



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



ПРАКТИЧНИЙ ПОСІБНИК
Підготовка та впровадження проектів заміщення
природного газу біомасою при виробництві теплової
енергії в Україні

Георгій Гелетука
Директор ГО «ABE»



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Структура посібника (1/2)

1. БАЗОВІ ПОНЯТТЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ

- 1.1. Що таке біомаса?
- 1.2. Види біомаси
- 1.3. Переваги біомаси перед традиційними джерелами енергії
- 1.4. Використання біомаси для виробництва теплової енергії в ЄС та Україні
- 1.5. Потенціал біомаси в Україні
- 1.6. Прогноз розвитку біоенергетики до 2020 р.
- 1.7. Політика України щодо підтримки розвитку виробництва енергії з біомаси

2. ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ БІОМАСИ

- 2.1. Оцінка ресурсів та можливостей постачання біомаси. Логістичні рішення.
- 2.2. Організація постачання біомаси
- 2.3. Особливості логістичних схем постачання біомаси
- 2.4. Який вид біомаси обрати в якості палива?
- 2.5. Договірні відносини з постачальниками біопалива



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Структура посібника (2/2)

3. ПРАКТИКА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ

- 3.1. Технічні рішення та обладнання для виробництва теплової енергії з біомаси
- 3.2. Особливості розробки ТЕО та бізнес-плану проектів виробництва теплової енергії з біомаси

4. УСПІШНІ ПРИКЛАДИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТІВ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ З БІОМАСИ

- 4.1. Виробництво теплової енергії з агробіомаси
- 4.2. Виробництво теплової енергії з деревної біомаси
- 4.3. Виробництво теплової енергії з гранул та брикетів

ДОДАТКИ

- Додаток А. Основні виробники теплогенеруючого обладнання на твердій біомасі.
- Додаток Б. Коефіцієнти перерахунку та базові розрахункові формули
- Додаток В. Типові показники біомаси як палива

1. Базові поняття енергетичного використання біомаси



Що таке біомаса?

Загальне визначення: біомаса – органічна матерія, що утворюється популяцією в певних просторових та часових межах та є мірою біологічної продуктивності

Законодавче європейське визначення (Директива 2009/28/ЕС): біомаса – речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу – **продукти, відходи та залишки** сільського господарства (включаючи речовини рослинного та тваринного походження), лісового господарства та пов'язаних з ними галузей, враховуючи рибальство та рибництво, а також частина промислових та побутових відходів, що зазнає біологічного розкладу.



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



1. Базові поняття енергетичного використання біомаси

Види біомаси

Сторона утворення	Група походження	Сторона споживання
Відходи деревини, вторинна деревина, відновлювальна деревина	ДЕРЕВНІ ПАЛИВА	Тверді: необроблена деревина, тирса тріска, гранули Рідкі: чорний луг, метанол, піролізні смоли Газоподібні: продукти газифікації та піролізу
Відходи агрокультур, відходи тваринництва, вторинні відходи переробки агропродукції, енергетичні культури	АГРОПАЛИВА	Тверді: солома, стебла, лушпиння, енергетичні трави Рідкі: етанол, метанол, піролізні смоли, жом, олії Газоподібні: біогаз, продукти газифікації та піролізу
Муніципальні відходи, промислові відходи	ВІДХОДИ	Тверді: побутові відходи Рідкі: стоки, піролізні смоли Газоподібні: біогаз з полігонів ТПВ, біогаз зі стоків



Способи використання біомаси



Переваги біомаси над традиційними джерелами енергії (1/2)



Біомаса є місцевим видом палива. В процесі виробництва енергії з біомаси використовуються наявні місцеві ресурси регіону.



Біомаса є відновлюваним видом палива, а отже при раціональному використанні, є, по суті, невичерпним джерелом енергії.



Біомаса є більш екологічно чистим паливом у порівнянні з іншими твердими видами палива, наприклад, вугіллям.



Біомаса, як правило, є більш дешевим паливом у перерахунку на одиницю енергії, ніж інші види традиційних енергоресурсів.

Переваги біомаси над традиційними джерелами енергії (2/2)



Ринок виробництва енергії з біомаси є новим сектором економічної діяльності, що створює нові робочі місця, сприяє росту регіонального валового продукту та загальному «озелененню» економіки.



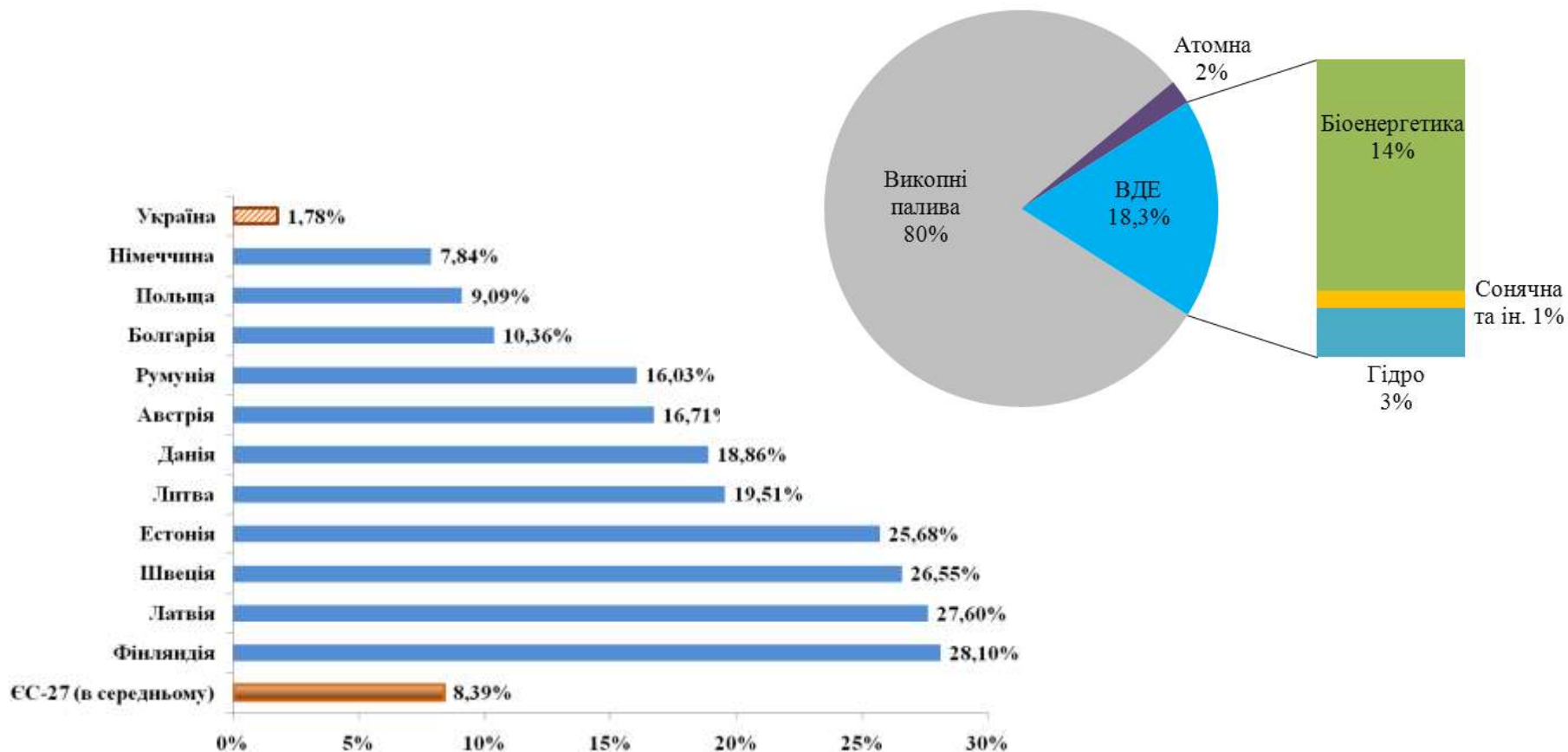
Використання біомаси зменшує кількість відходів та сміття у містах, а у випадку використання біогазу – супроводжує утилізацію відходів, в тому числі побутових.



Впровадження об'єктів генерації на біомасі сприяє залученню сучасних, передових технічних рішень у сферу теплозабезпечення.

Використання біомаси в світі, ЄС та Україні

Структура ВКЕ у світі (загалом 339 000 ПДж), 2011 р.





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Енергетичний потенціал біомаси в Україні, 2013

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн. т	Частка, доступна для отримання енергії, %	Економічний потенціал, млн. т у.п.
Солома зернових культур	30,6	30	4,54
Солома ріпаку	4,2	40	0,84
Відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	40,2	40	4,39
Відходи виробництва соняшнику (стебла, кошики)	21,0	40	1,72
Вторинні відходи с/г (лушпиння, жом)	6,9	75	1,13
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	4,2	90	1,77
Біодизель (з ріпаку)	-	-	0,47
Біоетанол (з кукурудзи та цукрових буряків)	-	-	0,99
Біогаз з відходів та побічної продукції АПК	1,6 млрд. м ³ метану (CH ₄)	50	0,97
Біогаз з полігонів ТПВ	0,6 млрд. м ³ CH ₄	34	0,26
Біогаз із стічних вод (промислових та комунальних)	1,0 млрд. м ³ CH ₄	23	0,27
Енергетичні культури:			
- верба, тополя, міскантус (з 1 млн га)	11,5	90*	6,28
- кукурудза (біогаз) (з 1 млн га)	3,3 млрд. м ³ CH ₄	90*	3,68
Торф	-	-	0,40
Всього	-	-	27,71



Використання біомаси для виробництва енергії в Україні (2013)

Вид біомаси / біопалива	Річний обсяг споживання*		Частка в річному обсязі споживання	Частка використання економічного потенціалу
	натуральні одиниці	тис. т у.п.		
Солома зернових культур та ріпаку	94 тис. т	48	1,8%	0,9%
Дрова (населення)	5,0 млн. м ³	1200	45,1%	>90%
Деревна біомаса (крім споживання населенням)	3,2 млн. т	1089	40,9%	
Лушпиння соняшнику	380 тис. т	208	7,8%	
Біоетанол	65 тис. т	60	2,3%	6,1%
Біодизель	18 тис. т	23	0,9%	4,8%
Біогаз з відходів с/г	22,3 млн. м ³	14	0,5%	4,4%
Біогаз з полігонів ТБО	31,2 млн. м ³	21	0,8%	8,1%
Всього		2662**	100%	

* Експорт гранул/брикетів з біомаси не враховується.

** Узгоджується з даними Державної служби статистики України: 2,68 млн. т у.п. в 2013 р.

2,662 млн. т у.п. = 2,04 млрд. м³ газу/рік



Прогноз розвитку енергетики до 2020 р.

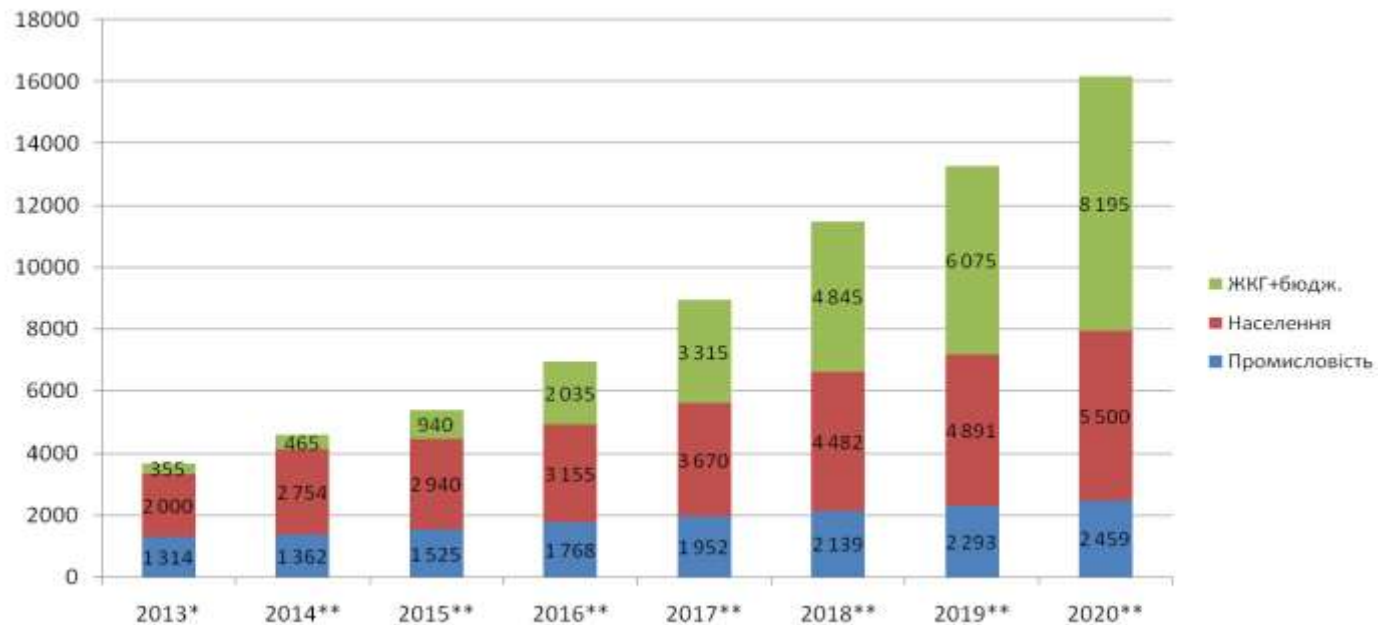
Показники	2009	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ВДЕ – опалення, %	3,4	6,5	7,1	8,0	8,8	9,7	10,8	12,2
<i>в т.ч. <u>біомаса</u>, тис. т н.е.</i>	1433	2280	2700	3100	3580	4050	4525	5000
ВДЕ – виробництво е/е, %	7,1	7,6	8,3	8,7	9,4	10,2	10,9	11,5
<i><u>біомаса</u>, МВт_е, в т.ч.:</i>	0	40	250	380	520	650	780	950
<i>тверда</i>		28	175	260	360	455	540	660
<i>біогаз</i>		12	75	120	160	195	240	290
ВДЕ – транспорт, %	1,5	4,1	5,0	6,5	7,5	8,2	9,0	10,0
<i>в т.ч. <u>біопалива</u> тис. т н.е.</i>	0	110	150	220	265	300	340	390
Загальна частка ВДЕ в ВКЕ, %	3,8	6,1	6,8	7,5	8,2	9,0	9,9	11,0

5000 млн. т н.е. = **6,25** млрд. м³ газу/рік.

660 МВт_е, 90% в режимі ТЕЦ, 1780 МВт_{тепл.}, заміщення біля **0,95** млрд. м³ газу/рік.

6,25 + 0,95 – 1,93 = **5,27** млрд. м³ газу/рік (завдання по заміщенню до 2020 р).

Ріст потужностей біоенергетичного обладнання, 2013-2020

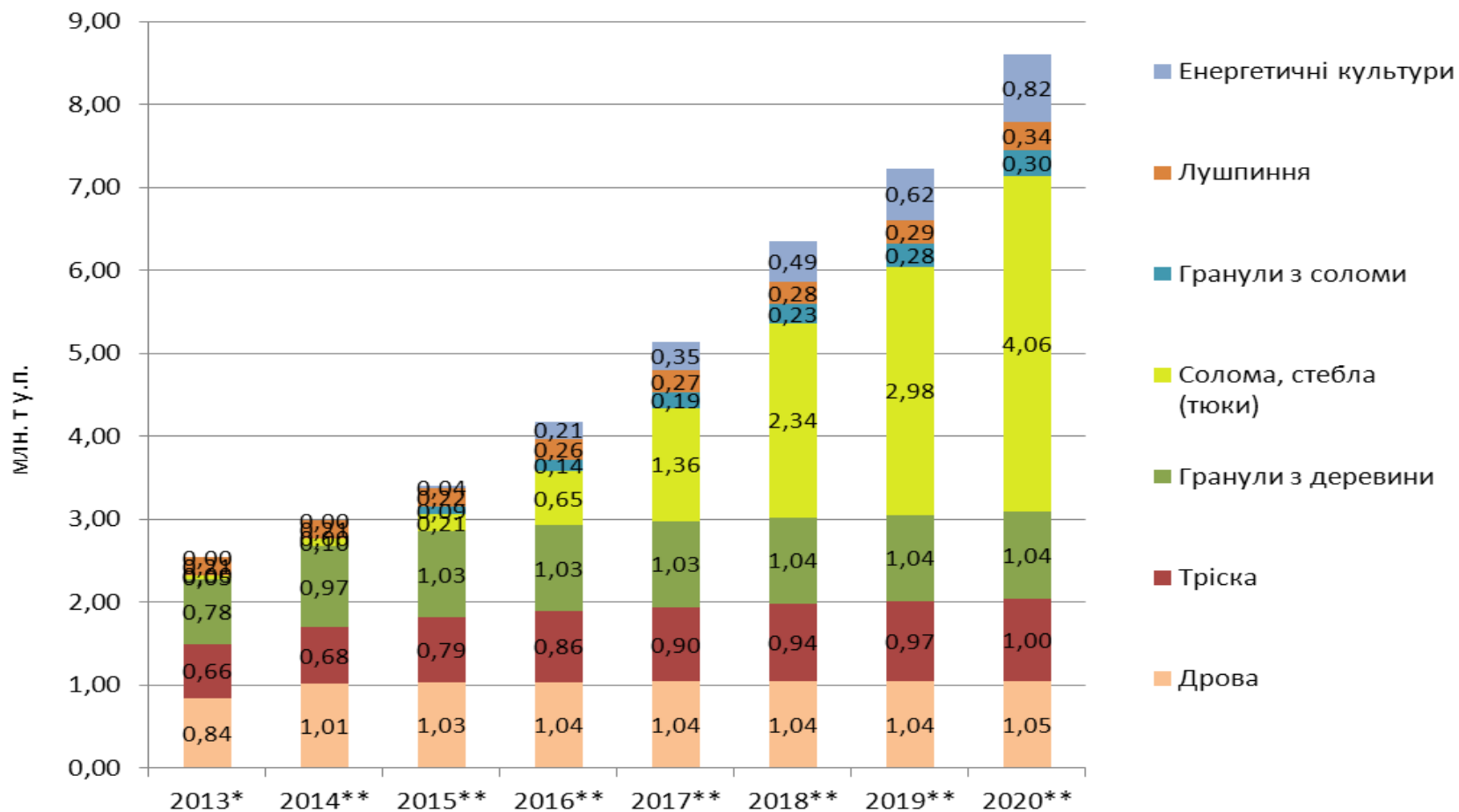


Сектори	2013*	2014**	2015**	2016**	2017**	2018**	2019**	2020**
Промисловість	1314	1362	1525	1768	1952	2139	2293	2459
Населення	2000	2754	2940	3155	3670	4482	4891	5500
ЖКГ + бюджетний	355	465	940	2035	3315	4845	6075	8195
Всього, МВт _т	3669	4581	5405	6958	8937	11466	13259	16154

* Оцінка згідно даних енергетичного балансу України ** Прогноз згідно даних НПДВЕ та припущень БАУ



Структура використання біомаси для виробництва енергії, 2013-2020





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Політика України щодо підтримки розвитку біоенергетики

- Розпорядження КМУ № 1014-р від 16.10.2014
- Постанова КМУ № 293
- Постанова КМУ № 453
- Постанова КМУ № 491
- Постанова КМУ № 1313
- Закон України про альтернативні види палива
- Закон про електроенергетику
- Закон України № 2010-д
- План заходів з імплементації Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС
- Національний план дій з ВДЕ до 2020 р.



Оцінка енергетичних ресурсів біомаси

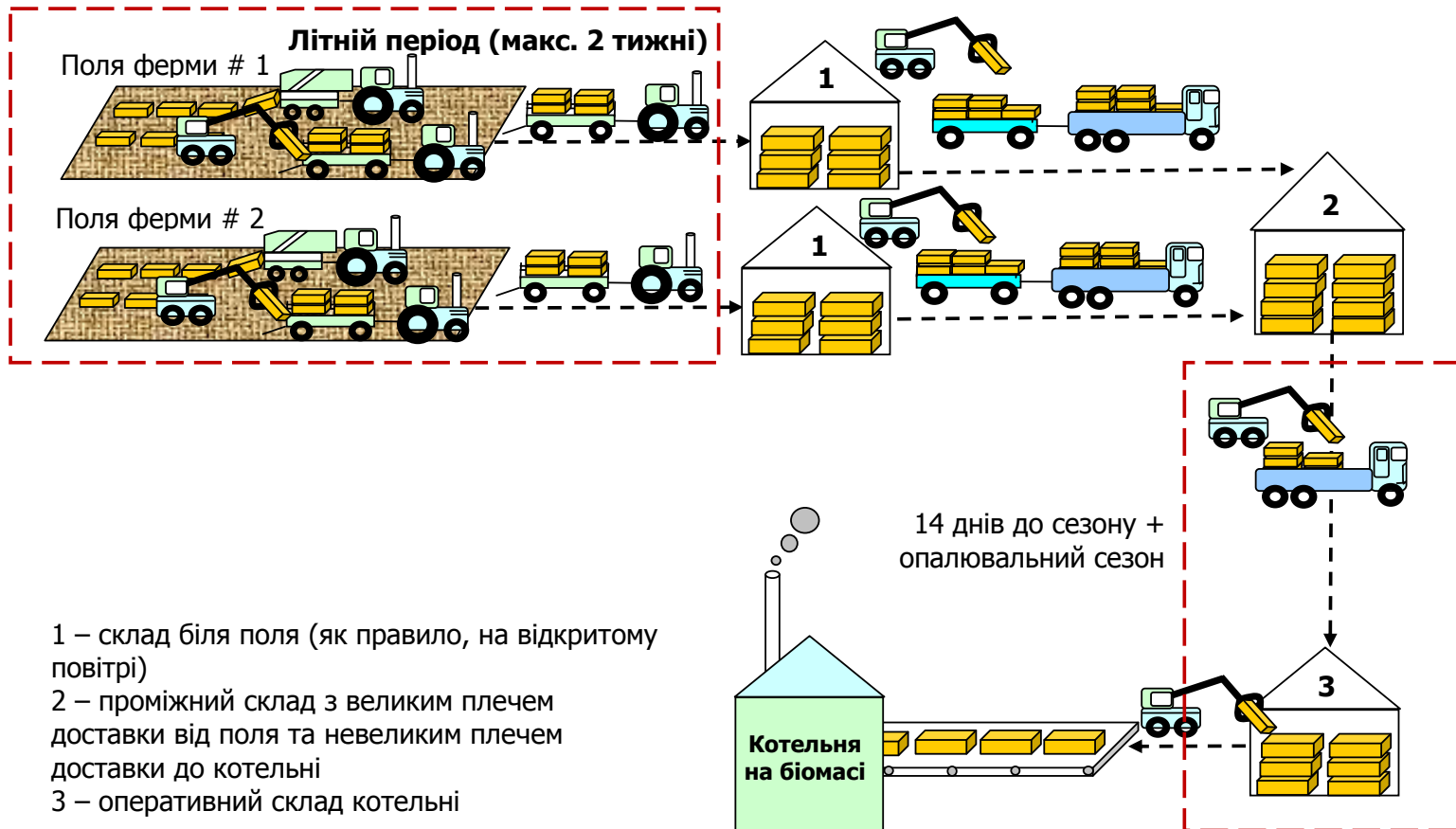
Вибір типу сировини

Теоретична оцінка
потенціалу біомаси
на основі
статистичних даних

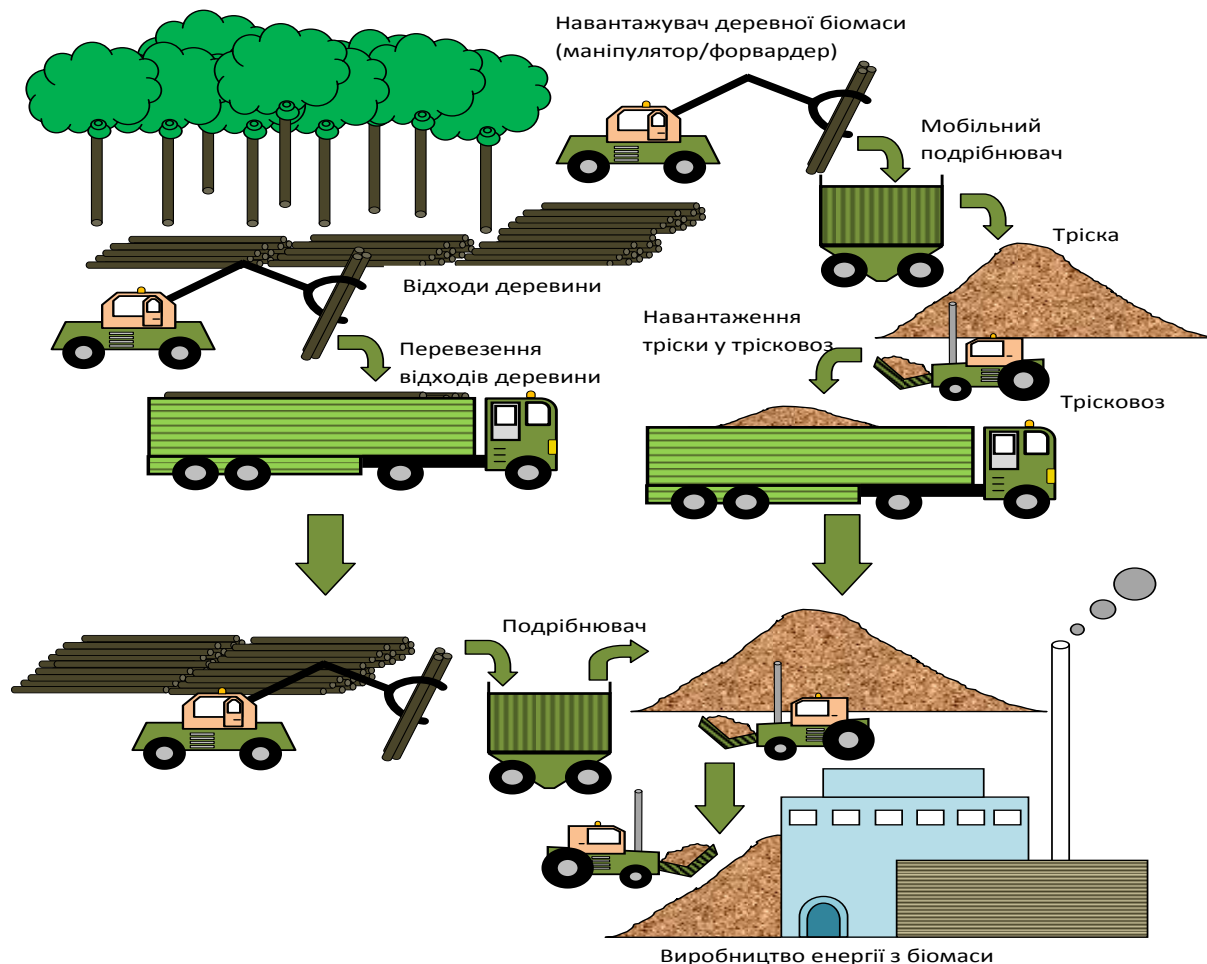
Запити для отримання
комерційних
пропозицій від
можливих
постачальників
біомаси/біопалива

Вибір сировини, що
буде
використовуватись в
якості палива

Логістичні рішення постачання агробіомаси для виробництва теплової енергії



Логістичні рішення постачання деревної біомаси для виробництва теплової енергії





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Договірні відносини з постачальниками біомаси

Чітке визначення умов договору – гарантія надійної поставки біомаси

Типовий строк укладання договору постачання в Україні: 1 рік.

В контракті на постачання біомаси **обов'язково повинні бути передбачені:**

- 1) Терміни завчасного повідомлення про продовження контракту або його припинення.
- 2) Вимоги до якості біопалива: відповідність стандартам або технічним умовам на паливо, вологість, зовнішній вигляд, розміри, зольність, наявність сторонніх домішок, щільність,...
- 3) Процедури закупівлі біомаси та відбору зразків біомаси на проведення аналізів щодо відповідності вимогам до палива, а також відповідні дії при їх відхиленні
- 4) Відповідальні зі сторони покупця та продавця.

Організаційно-технічні рішення постачання деревної біомаси



Маніпулятор/навантажувач відходів



Форвардер



Зліва направо: пакетувальник, в'язанки відходів рубки, мобільний подрібнювач



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Організаційно-технічні рішення постачання деревної біомаси



Трісковози



Організаційно-технічні рішення постачання деревної біомаси



Мобільні подрібнювачі

Організаційно-технічні рішення постачання деревної біомаси



Складування

Організаційно-технічні рішення постачання агробіомаси



Тюкувальники



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Організаційно-технічні рішення постачання агробіомаси

Навантажувачі-маніпулятори



Організаційно-технічні рішення постачання агробіомаси



Вантажівки для перевезення тюків





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Організаційно-технічні рішення постачання агробіомаси Складування



Використання енергетичних культур



Плантація і збір врожаю енергетичної верби та тополі

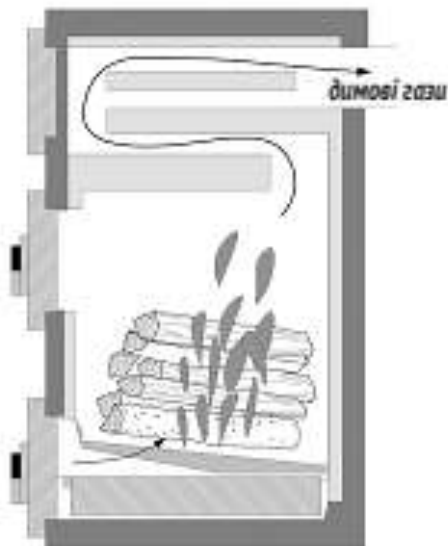


Технічні рішення та обладнання для енерговикористання біомаси

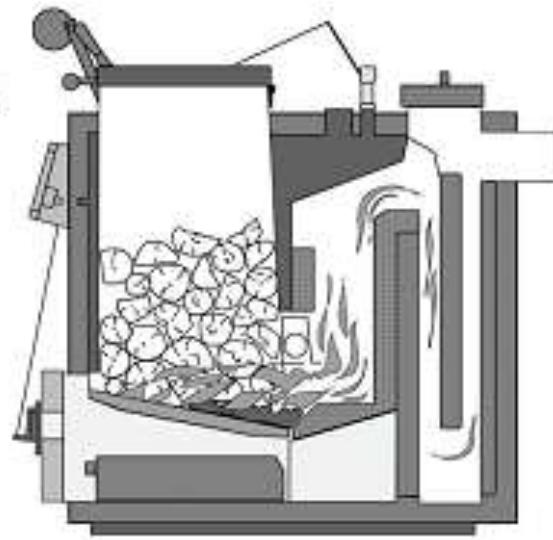


Технічні рішення та обладнання для енерговикористання біомаси

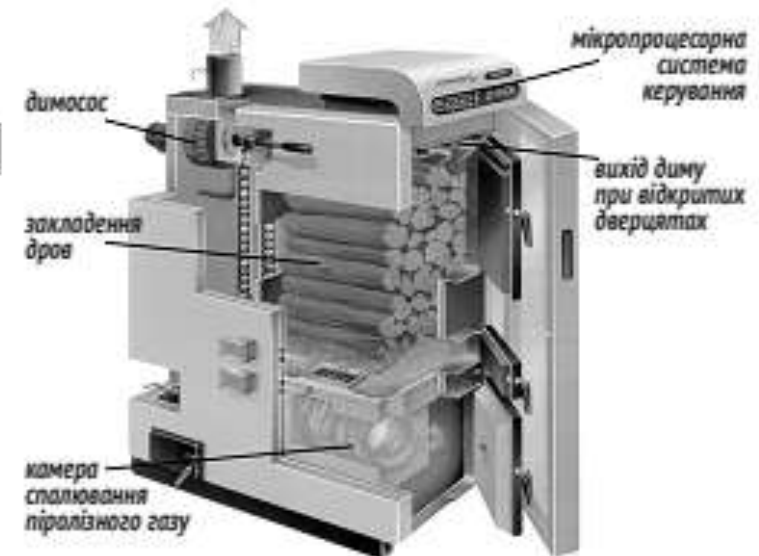
Конструкції котлів на дровах



а) верхнього горіння

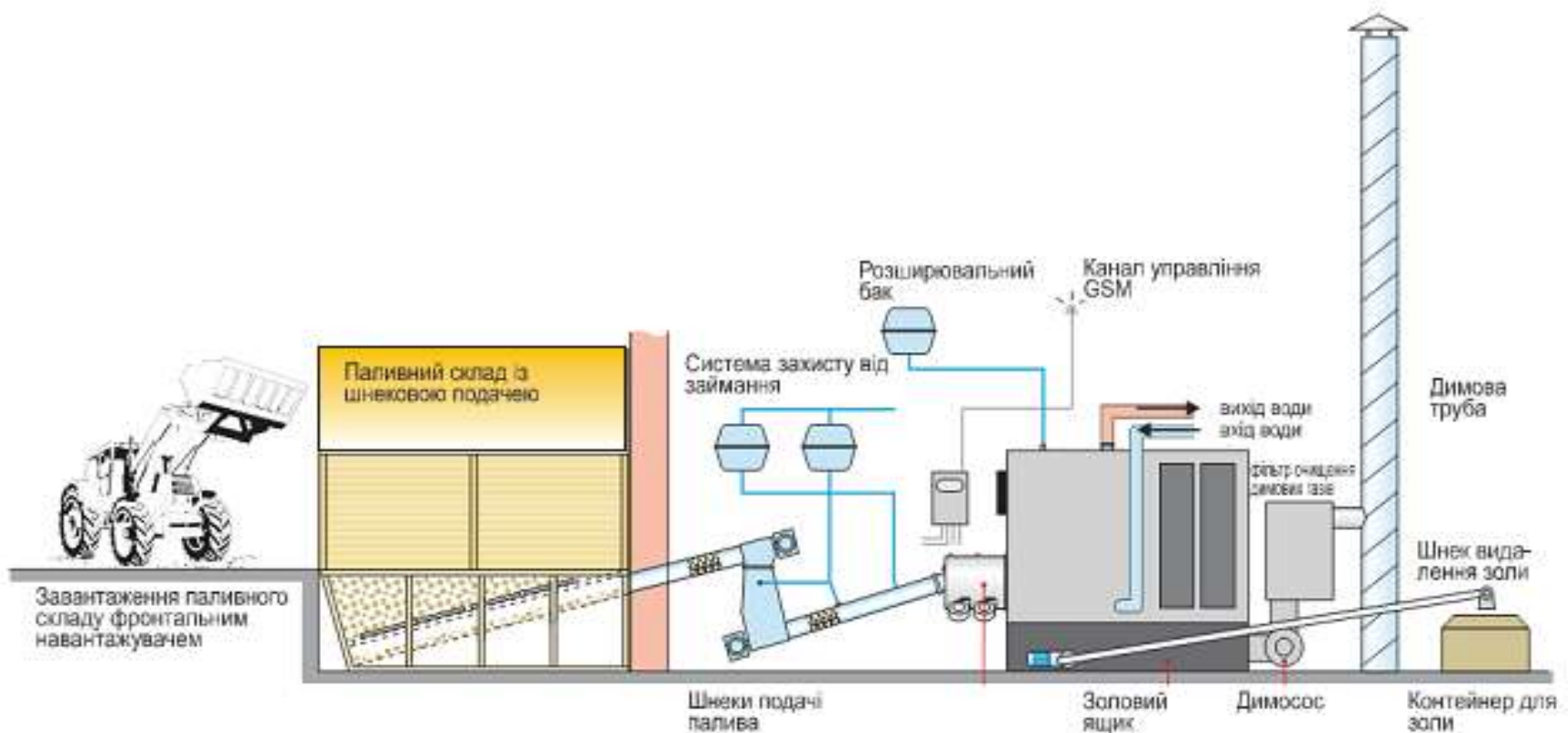


б) нижнього горіння

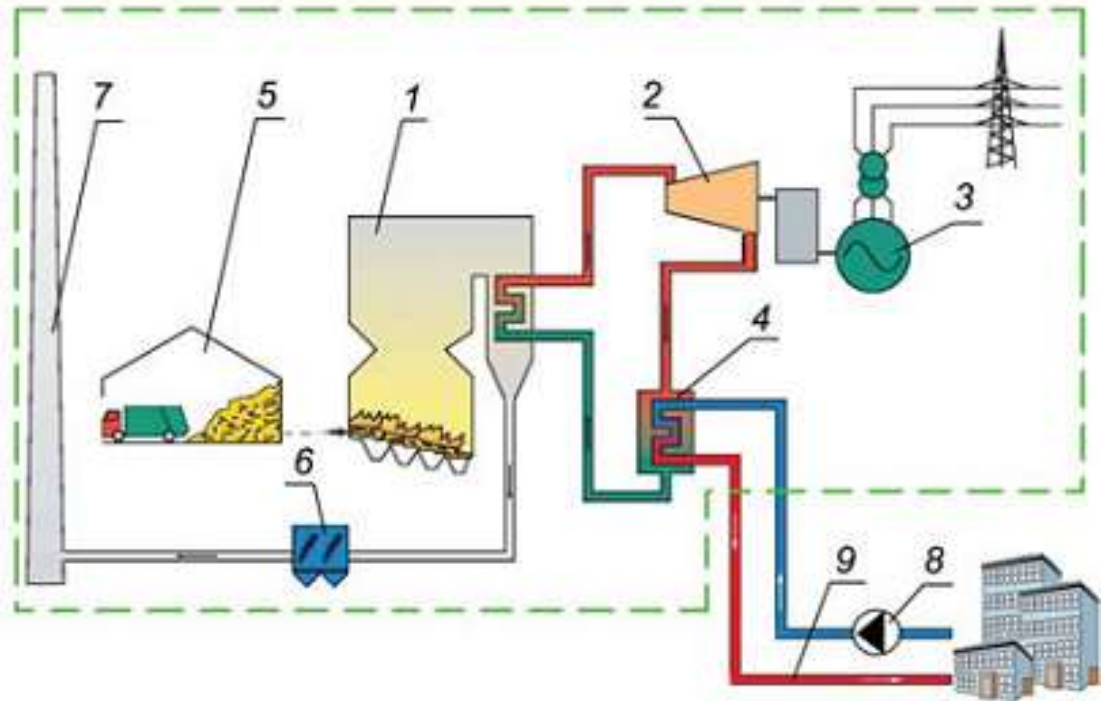


в) оберненого горіння

Основні елементи котельні на біомасі



ТЕЦ на біомасі



- 1 – паровий котел на біомасі;
- 2 – парова турбіна (протитискового типу);
- 3 – електрогенератор;
- 4 – підігрівач мережевої води на ТЕЦ;
- 5 – склад біопалива;
- 6 – система очистки димових газів;
- 7 – димова труба;
- 8 – мережевий насос;
- 9 – система централізованого тепло забезпечення.



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Розробка Техніко-економічного обґрунтування



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Орієнтовні питомі капвитрати, Євро/кВт теплової потужності



Капітальні витрати	Вид палива		Примітки
	деревна тріска	гранули	
Орієнтовні питомі капітальні витрати, Євро/кВт встановленої теплової потужності			
Основне обладнання* (українського виробництва)	50-70	35-60	для котлів потужністю 200...500 кВт
	25-40	25-30	для котлів потужністю 600...1300 кВт
Основне обладнання* (європейських виробників)		85-100	для котлів потужністю 200...500 кВт
Додаткові витрати, % від вартості основного обладнання			
Будівельні роботи (встановлення в існуючій котельні)	10-25		
Монтажні роботи, внутрішні трубопроводи	30-35		
Шефмонтаж, пусконаладжувальні роботи	10		
Розроблення проекту	5-7		

Структура собівартості теплової енергії з біомаси



а) паливо-деревна тріска, ціна 800 грн/тону з ПДВ.

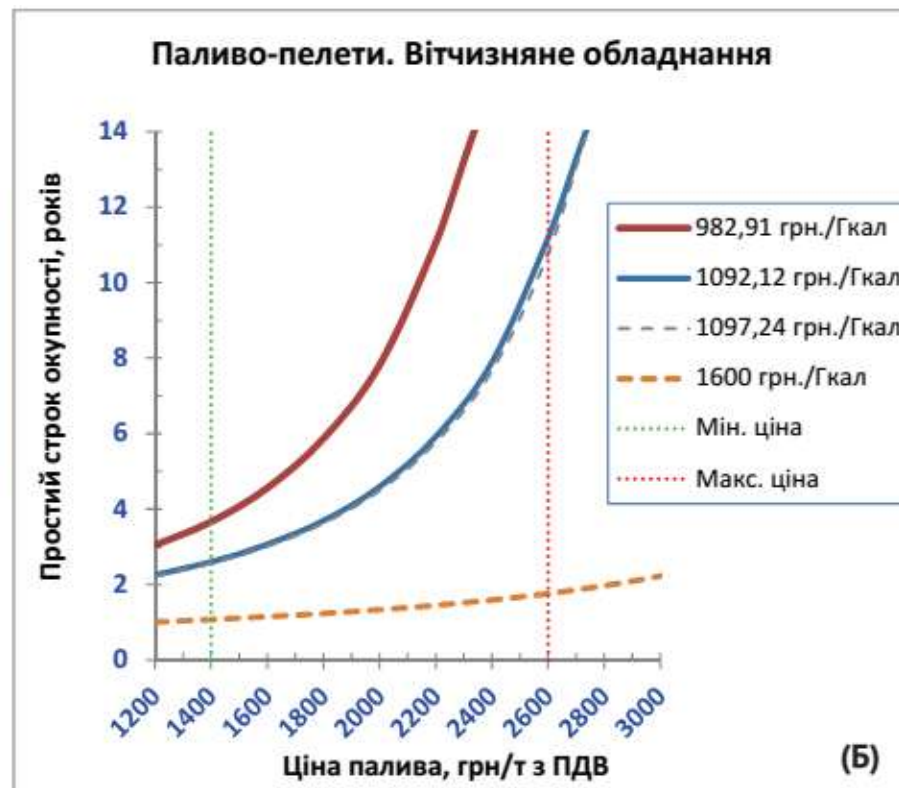
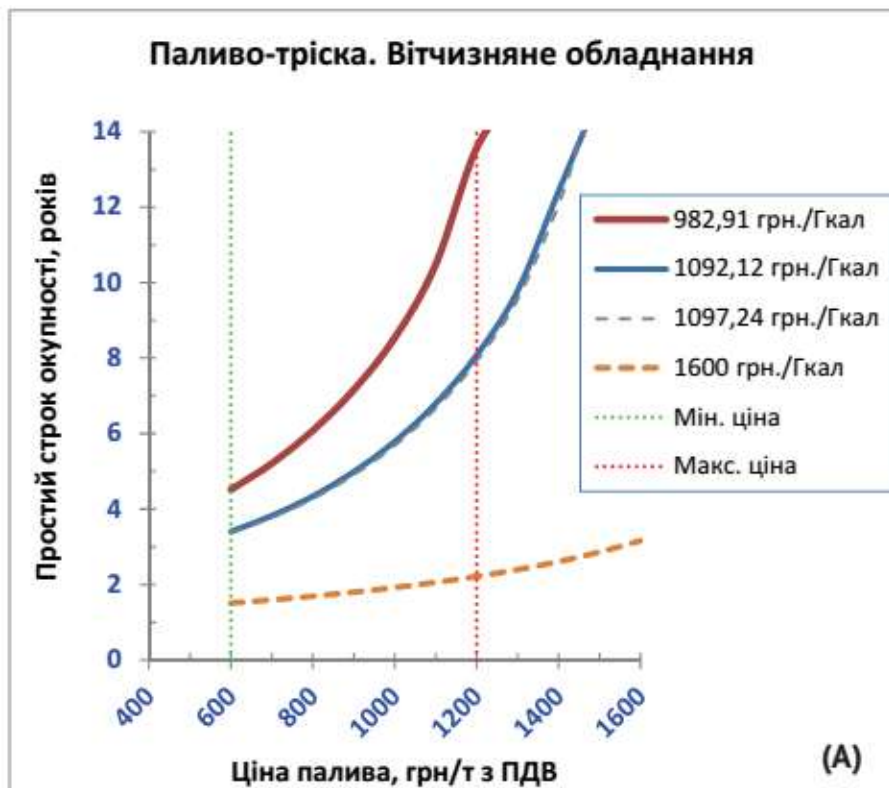
Собівартість ТЕ: 797 грн./Гкал



б) паливо-гранули, ціна 1800 грн/тону з ПДВ.

Собівартість ТЕ: 834 грн./Гкал

Окупність котельних в залежності від ціни біопалива та тарифу на теплову енергію – вітчизняне обладнання





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Успішні приклади реалізації проектів виробництва теплової енергії з біомаси

Виробництво теплової енергії з агробіомаси

Оператор:	Птахокомплекс «Дніпровський»
Встановлена потужність:	2x5 МВт
Виробник котла,	VESKO-S, компанії «TTS boilers» (Чехія)
Вид палива	Солома в гранулах
Рік будівництва:	2014
Вартість проекту	





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Виробництво електроенергії з агробіомаси (лушпиння соняшника)

Оператор:	ПАТ «Кіровоградолія» (КЕРНЕЛ груп)
Встановлена потужність:	35 МВтт (26.7 МВтт+1.7 МВтте)
Виробник котла,	3 котла Е-16-3,9-360-Д виробництва ПАТ «АК Сатер» (Україна), 1 котел ДЕ-25-1,4-250ГМО
Вид палива	Лушпиння соняшника
Рік будівництва:	2008
Вартість проекту	15 млн. Євро





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Виробництво теплової енергії з деревної біомаси – опалення та ГВП для психіатричної лікарні м. Житомир

Оператор:	ТОВ Крігер Енергія
Встановлена потужність:	2500 кВт
Виробник котла,	марка: Крігер (Україна), КВм-2,5
Вид палива	деревна тріска (12 тис.м3/рік)
Рік будівництва:	2013
Вартість проекту	5 млн. грн.



Виробництво теплової енергії з гранул – Котельня ЦТ у м. Полтава

Оператор:	Комунальне підприємство ПОВПТГ «Полтаватеплоенерго»
Встановлена потужність:	1000 кВт
Виробник котла:	HERZ (Німеччина), BioMatic-500 (2 од.)
Вид палива:	деревні гранули
Рік будівництва:	2012
Вартість проекту	2 млн. грн.





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Додатки

Додаток А. Виробники теплогенеруючого обладнання на твердій біомасі.

Додаток Б. Коефіцієнти перерахунку та базові розрахункові формули

Додаток В. Типові показники біомаси як палива



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА РЕФОРМА В УКРАЇНІ



Виробники біоенергетичного обладнання (українські/зарубіжні)

№	Назва/Торговельна марка	Вид палива				Спосіб подати	Технологія спалювання	Температура одержаної продукції, МВт				Контакт
		дрова	трипа	гранули	солонча			ручне	мех.	мелюч. Ресурс	мелюча рослинна рослина	
2	ТДВ «Бріг»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://brig-zerno.com.ua
3	ТОВ «ЮТЕМ-ІНЖИНІРІНГ»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://utem.com.ua
4	Helatechnik	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://ht-helatechnik.ua
5	ТОВ «Котлотурбо-пром»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://ktp.must-lpra.com
6	ТОВ «Завод Металіст-Шаб»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://metallist.odessa.ua
7	ЧАД «Агроресурс»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://agrorosurs.ua
8	ТДВ «БЗКУ»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://ardenz.com.ua
9	СПКТБ «Енергомашпроект»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://energomashproekt.com
10	Valiant Group Україна, ДП	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://protherm.ua
11	ТОВ «Дозамех Україна»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://dosamech.com.ua
12	Корпорація «Котельний завод «Колі»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kolvi.com
13	ТОВ «ATON Group»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://aton.ua
14	АТЗТ «МАЯ»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://majak.ua
15	ЛМЗ ДП ВАТ «Мотор Січ»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://lmz.com.ua
16	ПАО «Барський машинобудівний завод»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://barmash.com.ua
17	ЗАТ «Волінь Кальвіс»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kalvis.lt
18	ПП «Альт-центр»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://altip.ua
19	ТОВ «Сучасні Ефективні Технології»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://cet.ua
20	«ГРЕСА-ГРУП»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://ggc.com.ua
21	ДП «Красилівський агрегатний завод»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kaz.km.ua
22	ФООП Баргоцук А.Г.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://krzaczek.com.ua
23	ТОВ «Котлозавод «Крігер»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kriger.com.ua
24	Banisa Energy Ukraine	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://banisaenergy.com
25	Компанія «БЕЗГАЗУ»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://bezgasz.org
26	ТОВ «Коростенський завод теплотехнічного обладнання»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kztz.prom.ua
27	ТОВ «Триада ком»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://ves.ucoz.ua/
28	Компанія «Ziebart»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://ziebart.com.ua
29	ППФ «Ретра»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://retra.com.ua
30	СП «Ройек-Львів»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://rojek-lviv.com
31	ТОВ «Металіст»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kotel-metalist.com.ua
32	ТОВ Денасмаш	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://denasmash.com
33	ПП Федеків, «Українські гранулі паливо»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://pellet-burners.com.ua
34	ТОВ «НВО «ЕКОТЕХ»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://nvo-ecotech.com.ua
35	ТОВ «ДЛМЗ»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://dlmz.com

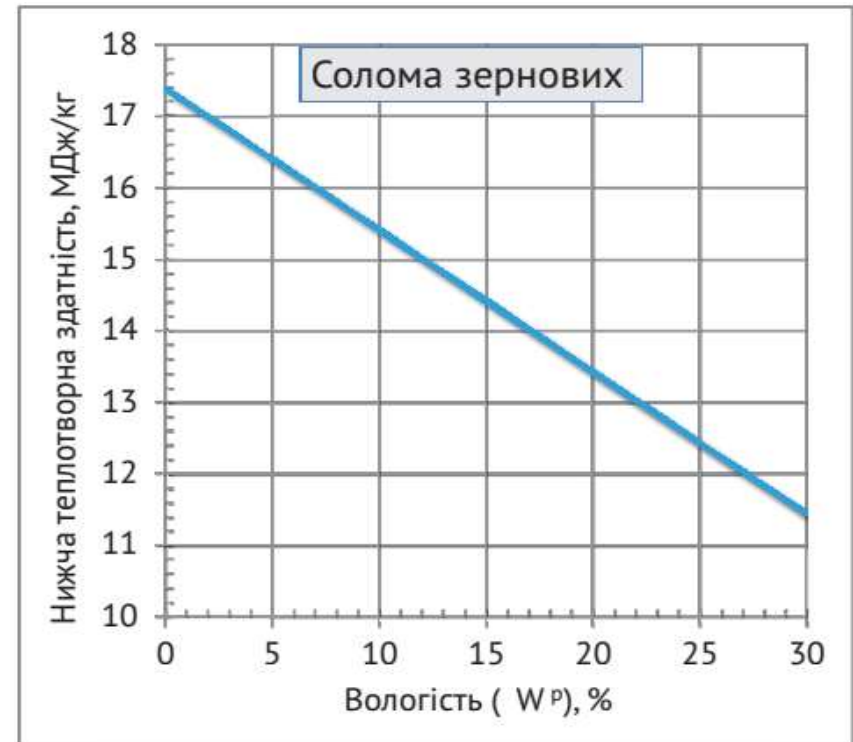
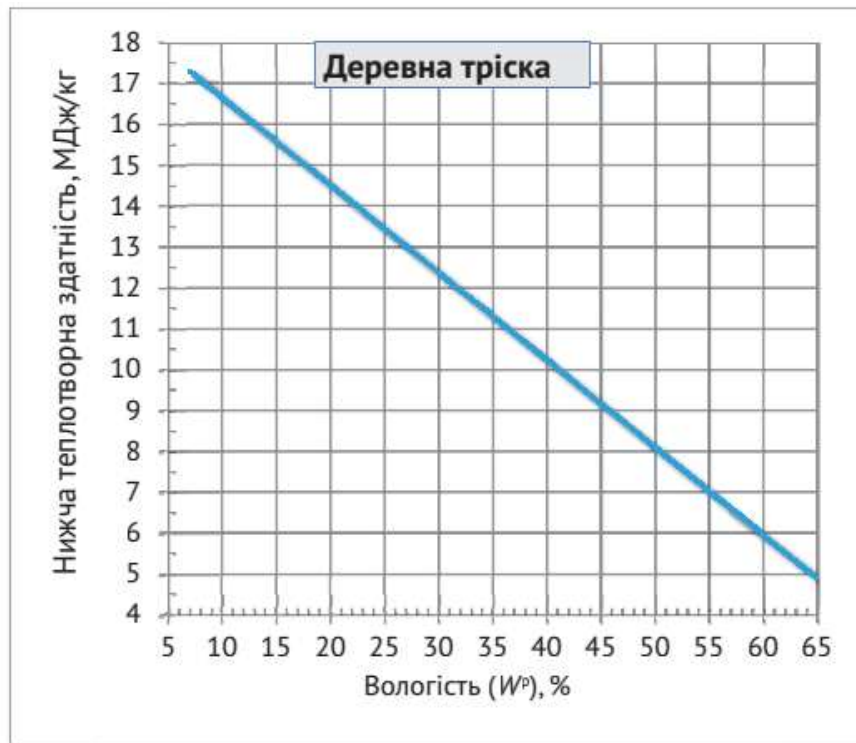
№	Назва/Торговельна марка	Вид палива				Спосіб подати	Технологія спалювання	Температура одержаної продукції, МВт				Контакт
		дрова	трипа	гранули	солонча			ручне	мех.	мелюч. Ресурс	мелюча рослинна рослина	
11	ЗАТ «Кальвіс»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kalvis.lt
12	HURST Boiler @Welding Company Inc.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://hurstboiler.com/
13	Grandeg	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://grandeg.lv
14	СП «КОМКОРТ», Республіка Білорусь	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://komkort.com/
15	TTS Boilers (Чеська Республіка)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://tts-group.ru/ ; http://tts.cz/
16	MW Biopower Oy	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://mwpower.fi
17	Herz Energietechnik GmbH	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://herz-energie.at/
18	Granpal	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://granpal.pl
19	Defro	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://defro.org.ua
20	HOST	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://host-bioenergy.com
21	KARA energy system	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kara-greenenergys.com
22	Budenus	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://budenus.kievgas.com.ua/
23	Ferrolli S.p.A.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://ferrolli.ua/
24	Компанія «Теплодар»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://teploдар.in.ua/
25	Eurotherm	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://tdarka.com.ua/
26	Biokaitra	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://biokaitra.lt
27	Multibio	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://horakypetrojet.cz ; http://multibio.eu
28	Helztechnik	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://ht-helztechnik.ua/
29	Sunsystem	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://sunsystem.bg/
30	Ermach	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://enkot.com.ua/ ; http://ermach.org.ua/
31	Opop	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://opop-servis.com.ua/
32	CHT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://cht.net.ua/
33	SAS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://sas-kotel.com.ua
34	Swag	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://swagkotti.com.ua/
35	ZGM «Zebiec» S.A	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://zebiec.pl/
36	ORLANSKI	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://orlanski.pl/
37	Kamen	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kamen.com.pl/
38	Kelton	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://kelton.com.ua/
39	Netting	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://netting-online.com/
40	Gilles	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://gilles.at
41	Helzomat	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://helzomat.de/
42	Tatano	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://tatano.com/
43	BAT «Мошисельмаш»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://mazelmach.by/
44	Viadrus	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://viadrus.com.ua/
45	Protherm	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	http://protherm.ua/

Коефіцієнти перерахунку та базові розрахункові формули

Характеристики біомаси як палива

Паливо	Х-ки	Нижча теплотворна здатність,		Насипна вага, кг/м ³	Об'ємний енерговміст, Гкал/м ³	Зольність, %	Температура плавлення золи, °C
		од. виміру	значення				
Дрова	у повітряно-сухому стані	МДж/кг	13,5	400-500	1,3-1,6	0,2-0,5	1280-1430
Тріска деревна, вільним насипом	вологість* 20%	МДж/кг	14,5	205-250	0,71-0,86	0,3-1	-/-
	вологість 40%	МДж/кг	10,2	240-300	0,58-0,73	-/-	-/-
	вологість 50%	МДж/кг	8,1	260-350	0,5-0,68	-/-	-/-
Тріска деревна, утрамбована	вологість 40%	МДж/кг	10,2	360-390	0,88-0,95	-/-	-/-
Стружка деревна без утрамбування	вологість 7-15%	МДж/кг	14-17	105-140	0,35-0,57	-/-	-/-
те ж, утрамбована	вологість 7-15%	МДж/кг	14-17	140-215	0,47-0,87	-/-	-/-
Тирса деревна велика, без утрамбування	вологість 7%	МДж/кг	17	100	0,4-0,5	-/-	-/-
	вологість 33-38%	МДж/кг	10,5-12,5	170	0,43-0,5	-/-	-/-
Тирса деревна велика, утрамбована	вологість 7%	МДж/кг	17	150	0,6-0,65	-/-	-/-
	вологість 33-38%	МДж/кг	10,5-12,5	260	0,65-0,70	-/-	-/-
Гранули, брикети	з дерева	МДж/кг	17-17,5	550-680	2,2-2,6	0,2-0,5	-/-
	з соломи	МДж/кг	15,5-16	550-600	1,85-2,2	4-6,5	750-1050
	з лушпиння соняшника	МДж/кг	18-18,5	630-650	2,4-2,8	4-6,5	
Кора деревна	у повітряно-сухому стані	МДж/кг	18,5-22,7	-	-	2-10	1440

Визначення теплотворної здатності по відомій вологості





USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ

МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



МУНІЦИПАЛЬНА ЕНЕРГЕТИЧНА
РЕФОРМА В УКРАЇНІ



ПОСІБНИК

ПІДГОТОВКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ
ПРОЕКТІВ ЗАМІЩЕННЯ ПРИРОДНОГО
ГАЗУ БІОМАСОЮ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ
ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

КИЇВ • 2015

Брошура доступна
на сайті ГО “ABE”:
www.rea.org.ua