

# **УПРАВЛЕНИЕ БЫТОВЫМИ И ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ**

---

УДК 624:131

**А.И. Шамсутдинова, С.К. Мустафин**

Уфимский государственный нефтяной технический университет

## **ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)**

Предложена классификация полигонов твердых бытовых отходов урбанизированных территорий на основе анализа инженерно-экологических параметров. Данную классификацию можно использовать при прогнозе загрязнения окружающей среды.

**Ключевые слова:** полигон ТБО, классификация, инженерно-экологические параметры, загрязнение окружающей среды, мониторинг окружающей среды.

Наиболее распространенными в настоящее время сооружениями по обезвреживанию удаляемых из населенных пунктов отходов являются полигоны твердых бытовых отходов (ТБО). Полигоны ТБО – комплексы природоохранных сооружений, предназначенные для складирования, изоляции и обезвреживания ТБО, обеспечивающие защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующие распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов [1, 2].

На территории Республики Башкортостан действует 34 полигона ТБО, построенных в рамках реализации целевой программы «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан (на 2004–2010 гг. и период до 2015 г.)». Эксплуатация полигонов осуществляется с учетом комплекса природных и технологических особенностей каждого отдельного объекта [3, 4].

Полигоны ТБО размещены в наиболее урбанизированных узлах территории – городах и крупных поселках (рис. 1). Наиболее активное строительство полигонов в регионе осуществлялось в 2000–2003 гг. (рис. 2), ввиду того, что в период становления системы управления отходами особое внимание придавалось безопасному размещению отходов путем строительства полигонов ТБО, обеспечивающих экологическую безопасность населенных пунктов. Полигоны ТБО являются базовыми элементами комплексной системы обращения с отходами в республике.

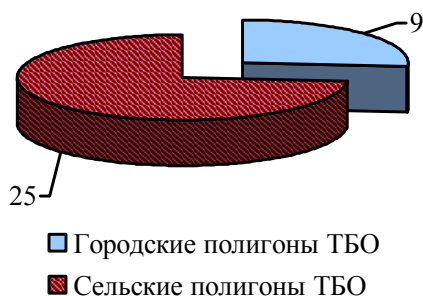


Рис. 1. Количественное соотношение городских и сельских полигонов ТБО региона

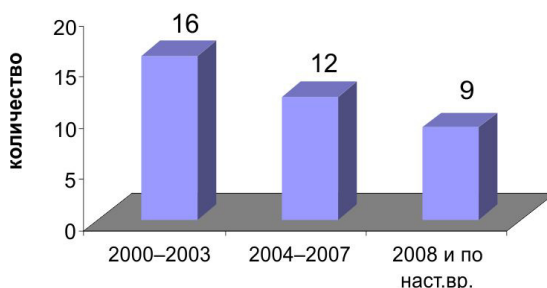


Рис. 2. Диаграмма ввода в эксплуатацию полигонов ТБО

Данная статья посвящена разработке классификации региональных полигонов ТБО на основе анализа инженерно-экологических параметров. К инженерно-экологическим параметрам полигонов ТБО относятся площадь, вместимость, расположение в рельефе, средства защиты, контроль за воздействием на окружающую среду, вид противофильтрационного экрана. Анализ этих параметров и сводная классификация полигонов ТБО по этим признакам позволит проводить оценку и прогноз состояния окружающей среды в зоне влияния полигонов [5].

Основные инженерно-экологические параметры полигонов ТБО региона представлены в табл. 1.

Уровень потенциальной суммарной техногенной нагрузки полигона ТБО на компоненты окружающей среды определяют в первую очередь вместимость и занимаемая площадь. Анализ инженерно-экологических параметров полигонов ТБО республики показывает, что целесообразным является следующее подразделение их по занимаемой площади и вместимости:

- крупные (площадь более 10 га, вместимость более 1 млн м<sup>3</sup>);
- средние (площадь 4–10 га, вместимость 100–1000 тыс. м<sup>3</sup>);
- мелкие (площадь менее 4 га, вместимость менее 100 тыс. м<sup>3</sup>).

Таблица 1

**Основные инженерно-экологические параметры полигонов ТБО,  
построенных в рамках реализации целевой программы  
«Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан  
(на 2004–2010 гг. и период до 2015 г.)»**

| №<br>п/п | Место нахождения (год<br>ввода в эксплуатацию) | Общая<br>площадь,<br>га | Вместимость<br>полигона,<br>тыс. м <sup>3</sup> | Проектный<br>срок эксплуата-<br>ции (лет) |
|----------|------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1        | с. Верхнеяркеево (2000)                        | 3,0                     | 134,70                                          | 15                                        |
| 2        | п. Прибельский (2000)                          | 2,0                     | 150,46                                          | 18                                        |
| 3        | с. Киргиз-Мияки (2000)                         | 2,3                     | 119,72                                          | 15                                        |
| 4        | с. Николо-Березовка (2000)                     | 3,0                     | 55,98                                           | 25                                        |
| 5        | г. Янаул (2000)                                | 6,23                    | 327,15                                          | 20                                        |
| 6        | г. Давлеканово (2000)                          | 6,0                     | 567,07                                          | 30                                        |
| 7        | п. Инзер (2001)                                | 2,83                    | 98,70                                           | 16,5                                      |
| 8        | с. Месягутово (2001)                           | 3,4                     | 125,00                                          | 16,3                                      |
| 9        | г. Стерлитамак (2001)                          | 19,44                   | 3 350,5                                         | 18                                        |
| 10       | с. Бураево (2001)                              | 6,25                    | 189,90                                          | 16                                        |
| 11       | п. Чишмы (2002)                                | 10,0                    | 574,00                                          | 25                                        |
| 12       | с. Бижбуляк (2003)                             | 1,05                    | 34,37                                           | 15                                        |
| 13       | с. Аскарово (2003)                             | 3,5                     | 101,13                                          | 19                                        |
| 14       | с. Верхние Татышлы (2003)                      | 4,5                     | 120,00                                          | 18                                        |
| 15       | с. Красноусольский (2003)                      | 5,7                     | 171,20                                          | 17                                        |
| 16       | г. Дюртюли (2003)                              | 13,7                    | 589,00                                          | 20                                        |
| 15       | г. Туймазы (2004)                              | 4,2                     | 600,00                                          | 5                                         |
| 17       | с. Мраково (2004)                              | 2,0                     | 76,45                                           | 15                                        |
| 18       | с. Малояз (2004)                               | 0,75                    | 53,89                                           | 10                                        |
| 19       | п. Зирган (2004)                               | 5,7                     | 82,06                                           | 20                                        |
| 20       | г. Бирск (2005)                                | 6,65                    | 390,30                                          | 20                                        |
| 21       | с. Старобалтачево (2005)                       | 4,48                    | 113,00                                          | 20                                        |

Окончание табл. 1

| № п/п | Место нахождения (год ввода в эксплуатацию) | Общая площадь, га | Вместимость полигона, тыс. м <sup>3</sup> | Проектный срок эксплуатации (лет) |
|-------|---------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| 22    | г. Нефтекамск (2005)                        | 14,73             | 1 210,00                                  | 20                                |
| 23    | с. Бакалы (2005)                            | 7,17              | 222,40                                    | 20                                |
| 25    | с. Кушнаренково (2006)                      | 3,2               | 76,00                                     | 20                                |
| 26    | с. Архангельское (2007)                     | 2,01              | 59,62                                     | 17                                |
| 27    | с. Калтасы (2007)                           | 5,69              | 215,00                                    | 20                                |
| 28    | с. Буздяк (2007)                            | 6,67              | 327,85                                    | 20                                |
| 29    | с. Ермекеево (2008)                         | 3,0               | 59,40                                     | 20                                |
| 30    | п. Нугуш (2008)                             | 3,22              | 51,00                                     | 25                                |
| 31    | г. Учалы (2008)                             | 8,7               | 546,40                                    | 20                                |
| 32    | с. Толбазы (2009)                           | 5,9               | 128,5                                     | 20                                |
| 33    | г. Белорецк (2009)                          | 21,9              | 1 330,80                                  | 25                                |
| 34    | с. Шаран (2009)                             | 3,9               | 79,80                                     | 23                                |

Крупные полигоны ТБО по сравнению со средними и мелкими оказывают более масштабное и интенсивное воздействие на окружающую среду, так как концентрируют на ограниченной территории значительные количества загрязняющих веществ и с этой точки зрения создают опасность для окружающей среды как ее потенциальный загрязнитель большой мощности. Крупные полигоны сформировались в городах Стерлитамаке, Нефтекамске, Белорецке, средние полигоны – в городах и районных центрах республики с населением более 10 000 чел., мелкие – в остальных населенных пунктах (рис. 3). В целом на территории Башкортостана преобладают средние и мелкие полигоны ТБО. Природоохранными объектами обеспечены северо-западная (10 полигонов), западная (7 полигонов), центральная (6 полигонов), южная (5 полигонов) районы республики. Полигонов ТБО явно еще недостаточно в северо-восточных и зауральских районах республики.

Размещенные в массиве полигона отходы обладают потенциальной опасностью в течение периода его функционирования, называемого жизненным циклом. Исходя из оценки жизненного цикла, все полигоны целесообразно разделить на следующие группы (табл. 2):

- I – проектируемые полигоны;
- II – строящиеся полигоны;
- III – полигоны, находящиеся на стадии активной эксплуатации;
- IV – полигоны, находящиеся на стадии закрытия.

На этапе проектирования воздействие на окружающую среду не осуществляется. Строительство полигонов сопряжено с выбросами строительной техники и автотранспорта и масштабными нарушениями ландшафта. На этапе активной эксплуатации и на стадии закрытия интенсифицируются процессы разложения ТБО, связанные с выделением загрязняющих веществ, т.е. на данных этапах необходимо проводить экологический мониторинг за всеми компонентами окружающей среды.

Таблица 2

**Этап жизненного цикла полигонов ТБО**

| № п/п | Полигон ТБО     | Этап жизненного цикла полигона | Объем накопленных ТБО, м <sup>3</sup> | Наполняемость, % (по сост. на 01.11.11 г.) |
|-------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1     | с. Акъяр        | I                              | —                                     | —                                          |
| 2     | г. Сибай        | I                              | —                                     | —                                          |
| 3     | с. Исянгулово   | I                              | —                                     | —                                          |
| 4     | г. Ишимбай      | II                             | —                                     | —                                          |
| 5     | с. Нугуш        | III                            | 1 770,36                              | 1,7                                        |
| 6     | г. Янаул        | III                            | 86 810,54                             | 10                                         |
| 7     | г. Учалы        | III                            | 154 868,00                            | 14                                         |
| 8     | с. Кушнаренково | III                            | 60 063,50                             | 19,7                                       |
| 9     | с. Бакалы       | III                            | 78 758,00                             | 48                                         |
| 10    | г. Нефтекамск   | III                            | 908 600,00                            | 48                                         |
| 11    | п. Чишмы        | III                            | 180 443,20                            | 78                                         |
| 12    | г. Стерлитамак  | IV                             | 589 515,15                            | 90                                         |
| 13    | г. Туймазы      | IV                             | 558 552,45                            | 92                                         |

Необходимо отметить, что во многих населенных пунктах в эксплуатацию введена только 1-я очередь полигонов ТБО, средний срок эксплуатации которых 5–7 лет. Как уже отмечалось, 50 % полигонов построены до 2003 г., и срок эксплуатации большинства приближается к завершению, т.е. требуется расширение либо строительство новых в связи с их наполненностью более чем на 70 %.

В зависимости от особенностей расположения в рельефе полигоны ТБО делятся на равнинные (расположенные на относительно ровной поверхности с уклоном рельефа до 5 %) и горные (расположенные в горной местности).

По составу складироваемых на полигонах ТБО отходов выделяют:

- собственно твердые бытовые отходы;
- твердые бытовые и промышленные отходы.

Увеличение токсичности отходов при этом резко повышает потенциальную опасность таких полигонов для всех компонентов окружающей среды. Основным санитарным условием для совместного складирования промышленных отходов с ТБО является требование, чтобы токсичность смеси промышленных отходов с бытовыми не превышала токсичности отходов по данным анализа водной вытяжки. Промышленные отходы должны иметь влажность не более 85 %, не быть взрывоопасными, самовоспламеняющимися, самовозгорающимися, что определяется на основе лабораторных исследований и соответствующих требований.

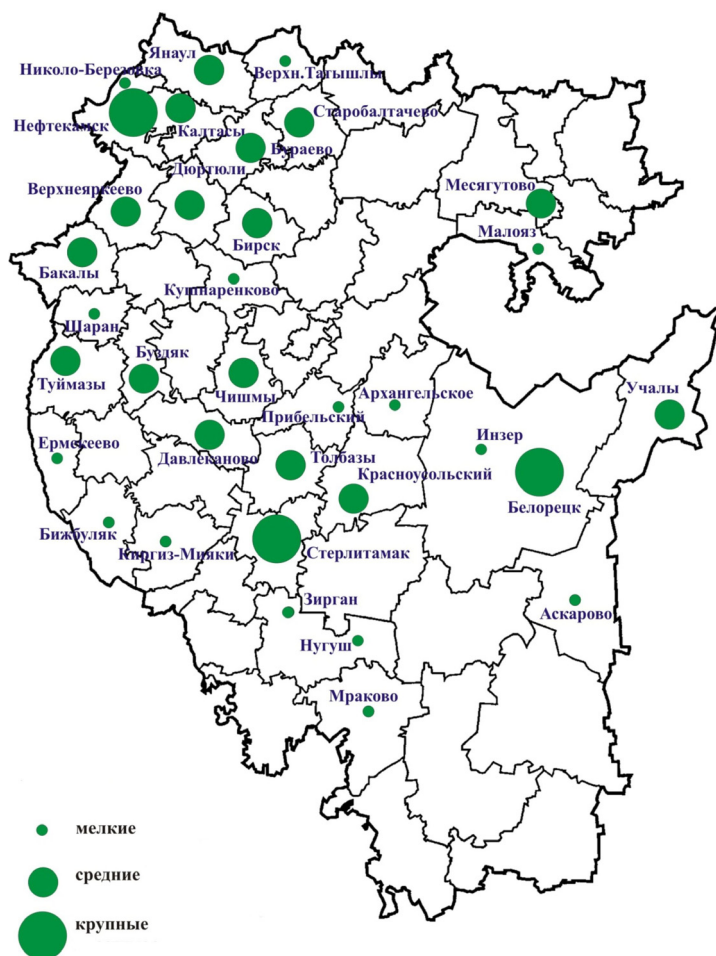


Рис. 3. Карта-схема размещения крупных, средних и мелких полигонов ТБО Республики Башкортостан

По степени контроля за распространением загрязнения компонентов окружающей среды объекты складирования ТБО подразделяются:

- на контролируемые (предусмотренная и необходимая природоохранная деятельность осуществляется в полном объеме);
- частично контролируемые (неполное выполнение природоохранных мероприятий или их выполнение на части полигона).

Предотвращение загрязнения подземных вод фильтратами полигона ТБО обеспечивается экранированием основания объекта различными видами гидроизоляционных экранов, из всего разнообразия которых в условиях региона исследования применяются (табл. 3):

- геомембрана из полиэтилена высокой плотности HDPE;
- рулонный полимерный материал «Р-ПЛАСТ»;
- противофильтрационный экран из полиэтиленовой пленки;
- глинобитумный экран.

Таблица 3

**Условия реализации инженерных решений по защите подземных вод от загрязнения компонентами фильтратов различных полигонов ТБО**

| № п/п | Полигон ТБО    | Коэф. фильтрации грунтов, м/сут | Глубина грунтовых вод, м | Использование противофильтрационного экрана                    |
|-------|----------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1     | г. Стерлитамак | 0,01                            | 9,0                      | Геомембрана из полиэтилена высокой плотности (НДРЕ)            |
| 2     | г. Учалы       | 0,042                           | 4,8                      | Рулонный полимерный материал «Р-ПЛАСТ»                         |
| 3     | п. Нугуш       | 0,053                           | 16,05                    | Рулонный полимерный материал «Р-ПЛАСТ»                         |
| 4     | г. Нефтекамск  | 0,5                             | 2,7                      | Противофильтрационный экран из полиэтиленовой пленки МКА-ЗС2ПЭ |
| 5     | с. Бакалы      | 0,03                            | 5,6                      | Грунтовое основание и полиэтиленовая пленка                    |
| 6     | с. Кушнареново | 0,053                           | 16,0                     | Грунтовое основание и полиэтиленовая пленка                    |
| 7     | г. Туймазы     | 0,0023                          | 16,0                     | Грунтобитумный экран                                           |
| 8     | п. Чишмы       | 0,09                            | 7,7                      | Грунтобитумно-бетонный экран                                   |
| 9     | г. Янаул       | 0,5                             | 4,0                      | Грунтобитумный экран                                           |
| 10    | г. Бирск       | 0,18                            | 7,0                      | Глинобитумный экран                                            |
| 11    | с. Толбазы     | 0,19                            | 3,8                      | Грунтобитумный экран                                           |

Окончание табл. 3

| № п/п | Полигон ТБО      | Коэф. фильтрации грунтов, м/сут | Глубина грунтовых вод, м | Использование противо-фильтрационного экрана |
|-------|------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------|
| 12    | с. Архангельское | 0,02                            | 4,0                      | Глиняный экран                               |
| 13    | с. Калтасы       | 0,0068                          | 5,0                      | Глиняный экран                               |
| 14    | г. Белорецк      | 0,02                            | 5,3                      | Рулонный полимерный материал «Р-ПЛАСТ»       |
| 15    | с. Еремеево      | 0,15                            | 4,4                      | Рулонный полимерный материал «Р-ПЛАСТ»       |

Полигоны ТБО, имеющие общую высоту (для полигонов в котлованах и оврагах – глубину) более 20 м и нагрузку на используемую площадь более 100 000 Па (10 т/м<sup>2</sup> или 100 тыс. т/га), относятся к категории высоконагружаемых полигонов. Чем выше высота полигона ТБО, тем шире ареал рассеивания загрязняющих веществ воздушными потоками приземной атмосферы. При проектировании полигонов необходимо рассчитать оптимальную высоту, обеспечивающую сокращение отчужденных под объект земель и уменьшение ареала рассеивания. Предусматривается комплекс инженерных решений, включающий в себя переносные сетчатые ограждения, террасирование откосов и др. Соотношение площади к высоте на полигонах ТБО региона варьируется от 2 до 12,2 (табл. 4). Высота полигонов, расположенных в горной части региона, в целом значительно ниже объектов равнинной зоны, что обуславливает устойчивость инженерных сооружений в пересеченном рельефе.

Таблица 4

**Зависимость вместимости полигона ТБО от высоты**

| № п/п | Полигон ТБО      | Площадь, тыс. м <sup>2</sup> | Высота полигона, м | Отношение площади к высоте |
|-------|------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------|
| 1     | г. Стерлитамак   | 194,4                        | 16,0               | 12,2                       |
| 2     | с. Калтасы       | 56,9                         | 4,95               | 11,5                       |
| 3     | с. Толбазы       | 59,0                         | 5,2                | 11,3                       |
| 4     | г. Нефтекамск    | 147,3                        | 19,5               | 7,6                        |
| 5     | с. Бакалы        | 71,7                         | 9,4                | 7,6                        |
| 6     | г. Янаул         | 62,3                         | 7,95               | 7,8                        |
| 7     | г. Учалы         | 87,0                         | 13,6               | 6,4                        |
| 8     | с. Буздяк        | 66,7                         | 10,75              | 6,2                        |
| 9     | с. Толбазы       | 59,0                         | 11,7               | 5,0                        |
| 10    | с. Кушнаренково  | 32,0                         | 7,6                | 4,2                        |
| 11    | г. Бирск         | 66,5                         | 17,4               | 3,8                        |
| 12    | п. Нугуш         | 32,2                         | 8,7                | 3,7                        |
| 13    | г. Туймазы       | 42,0                         | 13,47              | 3,1                        |
| 14    | с. Архангельское | 20,1                         | 10,05              | 2,0                        |

Анализ инженерно-экологических параметров полигонов ТБО, определяющих опасность их воздействия на компоненты окружающей среды, позволил разработать типологическую классификацию существующих полигонов ТБО Республики Башкортостан. Определение степени экологической опасности полигонов ТБО на основе инженерно-экологических параметров схематично представлено на рис. 4. Оптимизация выделенных базовых элементов полигонов ТБО, представляющих собой сложные динамические природно-техногенные системы, позволяет повысить эффективность эксплуатации и экологическую безопасность полигонов на всех стадиях жизненного цикла. Однако реально оценивать состояние компонентов окружающей среды необходимо по результатам мониторинга.



Рис. 4. Рекомендуемые классификационные инженерно-экологические параметры полигонов ТБО, определяющие степень экологической опасности

Таким образом, разработанная классификация полигонов ТБО может служить основой для использования метода аналогий и метода экспертных оценок при прогнозе загрязнения окружающей среды в зоне влияния полигонов ТБО. Комплексный мониторинг целесообразнее выполнять на самых крупных полигонах, а на мелких – достаточно использовать вышеперечисленные методы прогноза.

### **Библиографический список**

1. Обращение с отходами производства и потребления / Х.Н. Зайнуллин [и др.]. – Уфа: Диалог, 2005. – 292 с.
2. Управление отходами. Полигоны захоронения твердых бытовых отходов / Я.И. Вайсман [и др.]. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 464 с.
3. О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2010 году: гос. докл. / Мин-во природопользования и экологии РБ. – Уфа, 2011. – 343 с.
4. Концепция обращения с отходами производства и потребления в Республике Башкортостан на период до 2012 года: утв. Постановлением Правительства РБ от 21 апреля 2008 г. № 120.
5. Гуман О.М. Полигоны твердых бытовых и промышленных отходов Свердловской области. – Екатеринбург: Полиграфист, 2008. – 176 с.

Получено 24.01.12