

**Руководство**  
**по оценке и прогнозированию образования ТКО**  
**и их переработке для совокупности отходов всех видов**  
**и основных типов отходов**  
**(методические рекомендации)**

## Содержание

ОПИСАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ.....	3
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВВП НА ОБРАЗОВАНИЕ ОТХОДОВ .....	13
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЁМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ .....	14

**Руководство по оценке и прогнозированию образования ТКО и их переработке для совокупности отходов всех видов и основных типов отходов (методические рекомендации)**

## **ОПИСАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ**

Прогнозы по количеству отходов и изменению их качественного состава являются основой выбора различных методов управления отходами и параметров для определения расходов и выгод от будущих капиталовложений в систему обращения с отходами. Отходы представляют существенную проблему для всех стран, так как количество отходов в целом растет. Единые методики расчета объемов образования отходов для населенных пунктов в целом, с учетом всех источников и определением морфологического состава в процентном соотношении, отсутствуют.

К сожалению, недостаток доступных и сопоставимых данных не всегда позволяет провести полную и достоверную оценку проблем, связанных с отходами.

Оценка перспективного воздействия отходов на окружающую среду произведена в соответствии с действующими нормативными документами.

Правила определения нормативов образования коммунальных отходов утверждены постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства республики Беларусь, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27.05.2003г. № 18/27, которыми рекомендованы нормативы накопления отходов для различных объектов социально-бытовой сферы.

При определении норматива образования твердых коммунальных отходов для жилищного фонда и объектов обеспечения жизнедеятельности человека в него включаются отходы жизнедеятельности населения (в том числе отходы от текущего ремонта помещений, местного отопления), научно-исследовательской, образовательной, воспитательной, спортивной, культурно-просветительской, религиозной, торговой, социально-бытовой, транспортной, административно-управленческой и хозяйственно-

экономической деятельности, отходы медицинских учреждений, дворовый смет.

Не включаются в норматив образования твердых коммунальных отходов для жилищного фонда и объектов обеспечения жизнедеятельности человека при его определении уличный смет с твердых покрытий улиц, площадей, парков, скверов, строительные отходы, отходы от обрезки (рубки) зеленых насаждений, отходы сезонной санитарной уборки населенных мест, отходы от содержания скота, обслуживания жилого дома, личного подсобного хозяйства, крупногабаритные отходы. Данные отходы вывозятся по заявкам или дополнительно включаются в определяемый норматив исходя из рекомендуемого норматива их образования.

Норматив образования крупногабаритных отходов для жилищного фонда рекомендуется принимать в размере 5 процентов от общего объема образования в нем твердых коммунальных отходов.

Норматив образования твердых коммунальных отходов на участках, предоставленных или переданных для строительства и обслуживания жилого дома, рекомендуется принимать 0,01 куб.м в год на 1 кв.м его площади.

Норматив смета с твердых покрытий улиц, площадей, парков, скверов рекомендуется принимать 15 кг в год на 1 кв.м площади покрытия.

При отборе из состава коммунальных отходов содержащегося вторичного сырья дифференцированные нормативы их образования следует уменьшать на соответствующий объем вторичного сырья в среднем: по макулатуре - на 20 процентов, по стеклу - на 10 процентов, по пищевым отходам - на 30 процентов, по пластмассам - на 10 процентов, по текстильным материалам - на 7 процентов, по металлам - на 6 процентов по массе.

Общий средний норматив образования твердых коммунальных отходов на территории населенного места на одного человека в год определяется как сумма годового образования твердых коммунальных отходов в жилищном фонде, от всех объектов обеспечения жизнедеятельности человека, годового образования крупногабаритных отходов, отходов от районного обслуживания и неучтенных отходов, отнесенная к количеству проживающего населения

Общий средний норматив образования коммунальных отходов устанавливает общее количество образующихся в течение года коммунальных отходов на территории населенного места на одного жителя.

Расчетный объем отходов, образующихся в процессе жизнедеятельности населения, рассчитывается исходя из значений

общей численности населения региона (тыс. человек) и существующих средних нормативов накопления отходов чел/год.

Для принятия управленческих решений по обращению с твердыми коммунальными отходами важное значение имеет такой показатель, как количество отходов, извлеченных из состава ТКО с целью их повторного использования, т.е. количество вторичных материальных ресурсов (ВМР).

Для определения морфологического состава ТКО и учета изменений процентного содержания отдельных компонентов в общем объеме образующихся ТКО, в зависимости от сезона года, проводится разделение отходов по их составу. Разделение ТКО осуществляется от различных объектов образования (происхождения) этих отходов.

Периодичность проведения разделения ТКО с целью определения их морфологического состава осуществляется не реже одного раза в пять лет.

Определение морфологического состава ТКО, образующихся в населенных пунктах, проводится отдельно для жилых зданий с различной степенью благоустройства жилищного фонда и для наиболее характерных объектов обеспечения жизнедеятельности человека:

благоустроенные жилые здания без арендаторов – имеющие водопровод, канализацию, центральное отопление и использующие природный газ или электроэнергию для приготовления пищи (отопления);

неблагоустроенные жилые дома без арендаторов, находящиеся в коммунальной собственности, - с печным отоплением и не подключенные к системе канализации населенного пункта;

неблагоустроенные жилые здания без арендаторов, находящиеся в собственности граждан, - с печным отоплением и не подключенные к системе канализации населенного пункта;

не менее двух объектов обеспечения жизнедеятельности человека по каждому типу таких объектов, наиболее характерных для населенного пункта.

Выбор наиболее типичных объектов обеспечения жизнедеятельности человека и установление расчетных единиц для каждого выбранного объекта осуществляется согласно Правил определения нормативов образования коммунальных отходов, утвержденных постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27.05.2003 г. № 18/27.

В связи с сезонной неравномерностью объемов образования ТКО и их морфологического состава определение усредненного

морфологического состава ТКО для населенного пункта должно производиться несколько раз в течение года отдельно по каждому сезону (осень-зима-весна-лето).

Определение морфологического состава образующихся ТКО производится на основании натуральных замеров комиссией, создаваемой по решению (распоряжению) местного исполнительного и распорядительного органа.

Для определения фактических объемов и морфологического состава ТКО, образующихся в жилищном фонде с различной степенью благоустройства и разной плотностью проживающего населения, выделяются наиболее типовые контрольные объекты и территории (контейнерные площадки) по каждому типу благоустройства жилищного фонда, на которых проживает:

не менее 1 тыс. человек – для городов с населением до 100 тыс. человек;

не менее 1,5 тыс. человек – для городов с населением 100 – 500 тыс. человек;

не менее 2,5 тыс. человек – для городов с населением свыше 500 тыс. человек.

В течение сезона проводится, как правило, не менее семи суточных замеров на каждом контрольном объекте (контейнерной площадке).

До начала работ по определению морфологического состава ТКО составляется Перечень контрольных объектов (контейнерных площадок) для жилых зданий с различной степенью благоустройства жилищного фонда и для наиболее характерных объектов обеспечения жизнедеятельности человека с указанием адреса расположения и присвоением порядкового номера.

Все контейнеры на контрольном объекте (контейнерной площадке) очищаются от остатков ТКО, нумеруются и взвешиваются с точностью до 1 кг.

По заключенным договорам уточняется количество человек, использующих контрольную контейнерную площадку для сбора ТКО.

С целью более точного определения средней плотности ТКО при необходимости на выбранных контрольных объектах (контейнерных площадках) следует установить дополнительные контейнеры.

Для определения объема ( $m^3$ ) ТКО перед разгрузкой (установкой) контейнера в машину для вывоза, отходы в контейнере разравниваются без уплотнения и мерной линейкой замеряется высота слоя собранных отходов.

Для определения массы (кг) ТКО каждый контейнер перед загрузкой (установкой) в машину для вывоза взвешивается с точностью до 1 килограмма.

При значительном накоплении ТКО допускается взвешивание порожней и загруженной отходами машины на автомобильных весах с точностью до 10 кг.

После определения массы и погрузки на транспорт, ТКО транспортируются к месту для их разделения и определения морфологического состава.

Обработка полученных данных натуральных замеров производится не позднее, чем на следующий день после их проведения.

Количество контрольных суток в каждом сезонном периоде рекомендуется принимать не менее семи.

Определение суточной массы ТКО, собранных на контрольном объекте в течении суток, производится по формуле:

$$m_{отх} = \sum^n (m_з - m_п), кг \quad (1)$$

где  $m_{отх}$  – суточная масса ТКО;

$m_з$  – масса загруженного контейнера (мусоровоза) с отходами, кг;

$m_п$  – масса порожнего контейнера (мусоровоза), кг;

$n$  – количество вывозимых от объекта в течении суток контейнеров (мусоровозов).

Определение массы ТКО, собранных на контрольном объекте в течении сезонного периода наблюдений, производится по формуле:

$$m_{отх}^c = \sum_{i=1}^n m_{отх}, кг \quad (2)$$

где  $m_{отх}^c$  – сезонная масса ТКО, кг;

$m_{отх}$  – количество суточной массы ТКО, кг;

$n$  – количество суток наблюдения в течении периода.

Количество суток наблюдения рекомендуется принимать не менее

7.

Таким образом, прогнозирование объемов образования отходов в основном зависит от таких факторов, как:

1. Численности населения;
2. Норм накопления ТКО на одного человека;
3. Морфологического состава ТКО.

### **1. Численность население.**

Прогноз динамики демографических показателей и нормативов производства отходов составляется, как правило, на следующие 15 лет.

Данные о численности населения определенного региона (района, области, республики) приводятся на основании статистических данных, ежегодно публикуемых Национальным статистическим комитетом Беларуси.

Для определения изменения численности населения на период 10 лет, используются десятилетние статистические данные за период, предшествующий базовому году (год, в котором определяется изменение численности населения), а также десятилетний период (прогнозируемый) после базового года.

Например, если количество населения рассчитывается в 2010 году, в то выстраивается ряд значений численности населения за десятилетний период до 2010 года, т.е. 2000 – 2010 годы.

На основании численности населения за период, предшествующий базовому году, рассчитывается динамика демографических показателей в процентах. При этом, при уменьшении численности населения, процентные значения имеют знак «минус», при увеличении численности населения – «плюс».

Для удобства расчетов данные оформляются в табличной форме.

Пример заполнения таблиц (Кобринский район):

Таблица 1.

**Динамика роста населения, 2000-2009 гг. (человек)**

население/год	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
городское	51 093	50 408	50 405	50 875	51 425	51 182	51 364
сельское	40 601	39 002	38 426	37 944	37 513	36 704	35 832
<b>общее</b>	<b>91 694</b>	<b>89 410</b>	<b>88 831</b>	<b>88 819</b>	<b>88 938</b>	<b>87 886</b>	<b>87 196</b>

В приведенном примере процент изменения численности населения составляет: городского – 0,5%), сельского – (-11,7), среднее значение – (-4,9). Данные оформляются в табличной форме.

Таблица 2.

**Демографические показатели, 2000-2010**

Население	Динамика демографических показателей
городское	+0,5% (показатели для примера заполнения)
сельское	-11,7%
<b>Общее за период</b>	<b>-4,9%</b>

Как следует из приведенных данных, население района ежегодно уменьшается в среднем на 0,49 %.

Этот демографический показатель используется в демографическом прогнозе на 15 лет, т.е. ежегодное уменьшение численности населения на 0,49% от численности базового (2010) года.



Для сравнения, следует отметить, что за тот же период, 2000-2010 гг., население Беларуси сократилось с 9 990 400 до 9 480 200 человек. Среднегодовой демографический показатель составил -0,58%.

В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития (НСУР) Беларуси до 2020 года прогнозируется ежегодное сокращение населения на 0,55 %. Для прогнозирования изменения численности населения допускается применение данного значения. Однако следует отметить, что миграция в крупные города, которая объясняет продолжающийся рост населения в таких городах, приводит к дальнейшему сокращению населения за пределами этих крупных городов.

Таким образом, исходя из имеющихся данных (количество населения в базовом году, процент изменения численности), рассчитывается количество населения на прогнозируемый период (15 лет) по следующей формуле:

$$N_i = N_b * (1 + \%_{\text{изм}}/100)^i \quad (3)$$

где  $N_i$  – прогнозируемая численность населения через  $i$  лет;

$i$  – количество лет прогнозирования;

$N_b$  – численность населения в базовом году;

$\%_{\text{изм}}$  – среднегодовой процент изменения численности населения, отрицательный для убыли населения;

100 – переход от процентов к долям.

Далее в таблице, на отдельно взятом ранее примере, представлен демографический прогноз на период 2010-2025 гг.

Таблица 3.

Демографический прогноз для Кобринского района, 2010-2025 гг. (человек)

население/год	2010	2013	2015	2020	2025
общее	87 196	85920	85081	83016	81002

Источник: собственные расчеты

Таким образом, согласно прогнозу, к концу 15-летнего периода население Кобринского района сократится примерно на 6 200 человек, что составит 7,1% от численности населения базового (2010) года.

## 2. Нормы накопления ТКО на одного жителя.

В последнее десятилетие в Беларуси наблюдается постоянный рост объема коммунальных отходов. Показатель удельного образования твердых коммунальных отходов за этот период увеличился с 0,485 кг/чел. в день до 1,09 кг/чел. в день, т.е. в 2 раза и приблизился к величине, характерной для стран Евросоюза (0,85–1,7 кг/чел. в день). (Экологический бюллетень, 2010 г., Национальная академия наук Беларуси, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь).

График 1.

Динамика норм накопления ТКО (кг/чел)

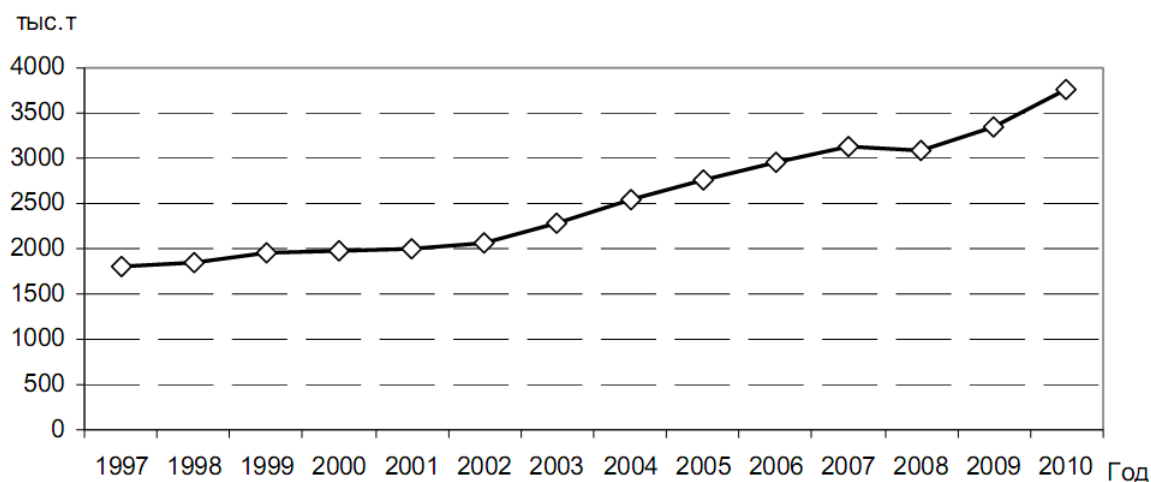


Таблица 4.

Динамика норм накопления ТКО (кг/чел)

год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
норма накопления ТКО кг/чел	0,485	0,508	0,582	0,659	0,726	0,781	0,851	0,854	0,970	1,09

Прирост образующихся отходов можно оценить арифметической и геометрической прогрессиями.

Шаг арифметической прогрессии определяется по формуле:

$$Ш_A = (H_i - H_j) / (i - j) \quad (4)$$

где  $Ш_A$  – шаг арифметической прогрессии;

$H_i$  – норма накопления ТКО в  $i$ -м году;

$H_j$  – норма накопления ТКО в  $j$ -м году;

$i$  – последний год базового периода, используемого для прогноза;

$j$  – первый год базового периода, используемого для прогноза.

Шаг арифметической прогрессии составит:

$$Ш_A = (1,09 - 0,485) / (2010 - 2001) = 0,067 \text{ кг/чел. в день}$$

Прогнозируемая норма накопления ТКО согласно арифметической прогрессии определяется по формуле:

$$H_{iA} = H_b + i * Ш_A \quad (5)$$

где  $H_{iA}$  – прогнозируемое количество ТКО через  $i$  лет;

$H_b$  – количество образующихся отходов в базовом году;

$i$  – количество лет прогнозирования;

$Ш_A$  – шаг арифметической прогрессии.

Прогнозируемая норма накопления ТКО согласно арифметической прогрессии для 2025г составит:

$$H_{2025A} = 1,09 + 15 * 0,067 = 2,1 \text{ кг/чел. в день}$$

Шаг геометрической прогрессии определяется по формуле:

$$Ш_{Г} = (H_i / H_j)^{1/(i-j)} \quad (6)$$

где  $H_i$  – норма накопления ТКО в  $i$ -м году;  
 $H_j$  – норма накопления ТКО в  $j$ -м году;  
 $i$  – последний год базового периода, используемого для прогноза;  
 $j$  – первый год базового периода, используемого для прогноза.

*Шаг геометрической прогрессии составит:*

$$Ш_{Г} = (1,09 / 0,485)^{1/(2010-2001)} = 1,094$$

*Таким образом, норма накопления ТКО на одного человека согласно таблице 4 увеличивается с шагом 9,4 % относительно 2001г.*

Прогнозируемая норма накопления ТКО согласно геометрической прогрессии определяется по формуле:

$$H_{iГ} = H_b * Ш_{Г}^i \quad (7)$$

где  $H_{iГ}$  – прогнозируемая норма накопления ТКО через  $i$  лет;  
 $H_b$  – норма накопления ТКО в базовом году;  
 $Ш_{Г}$  – шаг геометрической прогрессии;  
 $i$  – количество лет прогнозирования.

*Прогнозируемая норма накопления ТКО согласно геометрической прогрессии составит:*

$$H_{2025Г} = 1,09 * 1,094^{15} = 4,2 \text{ кг/чел. в день}$$

При прогнозе объемов образования ТКО используются оба показателя. Значения арифметической и геометрической прогрессии составляют диапазон прогнозируемой нормы накопления ТКО. При этом, значения арифметической прогрессии принимаются как минимально возможное, а геометрической – как максимальное.

*В рассматриваемом случае диапазон прогнозируемой нормы накопления ТКО составляет от 2,1 кг/чел. в день (значение арифметической прогрессии) до 4,2 кг/чел. в день (значение геометрической прогрессии).*

Объем образования ТКО рассчитывается исходя из прогноза численности населения и норм накопления ТКО.

При сохранении существующей тенденции увеличения в последующем десятилетии норм накопления ТКО, данный показатель

для Республики Беларусь составит 1,8-2,7 кг/чел в 2020 году и 2,1-4,2 в 2025.

Таблица 5

**Динамика норм накопления ТКО (кг/чел)**

год	2010	2015	2020	2025
норма накопления ТКО кг/чел	1,09	1,4-1,7	1,8-2,7	2,1-4,2

Как показала апробация пособия на примере Кобринского и Мостовского районов, для отдельных районов необходимо применение средних норм накопления отходов для изучаемого района. Это связано со значительными отличиями нормы накопления отходов по республике от нормативов образования отходов в отдельно взятом районе. В результате для снижения ошибок при прогнозировании объемов образования отходов в районе должна применяться средняя норма накопления, рассчитанная в ходе прогнозирования и проводиться сопоставительный расчёт.

**3. Морфологический состав ТКО.**

Официальные данные морфологического состава ТКО в Республике Беларусь отсутствуют. Ниже приводится только качественный состав твердых бытовых отходов (1998 г.)

Таблица 6

**Качественный состав твердых бытовых отходов в Беларуси, Министерство жилищно- коммунального хозяйства, 1998 г.**

Тип отходов	Процент
Бумага и картон	28
Пищевые отходы	27
Стекло	13
Пластик	10
Метал	7
Текстиль	7
Кожа, резина	1
Древесина	1
Другое	6
Общее количество	100

При сравнении информации из следующих источников:

- данные Всемирного Банка о составе отходов и норм производства в странах с низким, средним и высоким уровнем годового дохода, проведенная в 2006 году;
- данные качественного состава отходов в других странах, аналогичных Беларуси по показателям уровня жизни населения, со средними показателями годового дохода.

Таблица 7

**Качественный состав отходов по типу годового дохода стран, Всемирный Банк, 2006**

	Страны с низким годовым доходом	Страны со средним годовым доходом	Страны с высоким годовым доходом
Состав отходов	%		
Биоразлагаемые	От 40 до 85	От 20 до 65	От 7 до 55
Бумага и картон	От 1 до 10	От 15 до 40	От 15 до 50
Пластик	От 1 до 11	От 2 до 13	От 2 до 20
Металл	От 1 до 5	От 1 до 5	От 3 до 13
Стекло	От 1 до 10	От 1 до 10	От 4 до 10
Резина	От 1 до 3	От 1 до 5	От 2 до 12
Другие (песок, пепел и т.д.)	От 15 до 50	От 15 до 40	От 5 до 20

Беларусь попадает в категорию «стран со средним годовым доходом» со средним годовым доходом на душу населения 2 400 долларов США.

Таблица 8

**Качественный состав отходов в Польше, Румынии и Болгарии**

	Польша	Румыния	Болгария
Вид отходов	%		
Биоразлагаемые	40	46	39
Бумага и картон	20	11	10
пластик	8	9	10
стекло	5	10	7
металл	1	5	2
Одежда и текстиль	2	5	4
другие	24	14	28
Общее количество отходов	100	100	100

Таблица 9

**Качественный состав отходов согласно двум вариантам, в процентах**

Вид отходов	Вариант 1, %	Вариант 2, %
Бумага и картон	28	17
Пластик	12	10
Металл	5	3
Стекло	10	7
Биоразлагаемые отходы	27	42
Другие отходы	18	21
Общее количество	100	100

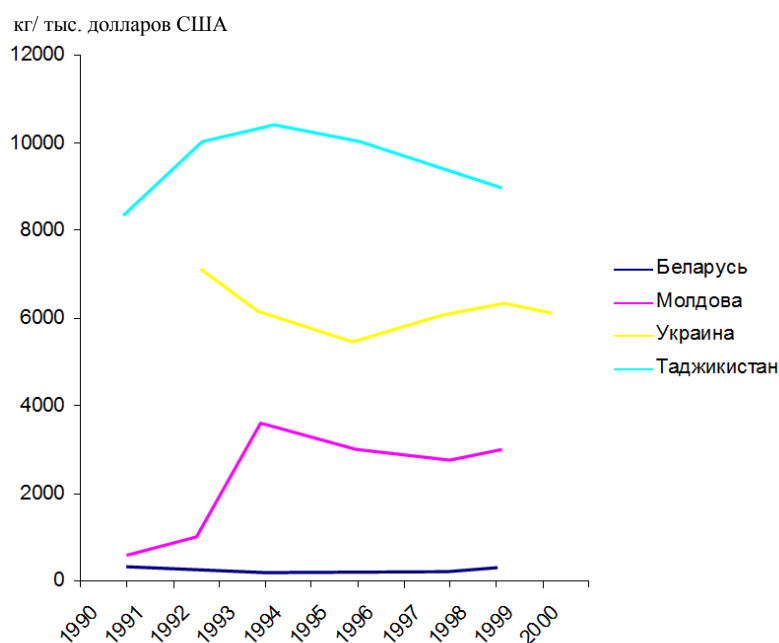
Прогнозирование объемов образования можно рассчитать, основываясь на показателях экономического роста (ВВП, численность населения, динамике реальных доходов на одного человека).

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВВП НА ОБРАЗОВАНИЕ ОТХОДОВ**

Количество отходов на валовой внутренний продукт (ВВП) на душу населения отражает связь между образованием отходов и экономической активностью на душу населения: более высокие показатели свидетельствуют о более высоком объеме отходов на единицу продукции на душу населения. В случае некоторых стран (Дания, Нидерланды и Швейцария) наблюдается прекращение корреляционной связи между количеством отходов и ВВП. Из четырех стран Центральной и Восточной Европы, по которым получены адекватные данные, признаки такого рассогласования были обнаружены в Словакии и Эстонии. Из четырех стран региона Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии (ВЕКЦА) по которым имеются данные, по Беларуси и Таджикистану были получены свидетельства отсутствия прямой пропорциональной зависимости.

В некоторых случаях наблюдаемое отсутствие корреляционной связи может быть связано со значительными структурными изменениями и спадом промышленного производства. Однако без детальных сведений о конкретной экономике связанная с этим совокупным показателем неопределенность не позволяет прийти к более определенным выводам.

**График 2.**



## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЁМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

Количество отходов на прогнозируемый период рассчитывается исходя из рассчитанных значений:

численности населения согласно разделу 1,

нормы накопления ТКО на одного человека, согласно разделу 2.

Таблица 10

**Прогнозируемое количество отходов, 2010-2025 (по данным для Кобринского района)**

Год	2010	2015	2020	2025
норма накопления ТКО кг/чел	1,09	1,4-1,7	1,8-2,7	2,1-4,2
количество населения (человек)	87196	85081	83016	81002
Объем образования ТКО (кг/год)	95 044	121 240 – 145 326	146 109 – 222 210	169 700 – 339 769

Исходя из морфологического состава ТКО, определяется количество отходов:

- подлежащих захоронению,
- подлежащих использованию.

Максимальная норма образующихся отходов, пригодных для использования, составляет в среднем 55 %.

Таблица 11

**Прогнозируемое количество перерабатываемых отходов, 2010-2025 (по данным для Кобринского района)**

Вид отходов	Вариант 1 (тонн)				Вариант 2 (тонн)			
	2010	2015	2020	2025	2010	2015	2020	2025
Бумага и картон	1050	1276	1536	1797	638	774	933	1091
Пластик	450	547	658	770	375	456	549	642
Металл	188	228	274	321	113	137	165	193
Стекло	375	456	549	642	263	319	384	449
Биоразлагаемые отходы	1013	1230	1482	1733	1575	1913	2305	2696
Другие отходы	675	820	988	1155	788	957	1152	1348
Общее количество	3751	4557	5487	6418	3752	4556	5488	6419

При составлении плана обращения с отходами учитываются следующие условия:

- Исходный год - \_\_\_\_\_;
- Численность населения района в исходном году \_\_\_\_\_ человек, из них \_\_\_\_\_ человек проживало в городах, а \_\_\_\_\_ человек проживало в сельских населенных пунктах;
- Ежегодный демографический прогноз \_\_\_\_\_ %;
- Ежегодный рост ВВП (%),

- Значение увеличения количества образования отходов, к росту ВВП \_\_\_\_\_ %.

Количество не попадающих на полигоны отходов в реальности будет меньше указанного выше количества потенциально пригодных для использования отходов, так как:

- Раздельный сбор не обеспечивает 100 % от имеющегося количества;
- от 5 до 20 % от количества отдельно собранных отходов не подойдет для использования и будут захоронены на полигонах.

Кроме того, для принятия управленческих решений по строительству объектов захоронения ТКО и их мощности следует учитывать тот факт, что на таких объектах осуществляется захоронение значительной части отходов производства, образующихся в промышленном секторе, а также в организациях непромышленной сферы, включая торговлю, общественное питание, медицинские, образовательные и прочие учреждения, совокупный учет которых при оценке образования отходов может серьезно скорректировать официальные данные.

Объекты инфраструктуры достаточно просто поддаются регулированию и могут быть легко вовлечены в систему раздельного сбора. Суммарный процент источников, охваченных раздельным сбором, рассчитывается, как правило, с учетом того, что:

доля отходов, образуемых от населения – 60 %.

доля отходов от объектов инфраструктуры – 40 %.

В связи с тем, что территории, отведенные под объекты размещения отходов, на 200–300 лет после их закрытия выводятся из хозяйственного оборота и объекты захоронения отходов становятся очагами загрязнения окружающей среды, достаточно важной является минимизация отходов, размещаемых в окружающей среде.

Доля отходов, направляемых на захоронение, определяется долей извлечения вторичного сырья и энергоемких фракций отходов, путем простой разности между количеством отходов и указанными величинами.

Анализ зарубежного опыта показывает, что по экономическим и экологическим соображениям необходимо отдельно собирать и перерабатывать фракцию биоразлагаемых отходов (пищевые,



растительные отходы). Данная фракция при захоронении разлагается с выделением метана,  $\text{CO}_2$  и загрязняет фильтрат органическими соединениями (следовательно, при попадании данной фракции на полигон необходимы существенные затраты на предотвращение ее негативного влияния). Ресурсный потенциал биоразлагаемых отходов при захоронении безвозвратно теряется, в результате аэробного компостирования получается компост, который может быть использован в качестве изолирующего грунта на полигоне ТКО, для отсыпки территории города, благоустройства территории и др. (за исключением применения в сельском хозяйстве).

Анализ показывает, что наиболее перспективным путем развития отрасли является смешанная модель, реализующая концепцию максимального использования ресурсного «потенциала отходов», ориентированная на сортировку образующихся отходов на источнике и на объектах сортировки. С целью минимизации количества отходов, направляемых на захоронение, модель развития по пути вторичного использования дополняется развитием технологий компостирования органической фракции (только для растительных отходов), а также развитием технологий энергетической утилизации/использования (для части фракций, обладающих энергетическим потенциалом) направленных на получение тепловой, электрической энергии, либо жидкого, твердого или газообразного топлив. В последующем данное направление может стать ключевым при построении схем обращения с отходами.

Для установления целевых показателей по переработке вторичного сырья (макулатуры, черных и цветных металлов, стекла, пластика, текстиля и пр.) необходимо оценить ресурсный потенциал ТКО, т.е. определить, сколько вторичного сырья может быть отобрано из бытовых отходов, исходя из их морфологического состава, опыта эксплуатации объектов сортировки, а также социальных и иных предпосылок.

Мировой опыт показывает, что на источнике образования отходов можно отобрать 80–90% объемного веса компонента ТКО, являющегося вторичным сырьем. С учетом того, что практика отделения из отходов вторичного сырья является ограниченной, можно сделать допущение, что население будет отсортировать только крупные фракции используемого компонента ТКО, либо его отдельные элементы (банки из-под напитков и т.д.).

При развитии по пути создания комплексной схемы обращения с отходами, сочетающей элементы выделения вторичных ресурсов (сортировки), энергетической их составляющей и компостирования (только для растительных отходов), как показывает опыт Европейских стран, можно достичь максимального снижения массы и опасности отходов, направляемых на захоронение.

При дополнении сети объектов сортировки системой дуального сбора отходов (по примеру стран Европы) следует ожидать, что в контейнеры для смеси вторичного сырья будет поступать 60–70 % отходов по объему или 40–60 % отходов по массе. Именно эта часть отходов должна направляться на сортировку, остальная часть направляется на захоронение. Такая схема позволяет уменьшить необходимые мощности для сортировки отходов (снизить капитальные затраты), повысить эффективность сортировки.