в чисельнику і знаменнику на одному й тому самому рівні.

$$I_x = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum x_0 w_1} \text{ – індекс якісного показника;} \tag{3.9}$$

$$I_w = \frac{\sum w_1 x_0}{\sum w_0 x_0} \text{ – індекс об’ємного показника;} \tag{3.10}$$

$$I_{xw} = I_x \cdot I_w; \tag{3.11}$$

$$\frac{\sum x_1 w_1}{\sum x_0 w_0} = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum x_0 w_1} \cdot \frac{\sum w_1 x_0}{\sum w_0 x_0}. \qquad (3.12)$$

У кожному з названих загальних індексів один із співмножників є величина індексована, а другий – фіксована, що умовно залишається незмінною.

Побудова загальних індексів здійснюється за таким правилом:

- індексована величина у формулі індексу завжди стоїть на першому місці після позначки суми; за її назвою визначається назва індексу;
- індексована величина в чисельнику завжди фіксуються – на рівні поточного періоду, у знаменнику – базисного;
- в індексах динаміки якісних показників ваги фіксуються на рівні поточного періоду, вагою виступає такий абсолютний показник, в розрахунку на одиницю якого обчислювалася індексована величина;
- в індексах динаміки об'ємних показників – сумірники фіксуються на рівні базисного періоду.

Ця умова забезпечує можливість побудови системи співзалежних індексів.

Форма обчислення наведених трьох індексів називається *агрегатною.*

Таким чином, *агрегатним індексом* називається загальний індекс, одержаний зіставленням підсумків, які виражають величину складного показника у звітному та базисному періодах, за допомогою сумірників (незмінних). Сам спосіб обчислення загального індексу називається *агрегатним*. Порівнювані суми агрегатному індексі відрізняються між собою за індексованими величинами; сумірники тут незмінні.

Такі індекси дають змогу дати порівняльну характеристику рівнів складного явища, до якого входить ряд різнорідних елементів. Це узагальнюючі показники, за допомогою яких можна охарактеризувати динаміку того чи іншого складного суспільно-економічного явища.

Індекси, що мають значення більше за одиницю, свідчать про зростання

показника відносно базисного періоду. Індекси, що мають значення менше за одиницю, свідчать про зниження показника в поточному році відносно базисного періоду.

Агрегатна форма індексів дозволяє розв'язати низку конкретних завдань екологічного аналізу. Зміст чисельника і знаменника будь-якого з таких індексів не спричиняє щонайменших труднощів, а тому чітким і беззаперечним є і зміст самого індексу. Проте в окремих випадках неможливо вивчити динаміку складного екологічного явища на основі безпосередньо цієї форми індексу. Тому виникає потреба у використанні інших форм зведених індексів – найчастіше *арифметичного* або *гармонійного*. Вибір тієї або іншої форми індексу залежить від мети, з якою він визначається, і вихідних даних. Так, якщо треба охарактеризувати зміну об'ємного показника в середньому по сукупності різнорідних елементів, використовується *середній арифметичний зважений індекс*:

$$I_w = \frac{\sum i_w x_0 w_0}{\sum x_0 w_0}, \tag{3.13}$$

де $i_w$ – індивідуальний індекс;

$x_0 w_0$ – ваги.

Легко довести, що цей індекс тотожний зведеному агрегатному індексу. Так, якщо змінити $i_w$ у чисельнику на співвідношення $\frac{w_1}{w_0}$, то

$$I_w = \frac{\sum \frac{w_1}{w_0} x_0 w_0}{\sum x_0 w_0} = \frac{\sum w_1 x_0}{\sum w_0 x_0}. \tag{3.14}$$

Середньозважений зведений індекс якісного показника обчислюється за формулою середнього гармонійного індексу

$$I_x = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum \frac{x_1 w_1}{i_x}}, \tag{3.15}$$

де $i_x$ – індивідуальний або груповий індекс показника;

$x_1 w_1$ – ваги.

Тотожність цієї форми індексу агрегатній також можна довести, якщо замість $i_x$ у знаменнику підставити співвідношення $\frac{x_1}{x_0}$, тобто

$$I_x = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum x_1 w_1 : \frac{x_1}{x_0}} = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum x_0 w_1}. \tag{3.16}$$

При вивченні складних суспільних явищ більш ніж за два періоди застосовують ряди індексів за ланцюговою і базисною системами. Вибір системи залежить від мети дослідження. При побудові таких індексів виникає проблема вибору ваги або вимірника індексів, оскільки вони можуть постійними, тобто фіксованими на рівні якогось одного періоду, і змінними, тобто змінюватися від одного періоду до іншого. Найчастіше при вирішенні цього питання дотримуються такого правила: індекси інтенсивних (якісних) показників визначають зі змінною вагою, а індекси екстенсивних (кількісних) показників – із постійними вимірниками.

Якщо позначити послідовність періодів відповідно символами «0», «1», «2», «3», то можна побудувати такі індексні ряди:

- якісного показника (базисні) зі змінною вагою

$$I'_x = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum x_0 w_1};\ I''_x = \frac{\sum x_2 w_2}{\sum x_0 w_2};\ I'''_x = \frac{\sum x_3 w_3}{\sum x_0 w_3}; \tag{3.17}$$

- об’ємного показника (ланцюгові) з постійними вимірниками

$$I'_w = \frac{\sum w_1 x_0}{\sum w_0 x_0};\ I''_w = \frac{\sum w_2 x_0}{\sum w_1 x_0};\ I'''_w = \frac{\sum w_3 x_0}{\sum w_2 x_0}. \quad (3.18)$$

При обчисленні зведених індексів з постійною вагою (або вимірниками) діють згадані вище взаємозв’язки між індивідуальними індексами. На зведені індекси зі змінною вагою або вимірниками ці правила не поширюються.

В табл. 3.1 наведено значення індивідуальних та загальних індексів використання свіжої води на побутово-питні потреби.

Таблиця 3.1 – Індекси використання свіжої води на побутово-питні потреби населення Одеської області

| Роки | Об’єми $x_i$, млн. м$^3$ | Чисельність населення $w_i$, тис. чол. | Індивідуальні індекси | | Загальні індекси $I_{xw}$, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | об’ємів використання $i_x$, % | кількості населення $i_w$, % | |
| 1995 | 207 | 2606,5 | | | |
| 2000 | 213 | 2510,4 | 102,9 | 96,3 | 99,1 |
| 2001 | 200 | 2488,6 | 96,6 | 95,5 | 92,2 |
| 2002 | 189 | 2469,0 | 91,3 | 94,7 | 86,5 |
| 2003 | 147 | 2448,2 | 71,0 | 93,9 | 66,7 |
| 2004 | 145 | 2430,0 | 70,0 | 93,2 | 65,3 |
| 2005 | 135 | 2415,7 | 65,2 | 92,7 | 60,4 |
| 2006 | 132 | 2402,2 | 63,8 | 92,2 | 58,8 |
| 2007 | 131 | 2395,5 | 63,3 | 91,9 | 58,2 |
| 2008 | 124 | 2394,7 | 59,9 | 91,9 | 55,0 |
| 2009 | 122 | 2392,2 | 58,9 | 91,8 | 54,1 |
| 2010 | 119 | 2391,0 | 57,5 | 91,7 | 52,7 |
| 2011 | 117 | 2388,7 | 56,5 | 91,6 | 51,8 |
| 2012 | 116 | 2388,3 | 56,0 | 91,6 | 51,3 |
| | | | $I_x = 70{,}5$ | $I_w = 0{,}12$ | $I_{xw} = 8{,}52$ |

Аналізуючи результати наведені в табл. 3.1, слід відзначити, що індивідуальні індекси об’ємів використання свіжої води в Одеській області характеризуються значеннями меншими за одиницю в усіх поточних роках, окрім 2000 р., відносно базисного періоду, яким обрано 1995 р. Це означає, що у 2000 р. відносно 1995 р. спостерігалося збільшення використання свіжої води на побутово-питні потреби на 2,9%. Тоді, як впродовж періоду 2001-2012 рр. відбулося значне зменшення використання свіжої води, що в 2012 р. досягло свого максимального значення і становило 44%. Індивідуальні індекси чисельності населення також є меншими за одиницю, що свідчить про зменшення кількості населення Одеської області, яке в 2012 р. у порівнянні з базовим 1995 р. досягло 8,4%.

На рис. 3.1 наведено динаміку індексів об’ємів користування свіжою водою на побутово-питні потреби населення в Одеській області та кількості населення Одеської області із змінними та постійними вагами.

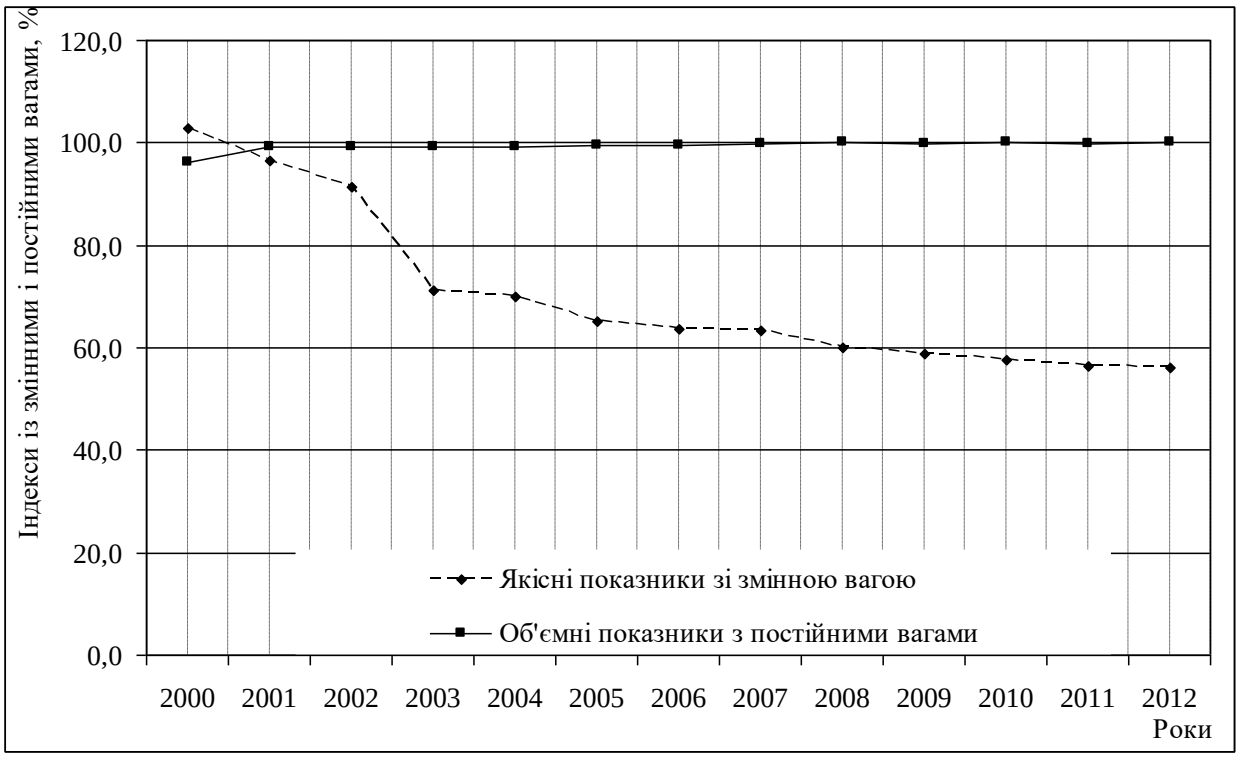


Рисунок 3.1 – Динаміка якісних та об’ємних показників зі змінними та постійними вимірниками для показників водокористування

Значення зведених індексів свідчать про те, що середні об’єми використання свіжої води на побутово-питні потреби населення в Одеській області зменшилися на 29,5%, тоді як загальні об’єми використання свіжої води населенням області зменшилися на 91,5%. Таким чином, загальні об’єми використання свіжої води знизилися більше за середні об’єми використання за рахунок зниження чисельності населення.

В табл. 3.2 наведено значення індивідуальних та загальних індексів скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об’єкти.

Таблиця 3.2 – Індекси скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об’єкти Одеської області

| Роки | Об’єми $x_i$, млн. м$^3$ | Чисельність населення $w_i$, тис. чол. | Індивідуальні індекси | | Загальні індекси $I_{xw}$, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | об’ємів скидання $i_x$, % | кількості населення $i_w$, % | |
| 1995 | 264 | 2606,5 | | | |
| 2000 | 238 | 2510,4 | 90,2 | 96,3 | 86,8 |
| 2001 | 150 | 2488,6 | 56,8 | 95,5 | 54,2 |
| 2002 | 132 | 2469,0 | 50,0 | 94,7 | 47,4 |
| 2003 | 210 | 2448,2 | 79,5 | 93,9 | 74,7 |
| 2004 | 206 | 2430,0 | 78,0 | 93,2 | 72,7 |
| 2005 | 198 | 2415,7 | 75,0 | 92,7 | 69,5 |
| 2006 | 183 | 2402,2 | 69,3 | 92,2 | 63,9 |
| 2007 | 191 | 2395,5 | 72,3 | 91,9 | 66,5 |
| 2008 | 188 | 2394,7 | 71,2 | 91,9 | 65,4 |
| 2009 | 135 | 2392,2 | 51,1 | 91,8 | 46,9 |
| 2010 | 145 | 2391,0 | 54,9 | 91,7 | 50,4 |
| 2011 | 117 | 2388,7 | 44,3 | 91,6 | 40,6 |
| 2012 | 103 | 2388,3 | 39,0 | 91,6 | 35,7 |
| | | | $I_x = 64{,}1$ | $I_w = 0{,}12$ | $I_{xw} = 7{,}75$ |

Аналізуючи результати наведені в табл. 3.2, слід відзначити, що індивідуальні індекси об’ємів скидання забруднених зворотних вод у

поверхневі водні об’єкти підприємствами Одеської області характеризуються значеннями меншими за одиницю в усіх поточних роках відносно базисного періоду, яким також обрано 1995 р. Це означає, що у кожному з розглядуваних років відносно 1995 р. спостерігалося зменшення скидання забруднених зворотних вод одночасно із зниженням чисельності населення, причому, найзначніший скачок від 90,2% до 56,8% (на 33,4%) відбувся у 2001 р. У порівнянні з 1995 р. станом на 2012 р. зменшення досягло 61,0%.

На рис. 3.2 наведено динаміку індексів об’ємів скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об’єкти підприємствами Одеської області та кількості населення Одеської області із змінними та постійними вагами.

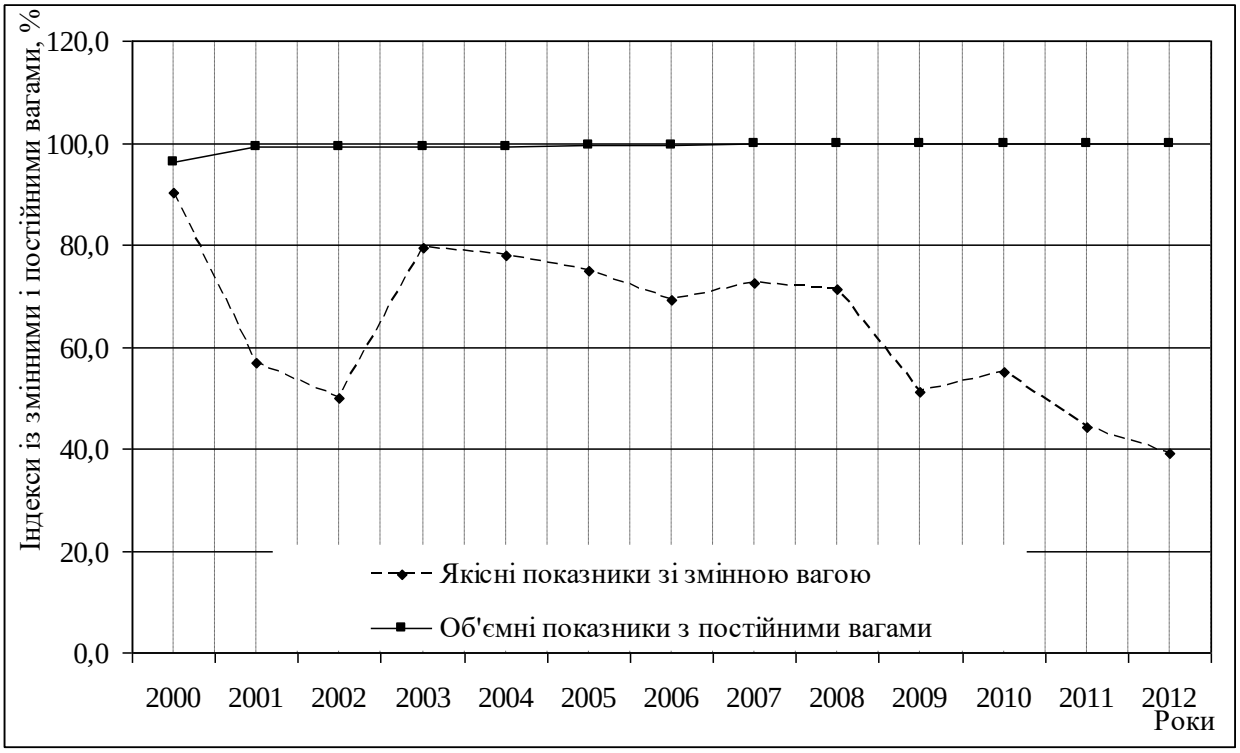


Рисунок 3.2 – Динаміка якісних та об’ємних показників зі змінними та постійними вимірниками для показників водовідведення

Значення зведених індексів свідчать про те, що середні об’єми скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об’єкти зменшилися на 35,9%, тоді як загальні об’єми скидання забруднених зворотних вод зменшилися на

92,2%. Таким чином, загальні об’єми скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об’єкти комунальними підприємствами Одеської області знизилися більше за середні об’єми використання за рахунок зниження чисельності населення.

Дані про чисельність наявного населення взяті з інтернет-ресурсу Головного управління статистики в Одеській області.

При вивченні явищ суспільного життя в статистиці широко застосовують метод порівняння показників у розрізі окремих країн, економічних районів, міст, підприємств тощо. Узагальнюючі показники, тобто відносні величини, що дають порівняльну характеристику в розрізі територій і об’єктів – це і є *територіальні індекси*. Що стосується визначення індивідуальних територіальних індексів, то ніяких проблем не виникає, оскільки мова йде в цьому випадку про звичайні величини порівняння.

При побудові загальних територіальних індексів виникає питання вибору бази порівняння і району (об’єкта), на рівні якого слід зафіксувати вагу індексу. У кожному конкретному випадку воно вирішується, виходячи з мети самого дослідження.

Порівняння показників можна здійснювати або по двох територіях (об’єктах), або по колу територій (об’єктів). У першому випадку базою може бути показник будь-якої з територій, а в другому – база порівняння повинна бути екологічно обґрунтованою. Так, якщо порівнюється, наприклад, скидання по колу однотипних підприємств з приблизно однаковими техніко-економічними умовами виробництва, то цілком очевидно, що за базу порівняння слід взяти підприємство, яке має найнижчий рівень скидів.

При побудові територіальних індексів якісних показників вагами можуть бути:

- об’ємний показник, що належить до території, на якій якісний показник є більш характерним;
- середня величина якісного показника по сукупності одиниць

порівнюваних територій;

- об’ємний показник, взятий за стандарт.

При побудові територіальних індексів об’ємних показників вимірником може виступати середній рівень якісного показника:

- по території, за якою здійснюється порівняння;

- встановлений для території, взятої за стандарт.

Саме стандартні показники найчастіше використовуються в якості ваги та сумірнику при побудові територіальних індексів [15].

## 3.3 Системи співзалежних індексів і визначення впливу окремих факторів

Для визначення кількісної оцінки впливу окремих чинників на результуючий показник використовуються *мультиплікативні індексні моделі*, за допомогою яких індекс узагальнюючого показника розкладається на добуток двох або більше індексів. Прикладом такої моделі можна служити розкладання індексу скидання забруднювальних речовин в поверхневі водні об’єкти на добуток двох індексів – індексу середніх скидів підприємств та індексу кількість підприємств, що здійснюють скидання у водні об’єкти.

Співмножники в подібних випадках виступають як факторні показники, від величини яких функціонально залежить результат. Так, зміна загальних скидів у водні об’єкти є результатом зміни або середніх скидів, або кількості підприємств, де є скидання, або того чи іншого.

У зв’язку з цим при аналізі динаміки екологічних явищ виникає необхідність визначення ролі окремих факторів у зміні результативного показника, що має досить істотне практичне значення. Так, з екологічної точки зору, не байдуже, за рахунок чого збільшились або зменшились загальні скидання стічних вод. Зростання середніх скидів кожним підприємством, тобто якісного фактору, або збільшення кількості

підприємств, де є скидання, тобто об'ємного.

Оцінка може бути здійснена як у відносному, так і абсолютному вираженні. Оцінити вплив кожного з факторів означає обчислити індекси факторних показників відповідної системи співзалежних індексів. У загальному вигляді всі двохфакторні зведені індекси поєднані таким чином, як це показано у формулах (3.11) та (3.12).

Визначення абсолютного приросту результативного показника за рахунок зміни кожного фактору також здійснюється при побудові системи індексів. Якщо йдеться про один вид скидів, то використовується система індивідуальних індексів. При цьому слід будувати індекси з урахуванням специфіки індексного методу, яка полягає у зважуванні і фіксуванні ваги. Абсолютні прирости за рахунок окремих факторів обчислюються як різниці між чисельником і знаменником відповідних факторних індексів. Так, загальний абсолютний приріст

$$\Delta_{xw} = x_1 w_1 - x_0 w_0, \tag{3.19}$$

який можна розкласти за факторами

$$\Delta_x = x_1 w_1 - x_0 w_1 = w_1 (x_1 - x_0); \tag{3.20}$$

$$\Delta_w = x_0 w_1 - x_0 w_0 = x_1 (w_1 - w_0). \tag{3.21}$$

Очевидно, що при такому методі розкладання абсолютного приросту за факторами $\Delta_{xw}$ буде дорівнювати $\Delta_x + \Delta_w$.

Цей метод називається *методом ланцюгових підстановок*. Відносно індивідуальних індексів за умови, що результативний показник, поданий як добуток двох факторів – співмножників, можна зробити такий висновок:

- абсолютний приріст результативного показника за рахунок об'ємного фактору $w$ дорівнює приросту цього фактору, помноженому на базисний

рівень якісного фактору $x_0$;

- приріст за рахунок якісного фактору $x$ дорівнює приросту самого якісного фактору, помноженому на рівень об'ємного фактору в звітному періоді $w_1$.

За даними попередніх розрахунків в табл. 3.3 визначені зміни загального об'єму використання свіжої води для побутово-питних потреб та скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти Одеської області методом ланцюгових підстановок.

Таблиця 3.3 – Загальний абсолютний приріст об'ємів використання свіжої води для побутово-питних потреб та скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти Одеської області

| Роки | Об'єми використання, млн. м$^3$ | | | Об'єми скидання, млн. м$^3$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\Delta_x$ | $\Delta_w$ | $\Delta_{xw}$ | $\Delta_x$ | $\Delta_w$ | $\Delta_{xw}$ |
| 1995 | | | | | | |
| 2000 | 15062 | -19893 | -4830 | -65270 | -25370 | -90641 |
| 2001 | -17420 | -24405 | -41826 | -283700 | -31126 | -314826 |
| 2002 | -44442 | -28463 | -72905 | -325908 | -36300 | -362208 |
| 2003 | -146892 | -32768 | -179660 | -132203 | -41791 | -173994 |
| 2004 | -150660 | -36536 | -187196 | -140940 | -46596 | -187536 |
| 2005 | -173930 | -39496 | -213426 | -159436 | -50371 | -209807 |
| 2006 | -180165 | -42290 | -222455 | -194578 | -53935 | -248513 |
| 2007 | -182058 | -43677 | -225735 | -174872 | -55704 | -230576 |
| 2008 | -198760 | -43843 | -242603 | -181997 | -55915 | -237912 |
| 2009 | -203337 | -44360 | -247697 | -308594 | -56575 | -365169 |
| 2010 | -210408 | -44609 | -255017 | -284529 | -56892 | -341421 |
| 2011 | -214983 | -45085 | -260068 | -351139 | -57499 | -408638 |
| 2012 | -217335 | -45167 | -262503 | -384516 | -57605 | -442121 |

Результати, одержані в табл. 3.3, свідчать про те, що загальні об'єми використання свіжої води та скидання зворотних вод впродовж досліджуваного періоду станом на 2012 р. зменшилися на 217335 млн. м$^3$ та 384516 млн. м$^3$ відповідно. Знову слід відзначити, що це зменшення

відбулося як за рахунок зниження середніх об’ємів використання свіжої води та скидання зворотних вод, так і за рахунок скорочення населення. Врахування сумарного впливу цих двох факторів, демонструє стійке зниження загальних об’ємів використання свіжої води на побутово-питні потреби з 4830 млн. м$^3$ у 2000 р. до 262503 млн. м$^3$ у 2012 р. та зниження загальних об’ємів скидання забруднених зворотних вод з 90641 млн. м$^3$ у 2000 р. до 442121 млн. м$^3$ у 2012 р. відносно 1995 р.

Для більшої наочності одержаних результатів в дипломному проекті побудовано рис. 3.3 та 3.4, на яких зображено величини загального абсолютного приросту об’ємів використання свіжої води для побутово-питних потреб та скидання зворотних вод у поверхневі водні об’єкти Одеської області.

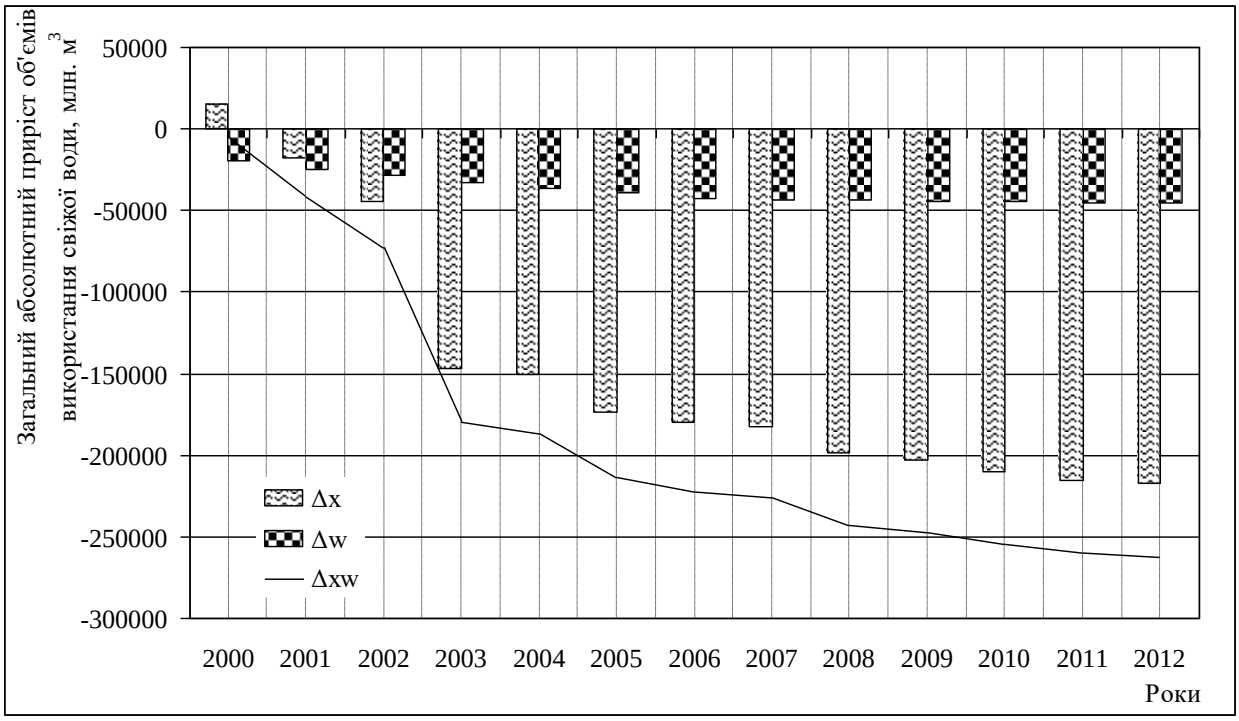


Рисунок 3.3 – Загальний абсолютний приріст об’ємів використання свіжої води на побутово-питні потреби населення Одеської області

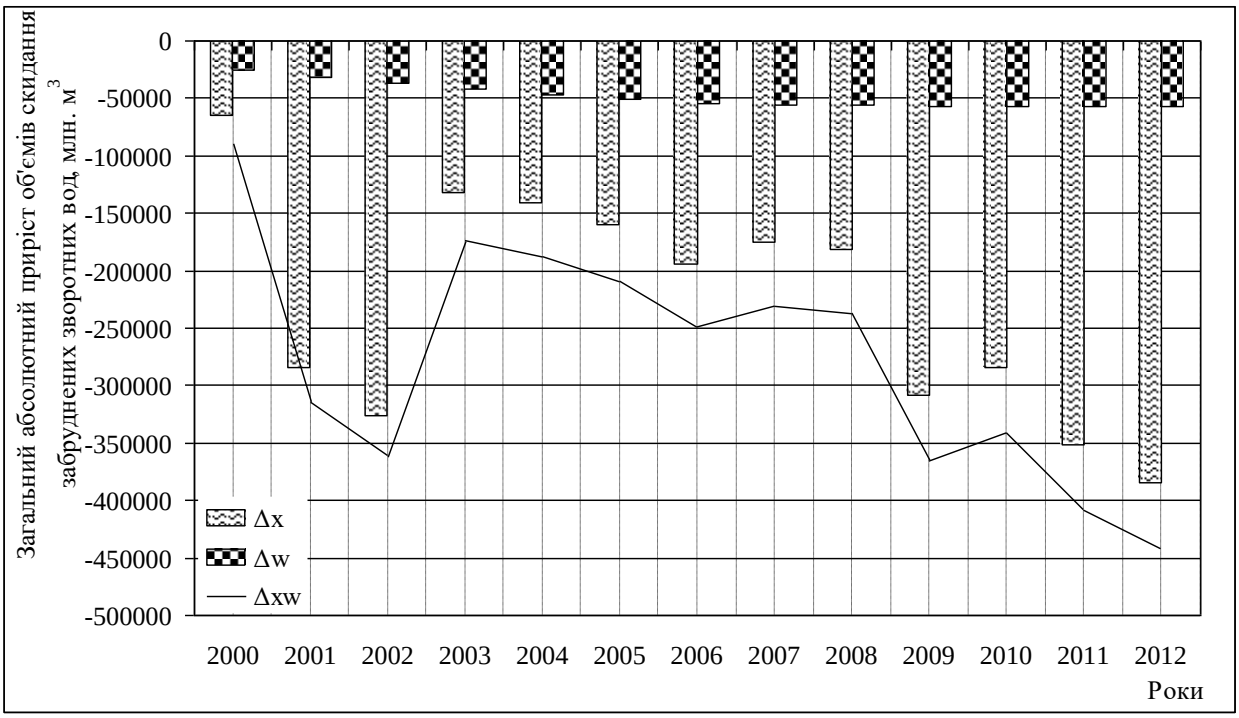


Рисунок 3.3 – Загальний абсолютний приріст об'ємів скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти Одеської області

Розкладання абсолютного приросту за факторами на основі зведених індексів здійснюється аналогічно індивідуальним індексам. Різниця між чисельником і знаменником відповідних індексів із позначною «+» означає абсолютний приріст, а із позначкою «-» – абсолютне зниження (зменшення). Для системи співзалежних двох факторних зведених індексів у загальному вигляді розкладання абсолютного приросту можна записати таким чином

$$\Delta_{xw} = \sum x_1 w_1 - \sum x_0 w_0 \,. \qquad (3.22)$$

Нерідко в аналізі динаміки складних явищ виникає потреба розкласти абсолютний приріст на складові частини, що зумовлені трьома і більше факторами. Принципи, на яких базується цей метод, такі самі.

$$I = \frac{\sum\sum a_1 b_1 c_1}{\sum\sum a_0 b_0 c_0} = \frac{\sum\sum a_1 b_0 c_0}{\sum\sum a_0 b_0 c_0} \cdot \frac{\sum\sum a_1 b_1 c_0}{\sum\sum a_1 b_0 c_0} \cdot \frac{\sum\sum a_1 b_1 c_1}{\sum\sum a_1 b_1 c_0} = I_a \cdot I_b \cdot I_c . \quad (3.23)$$

У багатофакторній індексній моделі кожен чинник вважається незалежним, тобто його вплив означається лише на результуючому показнику [15].

## 3.4 Використання індексного методу для аналізу динаміки водокористування та водовідведення

В екологічному аналізі нерідко доводиться порівнювати такі якісні показники, як середні викиди забруднюючих речовин в атмосферу, у водойми, ґрунт. В цьому випадку йдеться про середні, що обчислені, по-перше, на основі групових середніх, по-друге, по однойменним скиданням, фізичний обсяг яких можна підсумувати. Так, в області рівень різних якісних показників, що функціонально пов'язані з фізичним об'ємом скидів в окремих районах, буває неоднаковий.

Середній рівень використання та скидання буде залежати як від використання та скидання , так і від чисельності населення у загальній їх кількості по області. Розрахунок середнього багаторічного об'ємів використання та скидання по відношенню до базисного і поточного періодів можна здійснити за такими формулами

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x_0 w_0}{\sum w_0}; \ \bar{x}_1 = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum w_1}, \quad (3.24)$$

де $x_0$ і $x_1$ – середні об'єми використання свіжої води для побутово-питних потреб та скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти в базисному і поточному періодах;

$\bar{x}_0$ і $\bar{x}_1$ – середні багаторічні об'єми використання свіжої води для побутово-питних потреб та скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти в базисному і поточному періодах;

$w_0$ і $w_1$ – кількість населення в базисний і поточний періоди.

Отже, зміна середнього багаторічного рівня якісного показника зумовлена впливом тих факторів, від яких залежить сама середня.

Аналіз динаміки середнього рівня здійснюється на основі побудови системи співзалежних індексів. Індекс, що характеризує зміну середнього багаторічного якісного показника за рахунок зміни всіх факторів в цілому, дорівнює добутку індексів-співмножників, кожний з яких характеризує зміну лише одного фактору і тим самим вплив цієї зміни на динаміку середньої багаторічної.

Відношення середніх багаторічних рівнів якісного показника за поточний і базисний періоди являє собою *індекс змінного складу*

$$I_{з.с.} = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum w_1} : \frac{\sum x_0 w_0}{\sum w_0}, \qquad (3.25)$$

де $x_1, x_0$ – рівні осередненого показника;

$w_1, w_0$ – частота (ваги) якісного показника.

Величина цього індексу залежить від двох факторів: зміни як самого осередненого показника, так і співвідношення частот, тобто структурних зрушень.

Визначити зміну середнього багаторічного рівня якісного показника за рахунок першого фактору дозволяє індекс фіксованого складу, а за рахунок другого – індекс структурних зрушень. Так, формула *індексу фіксованого складу* має вигляд

$$I_{ф.с.} = \frac{\sum x_1 w_1}{\sum w_1} : \frac{\sum x_0 w_1}{\sum w_1}. \quad (3.26)$$

У цьому індексі структура сукупності фіксується, що й дає змогу проаналізувати зміну середньої багаторічної величини лише за рахунок зміни рівнів інтенсивного показника. *Індекс структурних зрушень* визначається за формулою

$$I_{с.з.} = \frac{\sum x_0 w_1}{\sum w_1} : \frac{\sum x_0 w_0}{\sum w_0}. \quad (3.27)$$

У цьому індексі фіксується на рівні базисного періоду якісний показник, і таким чином, визначається зміна середньої багаторічної величини за рахунок структурних зрушень.

Між індексами середніх величин існує такий взаємозв'язок:

$$I_{з.с.} = I_{ф.с.} \cdot I_{с.з.} \quad (3.28)$$

Кожен з індексів-співмножників оцінює ступінь впливу відповідного фактору на середній багаторічний рівень інтенсивного показника [15].

Перелічені вище індекси розраховані та наведені в табл. 3.4.

Підсумовуючи одержані в табл. 3.4 результати, можна зробити висновок про те, що середні багаторічні значення об'ємів використання свіжої води на побутово-питні потреби та об'ємів скидання забруднених зворотних вод знизилися на 29,5% та 35,9%, що є результатом зміни двох факторів: по-перше, знизилися середні об'єми використання та скидання вод в кожному з досліджуваних років, по-друге, відбулося скорочення чисельності населення Одеської області. За рахунок зміни середніх багаторічних значень об'ємів використання та скидання вод середні об'єми використання свіжої води та скидання забруднених зворотних вод за багаторіччя знизилися також на

29,5% та 35,9%. Одержані значення індексів структурних зрушень є свідченням того, що зміна структури сукупності досліджуваних показників залишилася незмінною.

Таблиця 3.4 – Індекси середніх багаторічних об’ємів використання свіжої води для побутово-питних потреб та скидання зворотних вод у поверхневі водні об’єкти Одеської області

| Показники | Середній багаторічний об’єм використання $\bar{x}_0$ в базисному періоді, млн. м$^3$ | Середній багаторічний об’єм скидання $\bar{x}_1$ в поточному періоді, млн. м$^3$ | Індекс змінного складу $I_{з.с.}$, % | Індекс фіксованого складу $I_{ф.с.}$, % | Індекс структурних зрушень $I_{с.з.}$, % |
|---|---|---|---|---|---|
| Об’єми використання, млн. м$^3$ | 207 | 145 | 70,5 | 70,5 | 100 |
| Об’єми скидання, млн. м$^3$ | 264 | 169 | 64,1 | 64,1 | 100 |

# ВИСНОВКИ

Резюмуючи одержані результати можна відзначити наступне:

1) В динаміці загального забору води в Одеській області спостерігаються деякі нерівномірності, за період з 1990 по 2012 рр. спостерігається суттєве зменшення забору води з природних водних об'єктів (загальний забір води у 2012 році становив 48,6% забору води у 1990 р.).

2) Динаміка загального водовідведення в Одеській області характеризується несуттєвою зміною, за період з 1990 р. по 2012 р. загальне водовідведення зменшилося на 57,7%.

3) За період 2000-2012 рр. використання свіжої води в Одеській області становить 67,5%, скидання забруднених зворотних вод у багаторічному розрізі становить 32,5%.

4) Показники зміни динамічних рядів об'ємів водозабору та водовідведення відносно 1990 р. станом на 2012 р. встановлені такими:

- значення середнього абсолютного приросту для об'ємів водозабору – 102,7 млн. $м^3$, для об'ємів водовідведення – 26,5 млн. $м^3$;
- величини середніх швидкостей зміни досліджуваних явищ становили – 0,933 для об'ємів водозабору, 0,912 – для об'ємів водвідведення;
- середні темпи зміни для об'ємів водозабору та водовідведення відносно 1990 р. станом на 2012 р. дорівнювали 93,3% та 91,2% відповідно;
- середні темпи приросту для об'ємів водозабору досягли -6,7%, для об'ємів водовідведення – -8,8%.

5) Для встановлення тенденції у темпах водозабору та водовідведення було використано три основних способи згладжування даних, серед яких найбільш точним опинився спосіб аналітичного вирівнювання даних за допомогою поліному 3-го порядку, який продемонстрував високу сталість ряду (85% та 95,1%) та низьку середню відносну похибку (13% та 3,90%).

6) Використання способу найменших квадратів та середнього абсолютного приросту для прогнозування об’ємів водозабору та водовідведення виявилося неможливим через появу від’ємних значень, тому в якості більш надійного прогнозного способу рекомендується використання середнього коефіцієнту зміни за умови зберігання його стабільності.

7) Індивідуальні індекси об’ємів використання свіжої води, скидання забруднених зворотних води та чисельності населення в Одеській області характеризуються значеннями меншими за одиницю практично в усіх поточних роках відносно 1995 р. (зменшення використання свіжої води, об’ємів скидання забруднених вод та численності населення досягало свого максимального значення в 2012 р. і становило 44%, 61% та 8,4%).

8) Значення зведених індексів свідчать про те, що загальні об’єми використання свіжої води та скидання забруднених зворотних вод населенням області знизилися більше за середні об’єми використання (91,5% та 92,2%) за рахунок зниження чисельності населення.

9) Результати розкладання значень абсолютного приросту за факторами свідчать про зменшення загальних об’ємів використання свіжої води та скидання зворотних вод на 217335 млн. $м^3$ та 384516 млн. $м^3$ за рахунок зниження середніх об’ємів використання свіжої води і скидання зворотних вод та за рахунок скорочення населення.

10) Сумарний впливу вищеперелічених двох факторів, демонструє стійке зниження загальних об’ємів використання свіжої води на побутово-питні потреби та скидання забруднених зворотних вод з 4830 (90641) млн. $м^3$ у 2000 р. до 262503 (442121) млн. $м^3$ у 2012 р.

11) Середні багаторічні значення об’ємів використання свіжої води на побутово-питні потреби та скидання забруднених зворотних вод знизилися на 29,5% та 35,9%, що є результатом зміни перелічених вище двох факторів, при чому за рахунок першого фактору зниження відбулося на 29,5% та 35,9% відповідно.

# ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бобровський А.Л. Екологія поверхневих вод: у 2 книгах. Кн. 1: Гідроекосистеми: основні поняття і принципи: Підручник. – Рівне, 2005. – 319 с.

2. Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. – К.: Вища школа, 1995. – 307 с.

3. Довкілля України. Статистичний збірник Державної служби статистики України. / Під ред. Н.С. Власенко. – Київ: Держаналітінформ, 2012. – 195 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ukrstat.org. – Назва з екрана.

4. Екологічний паспорт. Одеська область. – Одеса, 2012. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.menr.gov.ua. – Назва з екрана.

5. Игошин Н.И. Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоемов. Гидроэкологические аспекты: Учебное пособие. – Харьков: Бурун Книга, 2009. – 240 с.

6. Ігошин М.І. Математичні методи і моделювання у фізичній географії: Підручник. Практикум. – Одеса: Астропринт, 2005. – 464 с.

7. Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л. Гідрогеологія України: Навчальний посібник. – Київ: Фірма «ІНКОС», 2009. – 614 с.

8. Коротун І.М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні ресурси України: Навчальний посібник. – Рівне, 2000. – 192 с.

9. Никаноров А.М. Гидрохимия: Учебник. – СПб: Гидрометеоиздат, 2001. – 444 с.

10. Никаноров А.М., Иваник В.М., Пирумова Е.И. Тенденция многолетних изменений солевого состава воды р. Дон в нижнем течении // Метеорология и гидрология. – 2004. - №11. – С. 83-89.

11. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник: Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. – К.: «Ніка-Центр», 2008. – 656 с.

12. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий

посібник. – К.: «Ніка-Центр», 2006. – 320 с.

13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області в 2013 році. – Одеса, 2013. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.menr.gov.ua. – Назва з екрана.

14. Розенберг Г.С., Шитиков В.К., Брусиловский П.М. Экологическое прогнозирование (Функциональные предикторы временных рядов). – Тольятти, 1994. – 182 с.

15. Тарасова В.В. Екологічна статистика (з блочно-модульною формо контролю знань). Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.

16. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 312 с.

17. Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідниковий посібник. – Одеса: Астропринт, 2003. – 392 с.

18. Anand, S. Human resourses and the general statistics: cross-country econometric study // Lancet; 10/30/2004, Vol.364 Issue 9445.

19. Bebbington, Anthony Social capital and development ecological study 1: progress, prognosis, debate // Progress in Development Ecological studies; October . 2004, Vol.4 Issue 4.