

## Концепция развития биоэнергетики в Украине

Производство энергии из возобновляемых источников динамично развивается в большинстве Европейских стран. В 1995 г. в странах ЕС на долю возобновляемых источников энергии (ВИЭ) приходилось 74.3 млн т нефтяного эквивалента (т н. э.), что составляло около 6% общего потребления первичных энергоносителей (ОППЭ) (Таблица 1). Из них на долю биомассы приходилось более 60%, что эквивалентно около 3% ОППЭ. В отдельных странах вклад биомассы в ОППЭ значительно превышает среднеевропейский: в США ее доля составляет 3.2%, в Дании - 8%, в Австрии - 11%, в Швеции - 19%, в Финляндии - 21%. В соответствии с программой развития ВИЭ (White Paper), в странах ЕС биомасса будет покрывать около 74% общего вклада ВИЭ в 2010 г, что будет эквивалентно около 9% ОППЭ. Очевидно, что биомасса составляет наиболее развитый и поступательно возрастающий сектор ВИЭ в ЕС.

Таблица 1. Выработка тепловой и электрической энергии из возобновляемых источников энергии в странах ЕС

Тип возобновляемых источников энергии	Производство энергии				Общие капитальные затраты в 1997-2010 гг., млрд \$	Снижение выбросов CO <sub>2</sub> до 2010 г., млн т/год
	1995 г.		2010 г.			
	млн т н. э.	%	млн т н. э.	%		
Ветроэнергетика	0.35	0.5	6.9	3.8	34.56	72
Гидроэнергетика	26.4	35.5	30.55	16.8	17.16	48
Фотоэлектрическая энергетика	0.002	0.003	0.26	0.1	10.8	3
<b>Биомасса</b>	<b>44.8</b>	<b>60.2</b>	<b>135</b>	<b>74.2</b>	<b>100.8</b>	<b>255</b>
Геотермальная энергетика	2.5	3.4	5.2	2.9	6	5
Солнечные тепловые коллекторы	0.26	0.4	4	2.2	28.8	19
<b>ВСЕГО</b>	<b>74.3</b>	<b>100</b>	<b>182</b>	<b>100</b>	<b>198.12</b>	<b>402</b>

Биомасса сегодня является четвертым по значению топливом в мире, давая ежегодно 1250 млн т у.т. энергии и составляя около 15% всех первичных энергоносителей (в развивающихся странах - до 38%).

Использование ВИЭ в Украине составляет на сегодняшний день 5.6 млн т у.т., что эквивалентно 2.8% ОППЭ. Из всех ВИЭ доля биомассы является наибольшей после большой гидроэнергетики - около 18% (Таблица 2). В 2001 г. из биомассы, в основном древесных отходов, было произведено 29 ПДж тепловой энергии, что составляло 0.5% ОППЭ.

Таблица 2. Вклад различных ВИЭ в производство энергии в Украине (2001 г.)

Большая гидроэнергетика	78.8%	Ветроэнергетика	0.2%
<b>Биоэнергетика</b>	<b>17.79%</b>	Геотермальная энергетика	0.07%
Малая гидроэнергетика	3.1%	Солнечные тепловые коллекторы	0.04%
Всего 100%			

Украина имеет достаточно большой потенциал ВИЭ в целом и биомассы в частности. В Таблице 3 представлена структура энергетического потенциала биомассы, основанная на вероятной и оптимистической оценке. Обе оценки были выполнены сотрудниками Института технической теплофизики НАН Украины. Согласно оптимистическому прогнозу общий потенциал биомассы, доступный для энергетического использования в Украине, составляет 17.6 млн т у.т., вероятный прогноз дает 10.6 млн т у.т. В обоих случаях основную часть потенциала составляют отходы сельского хозяйства (солома, стебли, лузга и т.п.). Одно из основных различий между прогнозами заключается в оценке потенциала соломы. В вероятном подходе считается, что только 20%

всего количества соломы может использоваться для энергетических целей. Кроме того, здесь не учитывался потенциал топлива из твердых бытовых отходов (ТБО) и биогаз, полученный из сточных вод.

Таблица 3. Энергетический потенциал биомассы в Украине (данные 2001 г.)

Вид биомассы	Энерг. потенциал, млн т у.т./год(вероятная оценка)	Энерг. потенциал, млн т у.т./год(оптимистическая оценка)
Зерновые культуры/ солома (без кукурузы):		
- пшеница	0.97	
- ячмень	0.79	
- овес	0.10	
- рожь	0.15	
- другие	0.77	
Всего по зерновым культурам	3.63	5.6
Кукуруза на зерно/ стебель, початки	1.19	2.4
Подсолнух/ стебель, лузга	2.31	2.3
Навоз/ биогаз	1.59	1.6
Сточные воды/ биогаз	-	0.2
Биогаз с полигонов ТБО	0.3	1.6
Отходы древесины	0.32	
- Невывезенная древесина на лесосеках (порубочные остатки), W 50-60%*)	0.11	
- Отходы в леспрохозах при распиловке кругляка, W 40-45%	0.18	
- Отходы на ДОКах при изготовлении готовой продукции, W 25-30%	0.18	
- Дрова, вывозимые с лесосеки, W 40-45%	0.97	
Всего по отходам древесины	1.58	2.0
Топливо из ТБО	-	1.9
<b>ВСЕГО</b>	<b>10.6</b>	<b>17.6</b>

\*) W - массовая влажность

Биомасса (без доли, используемой другими секторами экономики) может обеспечить 5.3-8.8% общей потребности Украины в первичной энергии (с учетом различных оценок энергетического потенциала биомассы). Технологии утилизации биомассы находятся в начале своего развития в Украине и имеют хорошие перспективы коммерциализации в ближайшем будущем.

В настоящее время в стадии рассмотрения находится "Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу", разработанная группой украинских ученых по Указу Президента Украины. Согласно рабочему варианту Стратегии доля биомассы в ОППЭ составит 3.4% (2.7 млн т у.т.) в 2010 г., 7.8% (6.3 млн т у.т.) в 2020 г. и 12.6% (9.2 млн т у.т.) в 2030 г. (Таблица 4).

При разработке концепции развития биоэнергетики в Украине за основу была принята концепция Дании и вероятная оценка энергетического потенциала биомассы в Украине. Обе страны имеют относительно малую территорию, покрытую лесом (около 14%) и высокоразвитый сельскохозяйственный сектор, что приводит к подобной структуре потенциала биомассы в них.

Таблица 4. Использование ВИЭ в Украине согласно "Энергетической стратегии Украины на период до 2030 г. и дальнейшую

перспективу"

Показатели	Технический потенциал ВИЭ		Выработка тепловой и электрической энергии из ВИЭ в 2001-2030 гг.							
			2001		2010		2020		2030	
	млн т у.т.	%	млн т у.т.	%	млн т у.т.	%	млн т у.т.	%	млн т у.т.	%
Ветроэнергетика	15.0	23.8	0.012	0.2	0.59	0.3	4.29	18.9	8.9	25.4
Фотоэлектрическая энергетика	2.0	3.2	-	-	0.009	0.09	0.23	1.0	0.72	2.1
Малая гидроэнергетика	3.0	4.8	0.17	3.1	0.15	1.6	0.48	2.1	0.65	1.9
Большая гидроэнергетика	7.0	11.1	4.36	78.69	4.8	51.2	5.6	24.6	6.53	18.7
Солнечные тепловые коллекторы	4.0	6.4	0.002	0.04	0.12	1.2	0.7	3.1	1.96	5.6
<b>Биоэнергетика</b>	<b>20.0</b>	<b>31.7</b>	<b>0.99</b>	<b>17.8</b>	<b>2.7</b>	<b>28.5</b>	<b>6.3</b>	<b>27.9</b>	<b>9.2</b>	<b>26.3</b>
Геотермальная энергетика	12.0	19.0	0.004	0.07	0.99	11.1	5.07	22.4	7.00	20.0
Всего	63.0	100	5.54	100	9.34	100	22.66	100	34.98	100
Доля от собственных традиционных энергоресурсов	78		7		12		28		48	
Доля от ОППЭ	32		2.8		4.7		11.3		17.5	

Привлечение потенциала биомассы, неиспользуемой другими секторами экономики, к энергетическому балансу Украины есть первоочередной задачей, выполнение которой реально на протяжении ближайших 5-10 лет. Среди факторов, которые могут увеличить количество биомассы, доступной для энергетического использования в ближайшем будущем, следует отметить повышение урожайности зерновых культур (и, соответственно, общего сбора соломы) и уменьшение доли соломы, используемой как грубый корм и подстилка для скота. По предварительным оценкам эти факторы приведут к двукратному увеличению количества биомассы, доступной для энергетического использования. Кроме того, для Украины с ее большим потенциалом сельскохозяйственных земель очень перспективным является организация специальных энергетических плантаций быстрого оборота (ива, тополь, мискантус и др.). Привлечение биомассы, специально выращенной на землях, которые сейчас не используются или используются неэффективно в Украине, приведет к повышению доли биомассы в энергетическом балансе страны до 20-25%.

В Украине наиболее перспективными для коммерческого использования в ближайшие годы можно считать следующие технологии:

- промышленные древесносжигающие котлы мощностью 0.1-5 МВт для установки в гослесхозах и на деревообрабатывающих комбинатах;
- древесносжигающие станции централизованного теплоснабжения (ЦТ) мощностью 1-10 МВт;
- соломосжигающие фермерские котлы и котлы для малых теплосетей мощностью 0.1-1 МВт;
- соломосжигающие станции ЦТ мощностью 1-10 МВт;
- биогазовые установки для крупных ферм КРС, свиноферм, птицефабрик и предприятий пищевой промышленности;
- установки добычи и использования биогаза с полигонов ТБО в мини-электростанциях мощностью 0.5-5 МВт.

Приоритетного развития в Украине требуют технологии прямого сжигания древесины, в первую очередь для производства теплоты и технологического пара. Это связано с достаточно низкой ценой на электроэнергию, которая существует в Украине (0.021 \$/кВтЧ) и в то же время - достаточно высокой ценой на топливо и тепловую энергию. Внедрение мини-электростанций и мини-ТЭЦ, сжигающих твердую биомассу (древесину, солому, лузгу), будет рентабельным в случае значительного роста цен на электроэнергию или в случае субсидирования. Получение теплоты из биомассы является экономически рентабельным уже сейчас, даже в случае использования импортного оборудования. Украина также обладает достаточным техническим потенциалом, чтобы начать собственное производство древесно- и соломосжигающих котлов.

Технологии сжигания соломы также являются очень перспективными для Украины. Но широкое распространение этих технологий

требует решения ряда вопросов организации сбора, прессования тюков, транспортировки и хранения соломы. Прежде всего, наилучшие перспективы для внедрения на сельскохозяйственных предприятиях имеют фермерские котлы и котлы для малых теплосетей мощностью 0.1-1 МВт. После демонстрации преимуществ в этих котлов, крупные станции ЦТ также имеют хорошие возможности для коммерциализации. Что касается мини-ТЭЦ на биомассе мощностью 1-10 МВтэ, мы ограничиваем их место в концепции развития биоэнергетики в Украине двумя демонстрационными станциями (одна на древесине и одна на соломе) до существенного повышения тарифов на электроэнергию.

Крупные биогазовые установки также играют важную роль в концепции. Их широкое внедрение возможно на свинофермах с поголовьем более 5 тыс., фермах крупного рогатого скота (КРС) с поголовьем более 600 голов, птицефабриках и предприятиях пищевой промышленности. По нашим оценкам в Украине может быть сооружено 2903 биогазовых установки со средним объемом метантенка 1000 м3, включая 295 установок на свинофермах, 130 - на птицефабриках и 2478 - на фермах КРС и предприятиях пищевой промышленности.

Использование биогаза с полигонов ТБО является наиболее прибыльным на промышленных предприятиях, расположенных неподалеку от самих полигонов. Если невозможно утилизировать биогаз в котлах близлежащей промышленности, наиболее рентабельным его использованием является производство электроэнергии мини-электростанциями или мини-ТЭЦ на базе газовых двигателей внутреннего сгорания.

Производство жидких топлив из биомассы маловероятно в Украине в ближайшее время, так как их себестоимость получается значительно выше стоимости традиционных жидких топлив. Основные усилия в этой области необходимо сконцентрировать на исследовательских и демонстрационных проектах. То же самое можно сказать о технологиях быстрого пиролиза и газификации биомассы.

В Таблице 5 представлены данные по оборудованию, которое может быть установлено в Украине в рамках реализации разработанной концепции. Снижение выбросов CO<sub>2</sub> рассчитано для случая замещения природного газа. При расчетах приняты следующие показатели удельных капитальных затрат, исходя из стоимости оборудования украинского производителя (в скобках также указаны используемые в расчетах средние мощности оборудования):

- древесносжигающие котлы централизованного теплоснабжения - 75 \$/кВтт (2 МВт);
- промышленные древесносжигающие котлы - 100 \$/кВтт (1 МВт);
- древесносжигающие мини-ТЭЦ - 1000 \$/кВтэ (5 МВтэ+10 МВтт);
- малые бытовые древесносжигающие котлы - 50 \$/кВтт (30 кВт);
- соломосжигающие фермерские котлы и котлы для малых теплосетей - 80 \$/кВтт (0.2 МВт);
- соломосжигающие станции централизованного теплоснабжения - 100 \$/кВтт (2 МВт);
- соломосжигающие мини-ТЭЦ - 1500 \$/кВтэ (5 МВтэ+10 МВтт);
- биогазовые установки - 100 \$/м3 объема метантенка (объем метантенка 1000 м3, 75 кВтэ+150 кВтт);
- мини-электростанции на биогазе с полигонов ТБО - 600 \$/кВтэ (1 МВтэ).

Таблица 5. Биоэнергетическое оборудование, которое может быть установлено в Украине в рамках реализации предложенной концепции

Тип оборудования	Прибли- тельная емкость рынка Украины, шт	Установленная мощность		Период эксплуата ции, ч/год	Замещение ископаемого топлива, млн т у.п./год	Снижение выбросов CO <sub>2</sub> , млн т/год	Общие капитальные вложения млн \$ USA
		МВт <sub>т</sub>	МВт <sub>э</sub>				
Древесносжигающие станции централизованного теплоснабжения, 1-10 МВт <sub>т</sub>	250	500	---	4400	0.30	0.49	38
Промышленные древесносжигающие котлы, 0.1-5 МВт <sub>т</sub>	250	250	---	8000	0.27	0.45	25

Древесносжигающие мини ТЭЦ, 1-10 МВт <sub>э</sub>	1	10	5	8000	0.02	0.05	5
Бытовые древесносжигающие котлы, 10-50 кВт <sub>т</sub>	53000	1590	---	4400	0.96	1.57	80
Фермерские соломосжигающие котлы, 0.1-1 МВт <sub>т</sub>	15900	3180	---	4400	1.91	3.14	254
Соломосжигающие станции централизованного теплоснабжения, 1-10 МВт <sub>т</sub>	1400	2800	---	4400	1.68	2.76	280
Соломосжигающие мини ТЭЦ, 1-10 МВт <sub>э</sub>	1	10	5	8000	0.02	0.05	8
Крупные биогазовые установки	2903*)	711	325	8000	1.33	22.36	290
Миниэлектростанции на свалочном газе	90	20	80	8000	0.24	3.26	48
<b>ВСЕГО</b>	<b>73795</b>	<b>9071</b>	<b>415</b>		<b>6.73</b>	<b>34.13</b>	<b>1027*)</b>

\*) включая 2478 установок на фермах КРС, 295 - на свинофермах, 130 -на птицефабриках.

В случае реализации предложенной концепции общая установленная мощность будет составлять 9071 МВт<sub>т</sub> и 415 МВт<sub>э</sub>. Это приведет к замещению 6.7 млн т у.т./год и снижению выбросов парниковых газов на 34 млн т/год CO<sub>2</sub>-эквивалента. Развитие биоэнергетических технологий уменьшит зависимость Украины от импортированных энергоносителей, повысит ее энергетическую безопасность за счет организации энергоснабжения на базе местных возобновляемых ресурсов, создаст значительное количество новых рабочих мест (преимущественно в сельских районах), внесет большой вклад в улучшение экологической ситуации.

В утвержденной Верховной Радой Украины в 1996 г. Национальной энергетической программе Украины на период до 2010 г. предусмотрено покрытие 10% потребностей народного хозяйства в энергии за счет нетрадиционных возобновляемых и других источников энергии. В 2000 г. актуальность этого пункта Программы была подтверждена в Рекомендациях парламентских слушаний относительно "Энергетической политики Украины". Если ориентироваться на опыт стран ЕС (где доля биомассы составляет 60% всех ВИЭ), биомасса может покрывать около 6% потребностей народного хозяйства Украины в энергии. Этот показатель хорошо стыкуется с данными представленной концепции развития биоэнергетики в Украине. Для решения целого комплекса вопросов, связанных с развитием биоэнергетики в Украине, считаем необходимым создание в ближайшее время Государственной научно-технической программы развития биоэнергетики Украины.