



**Полигоны для захоронения отходов: проектирование и технологии**

**MACCAFERRI**

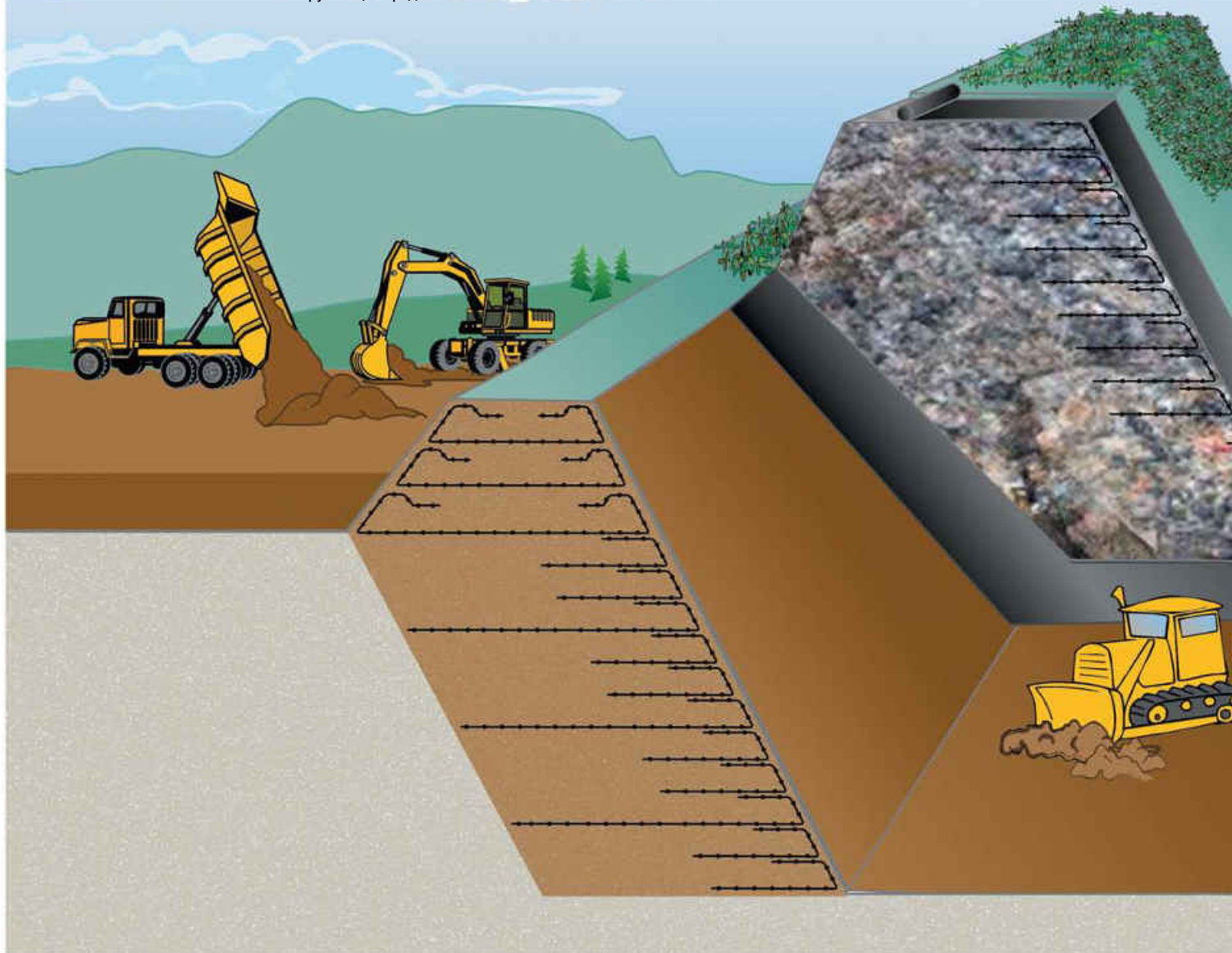
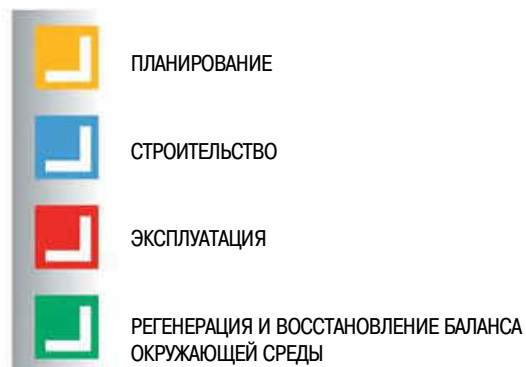
# Полигоны для захоронения отходов

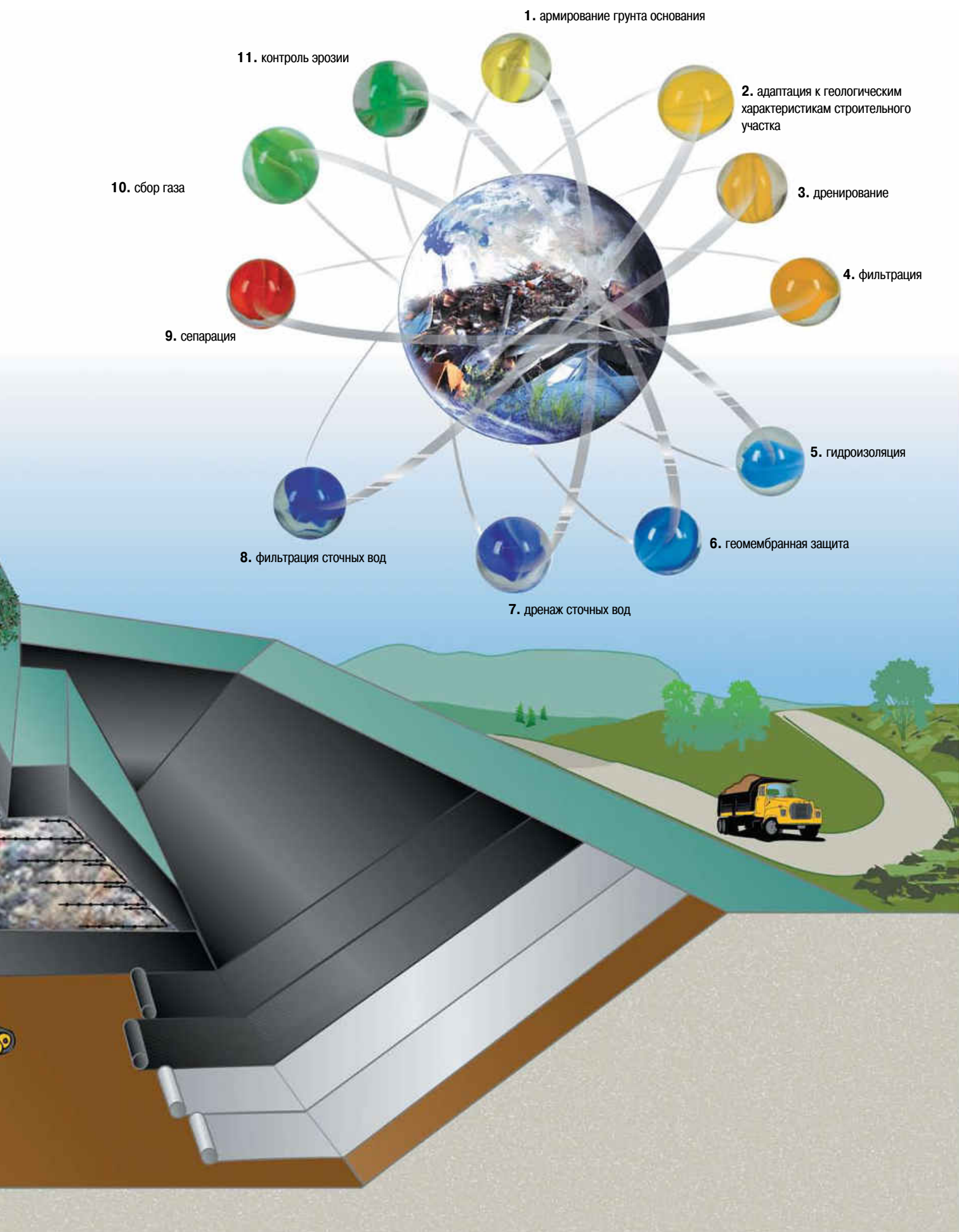
## Введение

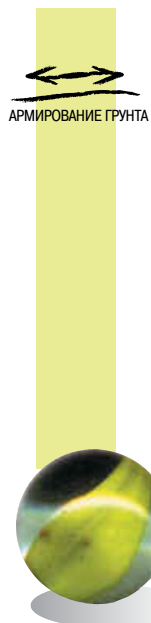
Проблема захоронения отходов в настоящее время является чрезвычайно актуальной во всем мире, в результате чего постоянно растут потребности в строительстве новых полигонов. Для сохранения окружающей среды, которая напрямую влияет на качество нашей жизни, необходимо грамотное управление проектами, направленными на решение задач захоронения отходов. С этой точки зрения важно понимать, что полигон для захоронения отходов — это не просто «свалка», а живой организм, у которого есть свой жизненный цикл.

### Ядро полигона для захоронения отходов и основные проблемы, требующие решения на различных этапах

При проектировании полигон для захоронения отходов, как и любой сложный организм, следует рассматривать как совокупность элементов, зачастую достаточно сложных, взаимодействующих между собой для реализации таких жизненно важных функций, как: планирование, строительство, эксплуатация, регенерация и восстановление баланса окружающей среды.

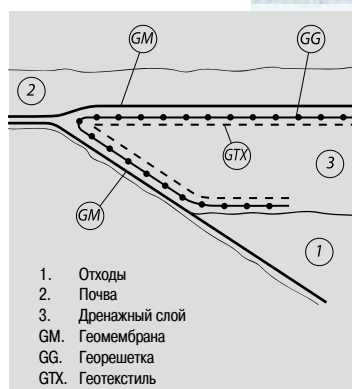
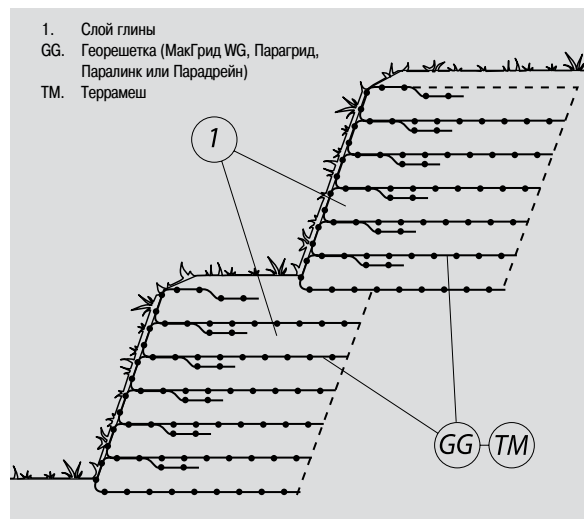






## Укрепление основания и армирование грунта

На этом этапе производится укрепление ложа полигона или слоя отходов для обеспечения надежности фундамента и/или стабильности полигона в целом. Этот вид работ имеет особое значение в случаях, когда полигон для захоронения отходов сооружается на слабых грунтах (старый полигон, нестабильные глинистые почвы) либо на грунтах, подверженных оползневым процессам, а также при необходимости расширения существующего полигона. На начальных этапах строительства и при возникновении непредвиденных ситуаций решением многих проблем могут стать комбинации таких материалов как габионные конструкции (система Террамеш) и георешеток типа МакГрид WG, Парагрид, Парадрейн, Паралинк.





ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

## Улучшение геологических характеристик грунта строительного участка

Для предотвращения проникновения сточных вод через барьерную систему стандартами предусматривается либо наличие естественного слоя грунта с низкой проницаемостью, либо искусственный слой глинистого геокомпозита из семейства МакЛайн GCL.

Последний вариант обычно применяется на склонах, где существуют серьезные трудности, возникающие в связи с размещением и уплотнением связного грунта (как правило, глины) на таких поверхностях.



ФИЛЬТРАЦИЯ

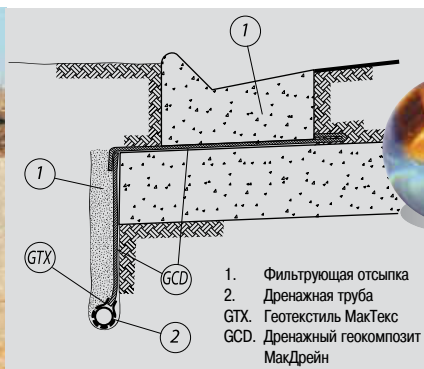


ДРЕНАЖ

## Дренаж и фильтрация воды

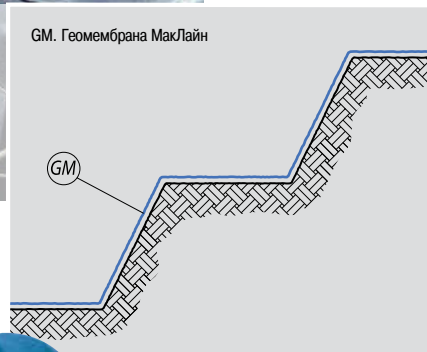
Дождевую воду либо воду, просачивающуюся из вышерасположенных слоев грунтовых вод, необходимо отводить от полигона во избежание ее загрязнения отходами и нарушения устойчивости всего сооружения, а также подмыва изоляционного слоя. Эта проблема может быть решена как путем использования природных материалов, так и путем использования геокомпозитов из большого семейства продуктов МакДрейн.

В случае с обычными дренажными каналами традиционная система фильтрации может быть достаточно легко заменена на более эффективную, если использовать нетканый геотекстиль МакТекс, а в особых обстоятельствах при непосредственном контакте с отходами — тканый геотекстиль МакТекс HF.



1. Фильтрующая отсыпка
2. Дренажная труба
- GTX. Геотекстиль МакТекс
- GCD. Дренажный геокомпозит МакДрейн





## Гидроизоляция

Это основа защитно-изоляционной системы, которая, как правило, состоит из синтетической геомембраны, обычно изготавливаемой из ПНД (полиэтилен низкой плотности) методом экструзии, даже если в качестве материала предлагается полиэтилен более низкой плотности, например ЛПНП (линейный полиэтилен низкой плотности) либо ЛПОНП (линейный полиэтилен особо низкой плотности). Существует множество различных решений, предназначенных для использования в той или иной ситуации: гладкая геомембрана (МакЛайн SDH), текстурированная геомембрана (семейства МакЛайн RH или TH), черного цвета или какого-либо другого цвета.

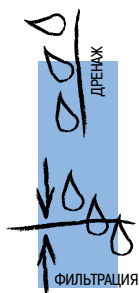


## Геомембранная защита и сепарация

Геомембрана должна быть защищена от повреждения гранулированными материалами, используемыми в дренажной системе, а также от повреждения острыми предметами, которые могут находиться среди отходов. Геотекстиль МакТекс PN и PH позволяют обеспечить необходимую защиту при низких материальных затратах, этот же результат достигается как дополнительный эффект при использовании дренажных геокмппозитов МакДрейн.

Возможное смешивание отдельных слоев материалов, имеющих различный размер частиц, может нанести серьезный ущерб нормальному функционированию сразу нескольких слоев и свести на нет их эффективность. Для решения данной проблемы могут быть использованы геотекстиль МакТекс, изготавливаемые из химически инертных материалов. Они также могут применяться в качестве изоляционного слоя между геомембраной и другими материалами с целью изменения угла трения и снижения нагрузки на геомембрану.





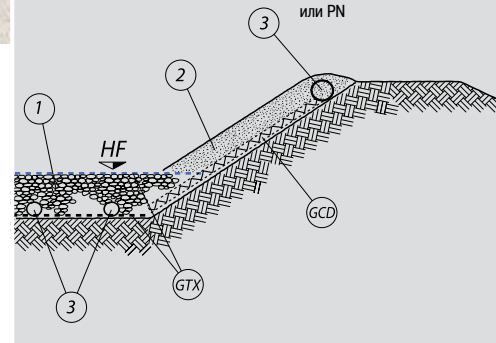
## Дренаж сточных вод



Во избежание застоя сточных вод необходимо обеспечить их сбор и отвод к очистным сооружениям. Для решения этой задачи может быть применена дренажная система, состоящая из инертных гранулированных материалов и труб из ПНД (полиэтилен низкого давления), либо система на основе дренажных геокompозитов МакДрейн, которая, как правило, используется на поверхности склонов.

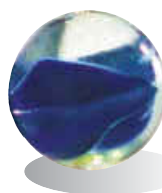


- |                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1. Дренажный слой гравия | GCD. Дренажный геокompозит МакДрейн |
| 2. Песок                 | GTX. Геотекстиль МакТекс РН или РН  |
| 3. Дренажная труба       |                                     |



## Фильтрация сточных вод

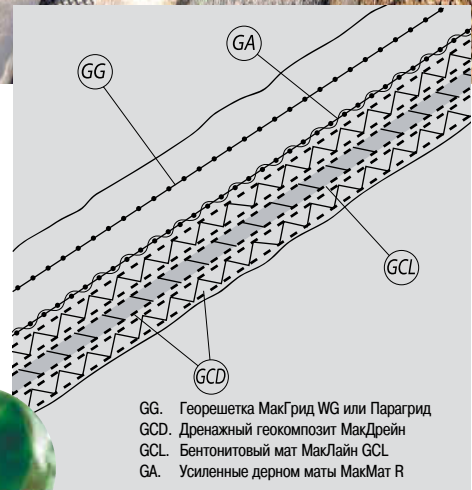
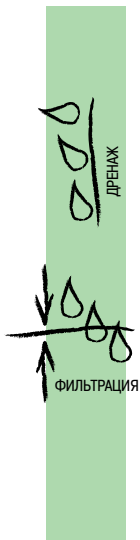
Вследствие размножения бактерий сточные воды могут достаточно быстро засорять фильтрующие слои, поэтому в качестве фильтрующего слоя применяются природные инертные материалы либо геотекстиль МакТекс HF, который характеризуется высокой водопроницаемостью и более крупными отверстиями по сравнению со стандартным нетканым геотекстилем.

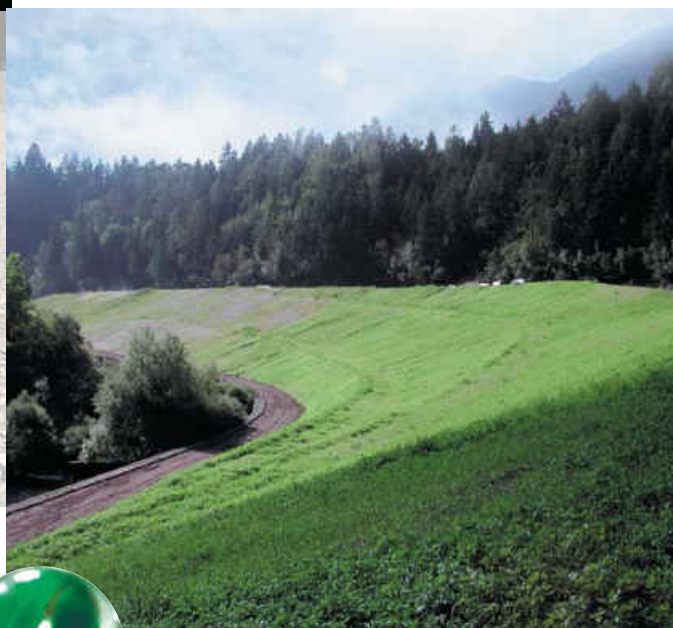




## Сбор газа и воды

Для сбора и отвода газа (метана), выделяющегося при распаде отходов, необходимо строительство системы газопроводов. Стандартным решением для сбора биогаза и дождевой воды является 50-сантиметровый слой гравия. В этом качестве дренажные геокомпозиты МакДрейн могут оказаться даже более эффективной альтернативой гравию и другим инертным природным материалам. В любом случае, даже когда единственно приемлемым является использование минерального слоя, на склонах необходимо использовать дополнительные укрепляющие слои из геомата МакМат R в сочетании с георешетками.



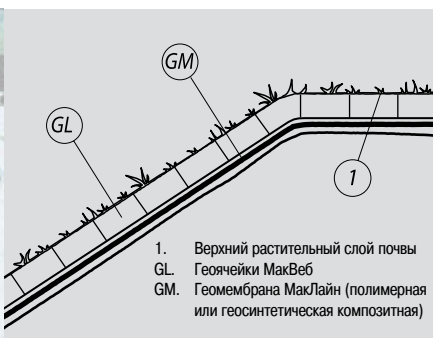
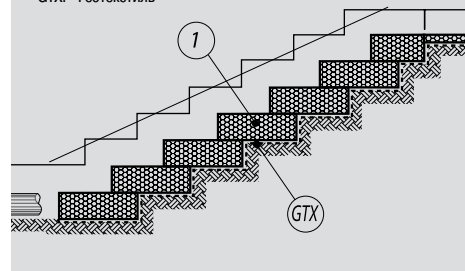


## Контроль эрозии

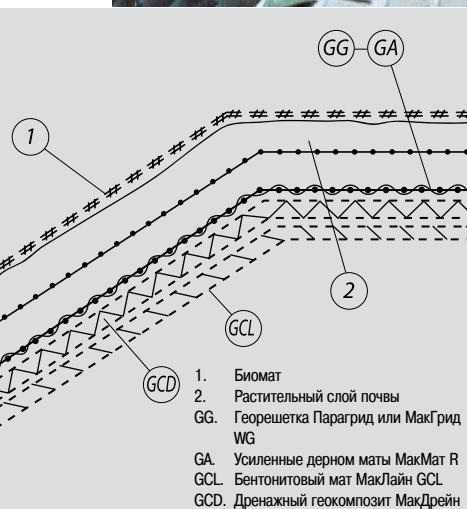
Эта проблема возникает на стадии закрытия полигона после укладки на горизонтальные поверхности или склон последнего непроницаемого слоя и покрытия его природным растительным слоем (толщиной, как правило, 1 м). В этой ситуации используется целый ряд технических решений: геоячейки МакВеб; геоматы МакМат R, при необходимости армированные стальной сеткой из проволоки двойного кручения либо синтетической георешеткой; крутые склоны укрепляются георешетками Парагрид, МакГрид WG или армогрунтовой системой Террамеш; растительные матрасы Рено (заполненные грунтом) или Биоматы. Каждый из этих материалов может обеспечить надежное решение возникающих проблем, однако для окончательного выбора необходима консультация специалиста.



1. Матрасы Рено или габионы Джамбо  
GTX. Геотекстиль



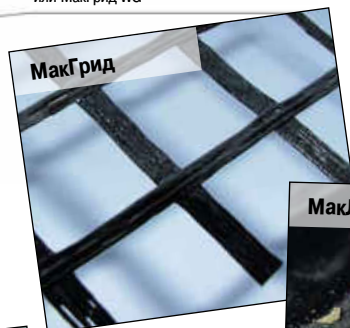
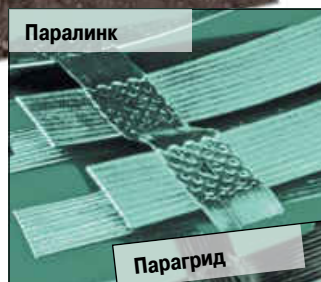
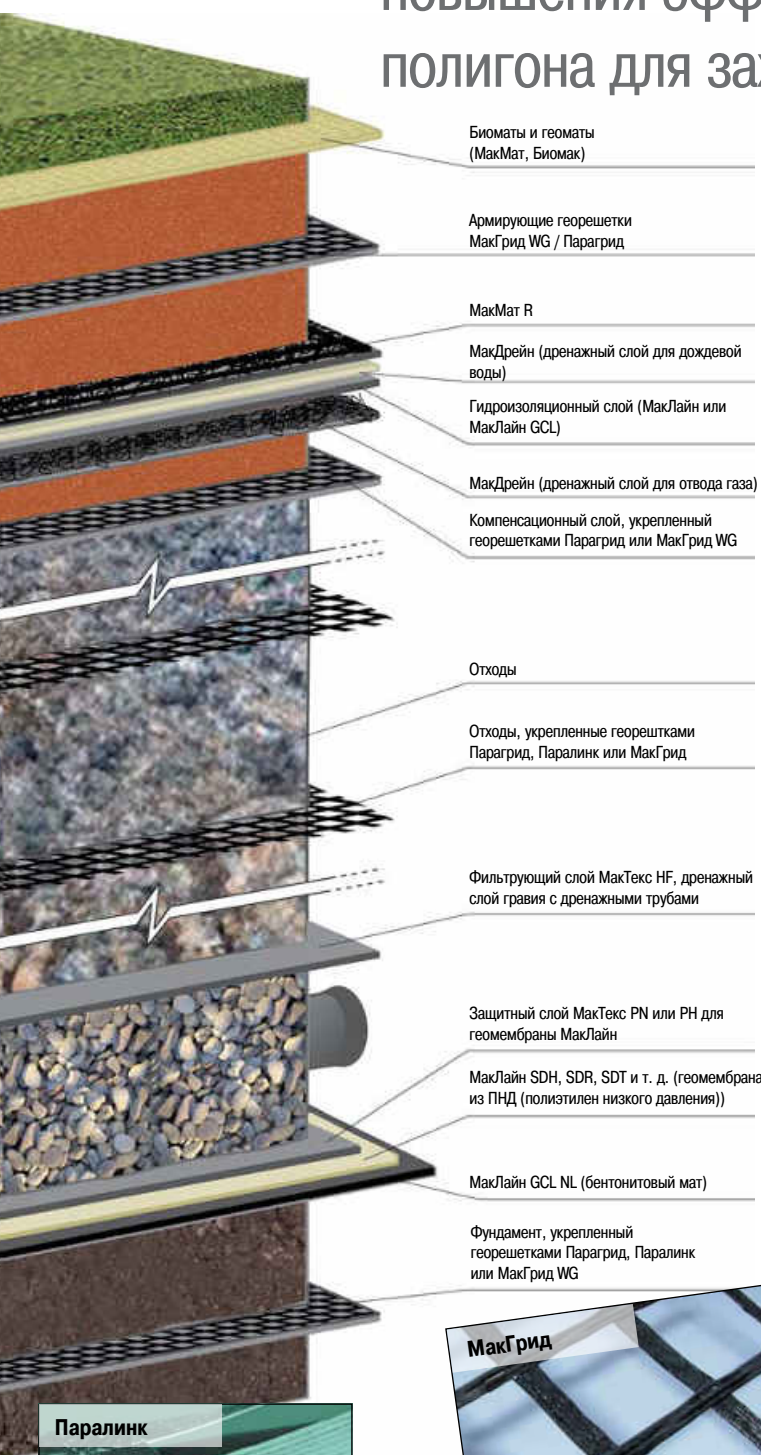
1. Верхний растительный слой почвы  
GL. Геоячейки МакВеб  
GM. Геомембрана МакЛайн (полимерная или геосинтетическая композитная)



1. Биомат  
2. Растительный слой почвы  
GG. Георешетка Парагрид или МакГрид WG  
GA. Усиленные дерном маты МакМат R  
GCL. Бентонитовый мат МакЛайн GCL  
GCD. Дренажный геокомпозит МакДрейн



## Сочетание различных материалов для повышения эффективности функционирования полигона для захоронения отходов



Использование промышленной продукции позволяет решить большинство проблем, но при этом необходимо хорошо знать не только характеристики каждого отдельного продукта, но и особенности взаимодействия этих продуктов между собой. Каждый материал имеет свои специфические требования, которые зачастую противостоят общим. В помощь разработчикам мы приводим список основных проблем, которые необходимо решить на этапе проектирования.

- На геомембрану не должно оказываться давление, поэтому необходимо избегать любых ситуаций, когда нагрузка на нее может привести к сдвигу. Каким образом обеспечить защиту мембраны от механических повреждений, избегая повышения давления на нее?**
- При строительстве разного рода барьеров может быть использовано несколько слоев различной геосинтетики, что увеличивает риск нарушения прочности конструкции вследствие оползания. Для этой ситуации не существует единственно верного решения, оно будет зависеть от типов материалов используемых слоев. Каково оптимальное решение?**
- При укладке последнего слоя покрытия может возникнуть ряд проблем с прочностью, связанных со слоем почвы, укладываемым поверх гидроизоляционной системы, геомембраны последней обычно характеризуются углами трения в диапазоне от 8 до 15 градусов в рабочих условиях (даже если геомембрана рельефная). Каким образом произвести укладку слоя почвы толщиной 1 м на поверхность склона и обеспечить его долговечную прочность в сейсмически стабильных и нестабильных условиях?**
- Каковы характеристики армирующих материалов в долгосрочной перспективе в условиях такой специфической и химически агрессивной среды как полигон для захоронения отходов?**
- Каковы характеристики фильтров для дождевых, грунтовых и сточных вод в долгосрочной перспективе? Каким образом изменяются характеристики дренажных геокомпозиов при использовании их в местах захоронения отходов под действием тяжелых нагрузок, в анаэробной среде, где температура может превышать 40–50 градусов?**
- Какие особенности тела захороняемых отходов следует рассматривать при укладке верхнего слоя? Каково воздействие отходов на внешние слои захоронения с точки зрения сохранения их водонепроницаемости и прочности?**

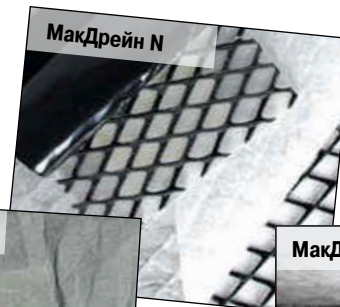
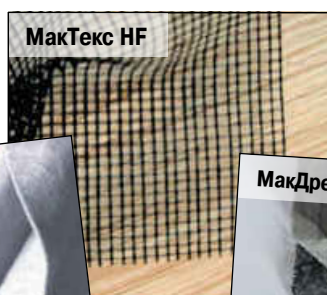
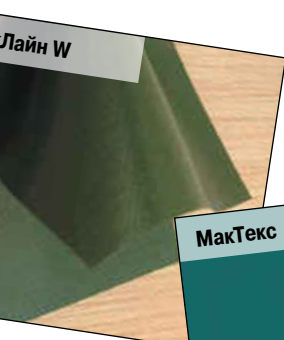
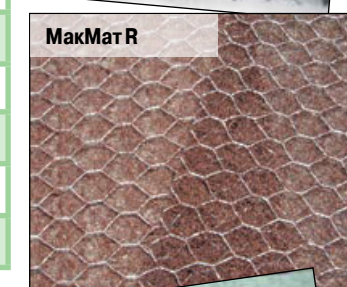
Большой опыт в сфере геотехники и гидроизоляции необходим не только для решения различных проблем, но и для их выявления. Специалисты компании Maccaferri, имеющие огромный опыт в области проектирования и строительства объектов такого рода, могут обеспечить техническую поддержку проектировщикам, строителям и управляющим строительных участков.

## Сравнительная таблица: задачи и решения

### Условные обозначения

- Материалы, специально предназначенные для решения конкретных задач
- \* Материалы, которые могут быть использованы для решения конкретных задач

|                                                     | Адаптация к геологическим характеристикам строительного участка | Фундамент или укрепление | Фильтрация воды / изоляция | Дренаж воды / газа | Гидроизоляция | Фильтрация сточных вод | Дренаж сточных вод | Защита геомембраны | Контроль эрозии |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| <b>ПРИРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>                          |                                                                 |                          |                            |                    |               |                        |                    |                    |                 |
| Глина                                               | ●                                                               |                          |                            |                    | *             |                        |                    |                    |                 |
| Песок                                               |                                                                 |                          | *                          | *                  |               |                        |                    | ●                  |                 |
| Щебень                                              |                                                                 |                          |                            | ●                  |               | *                      | ●                  |                    |                 |
| Бентонитовая смесь                                  | ●                                                               |                          |                            |                    | *             |                        |                    |                    |                 |
| Травяное покрытие                                   |                                                                 |                          |                            |                    |               |                        |                    |                    | ●               |
| <b>ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ</b>                       |                                                                 |                          |                            |                    |               |                        |                    |                    |                 |
| Бентонитовые маты МакЛайн GCL                       | ●                                                               |                          |                            |                    | ●             |                        |                    | *                  |                 |
| Геомембраны МакЛайн                                 | *                                                               |                          |                            |                    | ●             |                        |                    |                    |                 |
| Нетканый геотекстиль МакТекс                        |                                                                 |                          | ●                          |                    |               |                        |                    | ●                  |                 |
| Тканый геотекстиль МакТекс HF                       |                                                                 |                          | *                          |                    |               | ●                      |                    |                    |                 |
| Геомат МакМат                                       |                                                                 |                          |                            |                    |               |                        |                    |                    | ●               |
| Георешетки Парагрид, Паралинк и Парадрейн           |                                                                 | ●                        |                            |                    |               |                        |                    |                    | *               |
| Георешетка МакГрид WG                               |                                                                 |                          |                            |                    |               |                        |                    |                    |                 |
| Система Террамеш                                    |                                                                 | ●                        |                            |                    |               |                        |                    |                    |                 |
| Габионы из проволоки двойного кручения              |                                                                 | ●                        |                            | *                  |               | *                      | *                  |                    |                 |
| Матрацы Рено из проволоки двойного кручения         |                                                                 |                          |                            | *                  |               |                        | *                  |                    | ●               |
| Биоматы Биомак                                      |                                                                 |                          |                            |                    |               |                        |                    |                    | ●               |
| Геоячейки МакВеб                                    |                                                                 | *                        |                            |                    |               |                        |                    | *                  | ●               |
| Семейство дренажных геокомпозитов МакДрейн N, M и W |                                                                 |                          |                            | ●                  |               |                        | ●                  | *                  |                 |
| Дренажные геокомпозиты МакДрейн N типа 1ххM, N      |                                                                 |                          |                            | ●                  | *             |                        | ●                  | *                  |                 |



# О группе компаний Officine Maccaferri

Компания Officine Maccaferri была основана в 1879 году и уже вскоре получила мировую известность в области разработки и реализации технических решений по охране окружающей среды, борьбе с эрозией и опасными геологическими процессами. Со временем компания зарекомендовала себя как надежный партнер в сфере комплексного природообустройства и гражданского строительства. Инновационный потенциал компании является результатом постоянной самоотверженной работы, что наряду с накопленным опытом и техническими ноу-хау обеспечивает достижение группой компаний Maccaferri высокой эффективности в работе. Идеи и концепции воплощаются во множестве решений, удовлетворяющих, с одной стороны, всем требованиям наших заказчиков, с другой стороны, сохраняющих равновесие в окружающей среде.

## Консалтинг и партнерство

Компания Maccaferri предлагает своим заказчикам не просто сотрудничество, а истинно партнерские отношения, которые не ограничиваются только поставками продукции. Компания Maccaferri работает с заказчиком, начиная с самых начальных этапов проекта. Благодаря широкому спектру высококачественной продукции компания всегда является надежным партнером. Наряду с использованием множества решений, которые могут быть адаптированы к условиям каждой конкретной ситуации, компания разрабатывает и внедряет собственные технические ноу-хау, обеспечивая таким образом цикл, при котором в ходе реализации каждого проекта совершенствуются опыт, производство продукции и инновации. Такой подход дает результат, который может быть оценен со временем.

## Структура организации

Компания Maccaferri занимается исследованиями, проектированием и разработкой решений в области строительства, защиты от эрозионных процессов и укрепления грунтов в более, чем 100 странах мира. Организационная структура компании является одновременно глобальной и локальной и формируется из сети дочерних предприятий, производящих продукцию Maccaferri, осуществляющих проектирование, а также предлагающих готовые решения по всему миру.

Такая структура компании позволяет обеспечить широкое распространение продукции и лучшую осведомленность о текущих тенденциях рынка. Наличие большого количества представительств в разных странах мира позволяет Maccaferri участвовать во множестве проектов, в результате чего появляются новые ноу-хау, а это, в свою очередь, способствует появлению на рынке поистине инновационных решений. Наряду с головным офисом в Италии, работают дочерние компании во Франции, Великобритании, России, Испании и Португалии. Всего на всех пяти континентах действует 40 предприятий. В странах, где представительства компании отсутствуют, ведется сотрудничество с компаниями-дистрибьюторами, таким образом охватываются рынки по всему миру.



Система менеджмента качества сертифицирована на  
соответствие требованиям ISO 9001:2000

## MACCAFERRI

ООО «Габиионы Маккафери СНГ»  
115088, г. Москва,  
ул. Шарикоподшипниковская, д. 13, стр. 1  
Тел.: +7 (495) 937-58-84  
e-mail: [info@maccaferri.ru](mailto:info@maccaferri.ru)  
Website: [www.maccaferri.ru](http://www.maccaferri.ru)