

УДК 911.2:502

UDC 911.2:502

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНО-
СТИ СКЛАДИРОВАНИЯ ТВЕРДЫХ
КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ****CONCEPTUAL MODEL
OF GEOECOLOGICAL SAFETY
OF STORAGE OF SOLID
HOUSEHOLD WASTE**

И. В. Чернова,
*магистр географических наук,
заместитель директора по учебной
работе ГУО «Гимназия № 1
имени Ф. Скорины г. Минска»;*

I. Chernova,
*Master of Geography,
Deputy Head of SEE "Gymnasium No. 1
named after F. Skorina
of Minsk";*

М. Г. Ясовеев,
*доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры общей экологии,
биологии и экологической генетики
Международного государственного
экологического института
имени А. Д. Сахарова БГУ*

M. Yasoveev,
*Doctor of Geology and Mineralogy,
Professor of the Department of General
Ecology, Biology and Ecological Genetics,
International State Ecological Institute
named after A. Sakharov,
BSU*

Поступила в редакцию 06.06.17.

Received 06.06.17.

В статье предложена концептуальная Модель геоэкологической защиты при складировании отходов на полигонах ТКО, основанная на принципе многобарьерности. Модель включает методические подходы к разработке мероприятий и способов их реализации по геоэкологической защите на разных этапах жизненного цикла полигона: оптимизация территориальной организации обращения с отходами; технические решения по строительству, эксплуатации и рекультивации объектов складирования отходов; контроль и управление количеством и качеством отходов и др.

Ключевые слова: геоэкологическая защита, геоэкологическая устойчивость, твердые коммунальные отходы, вторичные материальные ресурсы, полигон, средозащитная инфраструктура.

The conceptual Model of geoeological protection when warehousing wastage on the grounds based on the principle of multibarriers has been offered. The model includes methodical approaches to the development of actions and ways of their realization on geoeological protection on different stages of life cycle of the ground: optimization of the territorial organization of the address with a wastage; technical solutions to construction, operation and reclamation of subjects to warehousing of wastage.

Keywords: geoeological protection, geoeological stability, solid household waste, scrap materials resources, landfill, environment protection.

Введение. Образование и накопление твердых коммунальных отходов (ТКО) – одна из приоритетных экологических проблем XXI в. До настоящего времени подавляющая часть ТКО размещается на полигонах. Основным недостатком данной технологии является потеря защитных функций даже самой качественной противofильтрационной системы по причине ее старения [4, с. 134]. Кроме того, на сегодняшний день используемые инженерно-технические системы не гарантируют полной защиты грунтовых вод (ГВ) от загрязнения даже на ранних стадиях функционирования полигона ТКО [5, с. 150].

Для полигонов ТКО Минской области проблема складирования (захоронения) отходов особенно актуальна. Подавляющее большинство природоохранных объектов исчерпали свои резервы с точки зрения превышения срока эксплуатации. Строительство ряда полигонов осуществлялось без предварительных инженерно-геологических изысканий и без разработки проекта. По этой причине они не соответствуют современным экологическим требованиям [4, с. 133]. На ряде действующих полигонов отсутствуют противofильтрационные экраны, в силу чего ГВ не защищены и эти причины, к сожалению, неустранимы [5, с. 150].

К настоящему времени разработаны и применяются различные методы утилизации ТКО, существуют технологии их подготовки к захоронению и длительному хранению. В специальной и научной литературе опубликованы работы, в которых рассматриваются различные аспекты проблем ТКО, однако единого подхода, необходимого для обеспечения их безопасного захоронения, не разработано [1; 4; 5; 7].

Результаты проведенных нами исследований по влиянию полигонов ТКО на компоненты окружающей среды и сделанные обобщения послужили основанием для разработки концептуальной Модели геоэкологической защиты окружающей среды при размещении ТКО на полигонах [10; 11]. Данная Модель основана на принципе комплексности и предусматривает методические подходы к разработке мероприятий и способов их реализации по геоэкологической защите окружающей среды на разных этапах жизненного цикла полигона. При разработке Модели авторы учли не только необходимость обеспечения геоэкологической безопасности будущих полигонов, но и снижения опасности действующих полигонов на период их дальнейшей эксплуатации.

Основное содержание концепции

1. Оптимизация территориальной организации складирования отходов. В настоящее время размещение полигонов Минской области базируется на административном принципе, при котором в каждом из 22 районов функционирует один, а в некоторых и 2–3 полигона. Это не всегда обосновано с точки зрения численности населения и количества образуемых отходов. Так, 11 районов Минской области имеют численность населения в пределах 35 тыс. человек и наличие собственного полигона для них влечет значительные капитальные и эксплуатационные расходы [8, с. 21].

При строительстве новых полигонов решение проблемы видится во внедрении регионального подхода. Из предлагаемых вариантов регионализации наиболее оптимальным, по нашему мнению, является вариант, предполагающий образование 7 регионов, строительство 6 региональных полигонов ТКО (в Минском регионе создание полигона не планируется) и других объектов инфраструктуры (рисунок).

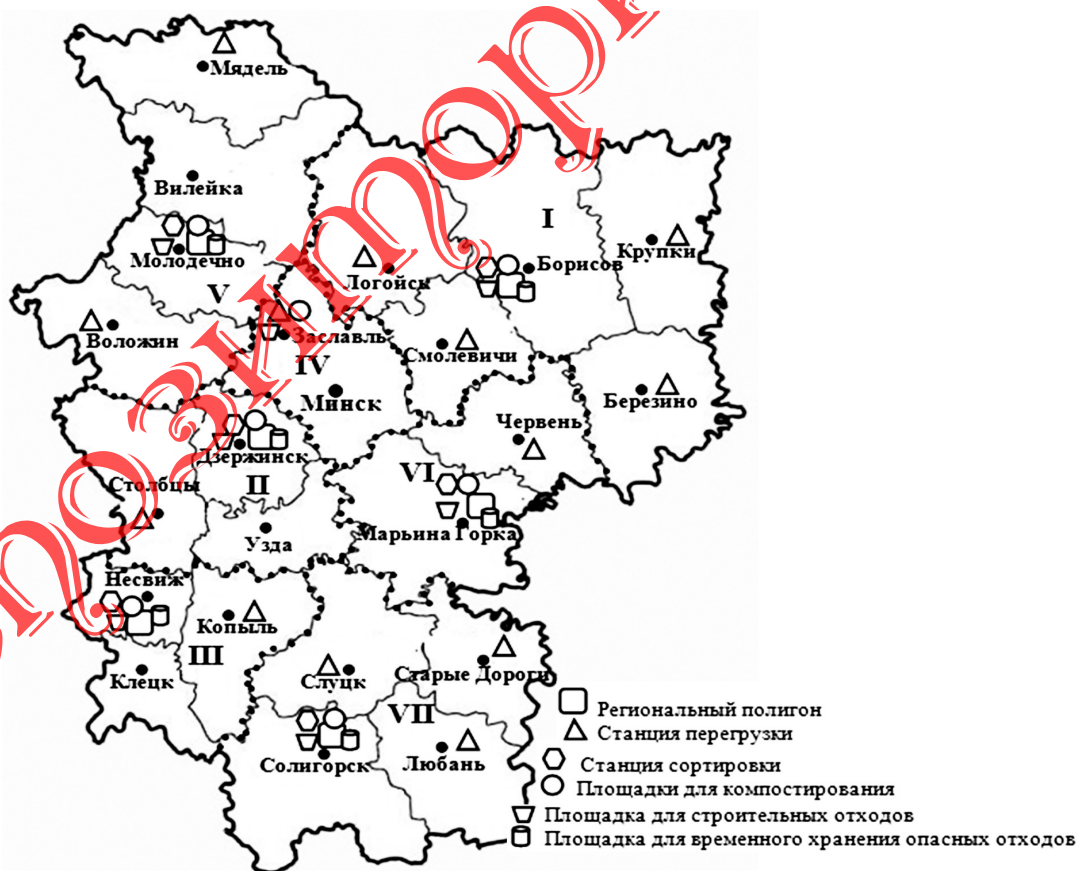


Рисунок – География инфраструктуры при делении Минской области на 7 регионов (I – Борисовский регион, II – Дзержинский регион, III – Несвижский регион, IV – Минский регион, V – Молодечненский регион, VI – Пуховичский регион, VII – Солигорский регион)

Вместе с тем при реализации этого варианта очень высокой будет нагрузка на Борисовский регион, где расположены два крупнейших промышленных центра – г. Борисов и Жодино (таблица). Кроме того, при определении границ регионов, количества полигонов и их проектной вместимости следует учесть приоритетное развитие городов-спутников Минской агломерации. Указом № 13 от 18 января 2016 г. утверждены генеральные планы 6 городов-спутников столицы республики, которые необходимо реализовать до 2030 г.

Реализация программы приведет к росту численности населения и объемов производства в городах-спутниках, что в перспективе скажется на образовании ТКО, особенно в Минском и Борисовском регионах. В этой связи мы предлагаем корректировку границ регионов и строительство седьмого полигона для захоронения отходов, образующихся в Минском регионе. Считаем, что Минский регион можно расширить за счет присоединения Логойского района, при этом, по нашим расчетам, площадь региона увеличится до 4,27 тыс. км², население – 223,4 тыс. чел., количество образуемых отходов – 67,7 тыс. т (таблица)

При размещении полигона на границе Минского и Логойского районов расстояние доставки отходов уменьшится в 2 раза в сравнении с предполагаемой транспортировкой части отходов на полигон г. Молодечно [11]. Экономия будет получена и за счет

строительства только одной станции перегрузки (г. Заславль), что снизит затраты по Борисовскому региону.

2. Научно обоснованный выбор площадок для размещения новых полигонов ТКО. Важнейшим критерием выбора мест для размещения полигонов является учет геоэкологических условий, которые недостаточно оцениваются современными нормативными документами [6]. Проведенный нами анализ и обобщение показали, что 16 (из 35) действующих полигонов ТКО Минской области расположены в ландшафтах с неблагоприятной геоэкологической устойчивостью, и этот факт – основная причина существенного загрязнения ГВ в системах «полигон – прилегающая территория» [10].

3. Технические решения при строительстве, эксплуатации и рекультивации объектов складирования отходов. На стадии проектирования и строительства новых полигонов ТКО должна быть создана средозащитная инфраструктура. Наиболее жесткие требования необходимо предъявлять к противофильтрационному экрану, качество которого действующими современными нормативными документами в Республике Беларусь регламентируется не в полной мере [5].

Таблица – Региональные различия по площади, численности населения и объему образования отходов

Регион	Площадь, тыс. км ²		Население, тыс. чел., 2015 г.		Образование отходов, тыс. т/год, 2015 г.	
	1	2	1	2	1	2
Борисовский	10,8	8,4	371,5	336,5	117,1	106,5
Солигорский	7,6	7,6	279,6	279,6	88,4	88,4
Молодечненский	7,72	7,72	246,4	246,4	74,2	74,2
Минский	1,90	4,27	188,3	223,4	57,1	67,7
Дзержинский	3,26	3,26	124,0	124,0	37,1	37,1
Пуховичский	4,71	4,71	95,1	95,1	27,6	27,6
Несвижский	11,21	11,21	94,7	94,7	27,1	27,1

Примечание: 1 – вариант регионализации, при котором создается 6 полигонов
2 – вариант регионализации, при котором создается 7 полигонов

Новые полигоны, в первую очередь те, которые могут быть размещены в ландшафтах с низкой геоэкологической устойчивостью (Борисовский, Молодечненский, Пуховичский регионы), предлагаем обустроить более надежными и долговечными противодиффузионными экранами. С этих позиций подойдет бентонитовая гидроизоляция: качественная, недорогая и простая в установке [8].

Надежными, долговечными и относительно дешевыми являются противодиффузионные экраны с использованием отходов производства. Так, отходы производства в виде отвального фосфогипса – дигидрата с добавками кальцийсодержащих соединений предлагают использовать А. П. Белосова [1], Н. А. Лысухо [5, с. 151], отходы нефти (асфальто-смоло-парафинистые отложения) – О. А. Тагилова [9].

В силу геоэкологической опасности объектов складирования ТКО должны быть созданы условия для мониторинга ГВ. Так как территория локализации полигона может быть пространственно однородной или неоднородной, предлагаем создание режимной сети для каждого конкретного объекта осуществлять в два этапа:

- выделение зон однородности в пределах исследуемой территории;
- определение для каждой зоны однородности необходимого количества точек опробования.

Так как основными признаками зонирования являются системная принадлежность (отходы – окружающая среда) и направление движения грунтовых вод, предлагаем выделять две зоны:

- складирования – для полигонов площадью более 20 га количество наблюдательных скважин соответствует количеству карт;
- прилегающая территория – по направлению потока ГВ (до полигона и после полигона) необходимо пробурить по 2–3 скважины.

В стадии эксплуатации важным аспектом снижения экологической опасности полигона ТКО является уменьшение образования фильтрата и биогаза. Известными вариантами решения данной проблемы являются: механическое уплотнение массы отходов спецтехникой и уплотнение отходов путем предварительного прессования [5, с. 152].

Несмотря на очевидные преимущества технологии прессования, мы придерживаемся

точки зрения специалистов, считающих необоснованным, а порой и потенциально экологически опасным, применение только данного метода [7]. В настоящее время внедрение метода предварительного прессования целесообразно только при транспортировке отходов, а складирование рационально при условии совместного захоронения с рыхлыми неуплотненными отходами [11].

В настоящее время при размещении отходов на полигонах используется последовательная схема заполнения карт отходами [9]. Мы предлагаем на новых региональных полигонах последовательную схему захоронения отходов заменить одновременной. Суть предлагаемой схемы состоит в том, что все карты полигона заполняются одновременно методом чередования отходов, образующихся в разных местах и, соответственно, имеющих разную плотность и влажность. Такая технология захоронения отходов более экономически эффективна за счет уменьшения затрат на грунт для пересыпки утрамбованных ТКО, не образуется неприятный запах, не возникают пожары, уменьшается количество птиц, насекомых.

При рекультивации полигонов Минской области следует исходить из того, что они существенно различаются по массе накопленных отходов. По нашему мнению, рекультивацию полигонов с количеством накопившихся отходов более 1 млн м³ (гг. Молодечно, Борисов) целесообразно осуществлять способом «влажной камеры». Рекультивация полигонов с количеством накопившихся отходов от 20 до 1 млн м³ может осуществляться способом «сухого захоронения» с предварительным уплотнением и обязательным созданием биофильтров для выпуска биогаза. Отходы полигонов с накоплением до 20 тыс. м³ (гг. Березино, Воложин, Дзержинск, Клецк, Жодино) могут быть собраны и транспортированы к ближайшим объектам захоронения, подлежащим рекультивации [11].

4. Контроль и управление количеством и качеством поступающих на полигон отходов. Обозначим важнейшие принципы управления количеством поступающих на полигон отходов.

Предотвращение образования отходов. Предлагаем этот принцип реализовать в области обращения с тарой и упаковкой, на которую рекомендуем устанавливать залоговую цену. Следует предусмотреть ряд зако-

нодательных инициатив: принять закон об ограничении продажи, производства и импорта пластиковой упаковки (в том числе пластиковых пакетов), поэтапно отказаться от использования одноразовой пластиковой посуды, обязать торговые предприятия, по желанию клиента, продавать товары без упаковки либо в тару клиента.

Повторное использование отходов. С организационной точки зрения этот принцип можно реализовать путем создания сети центров на базе сервисных служб, производящих ремонт неисправной техники. Необходимо создать информационную систему (сайты в Интернете), где заинтересованные граждане могут получить у других граждан бесплатно ту или иную бытовую технику, мебель, вещи и др.

Переработка в сырье и продукты. Для реализации этого принципа необходимо:

– создать эффективную систему раздельного сбора отходов. С этой целью следует совершенствовать инфраструктуру для сбора, транспортировки, сортировки отходов, оптимизировать частоту сбора отходов, внедрить логистику для перевозки вторичных материальных ресурсов (ВМР), используя систему планирования маршрута на компьютерной основе, что удешевит транспортировку.

Предлагаем повысить инвестиционную привлекательность системы обращения с отходами за счет использования механизма государственно-частного партнерства. Роль частного капитала может варьировать от весьма ограниченной деятельности (например, контракт на оказание услуг), до сложных комплексных механизмов (проектирование, финансирование, строительство, эксплуатация).

Необходимо отделить услуги по обращению с ТКО от других услуг (озеленение, уборка, ремонт), оказываемых жилищно-коммунальными хозяйствами. Усилить информационную работу с населением, в процессе которой будут приобретаться навыки раздельного сбора отходов, обратив особое внимание на учреждения образования (публикации, семинары, конкурсы для учителей и учащихся).

Совершенствовать нормативную правовую базу, в том числе налоговую, которая на сегодняшний день не стимулирует в должной мере извлечение ВМР из отходов. ВМР необходимо вывести из Закона «Об обращении с отходами», рекомендуем разработать

и принять «Закон о вторичных материальных ресурсах»;

– создать информационную систему о наличии и распространении ВМР, включающую автоматический сбор, обработку и передачу данных. Собранная за день информация обобщается и систематизируется. Доступность онлайн позволяет анализировать данные об объемах произведенных отходов и источниках (населенных пунктах) их образования, совершенствовать отчетность, повысить качество предоставляемой информации для национальной статистики;

– решить проблемы рынка вторичного сырья: обязать предприятия использовать ВМР при производстве новых товаров (в процентах) и ввести льготное кредитование таких производств.

Компостирование органической части отходов. В областных центрах и прочих крупных городах, где объемы органической составляющей велики, следует осуществлять промышленное компостирование на мусороперерабатывающих заводах с целью получения компоста, тепла и электроэнергии.

На уровне небольших городских населенных пунктов, где отсутствует экономически обоснованное количество органики, предлагаем осуществлять компостирование на специальных площадках при региональных полигонах, используя дешевые технологии. В сельской местности переработка растительных отходов должна осуществляться за счет домашнего компостирования. В этой связи необходимо проводить работу с населением, направленную на информирование о практике компостирования в домашних условиях, с последующим использованием компоста на приусадебных участках.

Важнейшими принципами контроля качества складированных отходов являются:

- контроль состава отходов с целью выявления и недопущения к захоронению высоко опасных отходов;
- создание пунктов сбора опасных отходов.

В городах необходимо создать стационарные пункты сбора опасных отходов, а в сельской местности – мобильные. Прием опасных отходов следует осуществлять без взимания платы с физических лиц, еще целесообразнее устанавливать залоговую цену (особенно на элементы питания).

5. Минимизация воздействия эксплуатируемых объектов захоронения отходов. В связи с необходимостью на ближайшую перспективу дальнейшей эксплуатации действующих в Минской области полигонов ТКО предлагаем мероприятия по снижению их экологической опасности: поэтапное применение покровного экрана, создание кольцевых защитных сооружений. Отходы после выгрузки следует распределять равномерным слоем с помощью бульдозера и осуществлять их ежедневную засыпку с последующим уплотнением. В качестве изоляционного слоя может использоваться местный грунт или инертные однородные отходы.

6. Мониторинг в геоэкологической системе «полигон – прилегающая территория». Мониторинг весьма дорогостоящее мероприятие, кроме того, действующие документы СанПиН не всегда содержат информацию о реальной опасности загрязняющих веществ [3]. В этой связи нами предложены направления совершенствования мониторинга.

Во-первых, необходима организация экологического мониторинга на всех этапах жизненного цикла полигона. По нашему мнению, внимание экологов должно быть привлечено к данной проблеме еще на стадии сооружения объекта. С этой целью в проектных документах рекомендуем формировать экологические разделы, в которых должен быть изложен алгоритм оценки негативного воздействия объекта.

Во-вторых, требует корректировки минимальный перечень загрязняющих веществ, которые определены в качестве обязательных при мониторинге с точки зрения их опасности [3]. Предлагаем изменить подход к определению минимального перечня. Считаем целесообразным проводить мониторинг в два этапа: на первом этапе определить содержание загрязняющих веществ в теле полигона, на втором – устанавливая на основе полученной информации минимальный перечень компонентов, которые требуют контроля для данного объекта захоронения отходов. В процессе исследования нами установлено, что для большинства полигонов Минской области возможно исключение из перечня показателей при локальном мониторинге нитратов, сульфатов, фос-

фатов, фенолов и СПАВ, так как содержание их крайне низкое (сотые, тысячные доли ПДК) [10].

Рекомендуем отнести к обязательным показателям при мониторинге ГВ окисляемость и жесткость и учитывать их при оценке рисков воздействия полигонов ТКО. Окисляемость иллюстрирует содержание в воде всех видов органических веществ, окисляемых кислородом, а жесткость характеризует наличие в воде кальция и магния, которые в определенных условиях могут образовывать фосфаты и хлораты (3–4 класс опасности). По результатам исследований РУП «Бел НИЦ «Экология» превышение окисляемости ГВ варьирует от 0,8 до 7,2 ПДК, жесткости – от 0,7 до 3,2 ПДК [4, с. 64–65].

В-третьих, предлагаем оптимизировать периодичность наблюдений за состоянием ГВ. В настоящее время анализы проб проводятся 4 раза в год (1 раз в квартал). Наши исследования показывают, что существенных изменений в течение года не наблюдается, что позволяет считать достаточным двухкратное опробование ГВ – в половодье (апрель – май) и межень (август – сентябрь) [10]. Частоту наблюдений следует увеличить в том случае, если концентрация загрязняющих веществ существенно выше нормативных уровней и в связи с этим принимаются меры по ограничению поступлений.

Многими исследователями установлено, что захороненные на полигонах отходы обладают потенциальной опасностью в пост-рекультивационный период. В этой связи рекомендуем мониторинг закрытых полигонов осуществлять до периода, когда наступит стабилизация, то есть не менее 20 лет. Вместе с тем эмиссия тяжелых металлов, хлоридов и др. продолжается сотни, тысячи лет, что свидетельствует о необходимости их более продолжительного мониторинга [2].

Заключение. Использование разработанных авторами мероприятий по обеспечению геоэкологической безопасности при захоронении отходов, представленных в виде концептуальной Модели, позволит: уменьшить образование отходов; усложнить систему обращения с ними; минимизировать негативные процессы, протекающие в геоэкологической системе «полигон ТКО – прилегающая территория».

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусова, А. П. Оценка опасности загрязнения подземных вод как компонента окружающей среды / А. П. Белоусова // Химия и Экология. – 2015. – № 12. – С. 31–40.
2. Belevi, H. Long-term emissions from Municipal Solid Waste Landfills. In Lanfilling of waste / H. Belevi, P. Vaccini // Leachate.– London & New York. – 1992.
3. Гигиенические нормативы 2.1.5.10-20-2003 Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Утв. Министерством здравоохранения Респ. Беларусь 12.12.03 : введ. 01.04.05. – Минздрав. – 31 с.
4. Ерошина, Д. М. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах / Д. М. Ерошина // Бел НИЦ «Экология». – Минск, 2010. – 150 с.
5. Лысухо, Н. А. Отходы производства и потребления / Н. А. Лысухо, Д. М. Ерошина. – Минск : Междунар. гос. эколог. ун-т, 2011. – 210 с.
6. Подлипский, И. И. Изучение параметров вероятности самовозгорания отходов на полигонах ТБО / И. И. Подлипский, В. В. Куриленко // Междунар. науч.-прак. конф. по проблемам снижения природных опасностей и рисков (Геориск-2009). – М. : 2009. – С. 37–41.
7. Стратегия интегрированного управления твердыми коммунальными отходами Минской области / А. М. Бушмович [и др.] // Минприроды. – Минск, 2015. – 71 с.
8. Тагилова, О. А. Гидроизоляционный материал для создания противофильтрационного экрана полигона ТБО: пер. с англ. / О. А. Тагилова // Матер. междунар. конф. студентов. – Пермь – Висбаден – Вена, 2000. – С. 4–5.
9. Объекты захоронения твердых коммунальных отходов. Правила проектирования и эксплуатации : ТКП 17.11-02-2009 (02120/02030) / Введ. 01.07.09 – Минск : М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. 2009. – 29 с.
10. Чернова, И. В. Оценка загрязнения грунтовых вод в геоэкологической системе «Полигон – прилегающая территория» / И. В. Чернова // Весті ВДПУ, Сер. 3, Фізика. Математика. Біялогія. Геаграфія. – 2016. – № 1. – С. 81–86.
11. Чернова, И. В. Разработка Модели геоэкологической защиты при захоронении ТКО (на примере Минской области) / И. В. Чернова // Актуальныя пытанні сучаснай навукі : сб. стат. молод. уч. / Беларус. гос. пед. ун-т ім. М. Танка; редкол. : Н. В. Никандров [и др.]. – Минск, 2015. – С. 323–330.

REFERENCES

1. Belousova, A. P. Otsenka opasnosti zagryazneniya podzemnykh vod kak komponenta okruzhayushchey sredy / A. P. Belousova // Khimiya i Ekologiya. – 2015. – № 12. – S. 31–40.
2. Belevi, H. Long-term emissions from Municipal Solid Waste Landfills. In Lanfilling of waste / H. Belevi, R. Vaccini // Leachate.– London & New York. – 1992.
3. Gigiyenicheskiye normativy 2.1.5.10-20-2003 Oriyentirovochnyye dopustimyye urovni (ODU) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh obyektov khozyaystvenno-pityevogo i kulturno-bytovogo vodopolzovaniya. Utv. Ministerstvom zdravookhraneniya Resp. Belarus 12.12.03 : vved. 01.04.05. – Minzdrav. – 31 s.
4. Yeroshina, D. M. Ekologicheskiye aspekty zakhoroneniya tverdykh kommunalnykh otkhodov na poligonakh / D. M. Yeroshina // BelNITS «Ekologiya». – Minsk, 2010. – 150 s.
5. Lysukho, N. A. Otkhody proizvodstva i potrebleniya / N. A. Lysukho, D. M. Yeroshina. – Minsk : Mezhdunar. gos. ekolog. un-t, 2011. – 210 s.
6. Podlipskiy, I. I. Izucheniye parametrov veroyatnosti samovozgoraniya otkhodov na poligonakh TBO / I. I. Podlipskiy, V. V. Kurilenko // Mezhdunar. nauch.-prak. konf. po problemam snizheniya prirodnykh opasnostey i riskov (Georisk-2009). – M. : 2009. – S. 37–41.
7. Strategiya integrirovannogo upravleniya tverdymi kommunalnymi otkhodami Minskoy oblasti / A. M. Bushmovich [i dr.] // Minprirody. – Minsk, 2015. – 71 s.
8. Tagilova, O. A. Gidroizolyatsionnyy material dlya sozdaniya protivofiltratsionnogo ekrana poligona TBO: Per. s angl. / O. A. Tagilova // Mater. mezhdunar. konf. studentov. – Perm – Visbaden – Vena, 2000. – S. 4–5.
9. Obyekty zakhoroneniya tverdykh kommunalnykh otkhodov. Pravila proyektirovaniya i ekspluatatsii : TKP 17.11-02-2009 (02120/02030) / Vved. 01.07.09 – Minsk : M-vo prirod. resursov i okhrany okruzhayushchey sredy Resp. Belarus. 2009. – 29 s.
10. Chernova, I. V. Otsenka zagryazneniya gruntovykh vod v geoekologicheskoy sisteme «Poligon – prilegayushchaya territoriya» / I. V. Chernova // Vestsi BDPU, Ser. 3, Fizika. Matematyka. Biyalogiya. Geografiya. – 2016. – № 1. – S. 81–86.
11. Chernova, I. V. Razrabotka Modeli geoekologicheskoy zashchity pri zakhoroneni TKO (na primere Minskoy oblasti) / I. V. Chernova // Aktualnyya pytanni suchasnay navuki : sb. stat. molod. uch. / Belarus. gos. ped. un-t im M. Tank; redkol. : N. V. Nikandrov [i dr.]. – Minsk, 2015. – S. 323–330.