

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра экологии

УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Методическое пособие
для практических занятий по дисциплине
«Основы экологии и энергосбережения»

Минск 2008

УДК 658.567.1(075.8)
ББК 30.69 я73
У 84

Рецензент

профессор кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР,
доктор медицинских наук И. С. Асаенок

Авторы:

И. И. Кирвель, Н. В. Цявловская, В. И. Петровская,
А. Н. Баско, М. А. Бобровнича

Утилизация промышленных и бытовых отходов: метод. пособие
У 84 для практич. занятий по дисц. «Основы экологии и энергосбережения» /
И. И. Кирвель [и др.]. – Минск : БГУИР, 2008. – 16 с.

ISBN 978-985-488-258-1

Рассмотрены проблемы образования и утилизации отходов производства, освещены статистические показатели деградационных процессов, приведена методика расчета ущерба, наносимого земельным ресурсам при несанкционированном размещении производственных отходов, представлены практические задания для решения данных проблем.

Издание предназначено для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР.

УДК 658.567.1(075.8)
ББК 30.69 я73

ISBN 978-985-488-258-1

© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2008

1. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

В 2006 г. на территории Беларуси образовалось 31,3 млн т твердых отходов производства и потребления (около 800 видов). Наибольшими объёмами образования характеризуются галитовые отходы и глинисто-солевые шламы ПО «Беларуськалий», на долю которых приходится 77 % общей массы отходов. Структура образования и соотношение других отходов производства (в тыс. т) отражены на рис. 1.

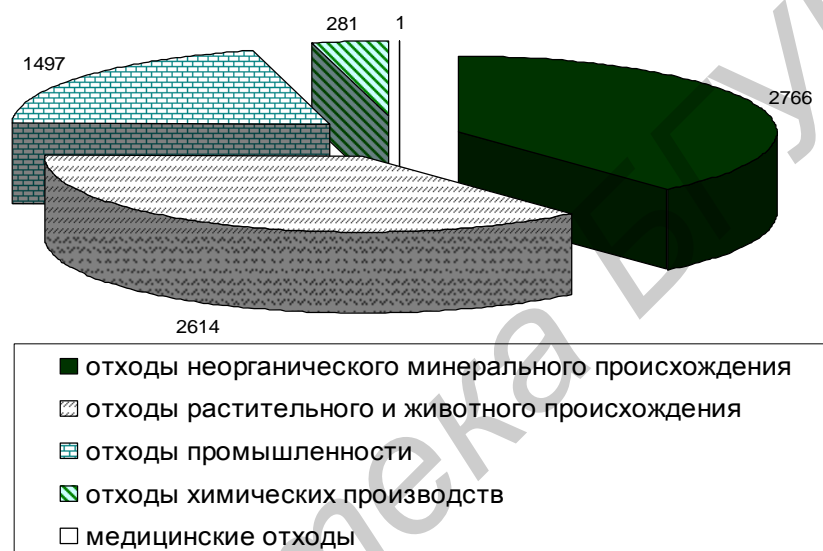


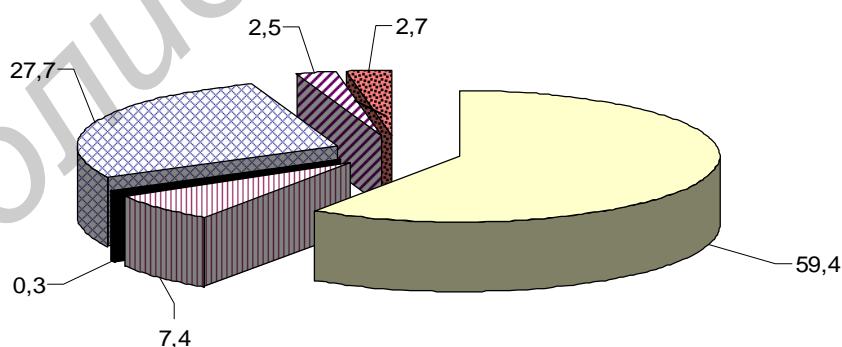
Рис. 1. Структура образования отходов производства без учёта галитовых отходов и глинисто-солевых шламов, тыс. т

Образование отходов производства на территории Беларуси неравномерно. Это отражено в табл. 1. Если данные таблицы перевести в относительные величины, то будет видно, что свыше 37 % отходов образуется на предприятиях, расположенных в Минской области.

**Образование и размещение отходов по областям Беларуси
(без учёта галитовых отходов и глинисто-солевых шламов) в 2006 г., тыс. т**

Область	Образовано	Использовано	Размещено на объектах хранения и захоронения	Наличие на предприятиях в конце года
Брестская	384	281	103	593
Витебская	404	221	183	359
Гомельская	1276	402	874	23003
Гродненская	689	316	373	570
г. Минск	1144	256	888	937
Минская (без г. Минска)	2703	2550	153	617
Могилевская	558	433	125	183
Республика в целом	7158	4459	2699	26262

На рис. 2 показаны направления использования отходов (в процентах). Большая часть (59,4 %) приходится на отходы, переданные другим предприятиям, реализованные физическим лицам или экспортированные для дальнейшего использования. 40,6 % отходов используется на нужды самих предприятий.



- переданы, реализованы, экспортированы
- ▨ использованы на получение энергии
- использованы на получение регенерационного сырья
- ▩ использованы на получение продуктов, используемых на предприятиях
- ▤ использованы на получение новых товарных продуктов
- ▧ использованы на получение побочных продуктов, используемых в качестве сырья

Рис. 2. Направления использования отходов производства, %

Отходы других видов используются в меньшей степени. На *рис. 3* показано соотношение объемов образовавшихся (тёмный столбик) и неиспользованных (светлый столбик) производственных отходов (ПО) всех видов в 2004 г.

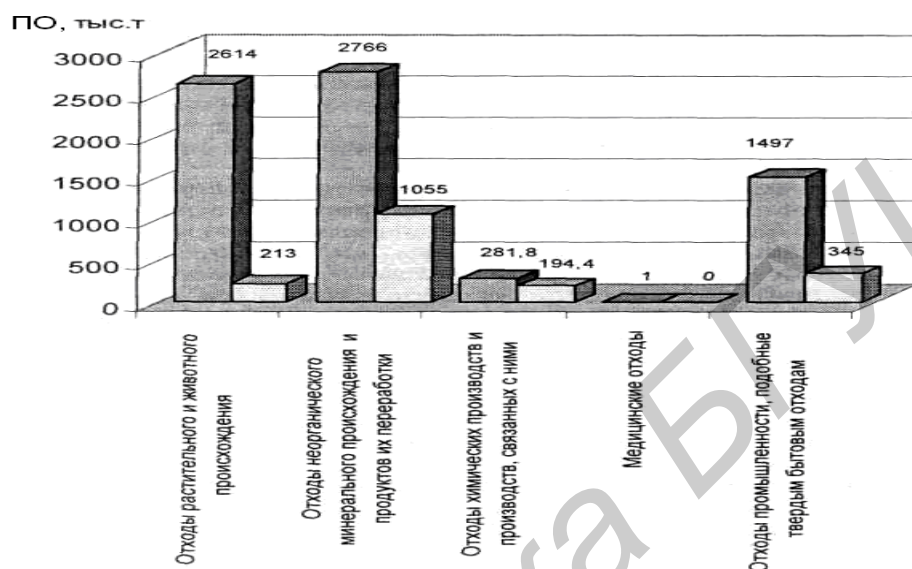


Рис. 3. Соотношение объемов образовавшихся и неиспользованных производственных отходов различных видов в 2004 г. (без учёта галитовых отходов и глинисто-солевых шламов)

Отходы делят по классам опасности на четыре класса. Из них наиболее опасны отходы первого класса. Далее их агрессивность уменьшается к четвёртому классу. Также выделяют группу неопасных отходов.

По состоянию на конец 2004 г. под объектами с промышленными отходами было занято около 2 275 га земель. Некоторая часть отходов производства (3- и 4-го классов опасности или неопасных) захоранивается на полигонах коммунальных отходов. Это характерно для областных и индустриальных районных центров, где не хватает мощностей или отсутствуют *специализированные объекты размещения отходов производства*. Большинство таких объектов (75,5 %) эксплуатируется уже более 25 лет. В 2004 г. объем образования отходов 1-4-го классов опасности на предприятиях

Беларуси составил 1859 тыс.т. Из них 92 % приходится на отходы 4-го класса опасности. Количество отходов 1-3-го классов опасности, находящихся на хранении на предприятиях Беларуси, составило к концу 2004 г. 265 тыс.т. Отходы 1-3-го классов опасности, как правило, хранятся на предприятиях в специально оборудованных помещениях, на складах и спецплощадках, реже – на объектах размещения отходов за пределами предприятий.

В 2006 г. в Беларуси образовалось 2542 тыс. т твердых коммунальных отходов (ТКО). К ним относятся отходы потребления, образующиеся в населенных пунктах и иных населенных местах (в жилых помещениях, учреждениях), уличный и дворовый смет, а также отходы производства, образующиеся в процессе осуществления хозяйственной деятельности.

Показатель удельного образования ТКО составляет около 0,74 кг/чел. в день. За последнее десятилетие наблюдается постоянный рост образования ТКО (рис. 4). Раздельным сбором коммунальных отходов в текущем году было охвачено примерно 800 тыс. человек или 12 % городского населения. В городах Пинске, Пуховичах, Несвиже и Клецке действуют 4 сортировочных комплекса суммарной мощностью 30,25 тыс. м³/год (9,07 тыс. т/год).

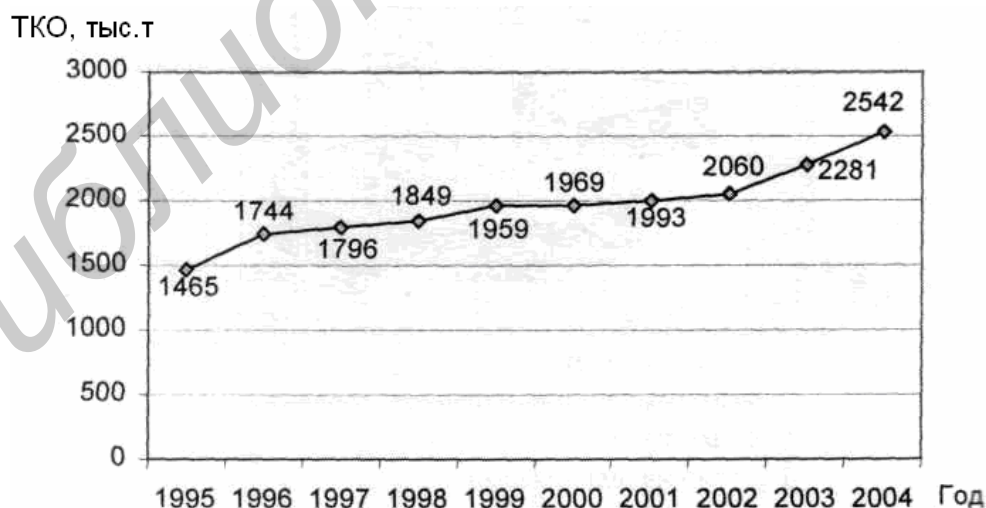


Рис. 4. Динамика образования твердых коммунальных отходов на территории Беларуси в 1995–2004 гг.

Отходы потребления в Беларуси практически полностью захораниваются на полигонах ТКО. Туда же вывозятся и 30-35 % отходов производства, подобных бытовым, а также некоторые специфические промышленные отходы – инертные и 3-4-го классов опасности. Всего в стране насчитывается около 200 полигонов ТКО. Они обслуживают областные и районные центры и наиболее крупные поселки городского типа, поэтому в каждом районе имеется 1-3, реже более, полигонов.

Суммарная площадь земельных отводов для размещения полигонов ТКО составляет около 890 га, 60 % которой уже занято отходами. Около 30 % действующих полигонов оборудовано противofильтрационными экранами, большинство объектов полностью или частично обваловано и обустроено кольцевыми или отводными канавами, до 35 % занятых отходами объектов имеют экологические паспорта. Кроме полигонов ТКО в последние годы для сельских населенных пунктов создана сеть санкционированных мест складирования отходов – так называемых мини-полигонов, количество которых в районах достигает 40-80. В 2004 г. мини-полигоны были обустроены в 1837 местах, в 2005–2006 гг. – еще около 2270. Всего, таким образом, создано более 4000 мини-полигонов.

Применение прогрессивных технологий отдельного сбора и сортировки коммунальных отходов, прессования и брикетирования балласта способствует сокращению образования фильтрата и увеличению сроков эксплуатации полигонов.

2. ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ МУСОРА

По данным природоохранной прокуратуры ежегодно в республике образуется более 30 миллионов тонн отходов производства и бытового мусора. Вывозятся же их на полигоны (свалки) чуть больше 4,5 млн т. Мало того, что засоряется окружающая среда, из хозяйственного оборота выводятся благодатные земли.

Мировой опыт насчитывает более 20 способов обезвреживания и утилизации отходов. Основные из них: сжигание, компостирование, складирование, повторное использование. *Сжигание* – древнейший, но не лучший способ избавления от мусора. В этом случае сильно загрязняется атмосфера вредными веществами. Во многих странах разработаны и широко используются двух- и даже трехступенчатые системы переработки отходов. Прежде всего – *компостирование*: в мусоре много компонентов, которые легко разлагаются на азот, фосфор, калий, биологически активные элементы. Осложняющий фактор: в компосте много тяжелых металлов, вредных для растений. Нужны особые методики сортировки мусора, сложная технологическая линия его сорбции, отмывания. Отсюда проблемы: дополнительные расходы на электроэнергию и водоснабжение. Однако цивилизованные страны идут на это и в конечном итоге в стратегической перспективе результат окупает эти затраты.

В настоящее время наиболее рациональный способ утилизации отходов – повторное использование. В мировой практике применяется 4 наиболее приемлемых варианта разделения отходов для повторной переработки: 1) накопление в спецприемнике, 2) сепараторный отбор разных видов непосредственно в местах их формирования, 3) сортировка на мусорозаводах, 4) отбор разных видов мусора непосредственно на свалках.

В каждой стране свои подходы к «мусорному делу». В США на нейтрализацию мусора ежегодно ассигнуется 330 миллионов долларов. На первом плане американской стратегии борьбы с мусором – его нейтрализация или повторное использование. Иной подход во Франции. Здесь упор делается на использование мусора как топлива на теплоэлектростанциях. Таким образом, Франция ежегодно экономит 400 тыс. т мазута, при сжигании которого образуются особо токсичные отходы.

Мусоросжигающие установки как генераторы электроэнергии и отопительного пара успешно действуют в Германии, Нидерландах, Швеции,

Японии. При этом практикуется как прямое сжигание мусора, так и перевод его в биогаз как активным, так и пассивным способом. Пассивный способ производства биогаза основан на простом складировании мусора и создании системы газосбора. Специалисты утверждают, что если бы под свалками Минска проложить обыкновенные металлические трубы с водой, то таким образом можно было бы обогреть значительную часть квартир минчан.

В Германии, где затраты на переработку использованных упаковочных материалов компенсируются за счет производителя и продавца, покупатель с января 1993 г. может сдавать все виды тары по месту покупки товара, даже привезенную со свалки, как у нас бутылки. Производитель принимает свою маркированную тару. В перспективе планируется даже полный кругооборот таких отходов. В Англии существует хорошо налаженная сеть спецприемников, куда можно сдавать консервные банки, газеты, журналы, старую одежду, обувь, батарейки, пластмассовые изделия. Тем не менее, здесь считается, что полного очищения природы от мусора не наступит до тех пор, пока не будет организован регулярный раздельный сбор утильсырья для повторного использования. И что особо следует подчеркнуть: там, на богатом Западе, не брезгают и не считают зазорным «возиться» с мусором солидные фирмы, научные организации и ученые. И популярность, и немалые деньги они делают на этом деле, от которого окружающая среда становится благоприятнее для жизни.

В настоящее время в Беларуси в составе бытовых отходов ежегодно выбрасывается на свалки примерно 670 тыс. т бумаги и картона, 170 – пластмассы, 145 – текстиля, 133 тыс. т – древесины и много других органических отходов. Учитывая скромные энергоресурсы Беларуси, разбрасываться такими кусками просто неразумно. В Академии наук Беларуси разработана система утилизации мусора.

Краткая суть принципов этой системы:

1. Максимально возможный отдельный сбор разных видов отходов в местах их образования. Чем раньше будет налажена сортировка отходов, тем качественнее станет вторичное сырье, тем дешевле его переработка.

2. Из существующих способов переработки твердых бытовых отходов приоритет следует отдавать выработке компостов, но не из смеси разных видов отходов, а из отобранных органических с добавкой торфа и сапропелей.

3. Строгое ограничение проникновения фильтратов со свалок в поверхностные подземные воды.

4. Предусмотреть сбор биогаза.

5. Места расположения свалок и мусороперерабатывающих предприятий должны строго согласовываться с экологическими, санитарными службами и вписываться в гидрологические, геоморфологические и ландшафтные условия.

3. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА, НАНОСИМОГО ЗЕМЕЛЬНЫМ РЕСУРСАМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Имеющиеся в настоящее время материалы мониторинга почв, а также результаты эколого-геохимических исследований свидетельствуют о том, что загрязнение почв имеет место преимущественно в городах и зонах их влияния, вдоль автомобильных дорог, в зонах влияния полигонов коммунальных и промышленных отходов, на сельскохозяйственных угодьях. Площадь территорий с опасным уровнем загрязнения почв в городах оценивается в 78 тыс. га, в зонах влияния автодорог – в 119 тыс. га, в зонах влияния полигонов отходов – 2,5 тыс. га.

Основными загрязняющими веществами являются тяжелые металлы, нефтепродукты, нитраты, сульфаты, хлориды. Одной из наиболее серьезных проблем является радиоактивное загрязнение земель, образовавшееся в результате Чернобыльской аварии. Таким образом, загрязнение почв наносит обществу значительный материальный и социальный ущерб. *Укрупненная оценка*

ущерба, нанесенного земельным ресурсам, производится по формуле

$$Y = S \cdot \varphi(\lambda) \cdot (d_1(\lambda) + d_2(\lambda)), \quad (1)$$

где S – площадь нарушенных земель, км²;

$\varphi(\lambda)$ – годовой экологически нормативный ущерб, р./га;

$d_1(\lambda)$ – расчетный коэффициент рекультивации земли;

$d_2(\lambda)$ – коэффициент степени освоенности территории.

В соответствии с укрупненной методикой расчет (оценка) экономического ущерба Y от загрязнения и отчуждения земельных ресурсов производится по следующей формуле:

$$Y = q \cdot y \cdot M, \quad (2)$$

где q – показатель, характеризующий относительную ценность земельных ресурсов;

y – удельный ущерб от выброса загрязнителя в почву (определяется Министерством финансов совместно с другими министерствами и ведомствами);

M – масса годового выброса загрязняющих отходов в почву, т/год.

Для оценки степени загрязнения верхнего слоя почв (0–10 см) токсичными веществами техногенного происхождения были проведены исследования городских почв. В отобранных пробах проанализировано содержание тяжелых металлов, сульфатов, нитратов и нефтепродуктов. При анализе степени загрязнения почв городов тяжелыми металлами установлено, что в большинстве проб с превышением ПДК (предельно допустимой концентрации) преобладает свинец. Максимальное содержание этого элемента зарегистрировано на территории Гродно. Здесь же выявлено превышение ПДК цинка. Максимальное значение содержания сульфатов отмечено в Калинковичах.

Для восстановления нарушенных земель требуется *рекультивация* (от лат. re – повторное, возобновляемое действие) – комплекс работ, направленных

на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности разрушенных земель. На *рис. 5* отражена отрицательная динамика рекультивации площадей нарушенных земель.

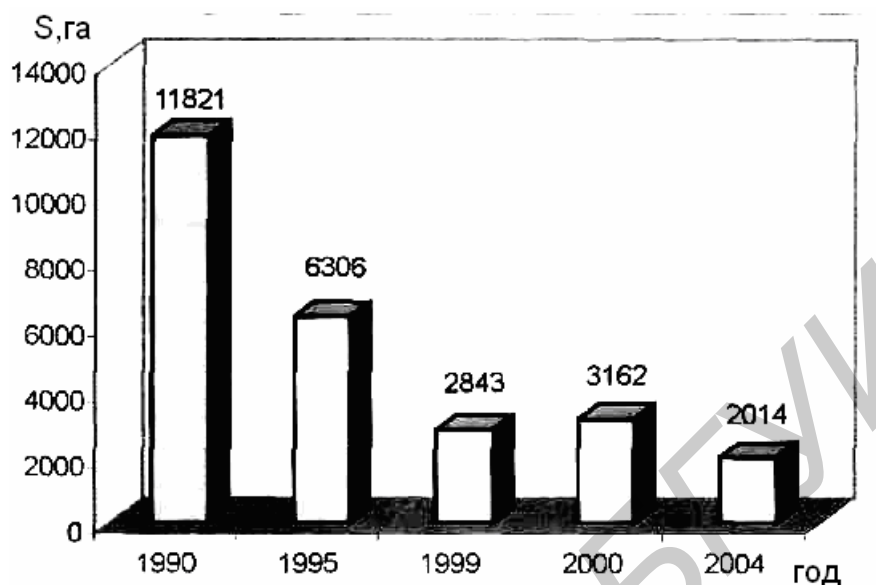


Рис. 5. Динамика рекультивации нарушенных земель, га

Экономическая эффективность рекультивации \mathcal{E} определяется по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_p / \mathcal{Z}_p \geq E_n, \quad (3)$$

где \mathcal{E}_p – эффект от рекультивации земель (величина чистого дохода);

\mathcal{Z}_p – сумма затрат на рекультивацию;

E_n – нормативный коэффициент эффективности, равный 0,06.

Затраты на рекультивацию \mathcal{Z}_p рассчитываются по формуле

$$\mathcal{Z}_p = S \cdot (\mathcal{Z}_1 + \mathcal{Z}_2 + \mathcal{Z}_3 + \mathcal{Z}_4 + \mathcal{Z}_5), \quad (4)$$

где S – площадь рекультивируемых земель;

\mathcal{Z}_i ($i=1, 2, 3, 4, 5$) – затраты на планировку поверхности, выемку плодородного слоя почвы, покрытие площади плодородным слоем, химическую обработку, инженерно-мелиоративное и гидротехническое обеспечение 1 га нарушенных земель соответственно.

В связи с вышесказанным каждый член общества должен нести ответственность за качество среды обитания и вести себя в соответствии с нормами экологической этики. А именно: он должен понимать основные принципы экоэтики: «минимизируй ущерб», «не рви, не руби то, что не тобою посажено», потому что современный технический прогресс может нарушить устойчивость самых сложных и жизненно важных экосистем. Необходимо стремиться блокировать неблагоприятные изменения планеты хотя бы в XXI веке (максимально сокращать вредные выбросы, активно разрабатывать более современные способы утилизации особо вредных и опасных отходов, переходить на альтернативные, экологически чистые виды энергии).

4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Рассчитайте экономический ущерб U , нанесенный земельным ресурсам Беларуси твердыми коммунально-бытовыми отходами в 2006 году, и прогнозируемый ущерб на 2010 год.

Исходные данные:

удельный ущерб от выброса загрязнителя в почву – 180 р. на 1 т отходов.

2. Используя данные табл. 2, определите процентное соотношение образовавшегося количества отходов в городах и соответствующих им областях. Сделайте вывод о причинах такого количества отходов по трём максимальным показателям.

Образование отходов на отдельных территориях в 2006 г.

Вариант	Территория	Количество отходов в 2006 г., тыс. т/год	Количество отходов в 2010 г., тыс. т/год (прогноз)	Относительная ценность земельных ресурсов
1	Минская обл.	2703	2378	1
2	Брестская обл.	384	122	2
3	Витебская обл.	404	203	1
4	Гомельская обл.	1276	903	1
5	Гродненская обл.	689	396	2
6	Могилевская обл.	558	167	1
7	г. Минск	1144	880	1
8	г. Гомель	542	491	2
9	г. Могилев	123	64	1
10	г. Брест	52	36	2
11	г. Солигорск (Минская обл.)	1422	1361	0,5
12	г. Новополоцк (Витебская обл.)	67	47	0,5

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На какие виды делятся отходы?
2. Укажите отрасли экономики Беларуси, которые дают наибольшее количество отходов.
3. Охарактеризуйте образование и размещение отходов на территории Беларуси. С чем связана неравномерность их размещения?
4. Где размещают отходы? Какую площадь земель занимают промышленные отходы в Беларуси?
5. На какие классы опасности делят отходы?
6. Проследите динамику образования коммунальных отходов.

7. В каких городах существуют сортировочные комплексы коммунальных отходов?
8. Как необходимо оборудовать полигоны захоронения отходов, чтобы окружающей среде наносился наименьший ущерб?
9. Какими способами можно уменьшить влияние отходов при их захоронении на полигонах?
10. На каких территориях почвы подвержены наиболее сильному загрязнению? Какие загрязняющие вещества представляют в этом наибольшую опасность?
11. Какие показатели необходимо учитывать при подсчёте экономического ущерба от загрязнения и отчуждения земель?
12. Что понимают под рекультивацией земель?
13. Охарактеризуйте динамику рекультивации земель за период 1990 – 2004 гг.
14. Как определить экономическую эффективность рекультивации земель?
15. На что затрачиваются средства при рекультивации земель?

ЛИТЕРАТУРА

1. Асаенок, И. С. Основы экологии и экономика природопользования / И. С. Асаенок, Т. Ф. Михнюк. – Минск, 2005.
2. Агаханянц, О. Е. Биогеография с основами экологии: учеб. пособие для вузов / О. Е. Агаханянц, И. И. Кирвель. – Минск, 2005.
3. Головатый, С. Е. Тяжелые металлы в агросистемах / С. Е. Головатый. – Минск, 2002.
4. Глухов, В. В. Экономические основы экологии / В. В. Глухов, Т. П. Некрасова. – СПб., 2003.
5. Ерошина, Д. М. Условия размещения объектов по захоронению твердых отходов в Могилевской области / Д. М. Ерошина, И. А. Залыгина, Н. А. Лысухо. – Минск, 1997.
6. Матесович, А. А. Природная среда в Республике Беларусь: состояние и проблемы / А. А. Матесович, А. А. Савастенко. – Минск, 1992.
7. Шимова, О. С. Основы экологии и экономики природопользования: учебник / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский. – Минск, 2002.
8. Яцухно, В. М. Проблема деградации земель Беларуси / В. М. Яцухно, А. Ф. Черныш. – Минск, 2003.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Отходы производства и потребления	3
2. Проблема утилизации мусора	7
3. Оценка экономического ущерба, наносимого земельным ресурсам в результате загрязнения.....	10
4. Практические задания	13
5. Контрольные вопросы	14
Литература	15

Библиотека БГУИР

Учебное издание

Кирвель Иван Иосифович
Цявловская Наталья Владимировна
Петровская Вероника Ивановна и др.

УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Методическое пособие
для практических занятий по дисциплине
«Основы экологии и энергосбережения»

Редактор Т. Н. Крюкова
Корректор Е. Н. Батурчик
Компьютерная верстка Е. Г. Бабичева

Подписано в печать 10.01.2008.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Печать ризографическая.	Усл. печ. л. 1,16.
Уч.-изд. л. 1,0.	Тираж 300 экз.	Заказ 11.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6