



Определение выбросов парниковых газов в секторе «Отходы» Национального кадастра антропогенных выбросов парниковых газов в Украине за 1990–2010 гг.

Матвеев Ю. Б., Кучерук П. П., Куцый Д. В.

Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины, Киев

Березницкая М. А.,

Фонд целевых экологических (зеленых) инвестиций, Киев

9-я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«СОТРУДНИЧЕСТВО ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ»,
28–29 марта 2012 г., Харьков, Украина

Відділ теплофізичних проблем біоенергетики ІТТФ НАН України

Заснований в 2003 р. В 2012 р. штат складає 30 чол., в.т.ч. 7 к.т.н. та 1 член-кор., д.т.н.

Шість напрямків роботи відділу ТПБ ІТТФ НАН України

Загальні питання біоенергетики

Спалювання біомаси

Біогазові технології

Проектні роботи

Енерго-ефективність

Механізми Кіотського протоколу

Основні види робіт:

Науково-дослідні роботи

Організація та проведення профільних конференцій, семінарів та учбових курсів

Оцінка потенціалу різних видів біомаси та біогазу

Консультації по технологіям отримання енергії з біомаси

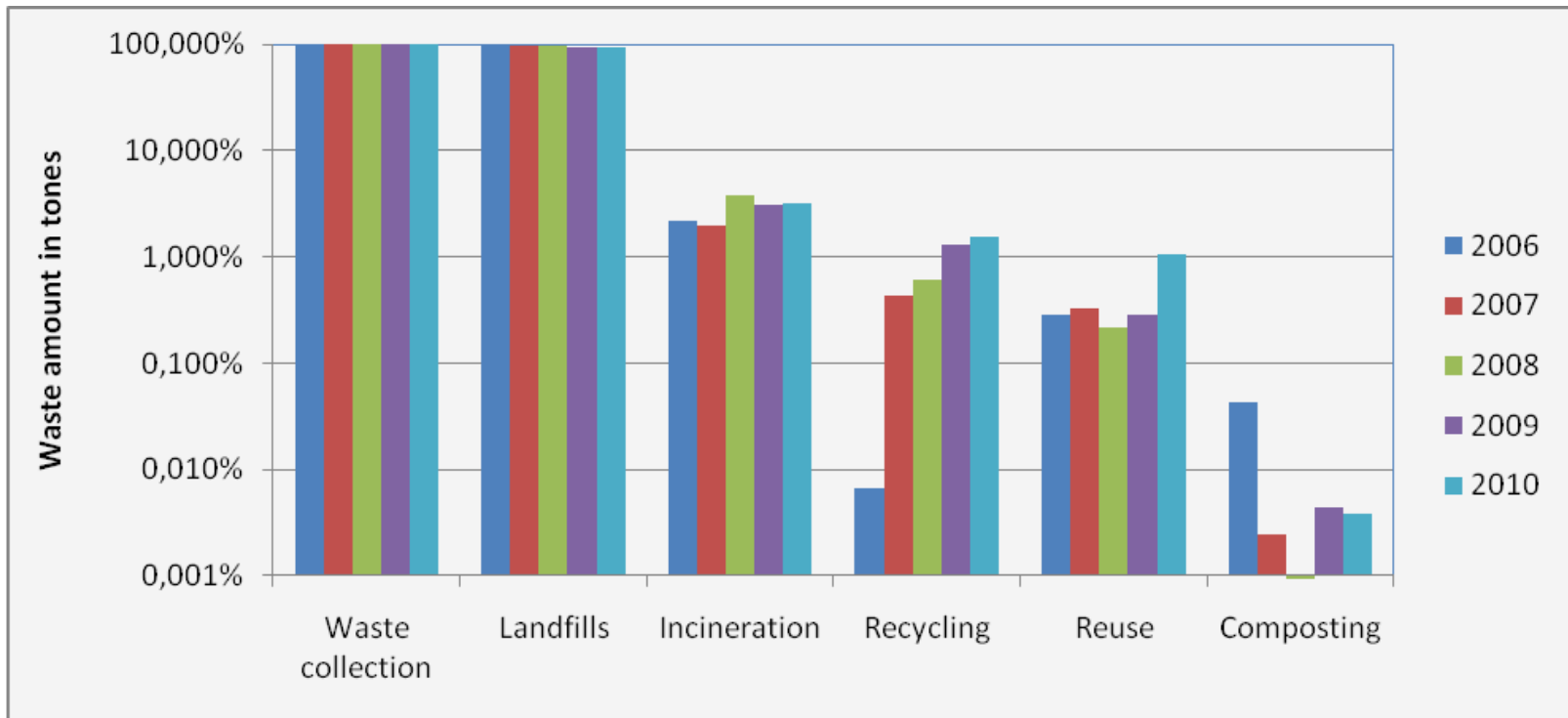
Приклади проектів за держзамовленням:

Назва роботи	Період виконання
Розробка та дослідження технологій сумісного анаеробного зброджування відходів тваринництва і рослинництва України	2007-2009 рр.
Когенераційні технології використання біогазу для виробництва електричної та теплової енергії	2007-2009 рр.
Дослідження та оптимізація технології сумісного зброджування гнойових відходів тварин з рослинними ко-субстратами	2010-2012 рр.
Дослідження та розробка технологічних схем збору та енергетичної утилізації біогазу на полігонах твердих побутових відходів	2010-2012 рр.

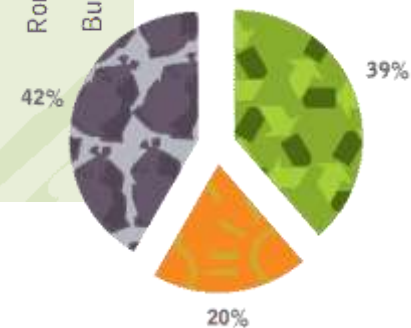
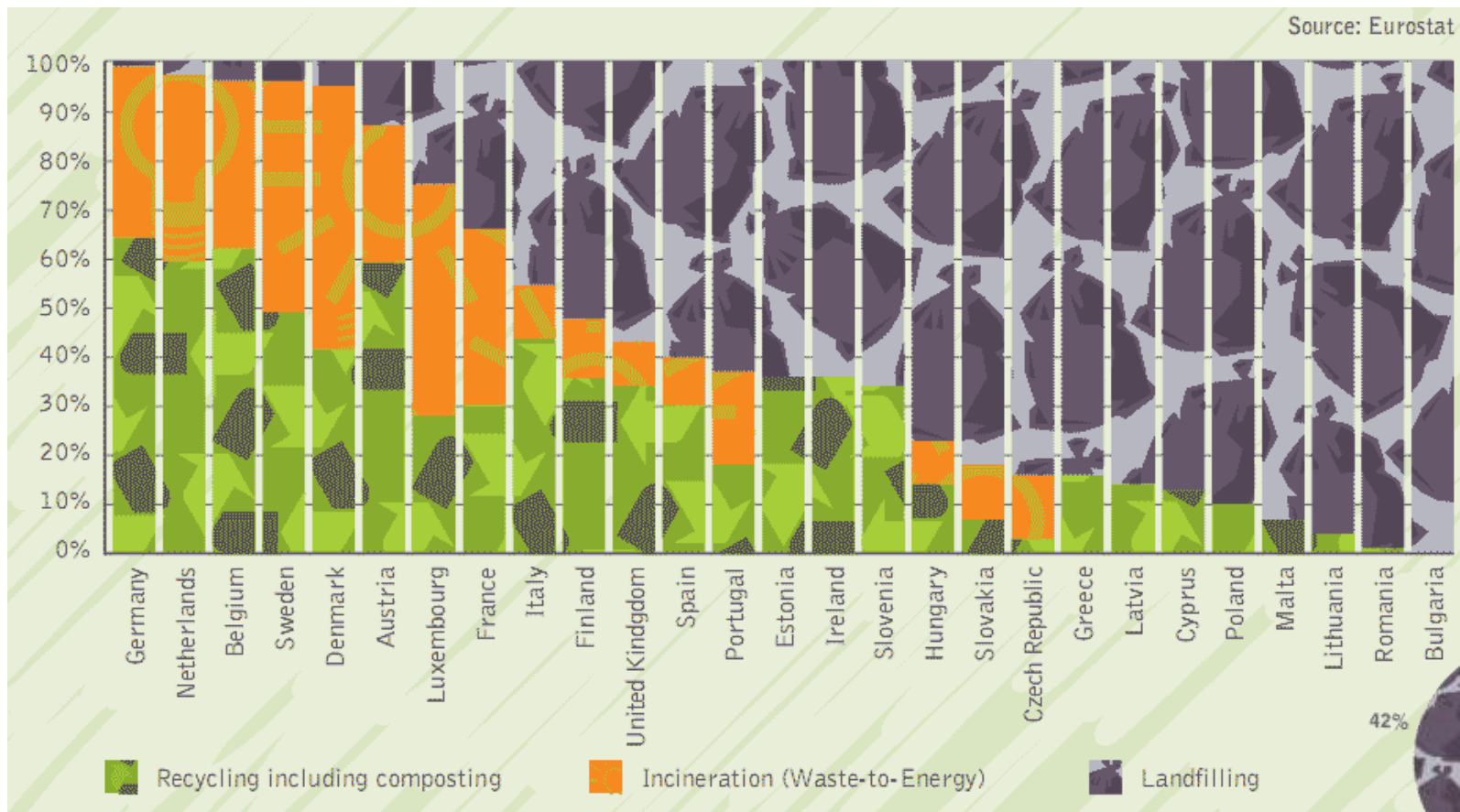
Об'єкт, мета та метод дослідження НДР

- **Об'єкт дослідження** – процес газоутворення на полігонах ТПВ
- **Мета дослідження:**
 - аналіз наукових досліджень газоутворення на найбільш великих полігонах ТПВ та систематизація відомостей стосовно розробки методичної основи трьох(багато) компонентної національної моделі розрахунку викидів ПГ від полігонів ТПВ в Україні;
 - обґрунтування необхідності переходу на використання трьох(багато) компонентної національної моделі розрахунку викидів ПГ від полігонів ТПВ;
 - проведення розрахунків викидів метану за цією моделлю для 1990-2010 рр. та їх порівняння з результатами розрахунків, що зроблені у відповідності до методів, наведених у Національному кадастрі викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні 1990-2009 рр.

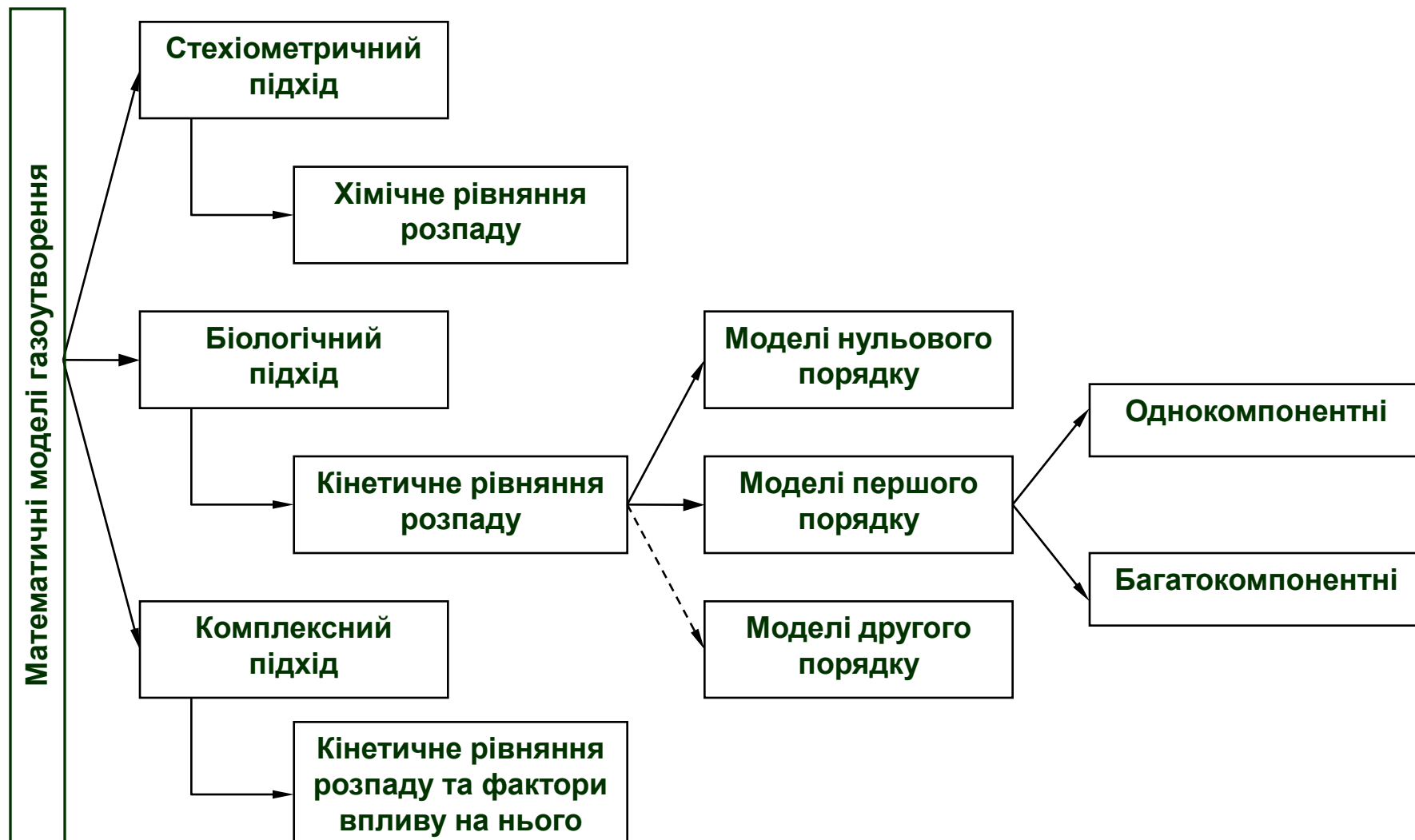
Структура утилізації ТПВ в Україні



Переробка муніципальних відходів в ЄС (2007 р.)



Класифікація підходів та моделей прогнозування газоутворення



Розрахунки викидів метану від полігонів ТПВ - метод ЗПП 2-го рівня деталізації

Річні викиди метану від відходів, поміщених на полігонах ТПВ в по роках:

$$Q(t) = \sum_{i=1}^n A \cdot k \cdot MWS_{T,i} \cdot MWS_{F,i} \cdot L_{0,i} \cdot e^{-k(t-x)}$$

де, $Q(t)$ – кількість метану, що утворюється за рік t , м³; A – нормалізуючий множник; MWS_T – загальна кількість ТПВ утворених за рік i , т/рік; MWS_F – доля ТПВ, що вивезена на полігони ТПВ за рік i ; t – індекс розрахункового року; x – період в роках за які необхідно додати вхідні дані; $L_{0,i}$ – потенціал утворення метану в рік i , тCH₄/тТПВ, що визначається за формулою:

$$L_{0,i} = DOC_i \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16/12 \cdot MCF$$

де, DOC – загальна кількість органічного вуглецю в рік i , що здатний до біологічного розкладу, тС/тТПВ; DOC_F – доля вуглецю, що приймає участь в реакціях розпаду; F – вміст метану в біогазі; 16/12 – коефіцієнт перерахунку викидів вуглецю у викиди метану; MCF – фактор корекції метану

Загальна кількість емісій метану, що потрапила за рік в атмосферу:

$$Q(t)^{em} = [Q(t) - R] \cdot (1 - OX)$$

де, $Q(t)$ – емісії метану, т; R – зібраний біогаз, т; OX – фактор окислення метану

Існуючі методи досліджень газоутворення

■ Насосний тест

- Визначення газоутворення на основі обмеженої системи збору біогазу та низки експериментальних свердловин вимірювання тиску.

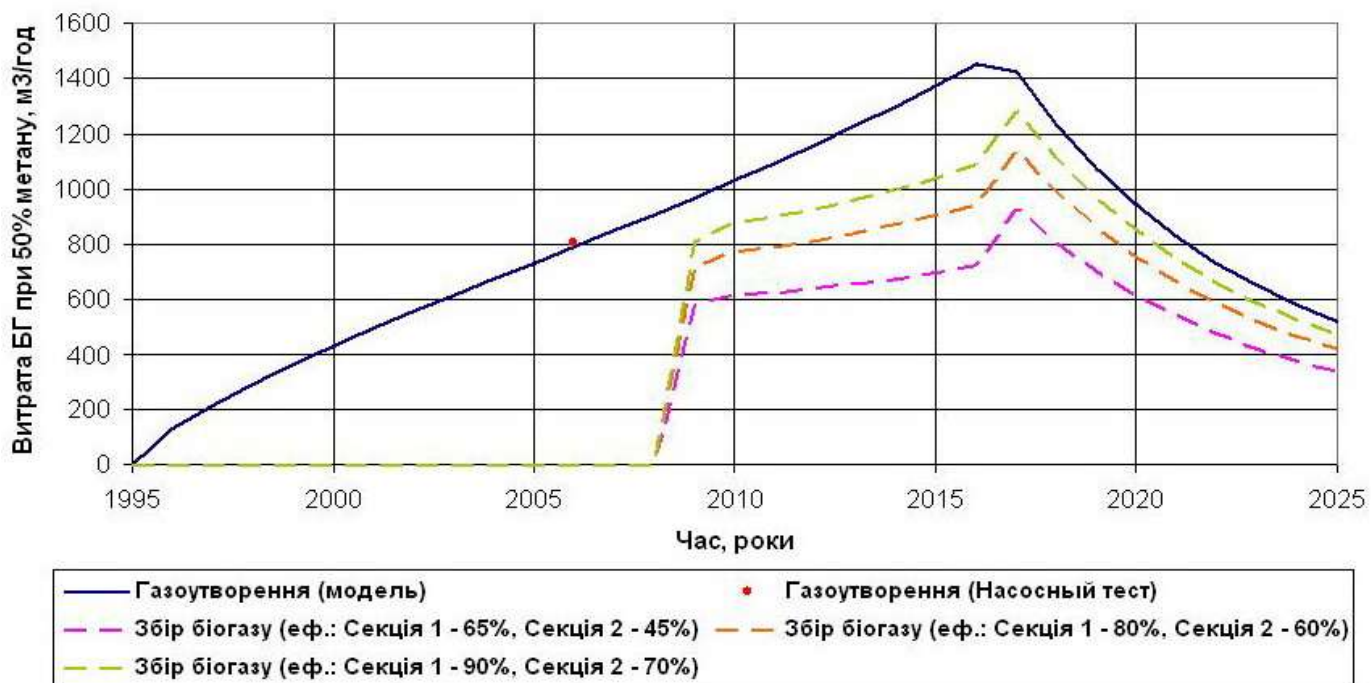
■ Баро-пневматичний тест

- Визначення газоутворення на основі окремих газозбірних свердловин та низки експериментальних свердловин вимірювання тиску.

■ Лабораторні дослідження

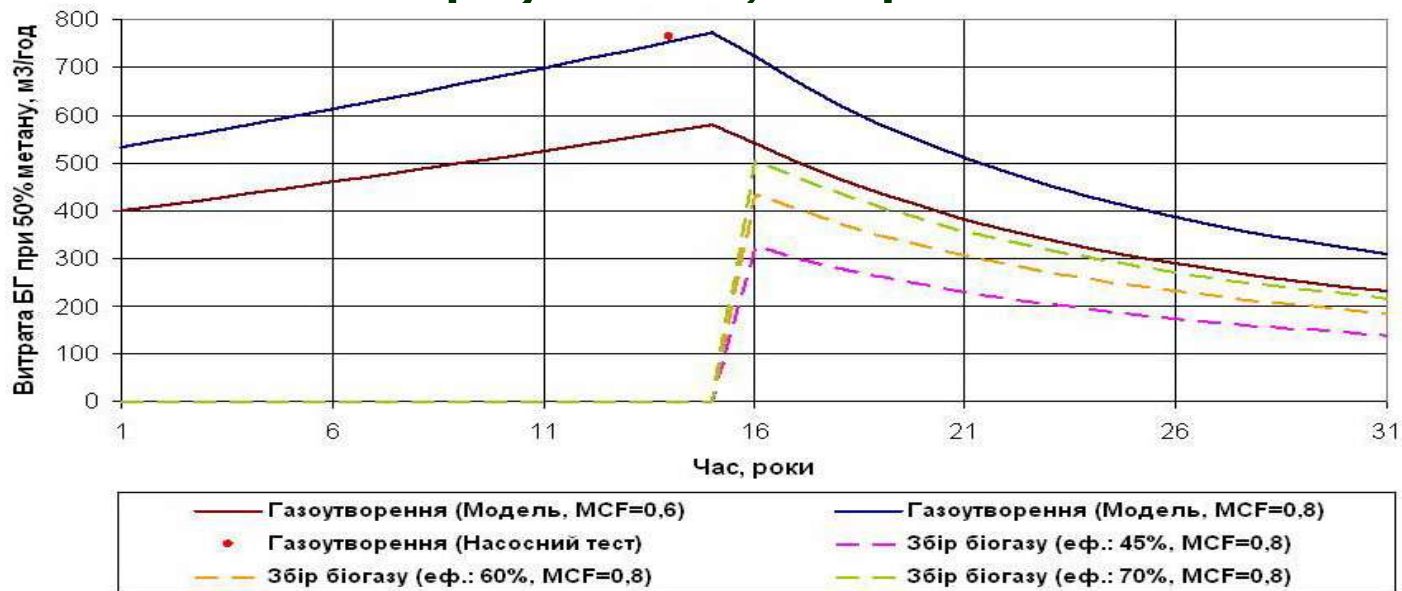
- Визначення газоутворення та основних параметрів математичної моделі на основі лабораторного аналізу зразків відходів з тіла полігону ТПВ

Результати дослідження параметрів моделі газоутворення на полігоні ТПВ в м. Чернівці, Україна



Параметр моделі	Категорія відходів		
	швидкий розпад	помірний розпад	повільний розпад
Потенціал утворення метану (L_0), $m^3CH_4/тТПВ$	75,0		
Постійна швидкості утворення метану (k), 1/рік	0,180	0,036	0,009

Результати дослідження параметрів моделі газоутворення на полігоні ТПВ в м. Маріуполь, Україна



Параметр моделі	Категорія відходів		
	швидкий розпад	помірний розпад	повільний розпад
Потенціал утворення метану (L_0), $m^3CH_4/tTPB$ (MCF=0,6)		63,0	
Потенціал утворення метану (L_0), $m^3CH_4/tTPB$ (MCF=0,8)		84,0	
Постійна швидкості утворення метану (k), 1/рік	0,140	0,028	0,007

Українська модель газоутворення на полігонах ТПВ (Версія 1.0)

Рівняння моделі:

$$Q(t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0,1}^1 2kL_0 \left[\frac{M_i}{10} \right] \left(e^{-kt_{i,j}} \right) (MCF) (F)$$

де, $Q(t)$ – кількість метану, що утворюється за рік, м³/рік; i – проміжок часу, що дорівнює 1 рік; j – проміжок часу, що дорівнює 0,1 року; L_0 – потенціал утворення метану м³СН₄/тТПВ; M_i – кількість відходів, що накопичені на полігоні протягом року, т; $t_{i,j}$ – вік j -ї частини кількості відходів M_i , що накопичені на полігоні протягом i -го року; MCF – фактор корекції метану; F – фактор корекції величини газоутворення в залежності від пожеж; k – постійна швидкості утворення метану, 1/рік, що визначається рівнянням:

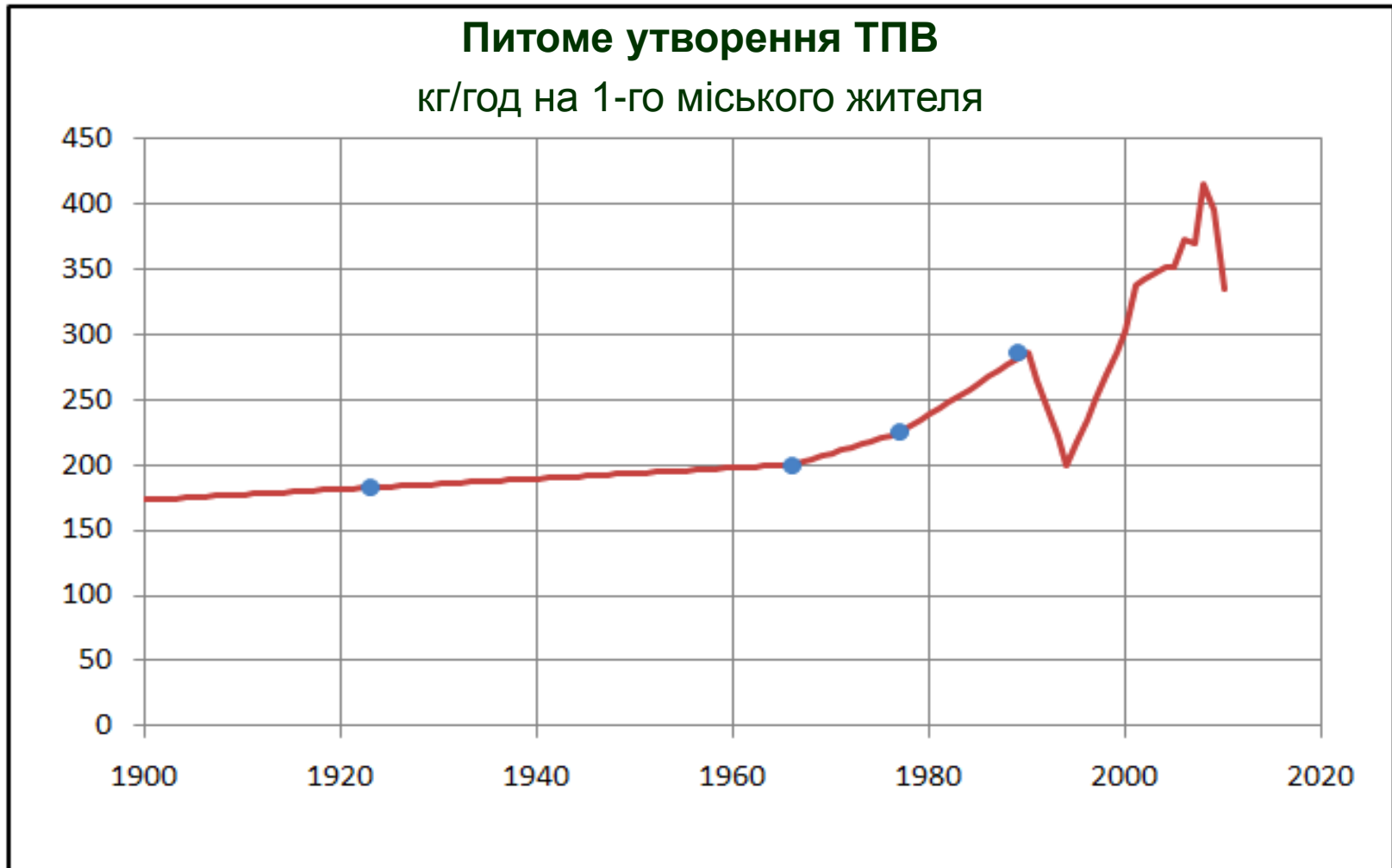
де, $t_{1/2}$ – період напіврозпаду категорії відходів, що розглядається, рік

Кліматичний регіон	Регіон 1	Регіон 2	Регіон 3	Регіон 4
Кількість опадів	360–429	430–499	500–599	600–699
Область / місто	Херсонська, Луганська, м. Севастополь	АР Крим, Запорізька, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська	Вінницька, Волинська, Дніпропетровська, Донецька, Київська, Рівненська, Сумська, Харківська, Черкаська, Чернігівська	Івано-Франківська, Житомирська, Закарпатська, Львівська, Полтавська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька
Категорія відходів				
Швидкий розпад	0,110	0,120	0,140	0,150
Відносно швидкий розпад	0,055	0,060	0,070	0,075
Відносно повільний розпад	0,022	0,024	0,028	0,030
Повільний розпад	0,011	0,012	0,014	0,015

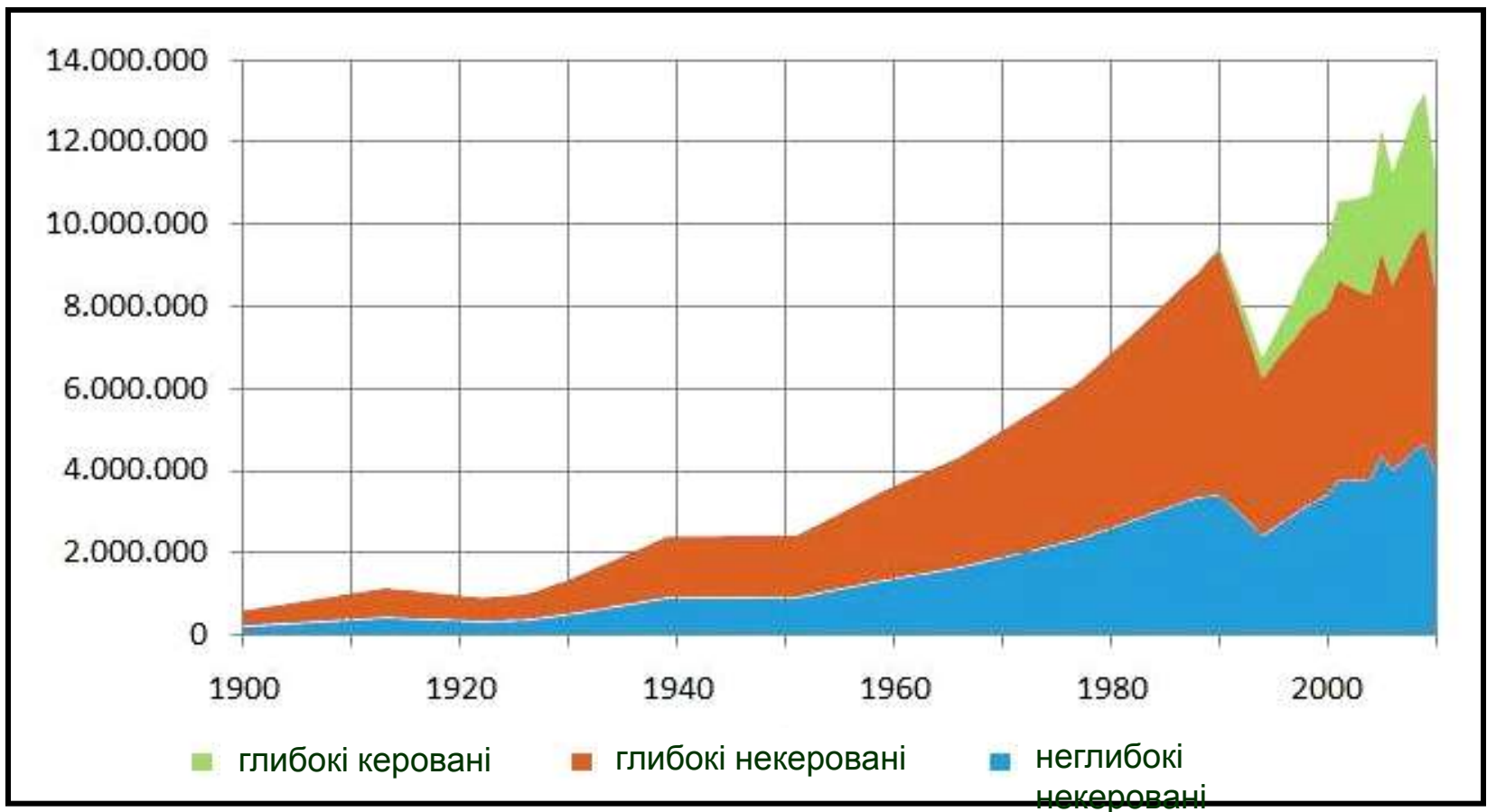
Схема потоків ТПВ та органічних промислових відходів



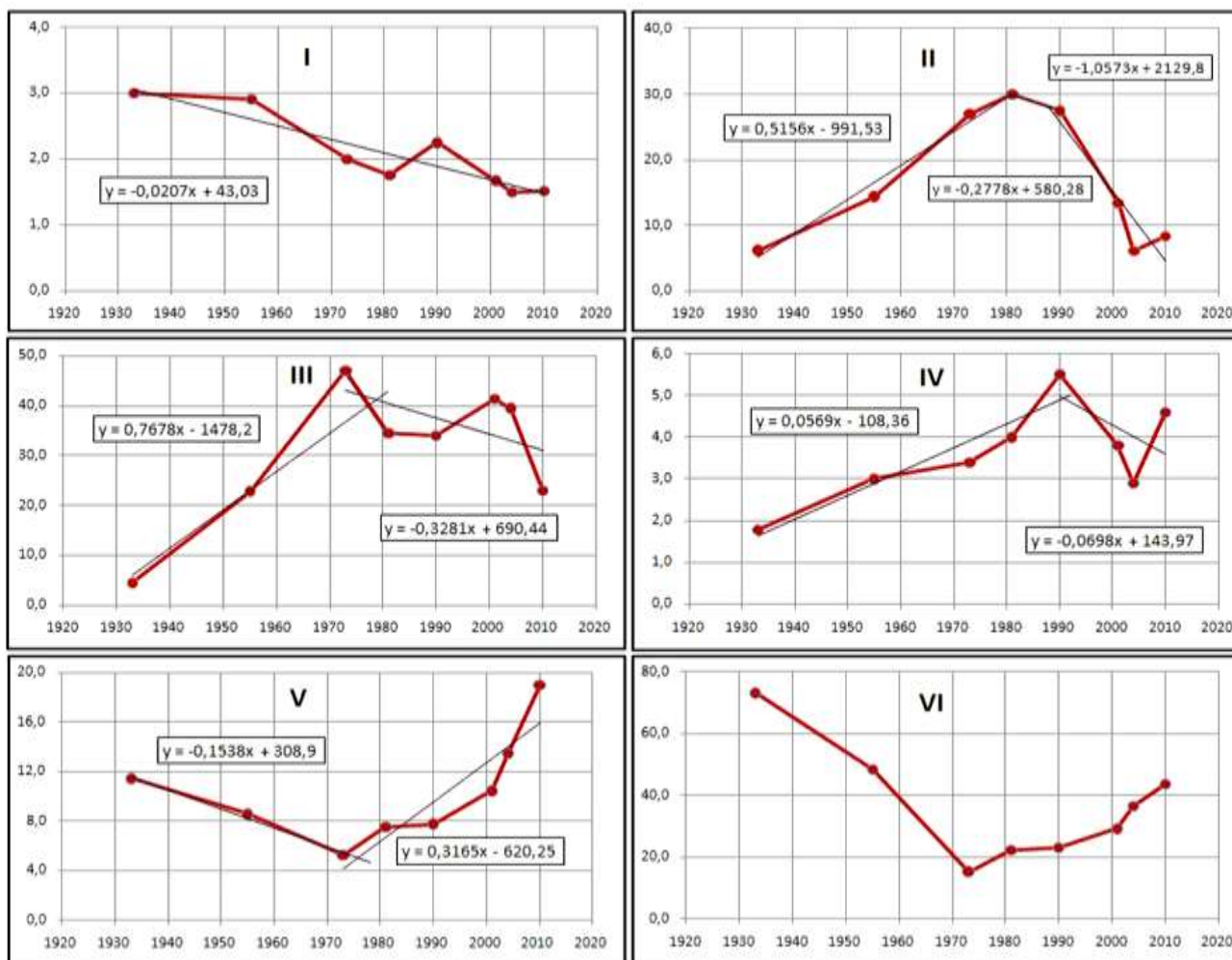
Динаміка зміни питомого утворення ТПВ



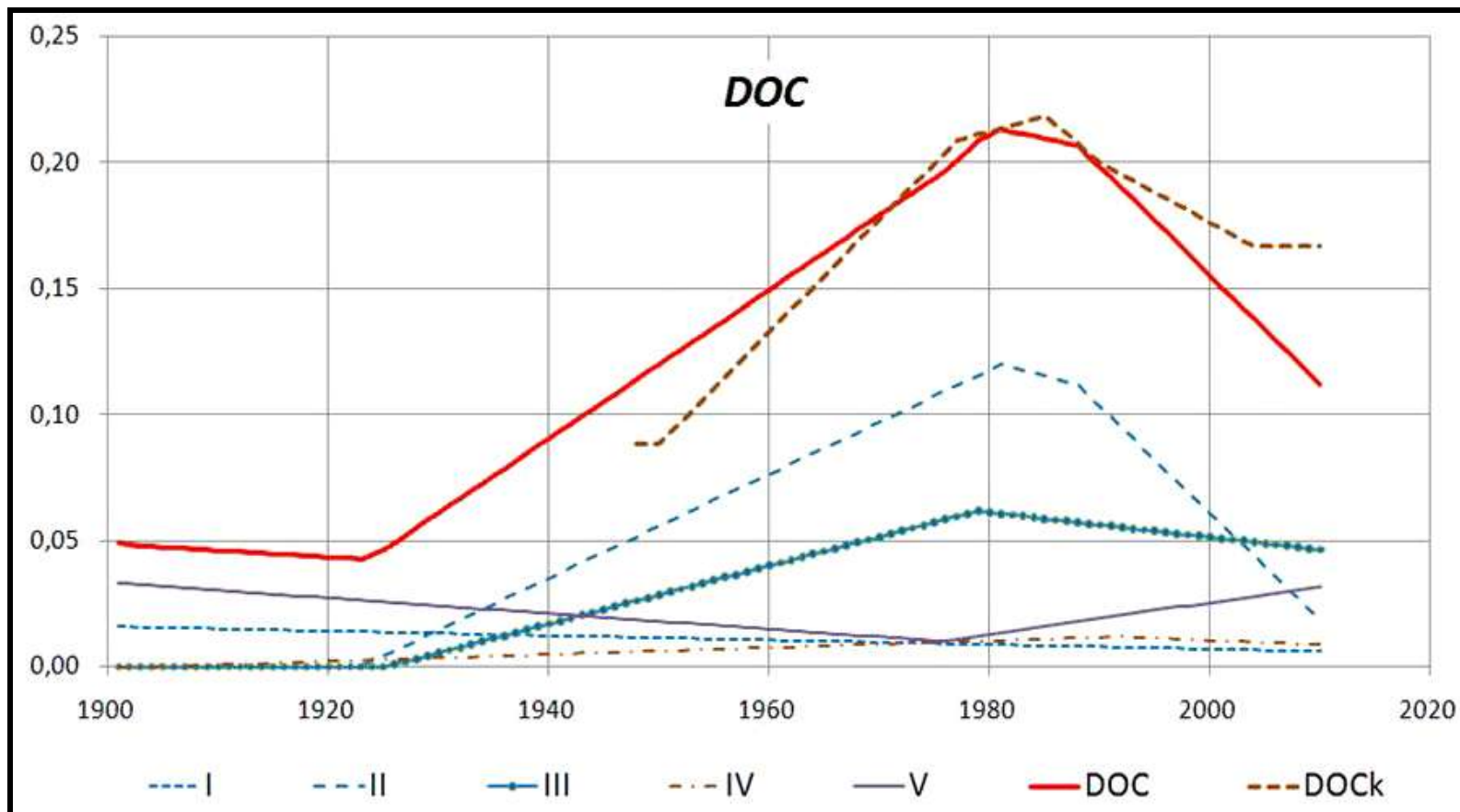
Вивезення ТПВ та органічних промислових відходів на звалища та полігони ТПВ



Вміст фракцій ТПВ у відповідності до категорій ІРСС в Україні за період 1901–2010 рр.



Залежність кількості вуглецю, що здатний до розкладу (*DOC*) від часу



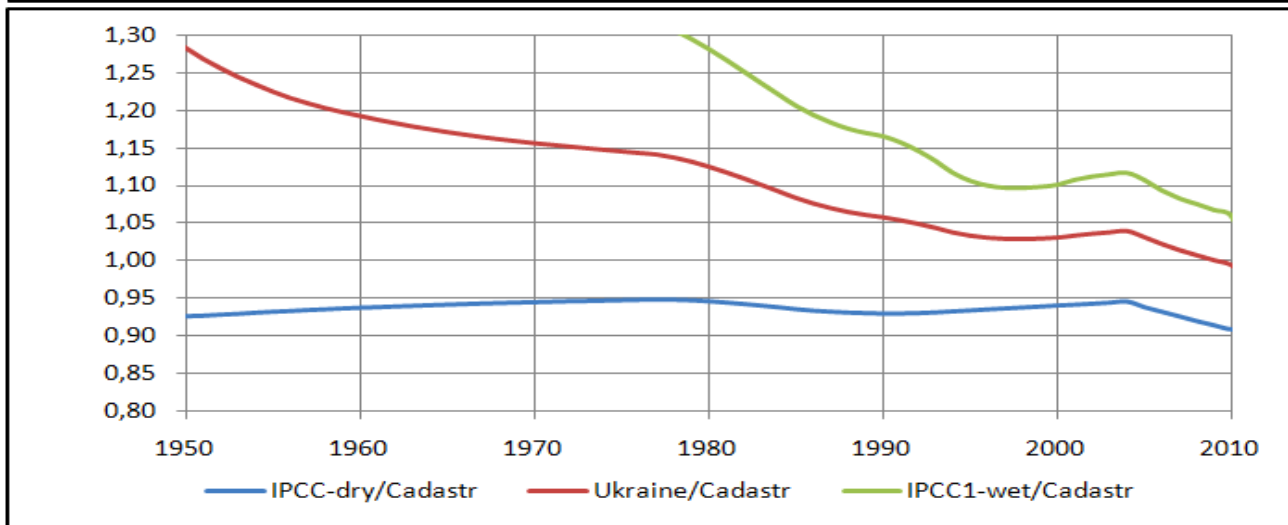
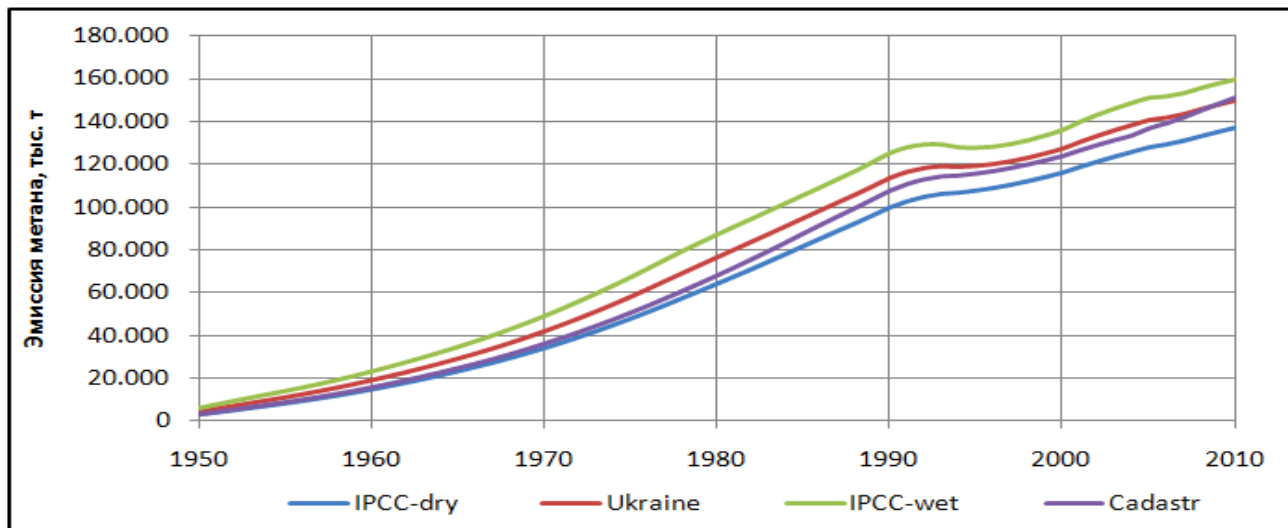
Обсяги зібраного на звалищах ТПВ України метану у 2008–2010 рр., тис. тон CO₂-екв

Розміщення полігону (Назва полігону)	Наявність системи дегазації	Деструкція газу на факелі	Утилізація газу для виробництва тепла і/або е/е	2008	2009	2010
Львів (Львівський)	так	так	потенційно	-	-	-
Маріуполь (Приморський)	так	так	потенційно	-	-	10,050
(Орджонікідзевський)	ні	ні	потенційно	-	-	-
Ялта (Гаспра)	так	так	потенційно	0,698	28,540	23,933
Алушта (Алуштнський)	так	так	потенційно	2,373	16,821	16,095
Кременчук (Кременчукський)	так	так	потенційно	-	-	-
Луганськ (Луганський)	так	так	потенційно	-	-	-

Реалізація проектів Спільного Впровадження на полігонах ТПВ України

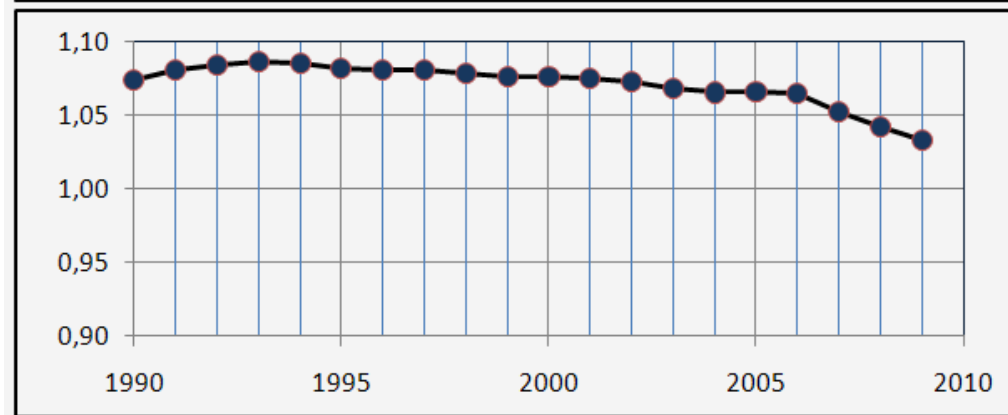
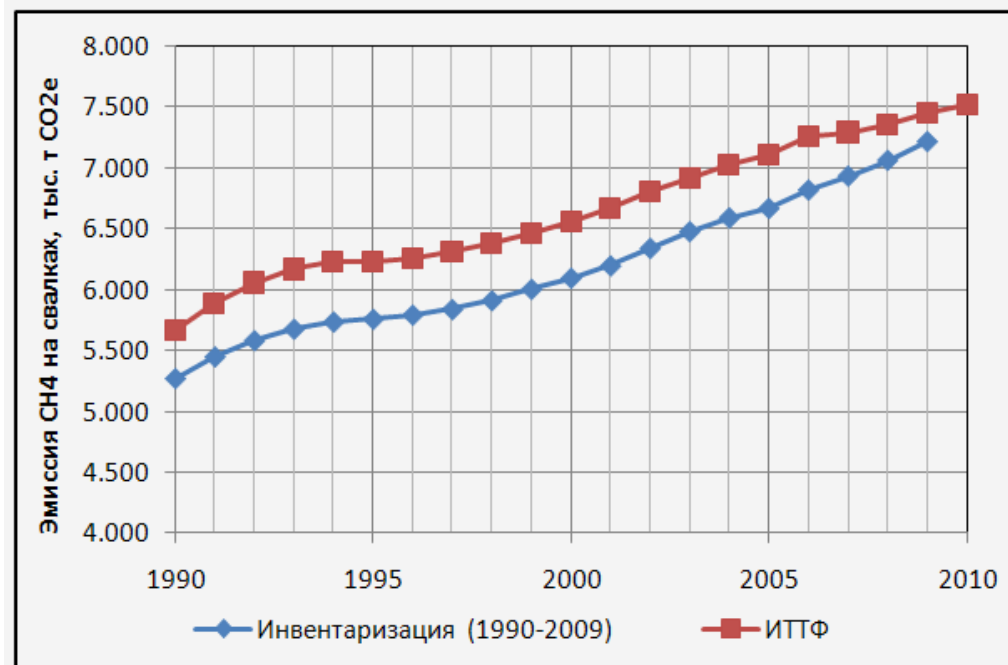


Невизначеність значень викидів - постійна швидкості утворення метану (k)



Порівняння розрахунків з результатами інвентаризації 1990-2009 рр.

Рік	Національний кадастр 1990-2009 рр.	НДР ІТТФ НАН України
1990	5 272,6	5 664,3
1991	5 449,8	5 890,0
1992	5 582,7	6 056,9
1993	5 676,1	6 167,0
1994	5 734,7	6 223,8
1995	5 756,9	6 228,8
1996	5 791,5	6 258,2
1997	5 837,5	6 308,7
1998	5 909,4	6 375,9
1999	6 002,8	6 464,7
2000	6 094,5	6 560,9
2001	6 194,7	6 662,5
2002	6 337,8	6 799,9
2003	6 474,6	6 918,4
2004	6 588,0	7 021,2
2005	6 665,6	7 110,3
2006	6 815,4	7 261,1
2007	6 930,1	7 291,8
2008	7 058,5	7 357,6
2009	7 212,2	7 450,1
2010	-	7 518,2



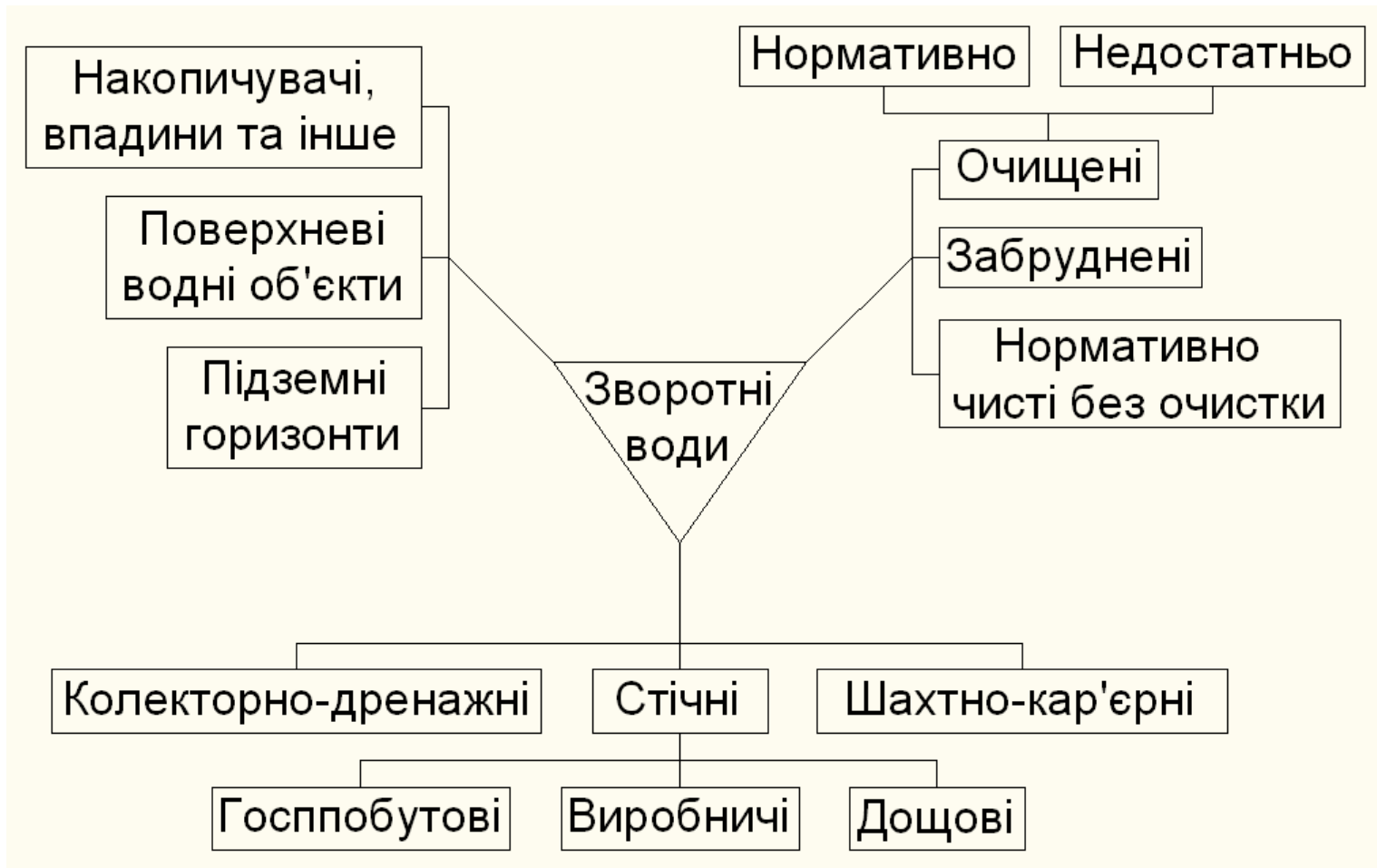
Загальні результати виконаної НДР:

- проведено аналіз теоретичних та практичних досліджень газоутворення на найбільш великих полігонах ТПВ;
- систематизовані доступні дані досліджень газоутворення на полігонах ТПВ та дані загальнодержавної статичної бази щодо кількості та морфологічного складу ТПВ;
- обґрунтована методична основа та визначені коефіцієнти трьох(багато)компонентної національної моделі розрахунку викидів ПГ від полігонів ТПВ в Україні;
- розроблені типові розрахункові таблиці трьох(багато)компонентної національної моделі викидів ПГ від полігонів ТПВ в Україні;
- проведені розрахунки викидів метану згідно національної моделі для 1990-2010 рр. та проведене порівняння отриманих результатів з розрахунками, що наведені в Національному кадастрі викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні 1990-2009 рр.;
- оцінена кількісно невизначеність результатів інвентаризації викидів метану;
- розроблені рекомендації щодо вдосконалення державної та адміністративної статистичної звітності по відходам

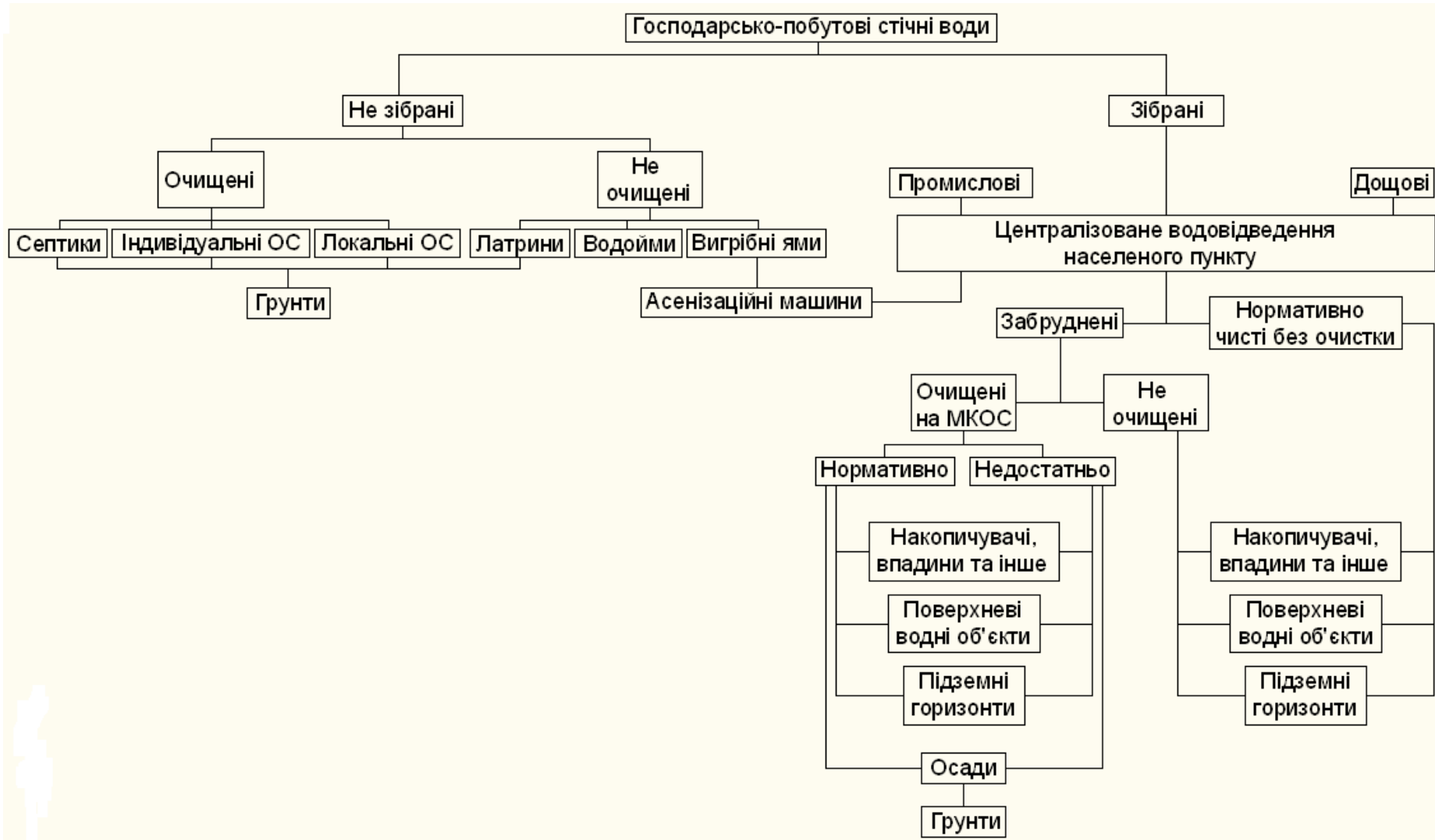
Доповнення та покращення в категорії 6.В ОФО

- Оцінити національне значення показника MCF для мулових майданчиків;
- Охарактеризувати шляхи поводження з господарсько-побутовими стічними водами від сільського населення
- Визначити специфічні коефіцієнти викидів метану при обробці ГПСВ
- Оцінити викиди метану від поводження з ГПСВ від сільського населення за період з 1990 по 2010 р.р.;
- Охарактеризувати основні шляхи поводження з промисловими стічними водами та визначити специфічні коефіцієнти викидів метану на основі статистичних даних та з урахуванням особливостей складу стічних вод від різних галузей промисловості;
- Уточнити дані про об'єми забруднень (ХСК, азоту), що потрапляють у промислові стічні води за різними галузями економіки;
- Уточнити частки органічних забруднень, виражених через ХСК, що розпадаються в анаеробних умовах при обробці стічних вод за різними галузями економіки;
- Оцінити викиди метану від поводження з промисловими стічними водами за галузями економіки України та виділити ті, що вносять основний вклад в обсяги викидів ПГ за даною категорією;
- Оцінити викиди закису азоту від поводження зі стічними водами від різних галузей промисловості

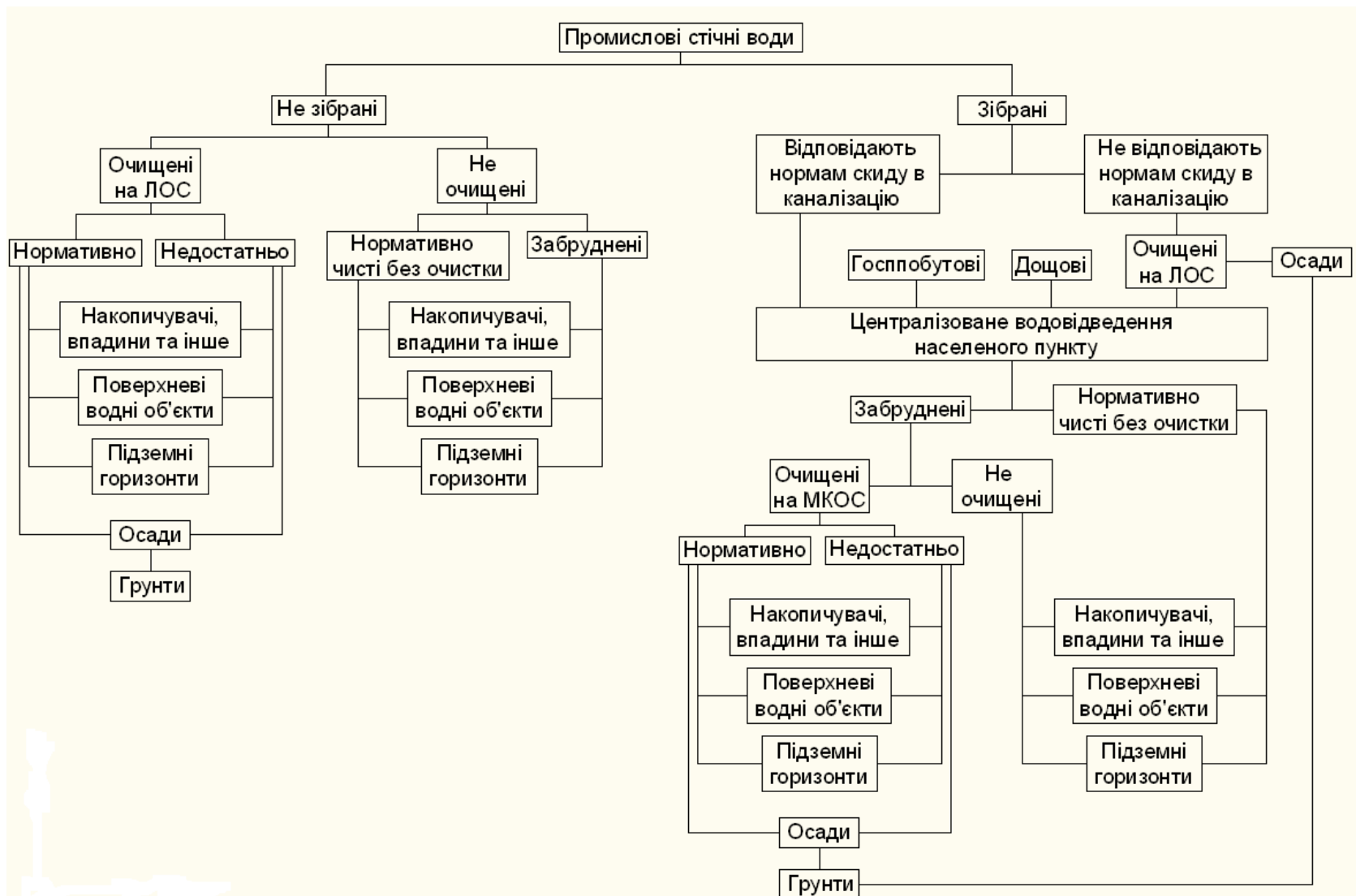
Загальна структуризація даних державної статистики щодо обігу зворотних вод



Загальна структура водовідведення ГПСВ



Загальна структура водовідведення промислових стічних вод



Методика визначення національного значення показника МСФ для систем зневоднення осадів (мулових майданчиків)

$$\text{MSF}_{\text{BL},y} = f_d \times f_{\text{T},y} \times 0.89$$

$$f_{\text{T},m} = \begin{cases} 0 & T_{2,m} < 283 \text{ K} \\ \exp\left(\frac{E * (T_{2,m} - T_1)}{R * T_1 * T_{2,m}}\right) & 283 \text{ K} < T_{2,m} < 303 \text{ K} \\ 1 & T_{2,m} > 303 \text{ K} \end{cases}$$

$$f_{\text{T},y} = \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{\text{T},m} \times \text{COD}_{\text{avaialble},m}}{\sum_{m=1}^{12} \text{COD}_{\text{BL},m}}$$

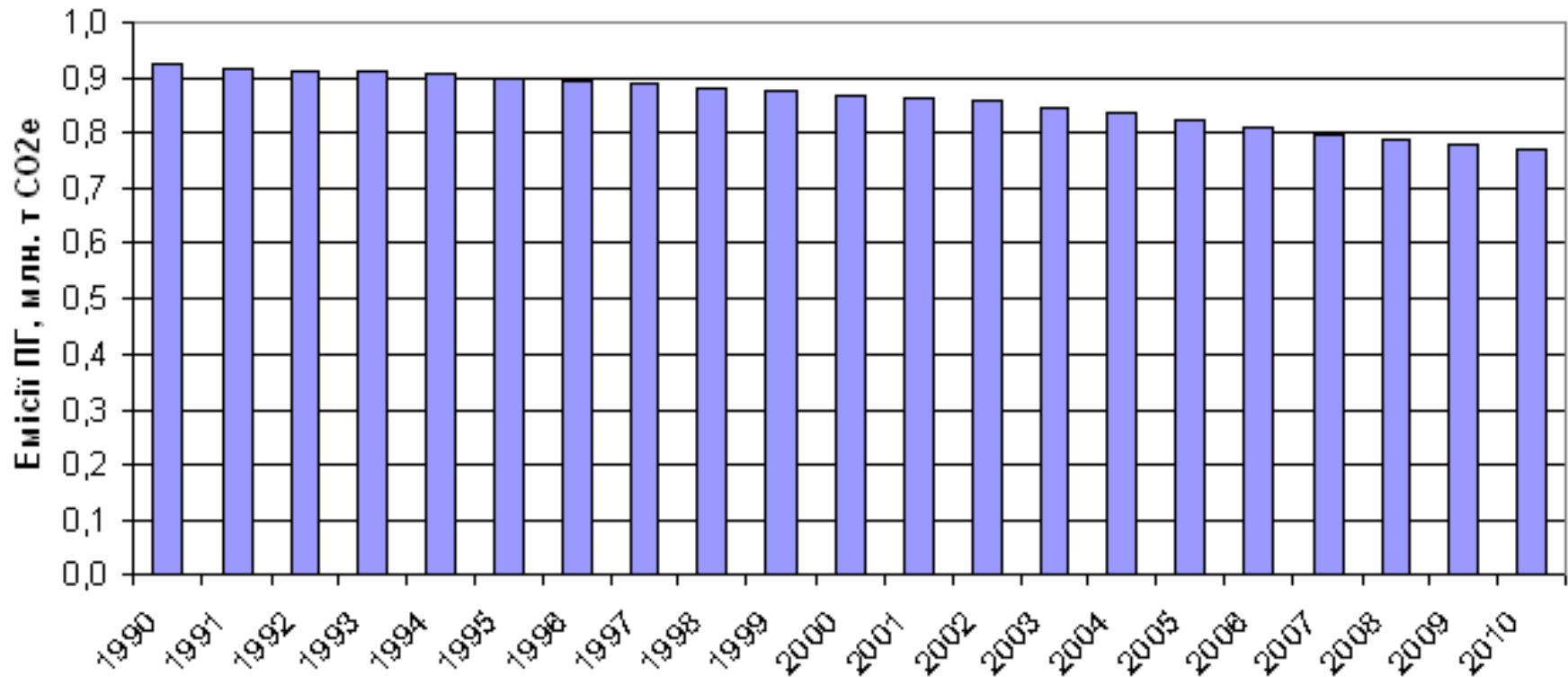
Методика визначення викидів метану від поводження з ГПСВ від сільського населення

- Оцінка ступеня каналізування сільських населених пунктів;
- Визначення частки ГПСВ від сільського населення, що оброблюються на центральних очисних спорудах;
- Оцінка ступеня поширення серед сільського населення таких засобів обробки ГПСВ як септики та вигрібні ями. Визначення частки ГПСВ від сільського населення, що проходить обробку таким чином;
- Визначення частки ГПСВ від сільського населення України, що скидається в водойми без очистки;
- Визначення коефіцієнтів утворення метану та закису азоту при обробці ГПСВ та їх осадів
- Визначення викидів метану та закису азоту за період 1990-2010 рр. на основі даних Держкомстату про чисельність сільського населення

Прийняті показники та коефіцієнти

Питоме утворення органічних забруднень в ГПСВ на одну людину	г БПК ₅ /чол/добу	50
Розпад органічних забруднень в анаеробних умовах:		
централізоване водовідведення з повною біологічною очисткою	%	26,52
септики	%	23,92
латрини (зовнішні туалети)	%	23,92
Коефіцієнт утворення метану	г CH ₄ /гБПК	0,6

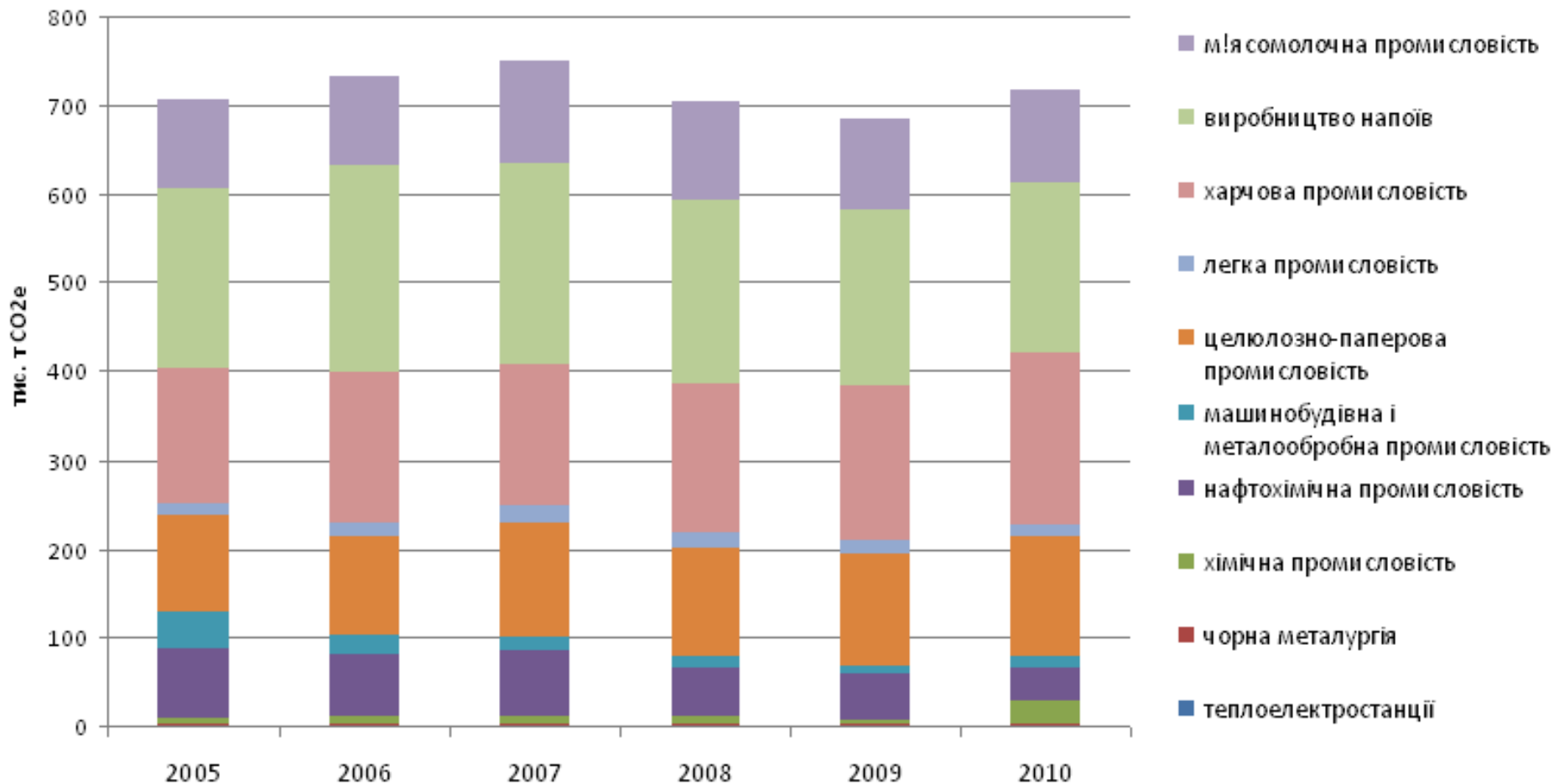
Викиди ПГ від очистки ГПСВ від сільського населення



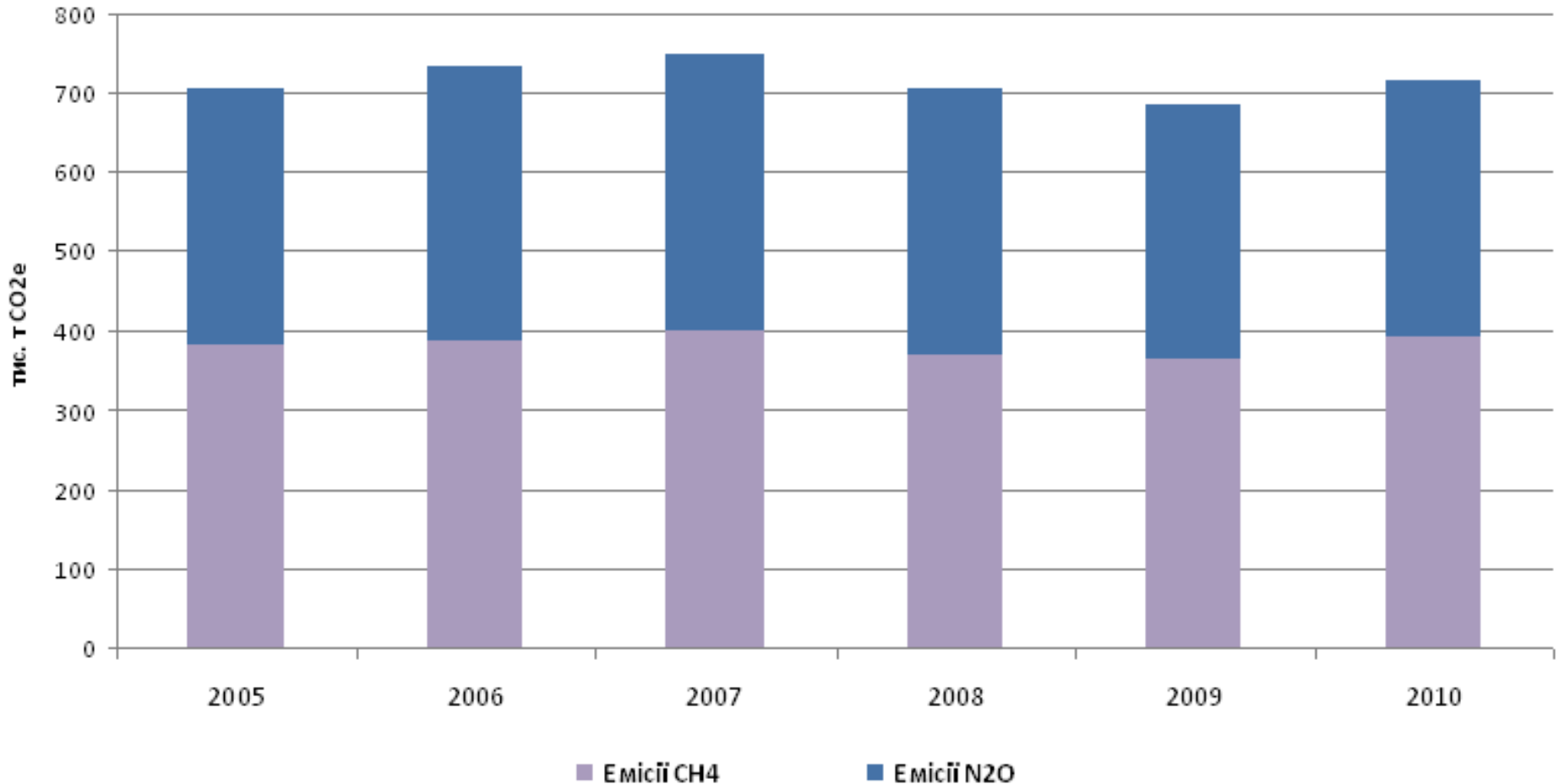
Методика визначення викидів метану від поводження з промисловими СВ

- Визначення обсягів виробництва основних видів продукції на основі державних статистичних даних
- Визначення питомого водовідведення при виробництві видів продукції та складу виробничих стічних вод
- Оцінка потоків ХСК з виробничими стічними водами
- Оцінка частки оброблення потоків за способами очистки (за даними Держводагенства)
- Оцінка частки розпаду органічних забруднень на кожному етапі обробки стічних вод
- Оцінка викидів метану за галузями промисловості за період 1990-2010 р.р.

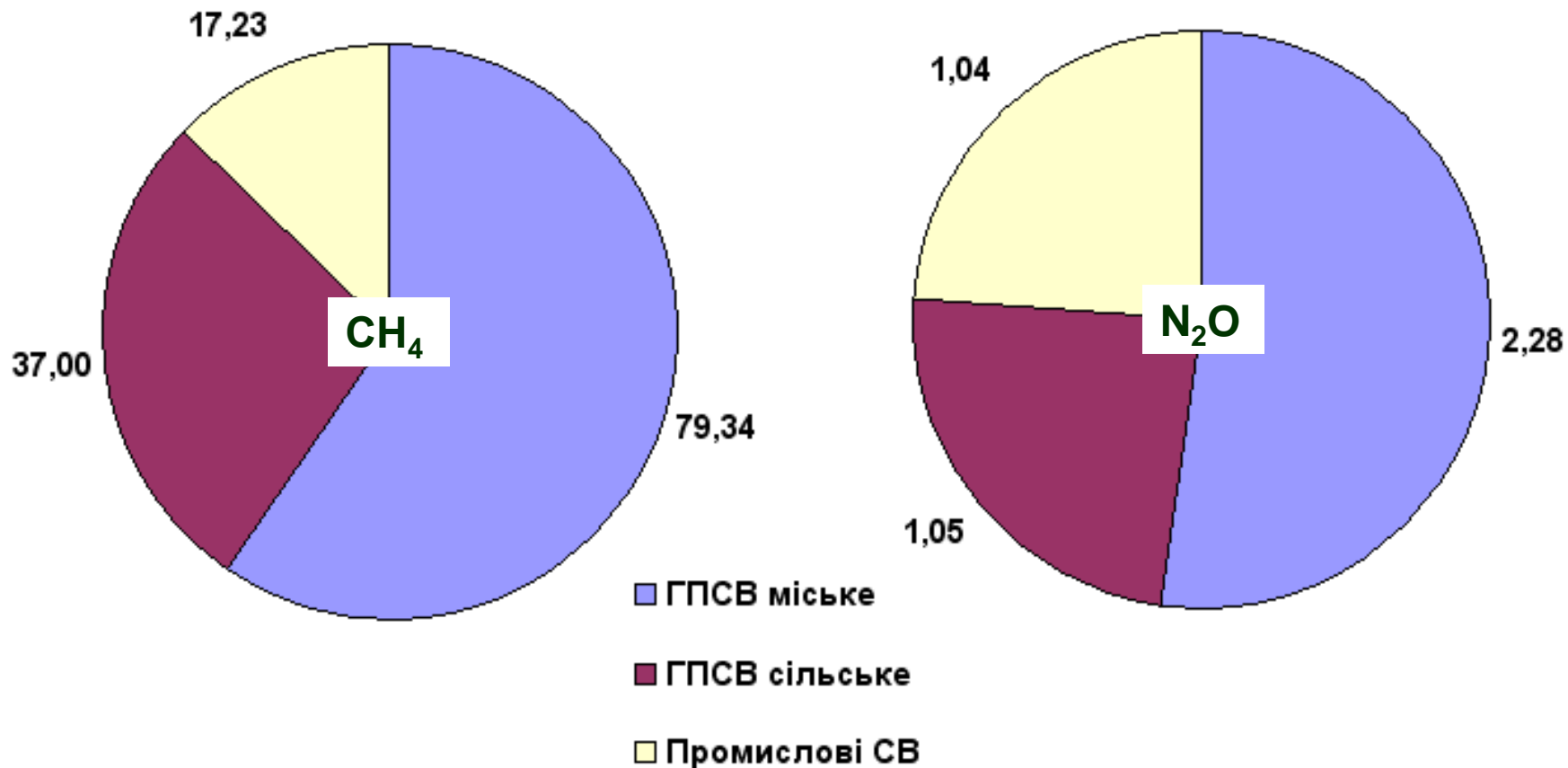
Загальні викиди ПГ при обробці СВ за галузями промисловості



Викиди CH_4 та N_2O при обробці промислових стічних вод



Зведені показники викидів метану та закису азоту від поводження зі стічними водами за 2009 р.



Національна академія наук України

Інститут технічної теплофізики



Дякую за увагу!

Матвєєв Ю.Б.

С.Н.С., к.ф.-М.Н.

03057, м. Київ-57, вул. Желябова 2а
тел./факс: (044) 223-55-04