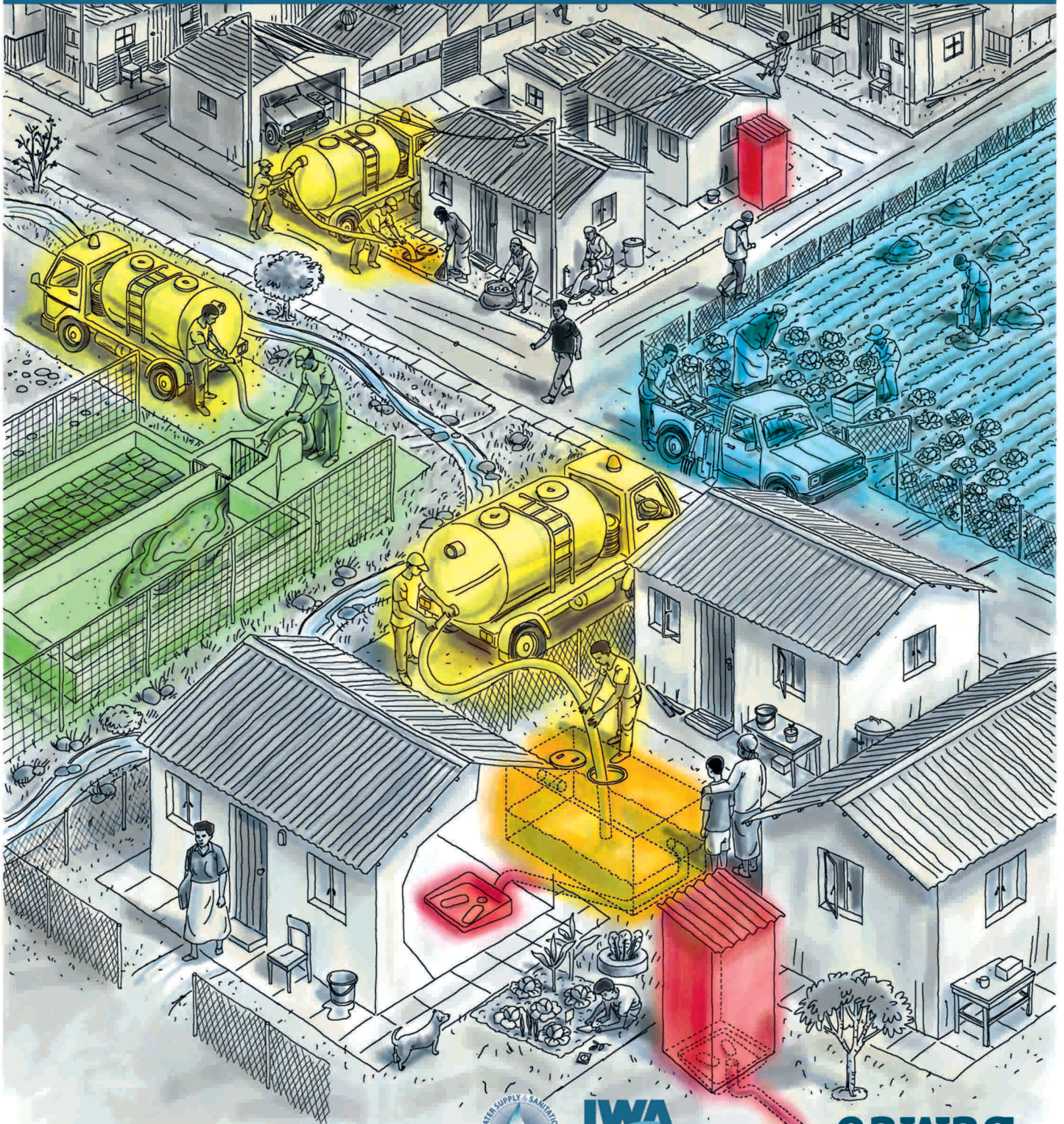


# Справочник санитарных систем и технологий



**IWA**  
the international  
water association

**eawag**  
aquatic research **000**





---

## Справочник санитарных систем и технологий

---

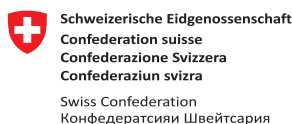
Элизабет Тилли, Лукас Ульрих, Кристоф Люти,

Филипп Реймонд, Роланд Шертенляйб и Кристиан Цурбрюгг

Выражаем особую благодарность  
Альянсу за устойчивую санитария (SuSanA),  
и группам специалистов Международной ассоциации водных ресурсов (IWA)

Также хотим поблагодарить следующих людей за их вклад и комментарии:  
Магали Бассан, Крис Канадей, Пьер-Онри Додан, Жан-Олоф Дрангерт, Андрин Финк, Роман Грютер, Хейно  
Гюлейманн, Хайке Хофманн, Элизабет Кванстрём, Кристиан Риу Лори, Антоине Морел, Петер Морган, Эберхард  
Моргенрот, Элизабет фон Мюнч, Сара Оппенхаймер, Джонатан Паркинсон, Энди Перез, Аннетте Реммеле, Самуэль  
Ренггли, Кристиан Рик, Дэвид Роббинс, Анжали Шерпа, Мингма Шерпа, Хансруди Зигрист, Дороти Шпюлер, Линда  
Странде, Габор Занто, Кай Удерт, Бьёрн Виннераас, Каролин ван дер Вурден, Нанчос Циммерманн.

Также хотим выразить признательность за поддержку:  
Швейцарскому агентству по вопросам развития и сотрудничества (СИП),  
Совету по сотрудничеству в области водоснабжения и санитарии (WSSCC).



Перевод и издание документа на русский язык было осуществлено при поддержке проекта «Питьевое водоснабжение и санитария в Таджикистане» (TajWSS), финансируемый Швейцарским агентством по развитию и сотрудничеству (SDC) и реализуемый организацией Оксфам в Республике Таджикистан. Эта публикация отражает мнение только автора, и ни SDC, ни Оксфам не несут ответственность за использование информации, содержащейся в ней.







**Кристиан  
Цурбрюгг**  
Eawag



**Крис Уильямс**  
WSSCC



**Джонатан  
Паркинсон**  
IWA

Несомненно, санитария является ключевым элементом устойчивого развития и оказывает значительное влияние на здоровье и благополучие людей во всем мире. Международная ассоциация водных ресурсов (IWA), Совет по сотрудничеству в области водоснабжения и санитарии (WSSCC) и научно-исследовательский институт Воды Eawag прикладывают значительные усилия для развития санитарии, предоставляя свободный доступ к базе знаний и к методическим руководствам, указывающим как достичь улучшения ситуации. Работая над инициативой по развитию санитарии в городах, мы продолжаем стимулировать развитие инноваций, распространять информацию о полном комплексе санитарных технологий, а также обучаем практикующих специалистов, которые используют данную информацию.

Первая версия справочника, изданная научно-исследовательским институтом Воды Eawag (отдел санитарии, воды и отходов для развития (Sandec)) и WSSCC, сыграл важную роль в достижении данной цели. В нем предоставлена объективная информация о различных санитарных технологиях, и он так же значительно способствовал повышению осознания того, что функционирующая в полной мере санитарная система означает полный комплекс технологий и услуг, которые соединяют туалеты с очистными сооружениями через действующую систему сбора и транспортировки. В справочнике также описаны возможности восстановления и вторичного использования ресурсов, что существенно важно для достижения экологической переработки экскрементов.

В последние годы данный справочник стал наиболее популярным сборником технической информации в области санитарии, был признан ведущими экспертами и на него стали часто ссылаться. Данное второе, расширенное издание справочника включает в себя еще большее количество технологий и станет важным инструментом для принятия решений при планировании санитарных систем. Электронная версия справочника предоставляет возможность онлайн-доступа к информации и обеспечивает гибкость использования и легкость внесения изменений.

Мы верим, что наши общие усилия позволят обеспечить достижение Целей Устойчивого Развития, связанных с санитарией, а также Целей в области здоровья, воды и экологии.

---

## Содержание

---

<b>Введение</b>	<b>7</b>
Предыстория и Целевая Аудитория	7
Что Нового во Втором Издании	7
Структура и Использование Справочника	7
<b>Дополнительные Инструменты и Источники Информации Сектора Развития Санитарии</b>	<b>8</b>
<b>Терминология, Используемая в Справочнике</b>	<b>10</b>
Санитарные Системы	10
Ресурсы	10
Функциональные Группы	12
Санитарные Технологии	13
<b>Часть 1. Шаблоны системы</b>	<b>15</b>
<b>Использования Шаблонов Системы</b>	<b>16</b>
Система 1. Одинарная Выгребная Яма	20
Система 2. Безводная Система с Выгребной Ямой без Образования Шлама	22
Система 3. Система со Сливом в Выгребную Яму без Образования Шлама	24
Система 4. Безводная Система с Раздельным Сбором Мочи	26
Система 5. Система Биогаза	28
Система 6. Система Очистки Черных Сточных Вод с Инфильтрацией	30
Система 7. Система Очистки Черных Сточных Вод с Инфильтрацией	32
Система 8. Система Очистки Черных Сточных Вод с Перемещением Стоков	34
Система 9. Вывод Черных Сточных Вод в (полу-) централизованную систему отчистки	36
<b>Часть 2: Описание функциональных групп с учетом информационных листов по технологиям</b>	
<b>Информационный лист</b>	<b>39</b>
<b>Расшифровка Информационных Листов по Технологиям</b>	<b>40</b>
<b>Т Туалет</b>	<b>42</b>
T.1 Сухой Туалет	44
T.2 Сухой Туалет с Механизмом Отделения Мочи (СТМОМ)	46
T.3 Писсуар	48
T.4 Туалет со Смывом	50
T.5 Туалет со Сливным Бачком	52
T.6 Туалет со Смывом и Механизмом Отделения Мочи (ТССМОМ)	54

<b>С Сбор и хранение/обработка</b>	<b>56</b>
С.1 Емкость/Контейнер для Хранения Мочи	58
С.2 Система с Одной Выгребной Ямой	60
С.3 Усовершенствованная Выгребная Яма с Вентиляцией (УВЯсВ)	62
С.4 Двойная Усовершенствованная Выгребная Яма с Вентиляцией (ДУВЯсВ)	64
С.5 Фосса Альтерна	66
С.6 Сдвоенная Выгребная Яма для Туалета со Смывом	68
С.7 Дегидратационные Камеры	70
С.8 Компостирующая Камера	72
С.9 Септическая Емкость	74
С.10 Анаэробный Реактор с Перегородками (АРП)	76
С.11 Анаэробный Фильтр	78
С.12 Биогазовый Реактор	80
<b>П Перемещение</b>	<b>82</b>
П.1 Канистра/Ёмкость	84
П.2 Технология Опорожнения и Транспортировки Людскими Силами	86
П.3 Механизированная Технология Опорожнения и Транспортировки	88
П.4 Упрощенная Канализация	90
П.5 Канализация для Жидкостей без Взвешенных Частиц	92
П.6 Обычная Самотечная Канализация	94
П.7 Перекачивающая Станция (Подземная Емкость для Хранения)	96
<b>О (Полу-) централизованная станция очистки</b>	<b>98</b>
До технологии пред отчистки	100
О.1 Отстойник	102
О.2 Отстойник Имгоффа	104
О.3 Анаэробный Реактор с Перегородками (АРП)	106
О.4 Анаэробный Фильтр	108
О.5 Стабилизационные пруды	110
О.6 Аэрируемый пруд	116
О.7 Искусственный биоинженерный пруд с открытой водной поверхностью	114
О.8 Биоинженерные Пруды с Горизонтальным Подземным Поток	116
О.9 Биоинженерные Пруды с Вертикальным Поток	118
О.10 Биологический Фильтр	120
О.11 Анаэробный Реактор с Придонным Слоем Микроорганизмов и Восходящим Поток	122
О.12 Активированный Ил	124
О.13 Пруды-Отстойники	126
О.14 Иловые Площадки без Растений	128
О.15 Иловые Площадки с Растениями	130



О.16 Совместное Компостирование	132
О.17 Биогазовый Реактор	134
ПОСЛЕ Третичная Очистка и Дезинфекция	136
<b>И Использование и/ или Утилизация</b>	<b>138</b>
И.1 Технология Наполнения и Покрытия/Технология Arborloo	140
И.2 Применение Собранной Мочи	142
И.3 Применение Сухих Фекалий	144
И.4 Применение Гумуса из Выгребной Ямы и Компоста	146
И.5 Применение Шлама/Ила	148
И.6 Ирригация	150
И.7 Инфильтрационный Колодец	152
И.8 Площадка для Инфильтрации	154
И.9 Пруд для Разведения Рыбы	156
И.10 Пруд для Разведения Плавучих Водных Растений	158
И.11 Водоотвод/Пополнение Грунтовых Вод	160
И.12 Поверхностная Утилизация и Хранение	162
И.13 Сжигание Биогаза	164
<b>Перспективные Санитарные Технологии</b>	<b>166</b>
<b>Глоссарий</b>	<b>170</b>

### Предыстория и целевая аудитория

Справочник санитарных систем и технологий впервые был опубликован в 2008 году, в международный год санитарии. Он был переведен на несколько языков и распространен в цифровом виде различными организациями. Документ популярен благодаря своей лаконичности - четкой структуре и краткому представлению огромного объема информации об испытанных технологиях в одном документе. Как и в первом издании, мы не учитываем санитарные технологии, которые разрабатываются в настоящий момент или существуют только в виде прототипов. Кроме того, в справочник включены только «усовершенствованные» технологии, обеспечивающие безопасное, гигиеническое и доступное удаление и переработку продуктов жизнедеятельности. Как и в первом издании, в справочник включен полный перечень технологий для городской, пригородной и сельской местности (например, от обычных выгребных ям до канализационных систем).

Справочник является руководящим документом для инженеров и планирующих органов в странах с низким и средним уровнем доходов, и, в первую очередь, предназначен для использования при планировании санитарных систем с привлечением местных жителей. Он также предназначен для лиц/экспертов, владеющих детальными знаниями о передовых технологиях, которым требуется информация о технических решениях, инженерных сооружениях и различных конфигурациях санитарных систем. Он не является отдельным документом для инженеров, принимающих решения без привлечения местного населения, например, решения на основе экспертных заключений.

### Что нового во втором издании?

Второе, исправленное издание содержит больше информации и предлагает:

1. упрощенное руководство пользователя,
2. пересмотренные описания технологий с обновленными ссылками и улучшенными иллюстрациями, основанные на обзорах известных экспертов и с учетом ключевых разработок в данной области за последние шесть лет,
3. более детально разработанную презентацию входящих и выходящих продуктов, которая помогает объяснить совместимость технологий и упростить конфигурацию санитарных систем,
4. пять новых информационных листов о технологиях, а также раздел о перспективных технологиях,
5. дополнительная санитарная система, «система 5: система для получения биогаза».

### Структура и использование справочника

Как и первое издание, справочник разделен на две части. Часть 1 - **шаблоны систем** и описание их использования, и часть 2 - **информационные листы о технологиях**. Рекомендуется, чтобы пользователь данного справочника сначала изучил разделы «Терминология справочника» (стр. 10-13) и «Применение шаблонов системы» (стр. 16-19), чтобы ознакомиться с основными терминами и структурой шаблонов систем и их компонентов. Далее пользователь может изучать различные шаблоны систем, а также информационные листы о технологиях (они имеют перекрестные ссылки друг на друга), пока не определит системы и/или технологии, наиболее подходящие для будущих исследований. В итоге, пользователь должен быть в состоянии разработать одну или несколько конфигураций системы, чтобы представить их на рассмотрение населению исследуемого района. После получения предложений от населения справочник может использоваться для переоценки и изменения санитарной системы.

Настоящий справочник является одним из документов в способствующих принятию решений различными участниками, задействованными в улучшении санитарного состояния, и должен использоваться совместно с другими доступными публикациями и инструментами. Обзор дополнительных инструментов и источников информации сектора развития санитарии приводится на следующем развороте.

---

## Дополнительные инструменты и источники информации сектора развития санитарии

---

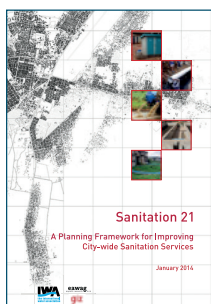
В течение последних нескольких лет было опубликовано большое количество документов, которые дополняют содержание настоящего документа, а также представляют собой ссылки на увеличивающееся количество технологий и практических руководств. Некоторые из них представлены ниже:



### Содействие общества при планировании санитарных систем в городах Подробное руководство для специалистов, принимающих решения, включающее в себя 30 инструментов

Настоящая работа содержит полный набор рекомендаций по планированию обеспечения санитарного состояния в городах стран с низким уровнем доходов населения. Она представляет современные методы планирования, направленные на развитие и внедрение санитарных систем в городах и пригородах. В данной работе показаны семь простых этапов, которые необходимо выполнять в определенной последовательности. Этап 5 данного подхода к планированию ссылается на настоящий справочник и представляет системный подход к выбору технологий, наиболее подходящих для конкретной ситуации и города. В данном документе также дается руководство по созданию благоприятных условий для планирования санитарных систем в условиях городских поселений.

By Lüthi, C., Morel, A., Tilley, E. and Ulrich, L. (2011). Eawag (Sandec), WSSCC, UN-HABITAT  
Бесплатная PDF-версия доступна по ссылке: [www.sandec.ch/clues](http://www.sandec.ch/clues)



### Санитария 21

#### Система планирования усовершенствования санитарных служб в городах

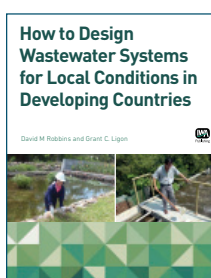
«Санитария 21» представляет собой международно-признанную систему планирования, основанную на ключевых принципах планирования санитарных систем, а также руководящих рекомендациях. Основанный на практическом опыте и передовых методах, этот документ соединяет решения, связанные с технологиями и управлением с потребностями и предпочтениями всех участников процесса планирования что способствуют принятию решений по выбору наиболее подходящих санитарных систем. Документ написан не техническим языком, он предназначен не только для ответственных специалистов, но и для практиков, заинтересованных в предоставлении соответствующих и доступных санитарных услуг. В работе описаны рекомендуемые действия для разработки плана городских санитарных систем. Данная пересмотренная версия документа «Санитария 21» основывается на расширенных знаниях и опыте планирования санитарных систем в городах.

By Parkinson, J., Lüthi, C. and Walther, D. (2014). IWA, GIZ, Eawag (Sandec).  
Бесплатная PDF-версия доступна по ссылкам: [www.iwahq.org](http://www.iwahq.org) и [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)

### Как проектировать системы отведения сточных вод в условиях развивающихся стран

Данное пособие представляет собой руководство по проектированию систем отведения сточных вод в развивающихся странах. Оно предлагает выбор технологий в зависимости от конкретных условий, при этом пользователь, с помощью данного пособия, может выбрать именно ту технологию, которая наилучшим образом подходит в конкретном случае. Пособие предлагает различные инструменты и рекомендации по классификации источников и оценке местности, а также по идентификации и выбору технологий. Данное пособие в первую очередь предназначено для частных и общественных обслуживающих организаций, регулирующих органов, инженеров/проектировщиков систем отведения сточных вод.

By Robbins, D. M. and Ligon, G. C. (2014). IWA Publishing.







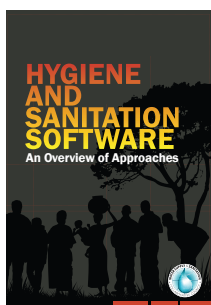
## Обработка фекального шлама

### Системный подход к реализации и эксплуатации

Это первая книга, в которой собраны современные сведения об обработке фекального шлама. Она предназначена для организации процессов цепи обработки фекального шлама, от сбора и транспортировки шлама, до переработки и применения переработанного шлама. Она представляет интегрированный подход, совмещающий технологии, управление и планирование, основанный на 20 летнем опыте отдела санитарии, воды и отходов для развития (Sandec) научно-исследовательского института Воды Eawag в данной области. В книге также описываются важные факторы, на которые необходимо обратить внимание при оценке и расширения масштабов использования новых технологий. Книга предназначена для студентов старших курсов и выпускников, инженеров и специалистов в данной области, которые имеют базовые знания по проектированию систем отведения сточных вод.

*By Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). IWA Publishing.*

*Бесплатная PDF-версия доступна по ссылке: [www.sandec.ch/fsm\\_book](http://www.sandec.ch/fsm_book)*



## Не-технические средства по обеспечению гигиены и санитарии.

### Анализ подходов

При выполнении проектов и предоставлении услуг по обеспечению гигиены и санитарии используется несколько методов для вовлечения целевых групп населения в программы по изменению поведения и и/или формирования спроса на услуги. Данные методы или подходы обычно называются не-техническими средствами в противовес к техническим решениям. В данной публикации рассматриваются различные не-технические подходы по обеспечению гигиены и санитарии, которые применялись в течение 40 лет в различных условиях – в городах, пригородах и сельской местности - а также ставит перед собой цель показать что именно данный подход включает в себя, на что он направлен, когда и где он должен использоваться, каким образом он должен применяться, какова его стоимость и т. п. Данная публикация была разработана в дополнение к настоящему справочнику.

*By Peal, A., Evans, B. and van der Voorden, C. (2010). WSSCC.*

*Бесплатная PDF-версия доступна по ссылке: [www.wsscc.org](http://www.wsscc.org)*

Дополнительные  
онлайн-ресурсы



Compendium



*Следующие онлайн-инструменты представляют собой полезные руководящие документы и доступные для загрузки и копирования ресурсы, которые являются дополнениями к документам, перечисленным выше.*

## Электронный справочник

Цифровая версия справочника – это отдельный ресурс, описывающий различные системы канализации и 57 соответствующих технологий. Электронная версия способствует более простому обновлению и гибкости при использовании различными группами пользователей. Кроме того, он является неотъемлемой составной частью документа «Инструменты устойчивой санитарии и водопользования».

*Доступен по ссылке: [www.sandec.ch/ecompendium](http://www.sandec.ch/ecompendium)*

## Инструменты устойчивой санитарии и водопользования

«Инструменты устойчивой санитарии и водопользования» – это обширный сборник инструментов и подходов по водоснабжению и санитарии. Данная работа включает в себя инструменты и программные средства по планированию, дает ссылки на другие публикации, статьи, интернет-сайты, тематические исследования и учебные материалы.

*Доступен по ссылке: [www.sswm.info](http://www.sswm.info)*

### Санитарные системы

Понятие санитарии определяется в Справочнике как «многоэтапный процесс обработки человеческих отходов и сточных вод с момента их образования до утилизации, использования или окончательного удаления». Санитарная **система** – это комплекс технологий, и услуг, используемых в конкретных условиях для удаления и обработки данных отходов (или ресурсов) включая их сбор, хранение перемещение, преобразование, утилизацию и удаление. Санитарная система представляет собой **ресурсы** (отходы), которые проходят через **функциональные группы**, в которые входят **технологии**, выбираемые в зависимости от конкретной ситуации. **Выбрав технологию для каждого продукта из каждой используемой функциональной группы можно разработать логически-обоснованную санитарную систему**. Санитарная система также включает в себя этапы управления, эксплуатации и технического обслуживания, которые обеспечивают безопасное и стабильное функционирование всей системы. **Шаблон системы** проектируется набор совместимых технологий, на основе которых проектируется вся система. В части 1 настоящего справочника описаны девять различных шаблонов систем. Подробное описание использования и функций шаблонов системы представлено в разделе «Применение шаблонов системы» на стр. 16–19.

#### Ресурсы

Ресурсы представляют собой материалы, которые также называются «отходами» или «ресурсами». Некоторые из них вырабатываются непосредственно человеческим организмом (например, моча и фекалии), другие возникают в процессе применения технологий (например, вода для смыва необходима для продвижения экскрементов через канализационную сеть), а некоторые образуются при хранении или переработке (например, шлам, ил).

Для проектирования надежной санитарной системы необходимо определить все входящие и выходящие ресурсы для каждой технологии, применяемой в системе. Ресурсы, описываемые в данном тексте, указаны ниже.

**Вода для подмывания** - вода используемая для подмывания после дефекации и/или мочеиспускания ее образуют лица, которые предпочитают использовать воду, а не сухие гигиенические материалы. Объем воды используемой при подмывании, обычно, составляет от 0,5 до 3 литров.

**Биогаз** - общее наименование смеси газов, образующихся при анаэробном сбраживании. Биогаз состоит из метана (от 50 до 75 %), диоксида углерода (от 25 до 50 %), а также азота, сульфида водорода, водяного пара и других компонентов. Биогаз может собираться и сжигаться в качестве топлива (как пропан).

**Биомасса** это растения и животные, при культивировании которых используются вода и/или питательные вещества, проходящих через санитарную систему.. К ним относятся рыба, насекомые, овощи, фрукты, фураж, а также другие полезные культуры, используемые в качестве продуктов питания, кормов, для производства волокон и топлива.

**Черные сточные воды** это смесь мочи, фекалий и воды для смыва, а также воды для подмывания (если она используется) и/или сухих гигиенических материалов (см. рисунок 1). Черные сточные воды содержат патогенные микроорганизмы из фекалий и питательные вещества из мочи, разбавленные водой для смыва.

**Бурые сточные воды** - это смесь фекалий и воды для смыва, которая не содержит мочу. Образуются они в туалетах со смывом с механизмом отведения мочи (Т.6); соответственно, их объем зависит от объема воды для смыва. Количество патогенных микроорганизмов и питательных веществ не снижается, но они разбавляются водой для смыва. Бурые сточные воды также могут включать в себя воду для подмывания (если используется вода) и/или сухие гигиенические материалы (см. рисунок 1).

**Компост** - разложившееся органическое вещество, образовавшееся в процессе контролируемого аэробного разложения. Во течение данного биологического процесса микроорганизмы (в основном, бактерии и грибы) расщепляют биоразлагаемые компоненты отходов и образуют вещества коричневого или черного цвет без запаха, похожие на почву. Компост улучшает свойства почвы и содержит питательные вещества количество которых может меняться. В результате улетучивания и вытекания часть питательных веществ теряется, при этом данный материал все равно содержит большое количество питательных и органических веществ. Обычно процесс компостирования экскрементов и шлама должен длиться достаточно долго (от 2 до 4 месяцев) в теплых условиях (55-60 °П) чтобы обеспечить достаточную дезинфекцию этих продуктов для безопасного применения в сельском хозяйстве. Поддержание такой температуры в большинстве камер для компостирования (С.8) не гарантируется, но значительное снижение содержания патогенных микроорганизмов все же возможно.

**Сухие фекалии** – фекалии, высушенные до состояния сухого хрупкого материала. Дегидратация происходит при хранении фекалий в сухих условиях при хорошей вентиляции, при высокой температуре и/или в присутствии адсорбирующего материала. При дегидратации наблюдается лишь незначительное ухудшение свойств, и сухие фекалии все еще содержат большое количество органических веществ. 75 % объема фекалий теряется во время дегидратации, что приводит к гибели большинства патогенных микроорганизмов. Следует учесть незначительную опасность восстановления некоторых патогенных микроорганизмов при благоприятных условиях, особенно во влажной среде.

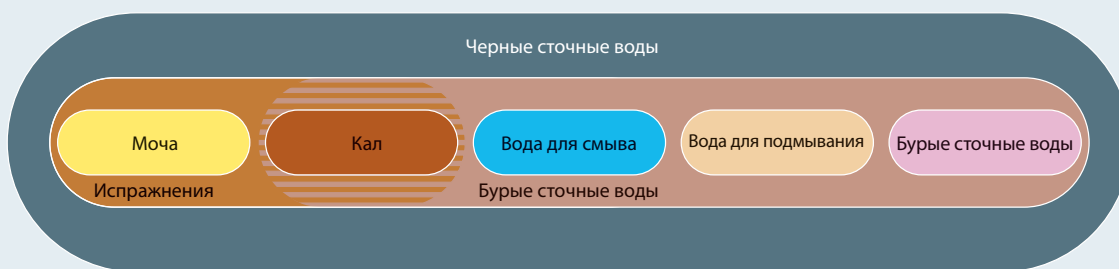


Рисунок 1: определение испражнений, бурых сточных вод и черных сточных вод

**Сухие гигиенические материалы** – твердые материалы, используемые для очистки после дефекации и/или мочеиспускания (например, бумага, листья, кукурузные початки, куски ткани или камни). В некоторых санитарных системах сухие гигиенические материалы собираются и удаляются отдельно. Несмотря на крайнюю важность, ресурсы для менструальной гигиены, такие как гигиенические прокладки и тампоны, не включены в данный справочник. В большинстве случаев (но не всегда), они должны утилизироваться таким же образом, как и твердые бытовые отходы.

**Сточные воды** - общий термин для жидкостей, вытекающих после определенного процесса, обычно, отстаивания или другой обработки черных сточных вод или шлама. Сточные воды образуются при сборе и хранении или при (полу-) централизованных системах очистки. В зависимости от типа технологии очистки, сточные воды могут полностью очищаться, или может потребоваться дополнительная обработка перед их повторным использованием или сбросом.

**Экскременты** включают в себя мочу и фекалии, не смешанные с водой для смыва. Объем экскрементов небольшой, но в них сконцентрированы как питательные вещества, так и патогенные микроорганизмы. В зависимости от качества фекалий они могут обладать мягкой или текучей консистенцией.

**Фекалии** относятся к (полутвердым) экскрементам, которые не смешиваются с мочой и водой. В зависимости от режима питания каждый человек выделяет около 50 л фекалий в год. Свежие фекалии содержат около 80 % воды. Фекалии также содержат около 12 % N, 39 % P, 26 % K, а также от  $10^7$  до  $10^9$  фекальных энтеробактерий на 100 мл.

**Вода для смыва** - вода, используемая в туалете для удаления и транспортировки его содержимого и/или его очистки. Источниками воды для смыва могут быть питьевая вода, дождевая вода, переработанные серые воды, а также любая комбинация вышеуказанных источников.

**Серые воды** - это вся вода, образуемая во время мытья пищевых продуктов и посуды, стирки, купания, но не при посещении туалета. Она может содержать следы экскрементов (например, при стирке пеленок), и поэтому, может содержать и патогенные организмы. Серые воды составляют приблизительно 65 % от всех сточных вод, образуемых в домохозяйствах в которых установлен туалет со смывом.

**Органика** - относится к биоразлагаемым растительным материалам (органическим отходам), которые должны добавляться в целях правильного функционирования некоторых технологий (например, в камеры для компостирования, С.8). Органические биоразлагаемые материалы могут включать в себя листья, траву, отходы сельхозпродукции и другие вещества. Хотя и другие ресурсы, описываемые в настоящем справочнике,

содержат органические вещества, термин «органика» относится к переработанным растительным материалам.

**Гумус из компостных ям** - термин, используемый для описания гигиенически улучшенного гумусового вещества, которое содержит большое количество питательных веществ и образуется при использовании технологий двойной компостной ямы (С.4-С.6) путем дегидратации и разложения. Данный продукт, напоминающий почву, также называется «экогумус», термин был впервые введен Питером Морганом в Зимбабве. Процессы естественного разложения, происходящие в компостных ямах использующихся по очереди, могут быть как аэробными, так и анаэробными, в зависимости от технологии и условий эксплуатации. Основным отличием гумуса из компостных ям и компоста является то, что процессы разложения в компостных ямах являются пассивными и подача кислорода, соотношение П:N, а также влажность и температура не контролируются. Соответственно, скорость снижения содержания патогенных микроорганизмов, обычно, ниже, а качество продукта, включая содержание питательных и органических веществ, может значительно различаться. Гумус из компостных ям внешне очень похож на компост и хорошо улучшает свойства почвы, но в нем могут все еще присутствовать патогенные микроорганизмы.

**Ресурсы предочистки** - материалы, отделенные от серых, бурых и черных сточных вод и шлама в системах предочистки, таких как решетки, сита, песколовки и жироловки (см. раздел «Технологии предварительной обработки», стр. 100). Такие вещества, как жиры, масла, смазки, а также различные твердые вещества (песок, волокна и мусор) могут препятствовать перемещению и/или снижать эффективность обработки из-за засорения, забивания и износа. Соответственно, своевременное удаление данных веществ важно для обеспечения долговечности санитарной системы.

**Отстой** - смесь твердых и жидких веществ, содержащая в основном экскременты и воду, а также песок, гравий, металлы, мусор и/или различные химические соединения. Можно разделить фекальный шлам и ил сточных вод. Фекальный шлам образуется при использовании локальных санитарных технологий, то есть без участия канализационных сетей. Он может быть свежим или частично разложенным, жидким или полутвердым и образовываться при сборе и хранении/обработке экскрементов или черных сточных вод в присутствии серых вод, так и без них. Для получения более подробной информации о фекальном шламе см. работу Странде и др. (2014) (см. раздел «Дополнительные инструменты и источники информации сектора развития санитарии», стр. 9). Ил сточных вод - это ил, который образуется в системах канализации при использовании (полу-) централизованных процессов очистки сточных вод. Состав шлама/ила определяет требуемый тип обработки, а также возможности для дальнейшего применения.



**Выведенная моча** - моча, которая естественным образом с течением времени была гидролизována и преобразовалась в аммиак и бикарбонат с помощью ферментов. pH выведенной мочи приблизительно равен 9. Большинство патогенных микроорганизмов погибает при таком уровне pH. После 6 месяцев выведения риск переноса патогенных микроорганизмов значительно снижается.

**Ливневые стоки** - общий термин для дождевой воды и других осадков, собираемых с крыш, дорог и других поверхностей, перед тем как они стекут в нижележащую местность. Это та часть осадков, которая не впитывается почвой.

**Моча** - это жидкость, образуемая в организме человека для вывода мочевины и других продуктов жизнедеятельности. В данном контексте термин относится к чистой моче, не смешанной с фекалиями и водой. В зависимости от режима питания моча одного человека, собранная за один год (приблизительно 300-550 л) содержит от 2 до 4 килограммов азота. За исключением редких случаев моча, выводимая из организма человека, стерильна.

### Функциональные группы

Функциональная группа содержит технологии со схожими функциями. Существует пять различных функциональных групп, которые могут быть использованы для выбора технологий необходимых для проектирования системы. Пять функциональных групп включают в себя:

- Т туалет** (Технологии, Т.1-Т.6): красный,
- Х сбор и хранение/обработка** (Технологии, С.1-С.12): оранжевый,
- П перемещение** (Технологии, П.1-П.7): желтый,
- О (полу-) централизованная очистка** (Технологии предочистки, О.1-О.17, технологии последующей обработки): зеленый,
- У использование и/или утилизация** (Технологии, И.1-И.13): синий.

Каждой функциональной группе отведен определенный цвет, для легкости отличия, технологии в рамках одной функциональной группы имеют одинаковый цветовой код. Кроме того, каждая технология в рамках одной функциональной группы имеет определенный идентификационный код, представляющий

собой одну букву и число; буква соответствует функциональной группе (например, Т соответствует туалету), а число, от меньшего к большему, указывает приблизительную потребность в ресурсах (например, экономических, материальных, людских) по сравнению с другими технологиями в рамках одной группы.

**Т Туалет (Т)** описывает вид туалета, пьедестала, унитаза или уринала, с которым контактирует пользователь; это способ обеспечения доступа пользователя к санитарной системе. В большинстве случаев выбор туалета зависит от доступности воды. Следует иметь в виду, что серые воды и ливневые стоки не образуются в туалете, но они могут использоваться совместно с продуктами, которые там образуются.

**Х Сбор и хранение/ обработка (Х)** описывает способы сбора, хранения, а в некоторых случаях и обработки продуктов, полученных в туалете. Обработка, предлагаемая данными технологиями, часто является пассивным результатом хранения (т.е., не требует затрат энергии). Таким образом, ресурсы, «обрабатываемые» с помощью данных технологий, зачастую требуют последующей обработки перед использованием и/или утилизацией.

**П Перемещение (П)** описывает транспортировку продуктов от одной функциональной группы к другой. Несмотря на то, что используются различные виды транспортировки продуктов между разными функциональными группами, самым длительным и самым важным этапом является перемещение продуктов из туалета или места сбора и хранения/обработки до места (полу-) централизованной очистки. Таким образом, для упрощения, перемещение описывает только технологии, применяемые для транспортировки продуктов между этими функциональными группами.

**О (Полу-) централизованная очистка (О)** относится к технологиям обработки и очистки, применимым к большим группам пользователей (например, на уровне микрорайона или города). Эксплуатация, обслуживание и энергоёмкость технологий в рамках данной функциональной группы обычно выше, чем при использовании мало-масштабных технологий, применяемых на уровне С. Технологии подразделяются на две группы: О.1-О.12 - технологии, используемые в первую очередь для обработки черных, бурых и серых сточных вод, и технологии О.13-О.17 используются в основном для обработки шлама. Также описаны технологии предочистки и последующей обработки (информационные листы по технологиям предочистки и последующей обработки).

**У** **Использование и/или утилизация (У)** относится к процессам, с помощью которых ресурсы, в конечном счете, возвращаются в окружающую среду либо в качестве полезных ресурсов, либо в качестве отходов со сниженной степенью опасности. Более того, ресурсы могут возвращаться в санитарную систему (например, использование серых вод для смыва).

## Санитарные технологии

Технологии определяются как технические решения, инженерные сооружения, методы или услуги, разработанные для содержания и переработки продуктов, или для перемещения продуктов в другие функциональные группы. Каждая из 57 технологий, включенных в настоящий справочник, описана в **информационных листах по технологиям** собранным в части 2. В каждую из 5 функциональных групп входят от 6 до 17 технологий.

В справочник включены только проверенные и испытанные технологии, пригодные для использования в странах с низким и средним уровнем доходов населения. Более того, включены только те технологии, которые считаются усовершенствованными с точки зрения безопасности, гигиены и доступности санитарных условий.

Множество санитарных технологий относящихся ко всем функциональным группам, в данный момент находятся на этапе разработки, существуют только в виде прототипов или пока еще не доступны для массового использования. Примеры наиболее интересных и перспективных разработок с высоким потенциалом практического применения в странах с низким и средним уровнем доходов населения приводятся в разделе «Перспективные санитарные технологии» (стр. 166-169). Хотелось бы надеяться, что некоторые из этих технологий будут включены в виде информационных листов в следующие версии настоящего справочника. Справочник, в первую очередь, касается систем и технологий, непосредственно связанных с экскрементами, и затрагивает вопросы, связанные с серыми водами или ливневыми стоками, только тогда, когда они могут быть обработаны совместно с экскрементами. Это объясняет, почему технологии, связанные с серыми водами и ливневыми стоками, подробно не описаны, но показаны как ресурсы в шаблонах систем. Для получения исчерпывающего обзора систем и технологий обработки серых вод см. следующий источник:

- Morel, A. and Diener, S. (2006). Greywater Management in Low- and Middle-Income Countries. Review of Different Treatment Systems for Households or Neighbourhoods. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf, CH. Available free for download at: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)



## Часть 1. Шаблоны системы

Шаблон системы представляет собой набор совместимых и проверенных технологий, с применением которых проектируется санитарная система. Шаблоны системы могут применяться для идентификации и демонстрации целых систем, в которых учтена организация перемещения всех продуктов от туалета до места их использования или утилизации, а также для сравнения различных вариантов, доступных при определенных условиях.

В первой части настоящего справочника подробно объясняется, каким образом следует понимать и использовать шаблоны системы, она также включает в себя презентацию различных шаблонов. Описаны основные особенности и ситуации к которым подходит каждый шаблон системы.

Справочник включает в себя описание девяти различных шаблонов систем, от простых (с небольшим выбором применяемых технологий и перерабатываемых продуктов) до сложных (имеющих большой выбор технологий и возможность переработки различных видов продуктов). Для каждого шаблона системы четко указано количество генерируемых и перерабатываемых продуктов. Девять шаблонов системы перечислены ниже:

- Система 1. Система с одной выгребной ямой.
- Система 2. Безводная система с выгребной ямой без образования шлама.
- Система 3. Система со сливом в выгребную яму без образования шлама.
- Система 4. Безводная система с раздельным сбором мочи.
- Система 5. Система для получения биогаза.
- Система 6. Система очистки черных сточных вод с инфильтрацией.
- Система 7. Система очистки черных сточных вод с перемещением стоков.
- Система 8. Вывод черных сточных вод в (полу-) централизованную систему очистки.
- Система 9. Канализационная система с раздельным сбором мочи.

Данные системы доказали свою практическую применимость. Каждая из них имеет свои характерные преимущества и недостатки, а также области применения. Однако данный справочник не содержит исчерпывающий перечень технологий и соответствующих систем. В особых случаях могут применяться другие комбинации технологий, которые не представлены в данном документе.

Несмотря на то, что шаблоны системы заранее определены, пользователи настоящего справочника должны выбрать соответствующую технологию из представленных вариантов. Данный выбор зависит от конкретных обстоятельств и должен учитывать местные условия (температуру, количество атмосферных осадков и т. п.), культуру (пользователь сидит либо непосредственно на туалете, либо над ним, использует либо воду для подмывания, либо туалетную бумагу и т. п.) и ресурсы (людские, финансовые и материальные).



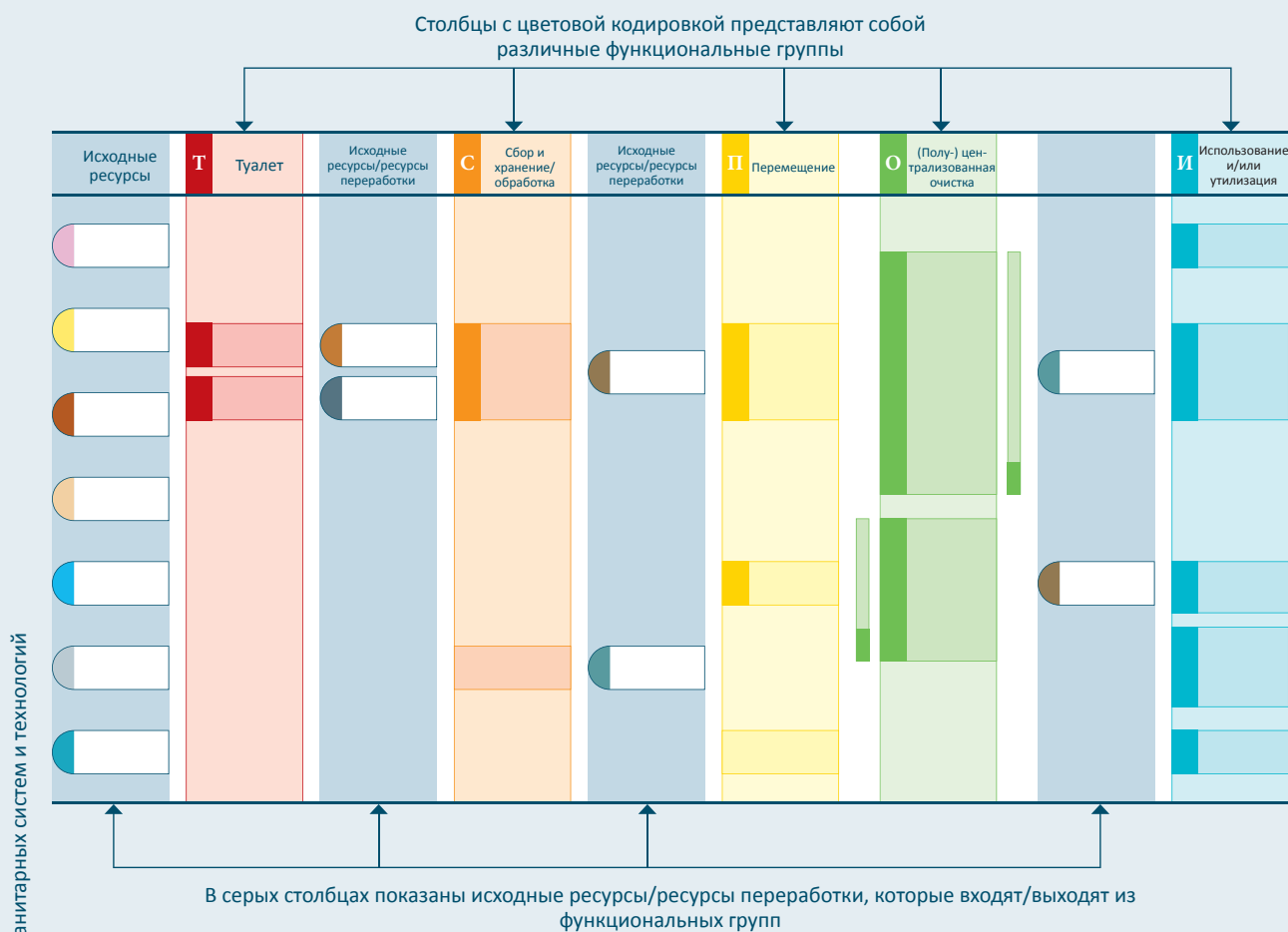
## Использование шаблонов системы

Санитарная система может быть представлена в виде матрицы **функциональных групп** (столбцы) и **продуктов** (строки), которые связаны в тех случаях, где возможна комбинация. Такая графическая презентация дает общее представление об элементах технологии данной системы и о перерабатываемых продуктах.

Ресурсы собираются, хранятся, перемещаются и трансформируются с применением различных совместимых технологий из пяти функциональных групп. Продукт переработки с применением технологии из одной функциональной группы становится исходным продуктом для следующей.

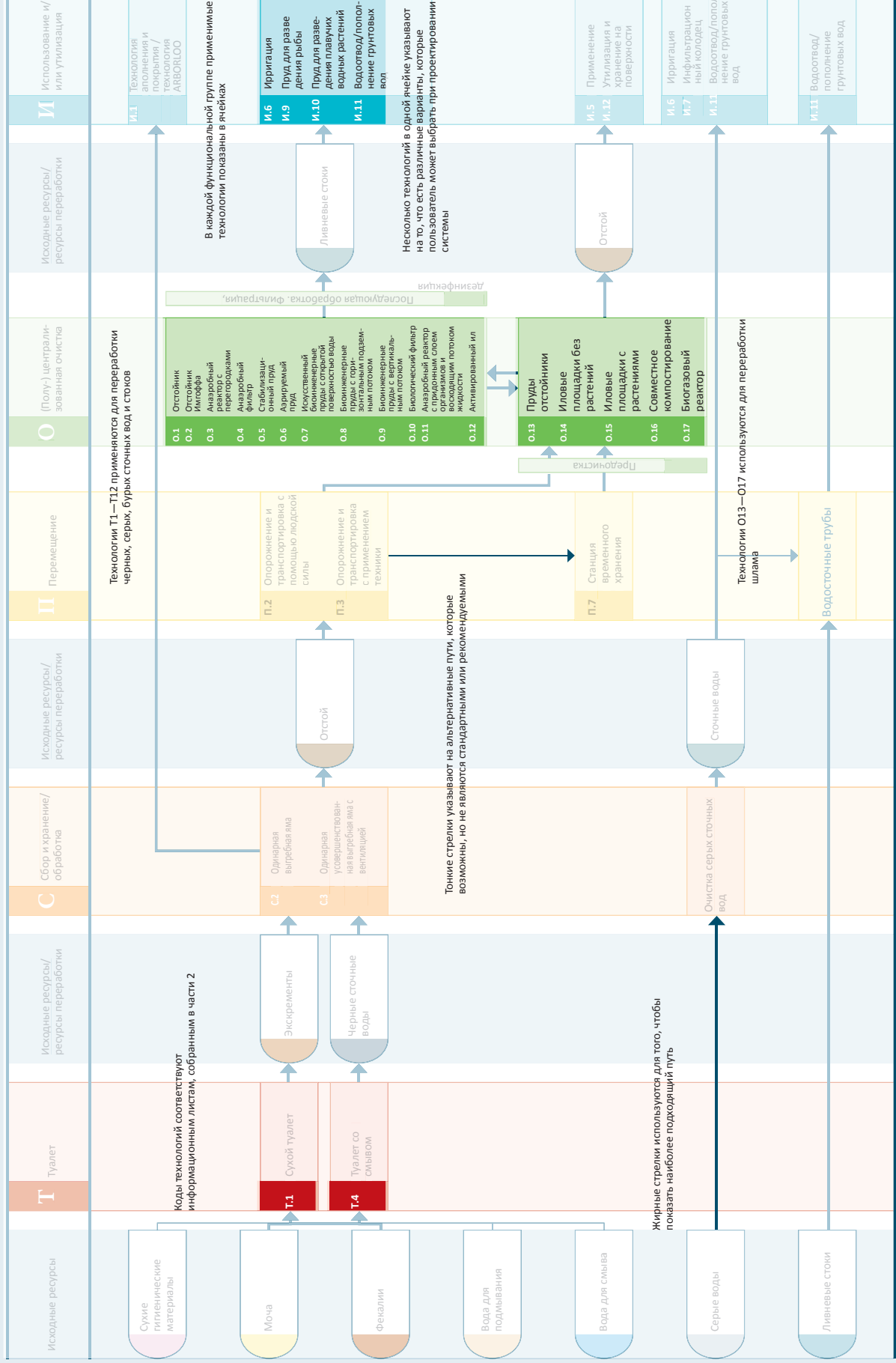
Не во всех случаях необходимо, чтобы продукт проходил переработку с применением технологий из всех пяти функциональных групп, однако, последовательность функциональных групп должна соблюдаться вне зависимости от того, сколько групп включено в санитарную систему.

На рисунках 2 и 3 объясняются структура и элементы шаблона системы.



**Рисунок 2.** Пояснение к различным столбцам шаблона системы.

Рисунок 3. Пояснение различных графических элементов шаблона системы.





**Рисунок 4.** Пример того, каким образом исходные ресурсы попадают в функциональные группы и трансформируются.

Рисунок 4 представляет собой образец шаблона системы. Он показывает, как три продукта (фекалии, моча и вода для смыва) поступают в систему и перерабатываются с применением различных санитарных технологий. Далее описывается, каким образом ресурсы перемещаются по шаблону системы слева направо через столбцы 1—9.

**1** Три исходных продукта (фекалии, моча и вода для смыва) поступают в **2** функциональную группу Т «Туалет» (туалет со смывом). При этом образованные черные сточные воды **3** далее поступает в **4** функциональную группу С «Сбор и хранение/обработка» (двойная выгребная яма, для туалета со смывом) и превращается в **5** гумус в результате хранения и естественного разложения. Гумус поступает в **6** функциональную группу П «Перемещение» (опорожнение и транспортировка людскими силами) и пропускает **7** функциональную группу О «(Полу-) централизованная очистка» (так как продукт должен быть безопасным с точки зрения гигиены). При этом, большеникакие исходные **8** ресурсы ввода / вывода переработки не образуются и гумус перемещается непосредственно в

заключительную **9** функциональную группу И «Применение и/или утилизация», в которой возможны два варианта. В зависимости от местных условий, потребностей и предпочтений гумус может применяться для улучшения характеристик почв в сельском хозяйстве (применение) или может перевозиться в место временного хранения или окончательной утилизации (утилизация и хранение на поверхности).

## Этапы выбора вариантов санитарных систем с помощью шаблонов

Девять шаблонов системы представляют собой наиболее логичные комбинации технологий. Однако наиболее подходящие решения для каждой конкретной ситуации не исчерпывается технологиями и их сочетаниями собранными в справочнике и инженеры-планировщики не должны пренебрегать своим опытом при выборе технологий. Проектировщики должны попытаться избавиться от излишеств, использовать и оптимизировать уже существующие инженерные сооружения и другую инфраструктуру и воспользоваться местными ресурсами, учитывая местные благоприятные условия (особенно факторы, такие как навыки и способности местных рабочих и инженеров,, социальная ситуация и культура, финансовые ресурсы и требования законодательства).

Предварительный выбор возможных вариантов санитарных систем может быть проведен с помощью следующих шагов:

1. Определить ресурсы, которые образуются или доступны (например, вода для подмывания, вода для смыва или органика для компостирования).
2. Определить шаблоны систем, в которых участвуют данные ресурсы.
3. Для каждого шаблона и каждой функциональной группы выбрать технологию из вариантов предложенных в ячейках с несколькими технологиями; последовательно-связанные технологии образует систему.
4. Сравнить системы и в зависимости от предпочтений пользователя, требований к конечным продуктам (например, компосту), финансовых ограничений и технической осуществимости последовательно менять технологии или шаблоны систем пока все предпочтения и ограничения будут в большей или меньшей степени учтены

Возможно, будет удобно разделить зону планирования на отдельные участки, каждый из которых при этом должен иметь похожие характеристики и условия. В этом случае, процедура, приведенная выше, может быть применена к каждому отдельному участку и может быть выбрано любое количество систем.

Некоторые части санитарной системы могут уже существовать. В этом случае задачей проектировщиков и инженеров является интегрировать существующую инфраструктуру или сервисы, и при этом сохранить гибкость и выполнить основную задачу - обеспечить удовлетворенность пользователей.

### Выбор вариантов санитарных систем с помощью подхода к планированию ВВССПП (Содействие общества при планировании санитарных систем в городах)

В пособии «Содействие общества при планировании санитарных систем в городах» пятым этапом из семи является «Определение вариантов системы». В руководстве ВВССПП (см. раздел «Дополнительные инструменты и источники информации», стр. 8) представлено подробное описание использования настоящего справочника при проведении экспертных совещаний и встреч с населением при обсуждении и выборе санитарной системы в данном районе.

[www.sandec.ch/clues](http://www.sandec.ch/clues)

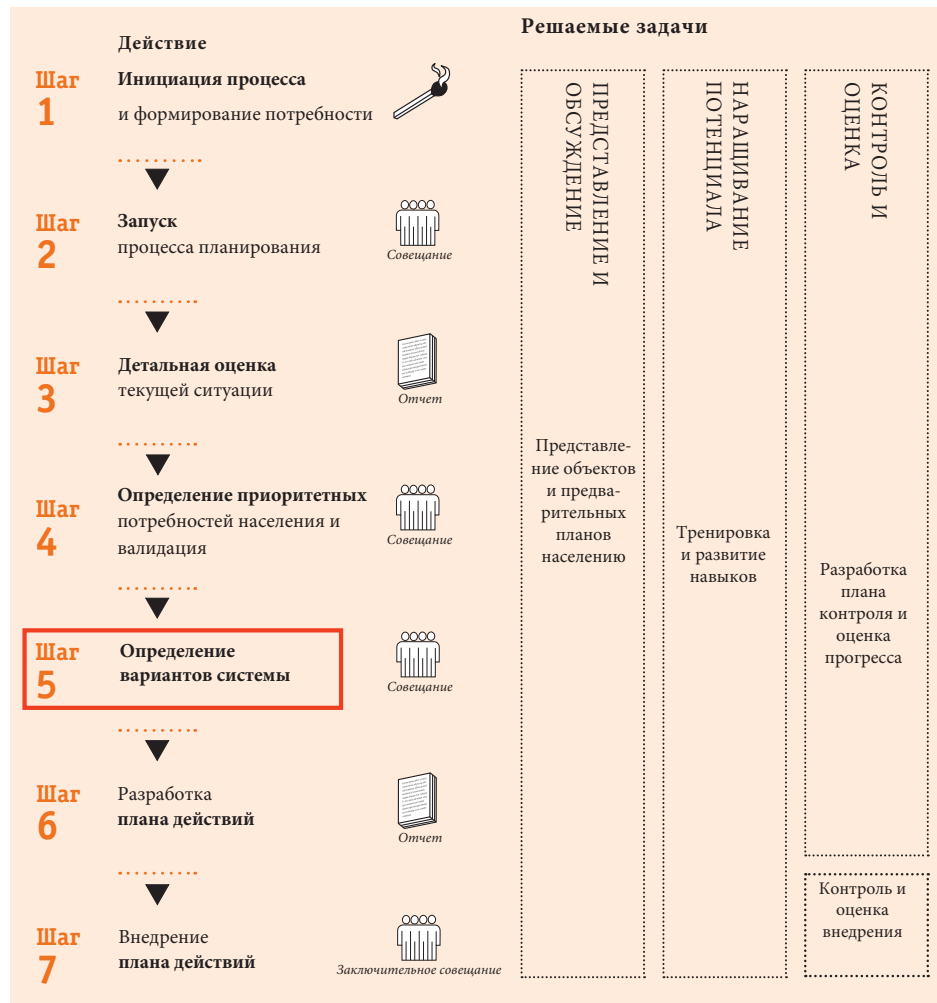


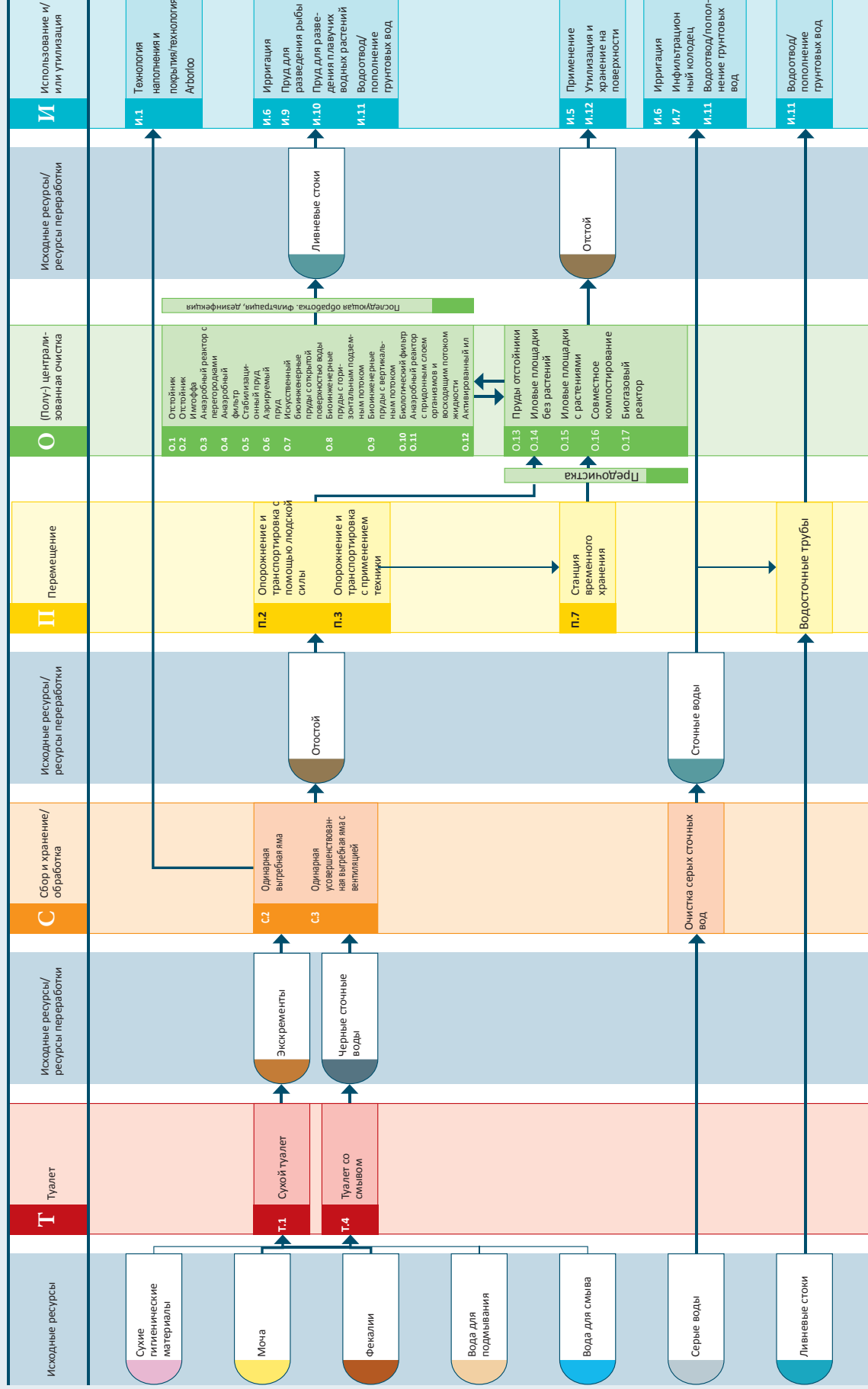
Рисунок 5. Семь этапов ВВССПП

Пустой шаблон системы можно загрузить с сайта [www.sandec.ch/clues](http://www.sandec.ch/clues) Его можно распечатать и использовать для создания схем местных санитарных систем, например, при обсуждении различных вариантов с экспертами или заинтересованными лицами во время совещаний.

На следующих страницах представлены и описаны девять шаблонов системы. Каждый шаблон системы рассмотрен подробно.

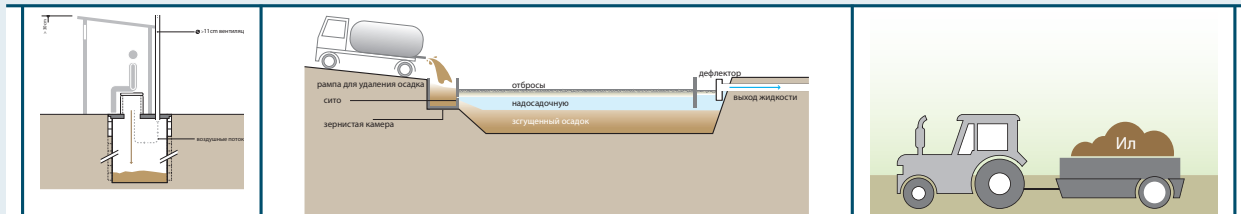
Для загрузки также доступен шаблон представленный в программе PowerPoint, в котором присутствуют стандартные графические элементы (например, ресурсы, технологии и стрелки), и который облегчает подготовку схем индивидуальных санитарных систем.

### Система санитарии 1: Одинарная выгребная яма





## Система 1: Система с одинарной выгребной ямой



Система основана на применении технологии одной выгребной ямы для сбора и хранения экскрементов. Данная система может использоваться как с водой для смыва, так и без нее в зависимости от типа туалета. Исходные ресурсы для данной системы включают в себя мочу, фекалии, воду для подмывания, а также сухие гигиенические материалы. Использование воды для смыва и/или воды для подмывания зависит от доступности воды и местных привычек. Туалетом для данной системы может быть либо сухой туалет (Т.1) либо туалет со смывом (Т.4). Дополнительно может использоваться уринал (Т.3). Туалет может быть напрямую соединен с одинарной выгребной ямой (С.2) или с одинарной усовершенствованной выгребной ямой с вентиляцией (VIP, С.3) для сбора и хранения/обработки.

Возможны несколько вариантов действий в случае наполнения ямы. Если есть свободное пространство, яма засыпается землей, и на этом месте можно посадить фруктовое или декоративное дерево, которое будет расти в среде, богатой питательными веществами (И.1), при этом выкапывается новая выгребная яма. Обычно это возможно только в том случае, если надстройка может быть перенесена на новое место. Если такой вариант не возможен, фекальный шлам, который образуется при хранении/очистке, должен быть удален и перевезен для дальнейшей переработки. Технологии перемещения, которые могут применяться, включают в себя опорожнение и транспортировку людскими силами (П.2) или опорожнение и транспортировку с применением техники (П.3). Вакуумная автоцистерна может использоваться только для удаления жидкого фекального шлама. Так как непереработанный фекальный шлам является патогенным, следует избегать контакта с человеком и прямого применения в сельском хозяйстве. Шлам должен перевозиться на специализированное предприятие по переработке шлама (О.13-О.17). В случае если такое предприятие недоступно, фекальный шлам может перевозиться на станцию временного хранения (П.7), из которой он будет перемещен на перерабатывающее предприятие моторизованным транспортом (П.3). Схема выбора технологии, применяемой на предприятии по переработке фекального шлама, представлена в книге Странде и др., 2014 (см. раздел «Дополнительные инструменты и источники информации сектора развития санитарии», стр. 9). Технологии (полу-) централизованной очистки (О.1-О.17) образуют как стоки, так и шлам, которые могут потребовать последующей очистки перед их использованием/утилизацией. Например, стоки из предприятий по очистке фекального шлама могут перерабатываться совместно со сточными водами в стабилизационных прудах (О.5) или искусственных биоинженерных прудах (О.7-О.9).

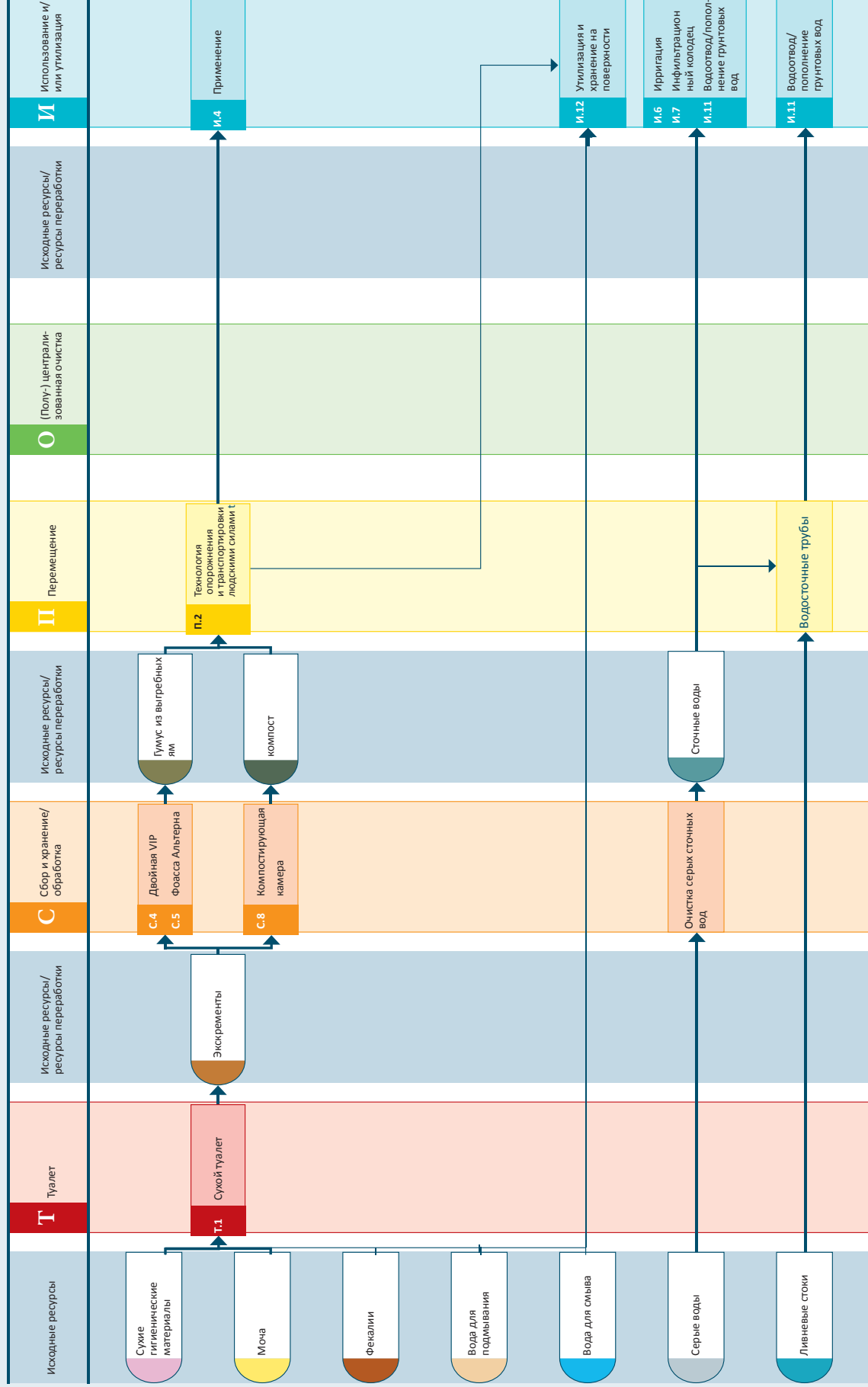
Варианты применения и/или утилизации очищенных стоков, включают ирригацию (И.6), пруды для разведения рыбы (И.9), пруды для разведения плавучих водных растений (И.10) или сброс в водные объекты (водоотвод/пополнение грунтовых вод, И.11). После соответствующей очистки шлам может использоваться либо в сельском хозяйстве (И.5) либо доставляться в места хранения/утилизации (И.12).

**Особенности.** Данную систему следует выбирать только в том случае, если имеется свободное место для новых выгребных ям или есть возможность соответствующим образом опорожнять яму, а также перерабатывать и утилизировать фекальный шлам. В густонаселенных городских поселениях может отсутствовать доступ к выгребной яме для удаления шлама или место для новой выгребной ямы. Таким образом, данная система больше подходит для сельской местности и пригородных районов, в которых свойства грунта позволяют выкопать яму и абсорбировать собравшиеся в яме жидкости. Она не рекомендуется для тех районов, которые подвержены сильным дождям и подтоплениям, которые могут привести к переполнению выгребных ям.

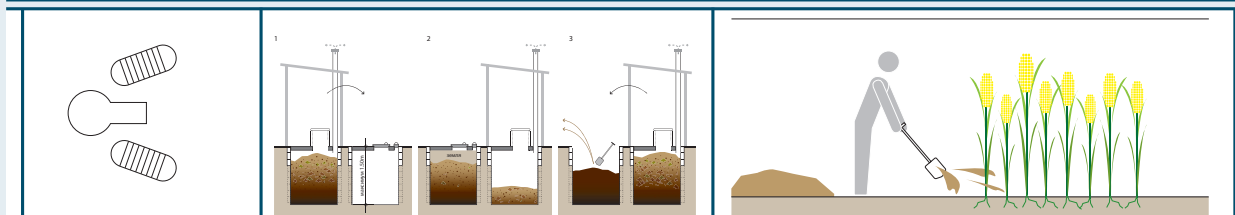
Некоторое количество серых сточных вод в выгребной яме может способствовать разложению, но излишнее количество серых сточных вод может привести к быстрому наполнению ямы и/или излишней инфильтрации. Все виды сухих гигиенических материалов могут сбрасываться в выгребную яму, хотя они могут сократить срок службы ямы и вызвать сложности при ее опорожнении. Если возможно, сухие гигиенические материалы должны утилизироваться отдельно.

Данная система является одной из наименее дорогих в производстве относительно капитальных расходов. Однако расходы на обслуживание могут быть значительными в зависимости от частоты и способа опорожнения выгребной ямы. Если земля подходящая и имеет хорошие абсорбирующие характеристики, яма может быть очень глубокой (более 5 метров) и может использоваться несколько лет без опорожнения (до 20 лет и более). Однако при выкапывании выгребных ям следует учитывать уровень грунтовых вод, чтобы не загрязнять их. Хотя всевозможные выгребные ямы широко распространены в большинстве стран мира, правильно спроектированная система на основе выгребной ямы с соответствующей транспортировкой, переработкой и применением или утилизацией является редкостью. Руководства по безопасному использованию шлама опубликованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и на них ссылаются информационные листы по соответствующим технологиям.

## Система санитарии 2: Безводная система с выгребной ямой без образования шлама



## Система 2: Безводная система с выгребной ямой без образования шлама



В данной системе используются чередующиеся выгребные ямы или камеры для компостирования (С.8). При этом образуется твердое вещество своими свойствами похожее на землю. Исходные ресурсы для данной системы включают в себя мочу, фекалии, воду для подмывания, а также сухие гигиенические материалы. Вода для смыва в этой системе не используется. Сухой туалет (Т.1) является рекомендуемым типом туалета для данной системы, хотя может использоваться сухой туалет с механизмом отделения мочи (Т.2) или уринал (Т.3), если моча является важным продуктом. Сухой туалет функционирует без использования воды и попадание в туалет воды должно избегаться. В случае использования воды для подмывания, ее следует добавлять в небольших количествах или по возможности исключить. Туалет напрямую подключен к двойной усовершенствованной выгребной яме с вентиляцией (С.4), к Фосса Альтерна (С.5) или к камере для компостирования (С.8) для сбора и хранения/обработки. Две чередующиеся выгребные ямы, как в случае с двойной усовершенствованной выгребной ямой с вентиляцией или Фосса Альтерна, обеспечивают условия для высыхания, разложения материала и его превращения в гумус (также иногда называется экогумус). Образовавшийся гумус богат питательными веществами, и является гигиенически безопасным при выкапывании и использовании. Когда наполняется первая яма, она накрывается и на время выводится из эксплуатации. В то время, когда другая яма наполняется экскрементами (и, возможно, органикой) содержимое первой выгребной ямы разлагается. Только после того, как обе ямы наполнены, первая яма опорожняется и возвращается в эксплуатацию. Этот цикл может повторяться неограниченное количество раз. Так как экскременты в неэксплуатируемой яме сушатся и разлагаются в течение как минимум одного года, образованный гумус нужно удалять вручную с применением лопат. Поэтому нет необходимости обеспечивать доступ вакуумной автоцистерны к яме. Камеры для компостирования обычно используются для других целей, а не в сочетании с выгребными ямами, но в принципе, правильно эксплуатируемые чередующиеся камеры для компостирования, могут быть использованы и в этом случае, так как в них образуется безопасный компост, пригодный для применения. По этой причине они включены в данный шаблон системы. Гумус и компост, которые образуются при данной технологии сбора и хранения/обработки, можно удалять и перевозить для использования или утилизации, применяя опорожнение и транспортировку людскими силами (С.2). Так как гумусный материал подвергается значительному разложению, он становится вполне безопасным для применения в качестве вещества для улучшения свойств почвы в сельском хозяйстве (И.4). Если есть сомнения по поводу качества гумуса или компоста, компостирование можно продолжить в соответствующей установке для компостирования. Если нет надобности в применении данного продукта, его можно временно хранить или утилизировать (И.12).

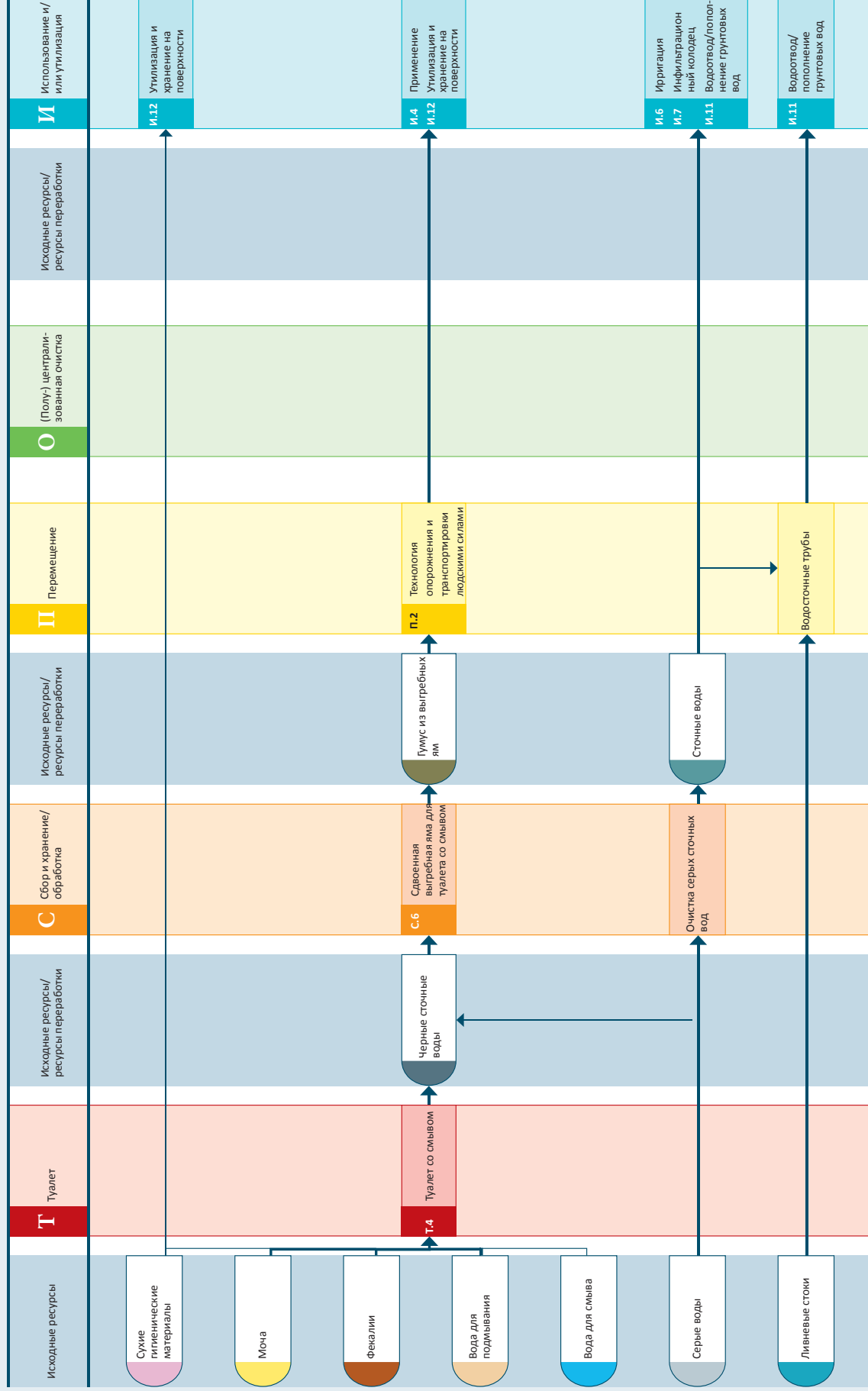
Данная система отличается от системы 1 (система с одинарной выгребной ямой) продуктом, образуемым на этапе сбора и хранения/обработки. В предыдущей системе образуется шлам, который требует дальнейшей обработки перед его применением. В данной системе образуются гумус и компост, которые готовы к применению и/или утилизации сразу же после этапа сбора и хранения/обработки.

**Особенности.** Так как система является постоянной и может использоваться в течение неограниченного периода времени (в отличие от системы с одной выгребной ямой, которая наполняется и закрывается), она может использоваться там, где пространство ограничено. Кроме того, так как ресурсы удаляются вручную, данная система пригодна для густонаселенных районов, в которых невозможно опорожнение ям механическим путем при помощи автоцистерны (П.3). Эта система особенно подходит для районов с дефицитом воды, а также для районов, где есть возможность использовать гумус в качестве вещества для улучшения свойств почвы. Удаляемый материал в принципе безопасен и может применяться без дальнейшей переработки. Не смотря на это, при его удалении, транспортировке и применении должны использоваться соответствующие меры индивидуальной защиты.

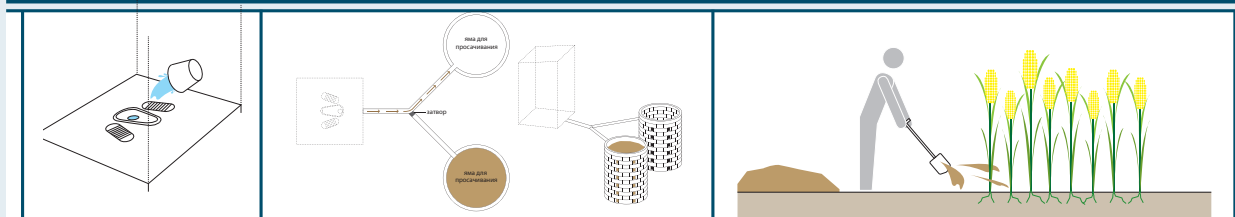
Успешное применение данной системы зависит от правильности эксплуатации и длительности периода хранения. Если есть возможность использовать почву, золу или органику (листья, скошенную траву, кокосовую или рисовую шелуху, щепы и т. д.), то процесс разложения может быть улучшен и период хранения уменьшен. Требуемое время хранения может быть сведено до минимума, если материал в выгребной яме хорошо вентилируется и не является слишком влажным. Таким образом, серые сточные воды должны собираться и перерабатываться отдельно. Если в выгребной яме слишком большое количество воды, она занимает воздушные полости и уменьшает концентрацию кислорода, доступного микроорганизмам, что может ослабить процесс разложения. Сухие гигиенические материалы могут собираться в выгребной яме или в камере вместе с экскрементами, особенно, если они содержат большое количество углерода (например, туалетная бумага, газетная бумага, кукурузные початки и т. п.), так как это способствует разложению и потоку воздуха.

Руководства по безопасному использованию экскрементов опубликованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и на них ссылаются информационные листы по соответствующим технологиям.

### Система санитарии 3: Система со сливом в выгребную яму без образования шлама



### Система 3: Система со сливом в выгребную яму без образования шлама



Это водная система, использующая туалет со смывом (педестал или чаша Генуя, Т.4) и две выгребные ямы (С.6), образующая частично переработанный гумусный продукт, которые может использоваться для улучшения свойств почвы. Если вода недоступна, рассмотрите системы 1, 2 и 4. Исходными продуктами для данной системы являются фекалии, моча, вода для смыва, вода для подмывания, сухие гигиенические материалы и серые сточные воды. Туалетом для данной системы является туалет со смывом (Т.4). Кроме того, может быть добавлен уринал (Т.3). Черные сточные воды из туалета, а также, возможно, серые сточные воды, поступают в двойную выгребную яму для туалета со смывом (С.6) для хранения и очистки. Ямы построены и укреплены с использованием пористого материала, позволяющего жидкости просачиваться в почву, при этом твердые вещества скапливаются и разлагаются на дне ямы. Пока одна яма заполняется черными сточными водами, вторая выводится из эксплуатации. Когда первая яма заполняется, она закрывается и временно выводится из эксплуатации. На заполнение одной ямы должно уходить минимум два года. Когда наполняется вторая яма, первая яма открывается и опорожняется.

После того, как содержимое выгребной ямы проведет в ней как минимум два года, оно превращается в гумус (также иногда называется экогумус) - материал богатый питательными веществами, который можно безопасно применять. Так как происходит значительное обезвоживание и разложение материала, гумус является более гигиеничным, и безопасным при использовании чем сырой, непереработанный шлам. Таким образом, не требуется дальнейшая очистка на (полу-) централизованном предприятии по очистке. Гумус удаляется из ямы и транспортируется людскими силами (П.2) к месту использования и/или утилизации. Затем опорожненная выгребная яма возвращается в эксплуатацию. Данный цикл может повторяться неограниченное количество раз.

Гумус имеет хорошие свойства по улучшению характеристик почвы и может применяться в сельском хозяйстве (И.4). Если есть сомнения по поводу качества гумуса, компостирование можно продолжить в соответствующей установке для компостирования перед применением. Если нет надобности в применении данного продукта, его можно временно хранить или утилизировать (И.12).

**Особенности.** Данная система подходит для сельской местности и пригородных районов с подходящим типом почв, которые могут постоянно и в достаточной степени впитывать фильтрат. Она не подходит для районов с глинистой или плотной почвой. Фильтрат из сдвоенных ям поступает непосредственно в почву, таким образом, данная система может использоваться только в районах с низким уровнем грунтовых вод, где нет опасности загрязнения грунтовых вод содержимым выгребных ям. Если в данном районе случаются наводнения или уровень грунтовых вод слишком высокий и они могут попасть в двойные ямы, процесс обезвоживания, особенно в неэксплуатируемой яме, будет затруднен.

Удаляемый материал в принципе безопасен и может применяться без дальнейшей переработки. Не смотря на это, при его удалении, транспортировке и применении должны использоваться соответствующие меры индивидуальной защиты.

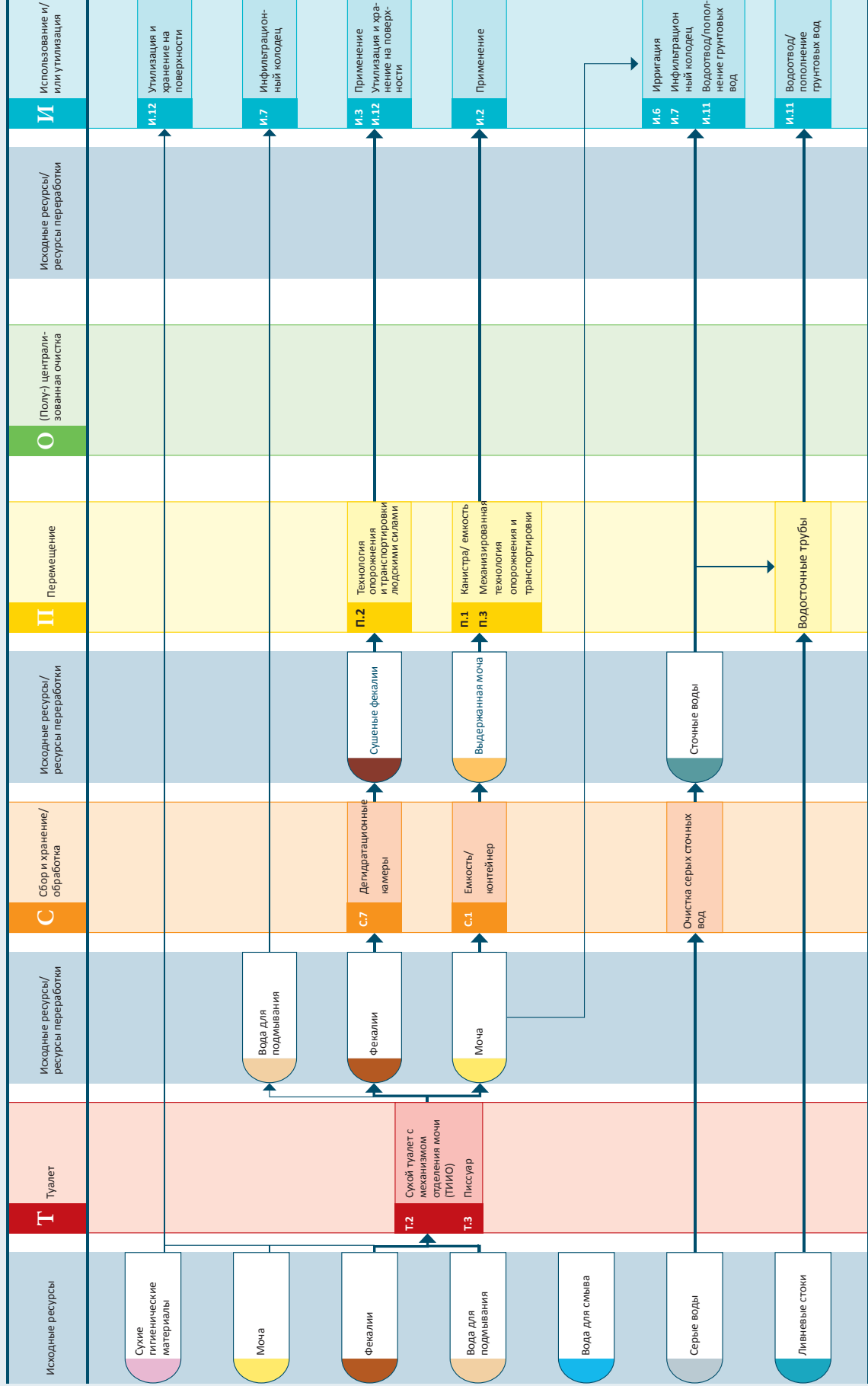
Серые сточные воды могут перерабатываться вместе с черными сточными водами в двойных ямах, особенно, если количество серых сточных вод относительно малое, а другие системы для очистки серых сточных вод отсутствуют. Однако большое количество воды для смыва и/или серых сточных вод может привести к излишней инфильтрации из ямы и возможному загрязнению грунтовых вод.

Данная система хорошо подходит при использовании воды для подмывания. Если возможно, сухие гигиенические материалы должны собираться и утилизироваться отдельно (И.12), так как они могут закупоривать соединения труб и предотвратить просачивание воды в почву.

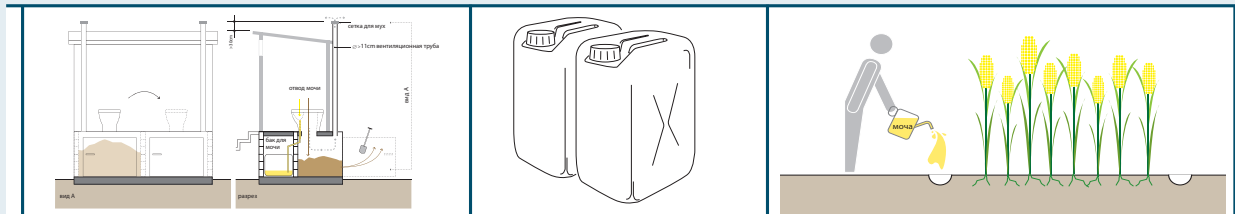
Руководства по безопасному использованию экскрементов опубликованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и на них ссылаются информационные листы по соответствующим технологиям.



### Система санитарии 4: Безводная система с разделным сбором мочи



## Система 4: Безводная система с разделением мочи



В данной системе разделяются моча и фекалии, что способствует дегидратации фекалий и/или использованию мочи в практических целях. Исходными продуктами для данной системы являются фекалии, моча, вода для подмывания и сухие гигиенические материалы.

Основным типом туалета для данной системы является сухой унитаз с механизмом отделения мочи (Т.2), который позволяет осуществлять отдельный сбор мочи и фекалий. Для эффективного сбора мочи может дополнительно устанавливаться уринал (Т.3). Существуют различные конструкции сухого туалета с механизмом отделения мочи с различными параметрами (например, модели с третьим отведением для воды для подмывания). Дегидратационные камеры (С.7) используются для сбора и хранения/переработки фекалий. При хранении фекалий в камерах следует обеспечивать максимальную сухость, чтобы ускорить дегидратацию и обеспечить снижение количества патогенных микроорганизмов. Таким образом, камеры должны быть водонепроницаемыми, и следует полностью предотвратить проникновение воды в камеру. Воду для подмывания нельзя выводить в дегидратационные камеры, но она может отводиться в инфильтрационный колодец (И.7). Также важно наличие постоянного источника золы, извести, почвы или древесных опилок, чтобы засыпать фекалии. Это способствует абсорбированию жидкости, минимизирует запах и создает барьер между фекалиями и потенциальными переносчиками патогенных организмов (мухами). Если используется зола или известь, увеличивается уровень рН, что также способствует гибели патогенных организмов.

Для сбора и хранения/очистки мочи используются емкости для хранения (С.1). Кроме того, моча может отводиться непосредственно в землю через систему ирригации (И.6) или просачиваться в землю через инфильтрационный колодец (И.7).

Собранная моча может легко обрабатываться и не несет опасности, так как является практически стерильной. Поскольку она содержит большое количество питательных веществ, она может использоваться в качестве жидкого удобрения. Собранная моча может транспортироваться для применения в сельском хозяйстве (И.2) в канистрах или в емкости (П.1), кроме того может применяться технология опорожнения и транспортировки с применением техники (П.3) – таким же образом как при доставке на поля воды или шлама.

Опорожнение и транспортировка людскими силами (П.2) требуется для удаления и перевозки сухих фекалий из дегидратационных камер. Поочередное использование двойных дегидратационных камер обеспечивает продолжительный период дегидратации, таким образом, сухие фекалии не представляют значительную опасность для здоровья человека во время уда-

ления. Минимальное рекомендуемое время хранения составляет 6 месяцев, если в качестве материала для засыпки используется зола или известь. Затем сухие фекалии могут применяться в виде вещества для улучшения характеристик почвы (И.3). Если есть сомнения по поводу качества материала, компостирование можно продолжить в соответствующей установке для компостирования перед применением. Если нет надобности в применении данного продукта, его можно временно хранить или утилизировать (И.12).

**Особенности.** Данная система может использоваться где угодно, но она особенно подходит для горных районов, где сложно копать, где высокий уровень грунтовых вод, а также в районах с дефицитом воды. Успешность применения данной системы зависит от эффективности разделения мочи и фекалий, а также от применения подходящего материала для засыпки. Сухой, жаркий климат также значительно способствует быстрой дегидратации фекалий.

Удаляемый материал в принципе безопасен и может применяться без дальнейшей переработки. Не смотря на это, при его удалении, транспортировке и применении должны использоваться соответствующие меры индивидуальной защиты.

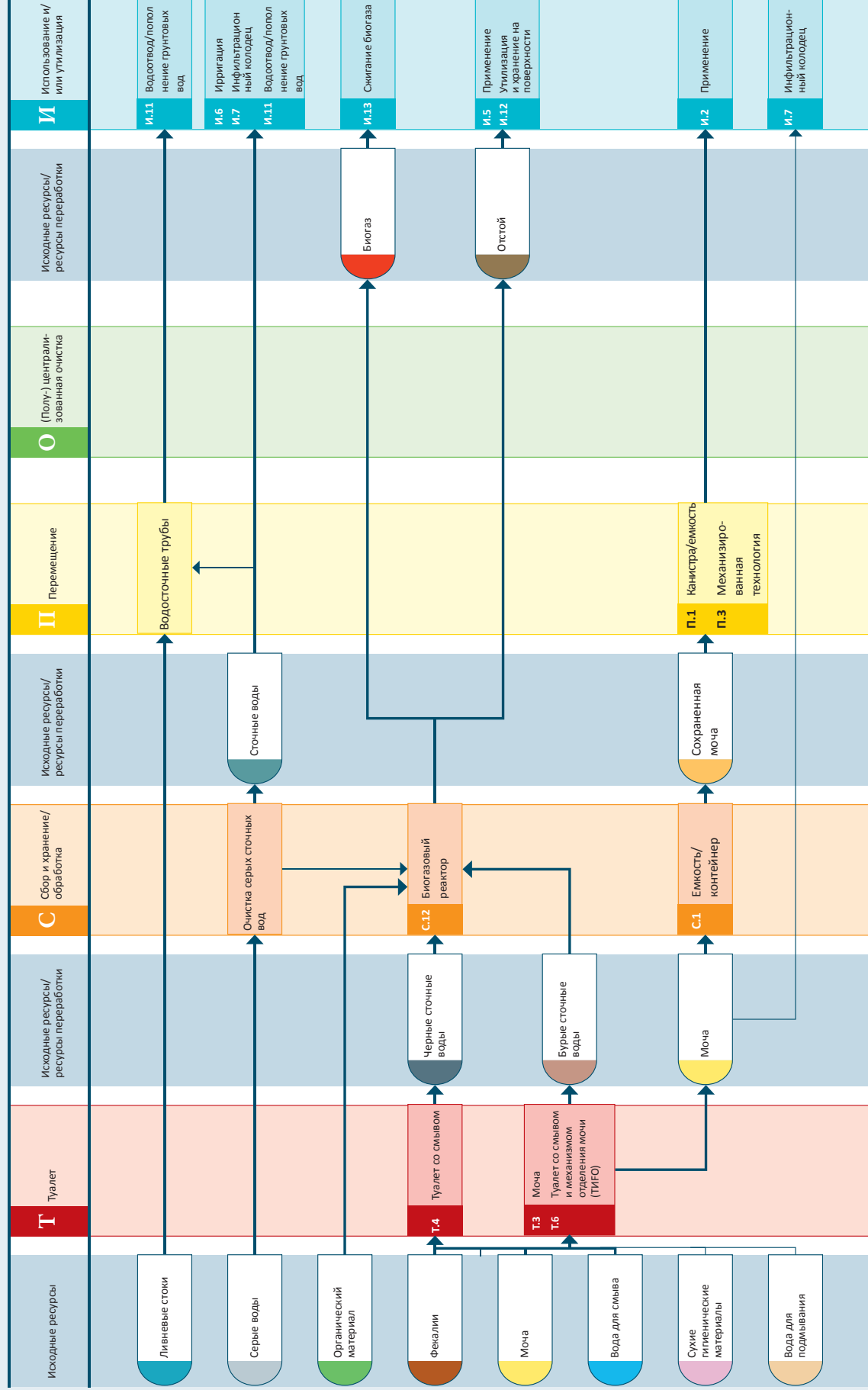
Требуется наличие отдельной системы для серых сточных вод, так как их нельзя направлять в дегидратационные камеры.

Если нет необходимости и/или неприемлемо использовать мочу в сельском хозяйстве, она может впитываться непосредственно в почву или поступать в инфильтрационный колодец. Если не поставляются сухие туалеты с механизмом отделения мочи заводского производства, они могут изготавливаться на месте из доступных материалов.

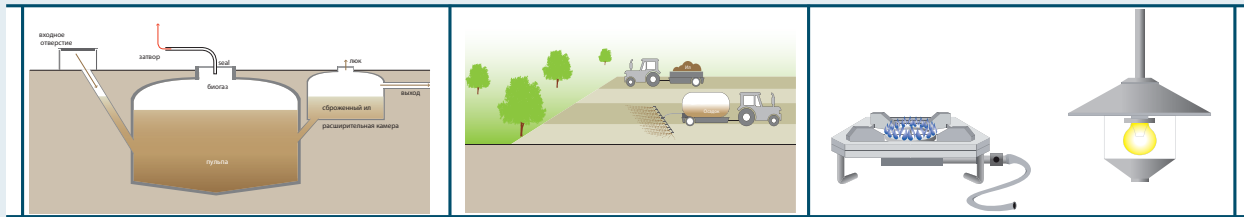
Можно использовать все типы сухих гигиенических материалов, но лучше всего собирать их отдельно, так как они не будут разлагаться в камерах и будут лишь занимать свободное место. Вода для подмывания должна отделяться от фекалий, но она может смешиваться с мочой, если она направляется в инфильтрационный колодец. Если моча используется в сельском хозяйстве, вода для подмывания должна собираться отдельно и фильтроваться на месте или перерабатываться совместно с серыми сточными водами.

Руководства по безопасному использованию фекалий и мочи опубликованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и на них ссылаются информационные листы по соответствующим технологиям.

## Система санитарии 5: Система биогаза



## Система 5: Система для получения биогаза



Данная система основана на применении биогазового реактора (С.12) для сбора, хранения и переработки экскрементов. Кроме того, биогазовый реактор производит биогаз, который можно сжигать для приготовления пищи, освещения или генерации электроэнергии. Исходными продуктами для данной системы являются моча, фекалии, вода для смыва, вода для подмывания, сухие гигиенические материалы, органика (например, пищевые отходы) и, если есть, отходы животноводства.

Данная система поддерживает использование двух типов туалета: туалет со смывом (Т.4) или, если есть потребность в использовании мочи в сельском хозяйстве, туалет со смывом с механизмом отделения мочи (Т.6). Дополнительно может использоваться уринал (Т.3). Туалет напрямую соединен с биогазовым реактором (С.12), также может называться анаэробный ферментёр для сбора и хранения/обработки. Если установлен туалет со смывом с механизмом отделения мочи (и/или уринал), он подключается к емкости для хранения (С.1) собранной мочи.

В зависимости от загрузки и конструкции биогазового реактора необходимо постоянно удалять тонкий или толстый слой сброженного органического остатка (шлама). Из-за большого объема и веса образуемого материала шлам должен использоваться на месте. При некоторых обстоятельствах очень тонкий слой сброженного органического остатка может сбрасываться в канализационный коллектор (но это не показано на шаблоне системы). Хотя шлам подвергается анаэробной переработке, он содержит патогенные организмы и его следует применять осторожно, особенно если он не будет подвержен дальнейшей переработке. В зависимости от того, каким образом он будет применяться, может потребоваться дополнительная переработка (например, иловые площадки с насаждениями, О.15). Он богат питательными веществами и является хорошим удобрением, которое может использоваться в сельском хозяйстве (И.5), а также он может перевозиться в места хранения/утилизации (И.12). Производимый биогаз должен использоваться постоянно, например, в качестве чистого топлива для приготовления пищи или для освещения (И.13). Если биогаз не сжигается, он аккумулируется в емкости и при повышении давления он выталкивает сброженный органический осадок и выходит в атмосферу через отверстие для сброса сброженного органического осадка.

Биогазовый реактор может работать как с мочой, так и без мочи. Преимуществом отведения мочи от реактора является возможность ее отдельного использования в качестве концентрированного источника питательных веществ, не содержащего патогенных организмов. Моча, собираемая в емкость для хранения идеальна для применения на полях (И.2). Сохраненная моча может перевозиться в канистрах или в емкости (П.1), или может применяться технология опорожнения и транспортировки с применением техники (П.3).

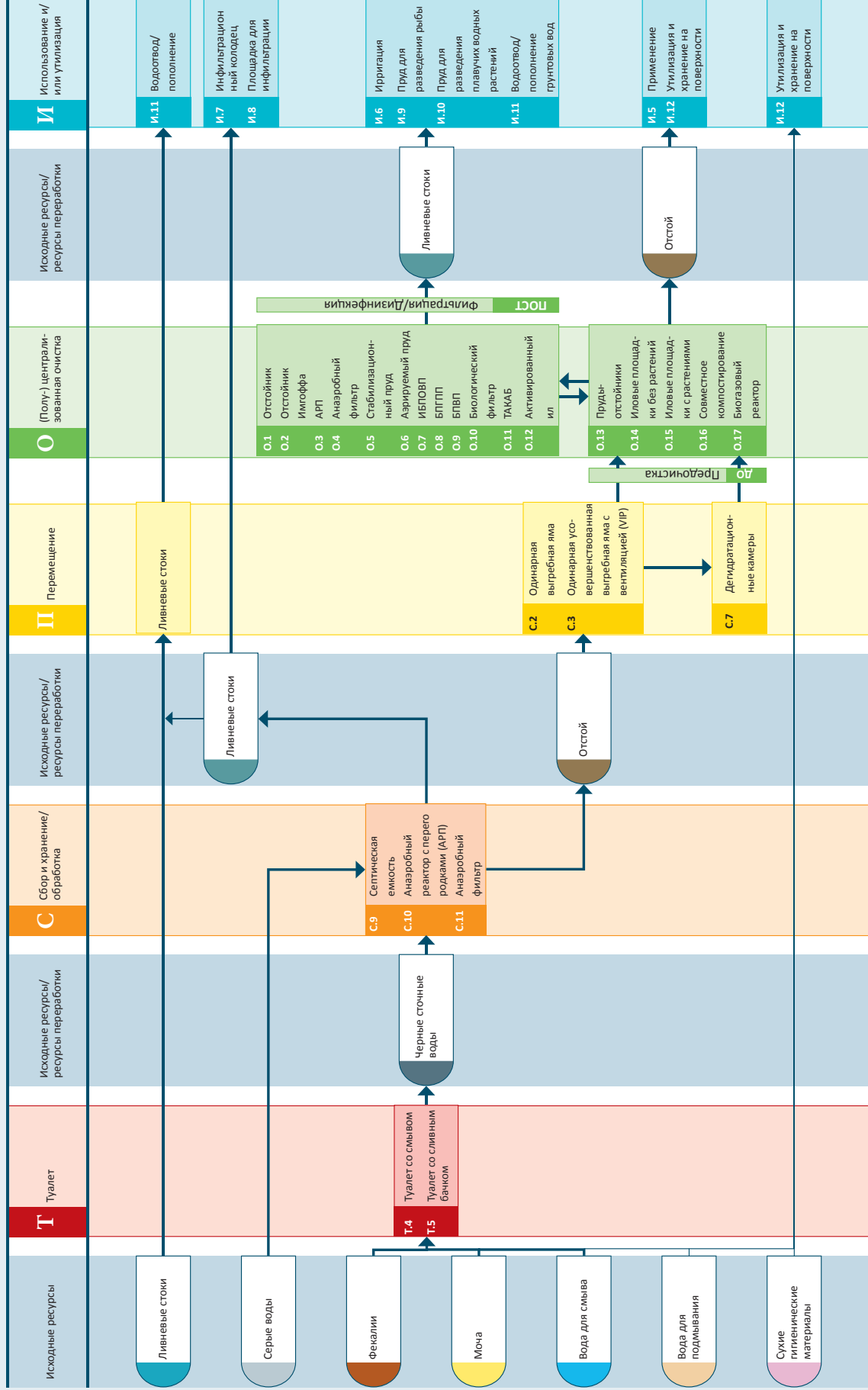
**Особенности.** Данная система больше подходит для сельской местности и пригородных районов, в которых есть достаточное пространство, регулярный источник органического субстрата для биогазового реактора, а также есть возможность применения сброженного органического осадка и биогаза. Сам реактор может сооружаться под землей (например, под землями сельскохозяйственного назначения и, в некоторых случаях, под дорогами), и соответственно, не требует много пространства. Хотя применение реактора возможно и в густонаселенных городских районах, важно обеспечить соответствующую очистку шлама, и на это нужно обратить особое внимание. Так как сброженный органический осадок образуется постоянно, должны быть созданы условия для его использования в течение всего года или его перевозки в другое место.

Биогазовый реактор может работать с большим количеством исходных продуктов, эта технология является наиболее подходящей, если есть отходы животноводства или в большом количестве доступны кухонные отходы. Например, большое количество биогаза может производиться на фермах, если навоз перерабатывается совместно с черными сточными водами, при этом нельзя добиться значительного производства газа, применяя только экскременты человека. Дерево и солома разлагаются медленно, поэтому следует избегать их наличия в субстрате. Достижение хорошего баланса экскрементов (человека и животных), органики и воды может занять некоторое время, но система обычно неприхотлива. Однако следует обращать внимание на то, чтобы не перегружать систему слишком большим количеством твердых веществ и слишком большим количеством жидкости (например, серые сточные воды не должны выводиться в биогазовый реактор, так как это значительно снижает время удержания жидкости).

Большинство типов сухих гигиенических материалов и органики могут помещаться в биогазовый реактор, но для ускорения переработки и обеспечения равномерной реакции во всей емкости следует измельчать крупные предметы.

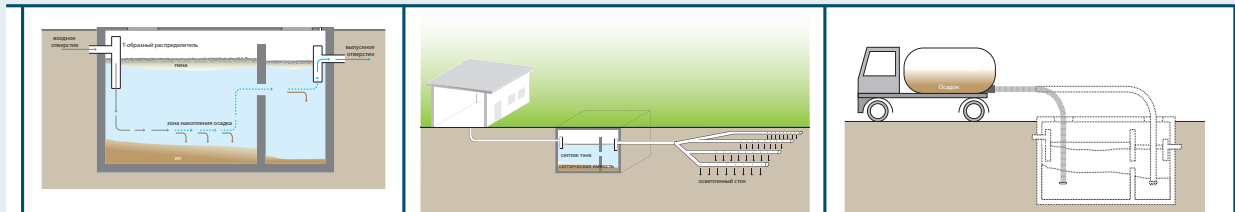
Руководства по безопасному использованию шлама опубликованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и на них ссылаются информационные листы по соответствующим технологиям.

## Система санитории 6: Система очистки черных сточных вод с инфильтрацией





## Система 6: Система очистки черных сточных вод с инфильтрацией



В данной системе используется вода, поэтому требуется наличие туалета со смывом, а также использование технологии сбора и хранения/очистки, рассчитанной на прием большого количества воды. Исходными продуктами для данной системы являются фекалии, моча, вода для смыва, вода для подмывания, сухие гигиенические материалы и серые сточные воды. Для данной системы могут использоваться два типа туалета: туалет со смывом (Т.4) или туалет со сливным бачком (Т.5). Дополнительно может устанавливаться уринал (Т.3). Туалет напрямую подключен к системе сбора и хранения/обработки образуемых черных сточных вод: для этого может использоваться либо отстойник (С.9), либо анаэробный реактор с перегородками (С.10), либо анаэробный фильтр (С.11). Анаэробный процесс снижает нагрузку по органическим веществам и патогенным организмам, при этом стоки непригодны для непосредственного использования. Серые сточные воды должны перерабатываться совместно с черными сточными водами с использованием такой же технологии сбора и хранения/очистки, но если есть необходимость рециркуляции воды, их следует перерабатывать отдельно (это не показано на шаблоне системы).

Сточные воды, образуемые во время сбора и хранения/очистки, могут направляться в землю для применения и/или утилизации через инфильтрационный колодец (И.7) или площадку для просачивания (И.8). Хотя это не рекомендуется, стоки также могут сбрасываться в ливневую канализацию для водоотвода/пополнения грунтовых вод (И.11). Такой вариант должен рассматриваться только в том случае, если качество стоков высокое, а также нет возможности для инфильтрации на месте или транспортировки в другое место.

Шлам, производимый при использовании технологии сбора и хранения/обработки, должен удаляться и перевозиться для последующей переработки. Могут применяться технологии опорожнения и транспортировки людскими силами (П.2) или опорожнения и транспортировки с применением техники (П.3). До очистки шлам является патогенным, поэтому следует избегать контакта с человеком, а также непосредственного применения в сельском хозяйстве. Удаляемый шлам должен перевозиться на специализированное предприятие по очистке шлама (О.13—О.17). В случае если такое предприятие недоступно, фекальный шлам может перевозиться на станцию временного хранения (П.7), из которой он будет перемещен на предприятие по очистке моторизованным транспортом (П.3).

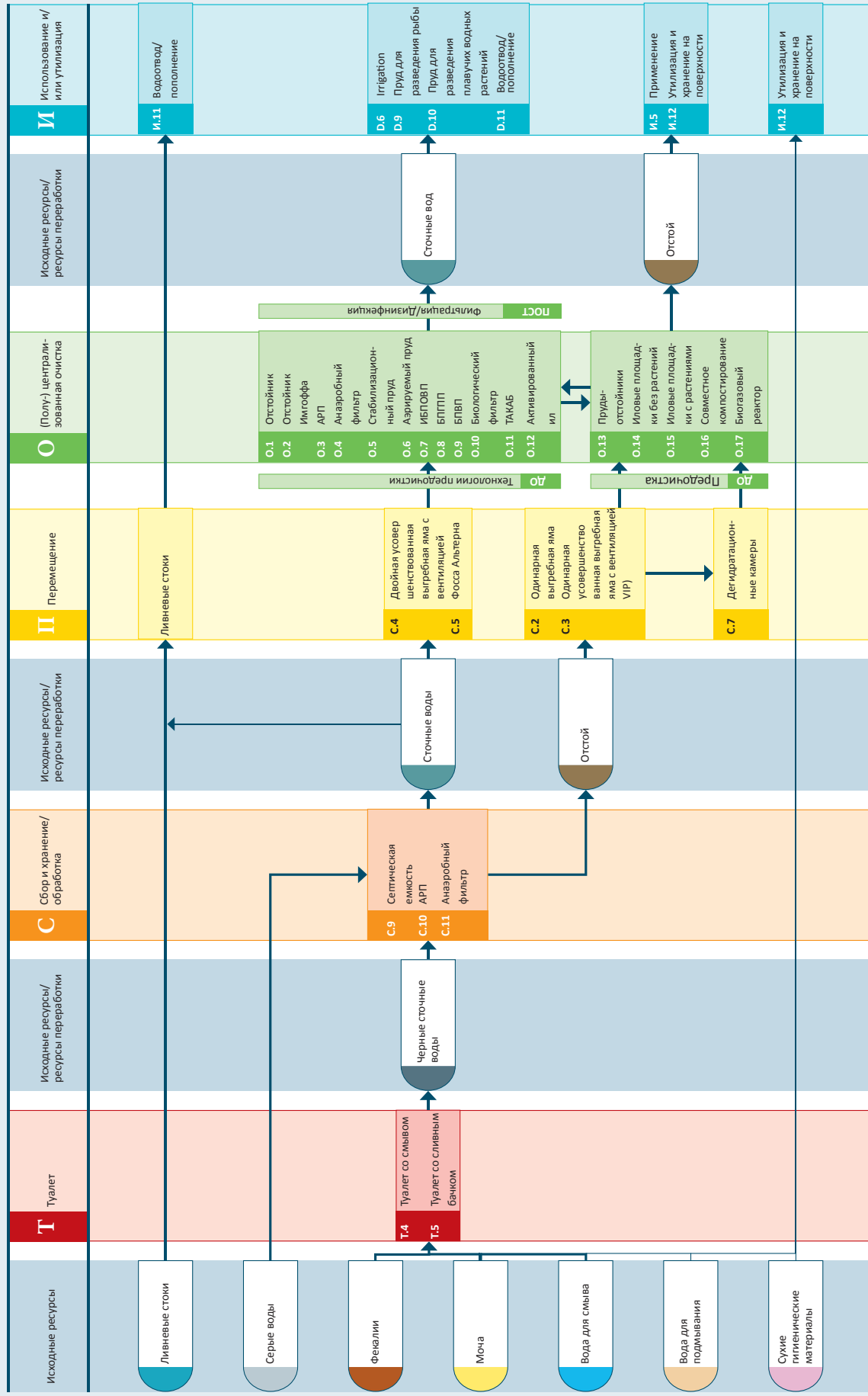
Схема выбора технологии, применяемой на предприятии по очистке фекального шлама, представлена в книге Странде и др., 2014 (см. раздел «Дополнительные инструменты и источники информации», стр. 9). Технологии (полу-) централизо-

ванной очистки (О.1—О.17) образуют как стоки, так и шлам, которые могут потребовать последующей обработки перед их использованием/утилизацией. Например, стоки из предприятий по очистке фекального шлама могут перерабатываться совместно со сточными водами в стабилизационных прудах (О.5) или искусственных водосборниках (О.7-О.9).

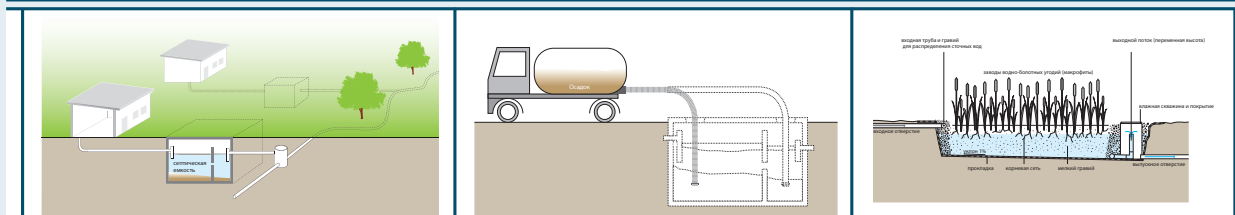
Варианты применения и/или очистки переработанных стоков, включая ирригацию (И.6), пруды для разведения рыбы (И.9), пруды для разведения плавучих водных растений (И.10) или отвод в водный объект (водоотвод/пополнение грунтовых вод, И.11). После соответствующей очистки шлам он может использоваться либо в сельском хозяйстве (И.5) либо доставляться в места хранения/утилизации (И.12).

**Особенности.** Данная система пригодна только для районов, где доступны услуги по удалению и транспортировке шлама, и где есть возможность перерабатывать и утилизировать шлам соответствующим образом. Технологии инфильтрации требуют наличия достаточного пространства, и почвы пригодной для впитывания стоков. Если это условие не выполняется, обратите внимание на систему 7 (система очистки черных сточных вод с перемещением стоков). Данная система может быть адаптирована для применения при холодных погодных условиях, даже в районах, где есть заморозки на почве. Для использования данной системы требуется наличие постоянного источника воды. Данная система с применением воды подходит при использовании воды для подмывания, а так как твердые вещества собираются и перерабатываются на месте, также можно использовать легко разлагаемые сухие гигиенические материалы. Однако, жесткие или неразлагаемые материалы (например, листья, ткань) могут привести к закупорке системы и вызвать проблемы при ее опорожнении, соответственно, их не следует использовать. В случае если сухие гигиенические материалы собираются отдельно, они должны утилизироваться соответствующим образом (например, поверхностная утилизация, И.12). Капитальные затраты на строительство данной системы значительные (выкапывание и установка оборудования для хранения и инфильтрации на месте), но эти затраты можно разделить на несколько домов, если система проектируется для большого количества пользователей. Руководства по безопасному использованию стоков и шлама опубликованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и на них ссылаются информационные листы по соответствующим технологиям.

## Система санитарии 7: Система очистки черных сточных вод с инфильтрацией



## Система 7: Система очистки черных сточных вод с перемещением стоков



Данная система характеризуется применением технологии удаления и очистки оседающих твердых частиц из черных сточных вод, и упрощенной системы канализации (П.4) или канализации при отсутствии твердых веществ (П.5) для перемещения стоков в (полу-) централизованную систему очистки сточных вод. Исходными продуктами для данной системы являются фекалии, моча, вода для смыва, вода для подмывания, сухие гигиенические материалы и серые сточные воды.

Данная система похожа на систему 6 (очистка черных сточных вод с инфильтрацией) за исключением системы очистки стоков, образуемых во время этапа сбора и хранения/очистки: стоки из септических емкостей (С.9), анаэробных реакторов с перегородками (С.10) или из анаэробных фильтров (С.11) поступают в (полу-) централизованную систему очистки сточных вод с помощью упрощенной системы канализации или канализации при отсутствии твердых веществ. Системы для сбора и хранения/обработки служат в качестве промежуточных приемников и позволяют использовать упрощенные системы канализации с трубами меньшего диаметра, так как стоки не содержат оседающих твердых веществ. Так же как при применении системы 6 сточные воды могут сбрасываться в ливневую канализацию для водоотвода/пополнения грунтовых вод (И.11), хотя такой подход не рекомендуется. Такой вариант должен рассматриваться только в том случае, если качество стоков высокое, а также нет возможности для транспортировки на предприятие по очистке.

Стоки перевозятся на предприятие по очистке с помощью комбинации технологий О.1—О.12. Так же как и в системе 6 шлам, образуемый во время сбора и хранения/обработки, должен перевозиться на специализированное предприятие для его последующей переработки (О.13—О.17).

Схема выбора технологии, применяемой на предприятии по переработке фекального шлама, представлена в книге Странде и др., 2014 (см. раздел «Дополнительные инструменты и источники информации сектора развития санитарии», стр. 9). Технологии (полу-) централизованной очистки (О.1—О.17) образуют как стоки, так и шлам, которые могут потребовать последующей очистки перед их использованием/утилизацией. Например, стоки из предприятий по очистке фекального шлама могут перерабатываться совместно со сточными водами в стабилизационных прудах (О.5) или искусственных биоинженерных прудах (О.7—О.9).

Варианты применения и/или утилизации очищенных стоков включают ирригацию (И.6), пруды для разведения рыбы (И.9), пруды для разведения плавучих водных растений (И.10) или отвод в водный объект (водоотвод/пополнение грунтовых вод, И.11). После соответствующей очистки шлам может использоваться либо в сельском хозяйстве (И.5) либо доставляться в места хранения/утилизации (И.12).

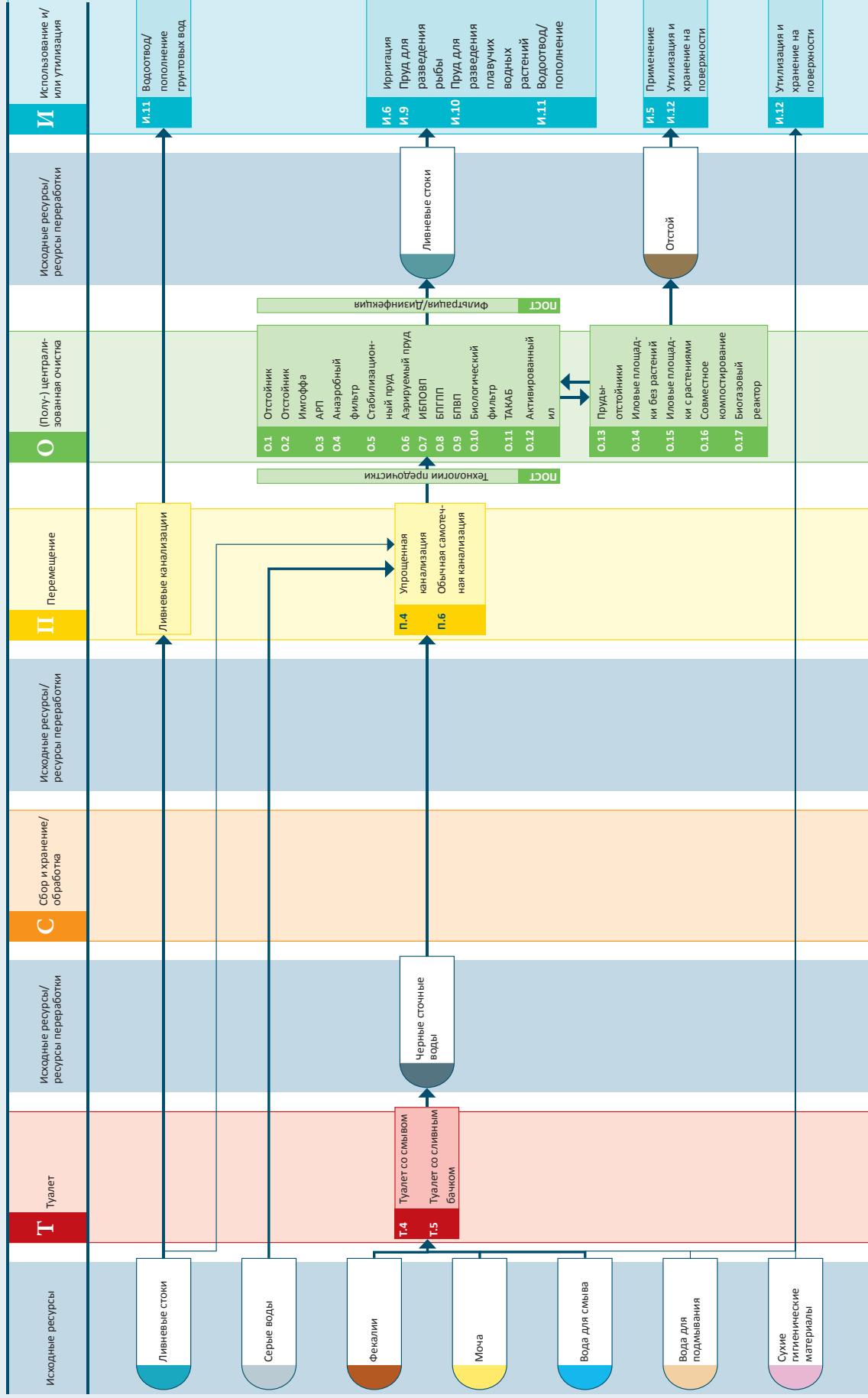
**Особенности.** Данная система особенно подходит для городских районов, в которых почва непригодна для инфильтрации стоков. Так как канализационная сеть прокладывается близко к поверхности и (в идеале) является герметичной, система также применима для районов с высоким уровнем грунтовых вод. Данная система может быть использована при улучшении существующей системы путем внедрения новых технологий сбора и хранения/очистки (например, установка септической емкости) и улучшения качества очистки.

Успешное применение данной системы зависит от осознания пользователями необходимости обеспечения работы и обслуживания канализационной сети. Можно назначить человека или организацию, которая будет отвечать за это от имени пользователей. Также должен использоваться доступный и систематический метод удаления шлама из промежуточных приемников, так как приемник одного из пользователей, который обслуживается неправильно, может отрицательно повлиять на работу всей канализационной сети. Также важно надлежащее функционирование и правильное обслуживание предприятия по очистке. В некоторых случаях управление данными предприятиями осуществляется на муниципальном или региональном уровне. В случае если применяются более локальные, мелкомасштабные решения (например, искусственные биоинженерные пруды), обязанности по их эксплуатации и техническому обслуживанию могут распределяться между местными жителями.

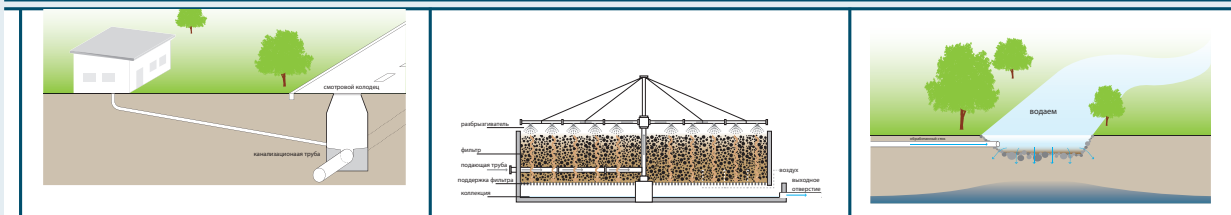
Данная система с применением воды подходит для использования воды для подмывания, а так как твердые вещества собираются и перерабатываются на месте, также можно использовать легко разлагаемые сухие гигиенические материалы. Однако, жесткие или неразлагаемые материалы (например, листья, ткань) могут привести к закупорке системы и вызвать проблемы при ее опорожнении, соответственно, их не следует использовать. В случае если сухие гигиенические материалы собираются отдельно, они должны утилизироваться соответствующим образом (например, поверхностная утилизация, И.12).

При организации транспортировки стоков на (полу-) централизованные предприятия по очистке капитальные затраты на строительство такой системы будут значительными. Установка технологии сбора и хранения/обработки на месте может быть дорогой, но проект и установка упрощенной системы канализации или системы для жидкостей без твердых веществ может быть значительно дешевле, чем устройство обычной самотечной канализационной сети. Наличие предприятия по очистке вне места сбора и хранения также является важным фактором, влияющим на стоимость, особенно, если оно полностью отсутствует. Руководства по безопасному использованию стоков и шлама опубликованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и на них ссылаются информационные листы по соответствующим технологиям.

## Система санитарии 8: Система очистки черных сточных вод с перемещением стоков



## Система 8: Вывод черных сточных вод в (полу-) централизованную систему очистки



Это система с применением воды, в которой черные сточные воды выводятся в централизованную или полуцентрализованную систему очистки. Важной характеристикой данной системы является то, что отсутствуют средства сбора и хранения/обработки. Исходными продуктами для данной системы являются фекалии, моча, вода для подмывания, сухие гигиенические материалы и, возможно, ливневые стоки.

Для данной системы могут использоваться два типа туалета: туалет со смывом (Т.4) или унитаз со сливным бачком (Т.5). Дополнительно может устанавливаться уринал (Т.3). Черные сточные воды, образуемые в туалете, а также серые сточные воды напрямую направляются в (полу-) централизованную систему очистки с помощью упрощенной (П.4) или обычной самотечной канализационной сети (П.6).

Ливневые стоки также могут попадать в самотечную канализационную сеть, хотя она будет разбавлять сточные воды и при этом потребуются включить в систему отвод воды необходимый при избытке ливневой воды. Поэтому, рекомендуемым подходом является создание локальной системы удержания и инфильтрации ливневых стоков или отдельной дренажной системы для дождевой воды.

Так как сбор и хранения/обработка отсутствуют, все черные сточные воды перемещаются в (полу-) централизованную систему очистки. Включение нефекальных стоков в технологию транспортировки способствует тому, что твердые вещества не скапливаются в канализационной сети.

Для очистки перемещенных черных сточных вод требуется применение комбинации технологий О.1—О.12. Шлам, образованный при применении данных технологий должен подвергаться последующей обработке на специализированном предприятии (технологии О.13—О.17) перед последующим использованием и/или утилизацией.

Варианты применения и/или утилизации очищенных стоков включают ирригацию (И.6), пруды для разведения рыбы (И.9), пруды для разведения плавучих водных растений (И.10) или отвод в водный объект (водоотвод/пополнение грунтовых вод, И.11). После соответствующей очистки шлам может использоваться либо в сельском хозяйстве (И.5) либо доставляться в места хранения/утилизации (И.12).

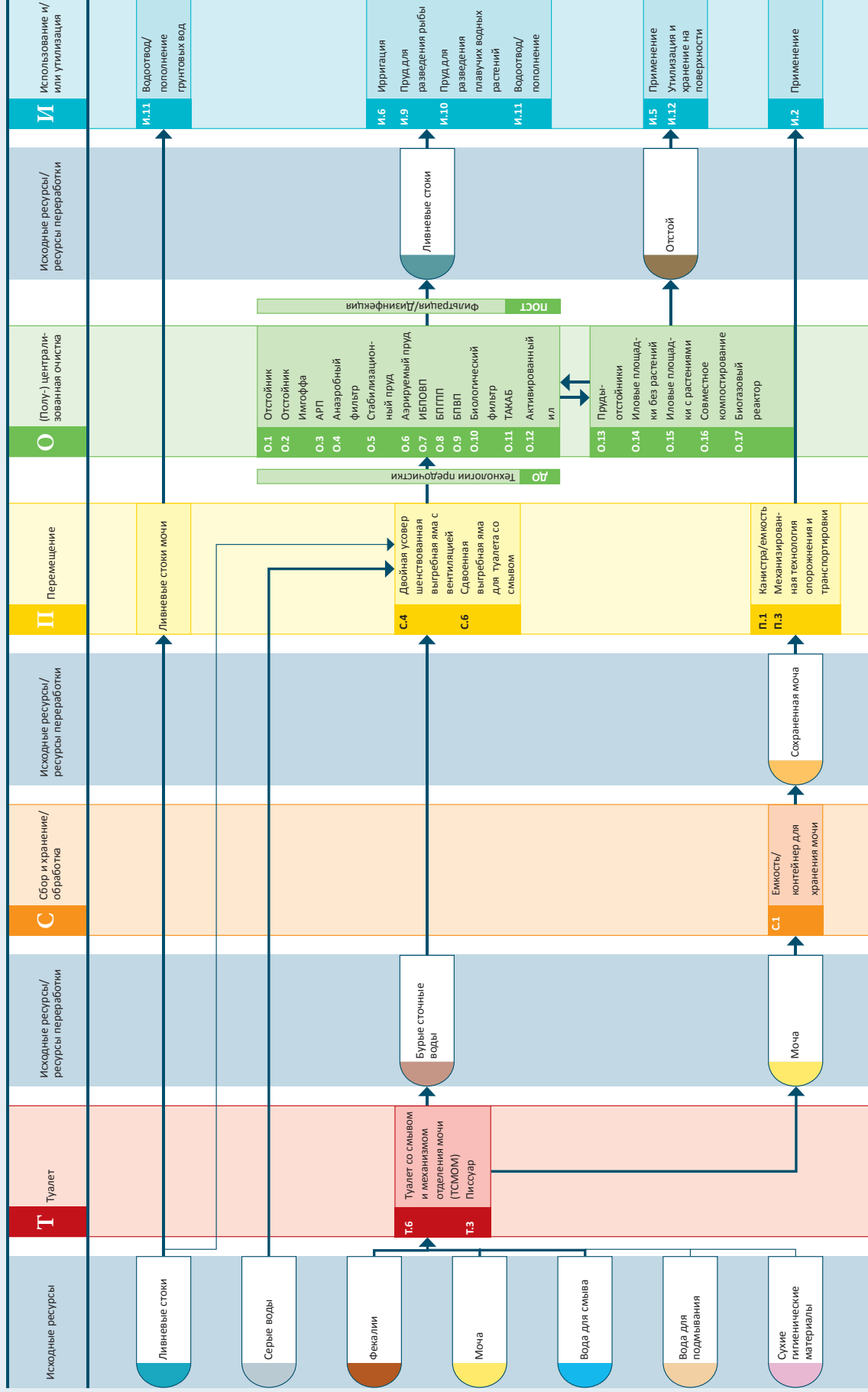
**Особенности.** Данная система особенно подходит для густонаселенных городских и пригородных районов, в которых нет или недостаточно места для применения технологий хранения на месте, а также для опорожнения. Система не очень подходит для сельской местности с низкой плотностью застройки. Так как канализационная сеть (в идеале) герметична, данная система пригодна для районов с высоким уровнем грунтовых вод. Необходима также постоянная подача воды, чтобы канализационные трубы не забивались.

Сухие гигиенические материалы могут направляться в систему или собираться и утилизироваться отдельно (например, поверхностная утилизация, И.12).

Капитальные затраты на строительство данной системы очень большие. Строительство обычной самотечной канализации требует большого количества земляных работ и укладки труб, что является затратным, при этом устройство упрощенной канализации обходится дешевле, если в данном районе возможно строительство многоквартирных домов. Возможно, пользователи будут вносить плату за работу и обслуживание системы. В зависимости от типа системы и структуры управления (упрощенная или обычная, под управлением города или местных жителей) у домовладельцев появляются различные обязанности по обеспечению функционирования и техническому обслуживанию системы.

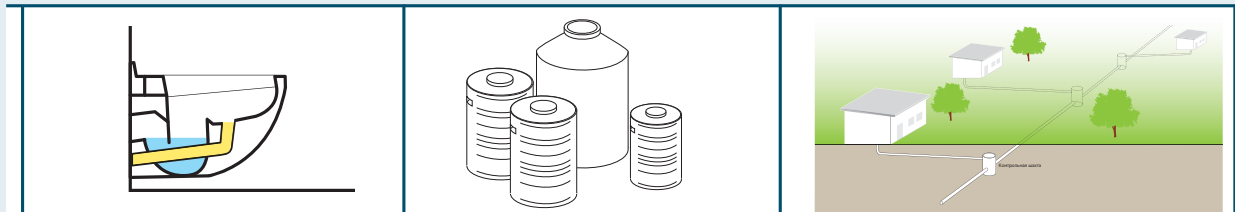
Данная система наилучшим образом подходит в том случае, если у пользователей есть желание и возможность вкладывать средства в строительство системы и нести расходы на техническое обслуживание, а также, если есть существующие системы канализации или предприятия очистки сточных вод, которые могут принять дополнительный поток. Руководства по безопасному использованию стоков и шлама опубликованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и на них ссылаются информационные листы по соответствующим технологиям.

## Система санитарии 9: Вывод черных сточных вод в (полу-) централизованную систему очистки





## Система 9: Канализационная система с раздельным сбором мочи



Для функционирования этой системы, основанной на использовании воды, необходим туалет со смывом с раздельным сбором мочи (ТИФО, Т.6) и канализационная система. Туалет со смывом и механизмом отделения мочи позволяет производить раздельный сбор мочи без использования воды, но при этом вода используется для смывания фекалий. Ресурсы, попадающие в систему, включают в себя фекалии, мочу, воду для смыва, воду для подмывания, сухие гигиенические материалы, серые воды и, возможно, ливневую воду.

Основной технологией для этой системы является туалет со смывом и механизмом отделения мочи (Т.6). В качестве дополнительной установки для эффективного сбора мочи может использоваться писсуар (Т.3). Бурые воды и моча разделяются прямо в туалете. Бурые воды не попадают в установку для сбора и хранения/обработки, а направляются напрямую в (полу-) централизованное предприятие по переработке через упрощенную (П.4) или обычную самотечную канализационную систему (П.6). Серые воды также направляются в канализационную систему и не подвергаются отдельной обработке.

Ливневая вода также может направляться в самотечную канализационную систему, что приведет к разбавлению сточных вод и необходимости системы отвода вод при переполнении канализации во время ливней. В связи с этим, рекомендуется использовать локальную систему удержания и инфильтрации ливневой воды, либо отдельную дренажную систему для дождевой воды. Моча, отделенная в туалете, попадает в емкость для хранения (С.1). Сохраненная моча с легкостью поддается обработке и не представляет значительного риска, поскольку является почти стерильной. Поскольку моча характеризуется высоким содержанием питательных веществ, то ее можно использовать в качестве эффективного жидкого удобрения. Отделенную и собранную мочу для использования в сельском хозяйстве (И.2) перевозят в канистрах или специальной емкости (С.1), либо транспортируют с помощью механизированного оборудования для опорожнения и транспортировки (С.3), которое также используется для транспортировки воды или ила на поля.

Сточные воды перерабатываются на (полу-) централизованном предприятии по очистке сточных вод с использованием комбинации технологий О.1-О.12. Перед использованием и/или утилизацией ил/шлам, получаемый с помощью этих технологий, подвергается дальнейшей обработке на специализированном предприятии по переработке ила (технологии О.13-О.17). Методы использования и/или утилизации очищенных сточных вод включают ирригацию (И.6), организацию прудов для разведения рыбы (И.9), организацию прудов для разведения плавучих водных растений (И.10), либо отвод вод в водный резервуар (водоотвод/восстановление запасов подземных вод И.11). После надлежащей обработки ил/шлам либо используется в сельском хозяйстве (И.5), либо перемещается на предприятие по хранению/утилизации (И.12).

**Особенности.** Эта система используется только в том случае, если существует необходимость в отведении мочи и/или желание снизить расход воды с помощью туалета с механизмом отделения мочи и слабым смывом (несмотря на то, что при этом для функционирования системы в любом случае необходим постоянный приток воды). Кроме того, эта система повышает эффективность работы водоочистных сооружений в случае, если в обычном режиме они перегружены; при этом снижение количества питательных веществ (за счет удаления мочи) позволяет оптимизировать процесс обработки. Тем не менее, если водоочистные сооружения работают с неполной нагрузкой (т.е. если предприятие было спроектировано с чрезмерным запасом), то использование этой системы может усугубить проблему. В зависимости от типа используемой канализации эта система может быть приспособлена для территории с плотной городской застройкой или пригорода. Эта система не очень подходит для сельской местности с низкой плотностью застройки. Поскольку канализационная сеть является (в идеальном случае) герметичной, ее также можно использовать на территории с высоким уровнем подземных вод.

Сухие гигиенические средства могут направляться на обработку в систему, либо их могут собирать и утилизировать отдельно (например, в рамках поверхностной утилизации, И.12).

Туалеты со смывом и механизмом отделения мочи используются нечасто и требуют высоких капитальных затрат. Частично это обусловлено ограниченной конкуренцией на рынке предприятий производящих туалеты, а также связано с тем фактом, что двойная прокладка труб требует высокого качества исполнения работ. Организация обычной самотечной канализации требует проведения масштабных земляных и монтажных работ, что является затратным, при этом установка упрощенной канализационной системы обычно обходится дешевле, если на данной территории допускается строительство многоэтажных домов. Возможно, пользователям придется вносить плату за функционирование и обслуживание системы. В зависимости от типа канализации и структуры управления (упрощенная или обычная, под управлением городских или районных органов, с функцией транспортировки и использования мочи) у домовладельцев появляются различные обязанности по эксплуатации или техническому обслуживанию системы.

Эта система является наиболее предпочтительной в том случае, если у ее пользователей есть желание и возможность вкладывать средства в строительство системы и оплачивать расходы на ее техническое обслуживание, а также в случае, если на территории уже имеются водоочистные сооружения, которые обладают достаточной мощностью для очистки дополнительного потока. Руководства по безопасному использованию стоков и шлама опубликованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), и на них ссылаются информационные листы по соответствующим технологиям.



## Часть 2: Описание функциональных групп с учетом информационных листов по технологиям

Во второй части справочника приведен краткий обзор различных технологий санитарии из разных функциональных групп, в котором описываются способы их эксплуатации, а также их преимущества и недостатки.

Для каждой технологии, описанной в шаблонах системы, был разработан **информационный лист**, в котором содержится схема, краткое описание технологии, а также рассматриваются возможности применения этой технологии и связанные с этим ограничения. На следующих двух страницах объясняются правила расшифровки информационных листов по технологиям.

Двухстраничное описание технологий не является руководством по проектированию системы или техническим руководством; его следует рассматривать в качестве отправной точки для дальнейшего детального проектирования. Кроме того, описание технологии может использоваться для разработки новых идей и служить темой для обсуждения среди инженеров и разработчиков в случае, если ранее ими не были рассмотрены все возможные варианты.

Технологии распределены по группам и обозначены разными цветами с учетом соответствующей функциональной группы:

- Т** Туалет (Технологии, Т.1-Т.6): красный,
- Х** Сбор и хранение/обработка (Технологии, С.1-С.12): оранжевый,
- П** Перемещение (Технологии, П.1-П.7): желтый,
- О** (Полу-) централизованная очистка (Технологии предочистки, О.1-О.17, технологии последующей обработки): зеленый,
- У** Использование и/или утилизация (Технологии, И.1-И.13): синий.

Каждая технология в рамках функциональной группы имеет определенный идентификационный код, который состоит из одной буквы и цифры, при этом буква обозначает функциональную группу (например, Т соответствует туалету), а число от меньшего к большему указывает на примерную потребность в ресурсах (например, экономических, материальных и человеческих), которая возникает при использовании конкретной технологии в сравнении с другими технологиями в рамках одной группы.

В заключительном разделе описаны новейшие технологии, которые хотя и находятся на этапе разработки и тестирования, но являются многообещающими для дальнейших целей применения.

## Расшифровка информационных листов по технологиям

На следующей схеме представлен образец заголовка на информационном листе по технологиям.

<b>1</b> <span style="background-color: orange; padding: 2px;">C.8</span>		<b>Компостирующая камера</b>		<b>Применимый к:</b> <b>Системе 2</b>		<b>2</b>
<b>Уровень применения:</b>		<b>Уровень управления:</b>		<b>Входящие ресурсы:</b>		<b>5</b>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">◆◆</span> Домохозяйство <b>3</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">◆</span> Микрорайон <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Город		<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">◆◆</span> Домохозяйство <b>4</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">◆◆</span> Совместное управление <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">◆</span> Общественное управление		<span style="background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Экскременты <span style="background-color: #e57373; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Фекалии <span style="background-color: #e8f5e9; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Органика (+ <span style="background-color: #fce4ec; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Сухие гигиенические материалы)		<b>6</b>
				<b>Исходящие ресурсы:</b>		<b>6</b>
				<span style="background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Компост <span style="background-color: #e0f2f1; border: 1px solid black; padding: 2px;"></span> Сточные воды		<b>6</b>

**1** Заголовок обозначен цветом, буквой и цифровым кодом. Цветовой код (оранжевый) и буква (X) обозначают, что технология относится к функциональной группе «Сбор и хранение/обработка (X)». Цифра (8) указывает на то, что эта технология является восьмой по счету в рамках данной функциональной группы.

Каждая страница с описанием технологии имеет такой же цвет, букву и цифровой код, что облегчает доступ к ней и позволяет создавать перекрестные ссылки.

**2** **Применимость к системе 2.** Эта запись обозначает, к какому шаблону системы относится данная технология. В данном случае компостирующая камера относится (исключительно) к системе 2. Остальные технологии могут быть применимы более чем к одной системе.

**3** **Уровень применения.** В этом заголовке определены три территориальных уровня:

- Уровень «*домохозяйство*» означает, что технология применима для одного или нескольких домохозяйств.
- Уровень «*микрорайон*» означает, что технология может использоваться в микрорайонах, состоящих от нескольких до нескольких сотен домохозяйств.
- Уровень «*город*» означает, что технология может применяться в масштабах города (либо одна установка для целого города, либо ряд установок в различных частях города).

Звезды используются для того, чтобы показать, насколько подходит данная технология для использования на конкретном уровне:

- *Две звезды* означают, что система является подходящей,
- *Одна звезда* означает, что система является менее подходящей, а
- *Отсутствие звезд* означает, что система не подходит для данного уровня.

Пользователь справочника может принять решение об использовании технологии на необходимом уровне в зависимости от конкретной ситуации, с которой он/она работает.

Графические символы, обозначающие уровень применения, дают лишь примерное представление об использовании технологии на этапе предварительного планирования.

Технологии в рамках функциональной группы «Туалет» не имеют уровня применения, поскольку предназначены для обслуживания нужд ограниченного числа людей.

**4** В графе «**Уровень управления**» описывается организационный метод, который наилучшим образом подходит для эксплуатации и технического обслуживания (эксплуатация и ТО) конкретной технологии:

- Уровень «*домохозяйство*» означает, что члены домохозяйства, например, семья, несут ответственность за эксплуатацию и ТО технологии.
- Уровень «*совместное управление*» означает, что группа пользователей (например, школа, районная организация или учреждение торговли) управляет эксплуатацией и ТО технологии, назначая лицо или комитет, которое (-ый) несет соответствующую ответственность от лица всех пользователей. Факт совместного пользования объектом определяется тем обстоятельством, что сообщество пользователей принимает решение о том, кто имеет право на пользование системой, а также о соответствующих обязанностях; участники группы пользователей определяются самими пользователями.
- Уровень «*общественное управление*» описывает системы, которые находятся под управлением организации или государства, при этом обязанности по эксплуатации и ТО выполняет орган, который обслуживает систему. Как правило, право на доступ к коммунальным услугам получают только те пользователи, которые могут их оплатить.

В представленном примере компостирующая камера может иметь три вида управления, даже несмотря на то, что эта система является менее пригодной для общественного пользования.

Технологии в рамках функциональной группы «Туалет» не имеют уровня управления, поскольку их техническое обслуживание зависит от использования других технологий, а не только от типа туалета..

**5** В графе «**Входящие ресурсы**» описываются ресурсы, которые попадают в соответствующую технологию.

Иконки, **не заключенные в скобки**, соответствуют стандартным входящим ресурсам, которые обычно попадают в технологию. В описании некоторых технологий эти ресурсы представляют собой альтернативные ресурсы или варианты (возможности), не всех из которых являются обязательными. Таким образом, обычные иконки обозначают «*обязательные ресурсы*» или «*варианты обязательных основных продуктов*».

Ресурсы, **заклученные в скобки** (**()**), представляют собой *дополнительные (необязательные) ресурсы*, которые могут быть или могут не быть использованы, либо представлены в виде входящих ресурсов в зависимости от конструкции или условий функционирования системы.

Если продукт *смешивается* с другим продуктом, эта ситуация обозначается знаком **плюс +**. Продукт, указанный после знака +, соединяется с предшествующим продуктом. Другими словами, оба продукта, указанные по разные стороны от знака +, входят в структуру конкретной технологии и смешиваются друг с другом.

В указанном примере экскреты или фекалии (если в качестве интерфейса пользователя используется сухой унитаз с меха-

низмом отделения мочи) и органические вещества представляют собой основные ресурсы, предназначенные для обработки в компостирующей камере. В систему также могут попадать сухие гигиенические средства (скобка указывает на то, что этот входящий ресурс является дополнительным и необязательным при использовании туалетной бумаги и биоразлагаемых сухих гигиенических средств). Сухие гигиенические средства не отделяются от экскрет или фекалий на уровне интерфейса пользователя, в связи с чем, попадают в компостирующую камеру вместе с предыдущими продуктами (обозначены знаком +). Вода для подмывания *не* должна попадать в компостирующую камеру, в связи с чем она не указана в списке.

**6** В графе «**Исходящие ресурсы**» описываются ресурсы, которые образуются на выходе из конкретной технологии.

Иконки, **не заключенные в скобки**, обозначают стандартные исходящие ресурсы, которые обычно образуются на выходе из данной технологии.

Ресурсы, **заклученные в скобки** (**()**), представляют собой *дополнительные (необязательные) ресурсы*, которые могут быть или могут не быть представлены в качестве исходящих ресурсов в зависимости от конструкции и условий функционирования системы.

Если эти ресурсы *смешиваются* с другими продуктами, то эта ситуация обозначается знаком **плюс +**. Продукт, указанный после знака + соединяется с предшествующим продуктом. Другими словами, оба продукта, указанные по разные стороны от знака +, образуются на выходе из технологии в смешанном виде.

В указанном примере компостирующая камера производит два разных продукта: компост и сток (фильтрат).

В этом разделе описываются технологии, с которыми взаимодействует пользователь, например, тип унитаза, пьедестал, чаша или писсуар, который использует пользователь. Туалет должен защищать пользователя от контакта с человеческими испражнениями во избежание заражения через фекальное загрязнение. Существует два основных типа туалетов: сухие технологии, которые функционируют без использования воды (Т.1-Т.3), и технологии с применением воды, для правильного функционирования которых требуется постоянный приток воды (Т.4-Т.6). Разные виды технологий туалета формируют различные типы исходящих ресурсов. Тип формируемых ресурсов влияет на методы дальнейшего сбора и хранения/обработки отходов.

- Т.1 Сухой туалет
- Т.2 Сухой туалет с механизмом отделения мочи (СТМОМ)
- Т.3 Писсуар
- Т.4 Туалет со смывом
- Т.5 Туалет со сливным бачком
- Т.6 Туалет со смывом и механизмом отделения мочи (ТСМОМ)





В любом случае выбор технологии обычно зависит от следующих факторов:

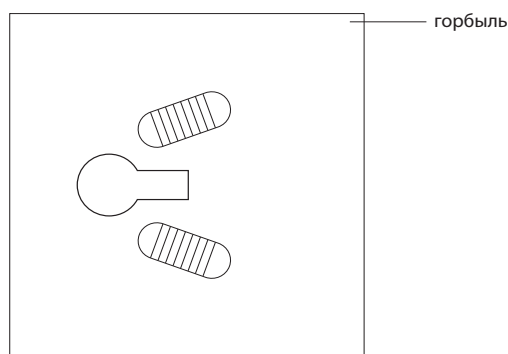
- Наличие воды для смыва
- Привычки и предпочтения пользователей (сидение непосредственно на унитазе или приседание над ним, использование воды для подмывания или туалетной бумаги)
- Особые потребности групп пользователей
- Доступность материалов
- Совместимость с технологией дальнейшего сбора и хранения/обработки отходов или перемещения



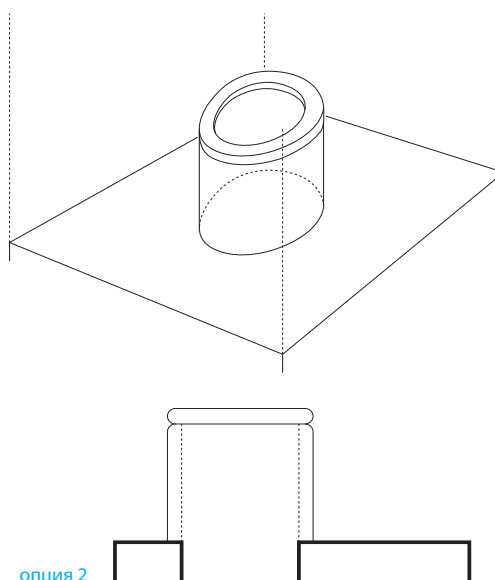




		<b>Входящие ресурсы:</b>  Фекалии  Моча  Вода для подмывания) (  Сухие гигиенические материалы)
		<b>Исходящие ресурсы:</b>  Экскременты (+  Вода для подмывания) (+  Сухие гигиенические материалы)



опция 1



опция 2

**Сухой туалет** – это туалет, который функционирует без воды для смыва. Сухой туалет может включать в себя унитаз, на котором сидит пользователь, либо напольный унитаз, над которым необходимо присесть на корточки. В обоих случаях испражнения (моча и фекалии) выводятся через специальное отверстие.

В рамках настоящего справочника термин «сухой туалет», в частности, описывает унитаз, на котором или над которым пользователь сидит. В других литературных источниках термин «сухой туалет» может означать ряд технологий, либо сочетание технологий (особенно при использовании выгребных ям).

**Особенности конструкции.** Сухой туалет обычно размещается над выгребной ямой; в случае, если используются две выгребные ямы, унитаз или напольный унитаз должен быть спроектирован таким образом, чтобы его можно было приподнять и переместить с одной выгребной ямы на другую.

Размер напольного унитаза или основания унитаза (пьедестала) должен соответствовать размеру выгребной ямы для того, чтобы обеспечить безопасность для пользователя и предотвратить просачивание ливневой воды в выгребную яму (поскольку это может вызвать ее переполнение). Отверстие можно закрыть с помощью люка, предотвратив таким образом нежелательное появление насекомых или грызунов.

Унитазы (пьедесталы) и напольные унитазы могут быть сформированы на месте из бетона (при наличии песка и цемента). Также могут использоваться модели из стеклопластика, фарфора и нержавеющей стали. Для быстрого и эффективного производства сразу нескольких унитазов используются деревянные или металлические формы.

**Приемлемость.** Пользование сухим туалетом не вызывает проблем у большинства людей, однако необходимо учитывать, что пожилые пользователи или пользователи с ограниченными возможностями могут испытывать определенные трудности. При строительстве сухого унитаза на месте его необходимо спроектировать таким образом, чтобы он отвечал потребностям целевых пользователей (например, создание унитазов меньшего размера для детей). Поскольку в этом случае отсутствует необходимость в разделении мочи и фекалий, эти модели представляют собой наиболее простые и комфортные с физиологической точки зрения туалеты.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Сидение на корточках является естественным для многих людей положением, в связи с чем напольный унитаз, в отношении которого осуществляется надлежащий уход, может представлять собой наиболее приемлемый вид туалета.

Поскольку в сухих туалетах не используется гидравлический затвор, то может появиться неприятный запах в зависимости от того, какая система сбора и хранения/обработки подсоединена к унитазу.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Поверхность для сидения или стояния должна быть чистой и сухой во избежание распространения болезнетворных микроорганизмов/инфекционных заболеваний и в целях сокращения неприятного запаха.





У этих моделей отсутствуют механические детали, в связи с чем сухой унитаз не требует ремонта за исключением случаев, когда происходит растрескивание поверхности.

**Плюсы и минусы**

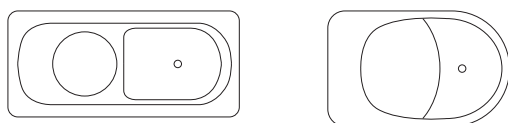
- + Нет необходимости в постоянном притоке воды
- + Унитаз можно соорудить и отремонтировать с помощью подручных материалов
- + Низкий уровень капитальных и эксплуатационных расходов
- + Туалет подходит для всех типов пользователей (пользователь сидит на унитазе, либо присидает над ним, использует воду для подмывания, либо туалетную бумагу)
- Обычно присутствует неприятный запах (даже в том случае, если камера или выгребная яма, которая используется для сбора испражнений, оснащена вентиляционной трубой)
- Можно увидеть скопление испражнений за исключением случаев, когда выгребная яма является достаточно глубокой
- Трудно предотвратить появление переносчиков инфекций, например, мух, при условии, что в данном случае не используются ловушки для мух и специальные крышки

**Список литературы и дополнительные источники**

- Brandberg, B. (1997). *Latrine Building. A Handbook for Implementation of the Sanplat System*. Intermediate Technology Publications, London, UK. pp. 55-77.  
(В источнике описаны принципы комплектации напольных унитазов, а также заготовки для создания основы конструкции, опоры для ног, разделителей и т.д.)
- CAWST (2011). *Introduction to Low Cost Sanitation. Latrine Construction. A CAWST Construction Manual*. Centre for Affordable Water and Sanitation Technologies (CAWST), Calgary, CA.  
Ссылка на источник: [www.cawst.org](http://www.cawst.org)  
(Очень подробное руководство по сооружению различных типов напольных унитазов)
- Morgan, P. R. (2007). *Toilets That Make Compost . Low-Cost, Sanitary Toilets That Produce Valuable Compost for Crops in an African Context*. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)  
(Подробное описание процесса создания опорных колец и напольных унитазов (с. 7-35), а также пьедесталов с использованием исключительно песка, цемента, полимерной пленки и проволоки)
- Morgan, P. R. (2009). *Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP*. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- Reed, B. (2012). *An Engineer's Guide to Latrine Slabs*. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.  
Ссылка на источник: [wedc.lboro.ac.uk/knowledge/booklets.html](http://wedc.lboro.ac.uk/knowledge/booklets.html)  
(Подробное руководство, в котором содержится основная информация и список вопросов по проектированию, строительству и техническому обслуживанию.)

		<b>Входящие ресурсы:</b>  Фекалии  Моча  (Вода для подмывания)  (Сухие гигиенические материалы)
		<b>Исходящие ресурсы:</b>  Экскременты (+  Вода для подмывания) (+  Сухие гигиенические материалы)

Для пользователей применяющих сухие гигиенические материалы



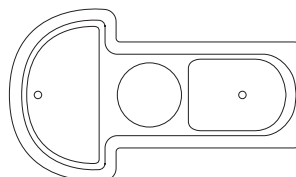
Опция 1

моча

Опция 2

моча

Для пользователей использующих воду для подмывания



Опция 3

Вода для подмывания

моча

**Сухой туалет с механизмом отделения мочи (СТМОМ)** – это туалет, для функционирования которого не требуется вода и который включает в себя унитаз в котором используется разделитель, позволяющий пользователю без особых усилий отделить мочу от фекалий.

Сухой туалет с механизмом отделения мочи устроен таким образом, что моча скапливается в передней части унитаза и сливается из нее, при этом фекалии попадают в большой желоб (отверстие) в задней части туалета. В зависимости от того, какая технология сбора и хранения/обработки используется в данном случае, после дефекации в отверстие добавляют высушивающее средство, например, известь, золу или землю.

**Особенности конструкции.** Необходимо, чтобы две части унитаза были правильно разделены для того, чтобы: а) фекалии не попадали в мочу и не засоряли область сбора мочи в передней части интерфейса, а также чтобы: б) моча не попадала в сухую часть унитаза.

Кроме того, существуют унитазы с 3 отдельными отверстиями, которые пропускают воду для подмывания в специальную третью чашу, отделенную от мочесборника и области для сбора фекалий. В зависимости от предпочтений пользователя для отделения мочи от фекалий может использоваться как унитаз с пьедесталом, так и напольный унитаз.

Моча разъедает большинство металлов, в связи с чем при строительстве сухого унитаза с механизмом отделения мочи и укладке труб необходимо избегать использования металлов. Для сокращения известкового налета все соединительные детали

(трубы), ведущие к накопительным резервуарам должны быть как можно более короткими; при укладке труб их необходимо установить под уклоном, по крайней мере, 1 %, при этом необходимо избегать острых углов (90°). Трубы диаметром 50 мм устанавливаются при крутом уклоне и в случае, если техническое обслуживание не является проблемой. Трубы с большим диаметром (> 75 мм) используются в других случаях, особенно при минимальном уклоне, а также на труднодоступных участках.

Чтобы предотвратить появление неприятного запаха в трубах, в мочесборник устанавливают специальный затвор.

**Приемлемость.** Сухой туалет с механизмом отделения мочи легко спроектировать и построить, при этом для его изготовления используются такие материалы, как бетон и проволоочная сетка, либо пластмасса. Конструкцию сухого туалета с механизмом отделения мочи можно подстраивать под потребности особых групп населения (например, строить унитазы меньшего размера для детей, создавать конструкции для людей, предпочитающих сидеть над унитазом и т.д.).

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Для некоторых пользователей модель сухого туалета с механизмом отделения мочи не является интуитивно понятной или привычной на первый взгляд. Во-первых, пользователи могут сомневаться в необходимости использования этой модели, а допущенные ошибки (например, попадание фекалий в мочеиспускательник) приводят к тому, что другие пользователи отказываются от этого типа туалета. Для того, чтобы добиться популярности среди пользователей, необходимо использовать демонстрационные

проекты и обучающие материалы. Для того, чтобы добиться большего одобрения и избежать попадания фекалий в моче-приемник, в туалет можно оснастить писсуаром (Т.3), что позволит мужчинам мочиться стоя.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Поддержание чистоты сухого туалета с механизмом отделения мочи является немного более затруднительным, чем поддержание чистоты других типов туалетов в связи с отсутствием воды и необходимостью в разделении твердых фекалий и жидкой мочи. Не все туалеты одинаково подходят для пользователей, в связи с чем некоторые пользователи могут испытывать трудности с правильным разделением двух потоков, что может вызвать необходимость в дополнительной чистке и техническом обслуживании. Фекалии могут случайно попасть в мочесборник, что приводит к образованию засоров и возникновению проблем, связанных с очисткой..

Поверхности туалета необходимо регулярно очищать, чтобы предотвратить появление неприятного запаха и образование пятен. Запрещается наливать воду в унитаз для очистки. Вместо этого, для очистки сидения и внутренних емкостей используют влажную ткань. Некоторые виды унитазов являются съемными, в связи с чем их можно более эффективно очистить. Необходимо, чтобы фекалии были отделены от жидкости и оставались сухими. При очистке унитаза водой необходимо следить за тем, чтобы фекалии не смешивались с водой.

В связи с тем, что моча собирается отдельно, в трубах и на поверхностях, которые постоянно контактируют с мочой, могут образовываться кальций- и магнийсодержащие минеральные отложения, а также соли. Промывание чаши с использованием слабой кислоты (например, уксуса) и/или горячей воды позволяет предотвратить образование минеральных отложений и известкового налета. Более концентрированная (> 24% уксуса) кислота или раствор каустической соды (2 части воды и 1 часть соды) может использоваться для удаления засоров. Тем не менее, в ряде случаев может возникнуть необходимость в ручном удалении засора.

Затвор против неприятного запаха также требует периодического обслуживания. Важно проводить регулярную оценку его состояния.

#### Плюсы и минусы

- + Нет необходимости в постоянном притоке воды
- + При правильном использовании и техническом обслуживании отсутствуют проблемы, связанные с появлением мух или неприятного запаха
- + Туалет можно построить и отремонтировать с помощью подручных материалов
- + Низкий уровень капитальных и эксплуатационных расходов
- + Модель подходит для всех типов пользователей (пользователь либо сидит непосредственно на туалете, либо приседает над ним, использует либо воду для подмывания, либо туалетную бумагу)

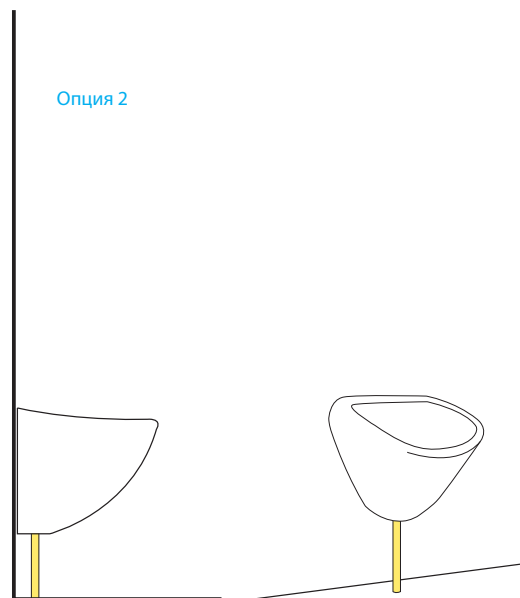
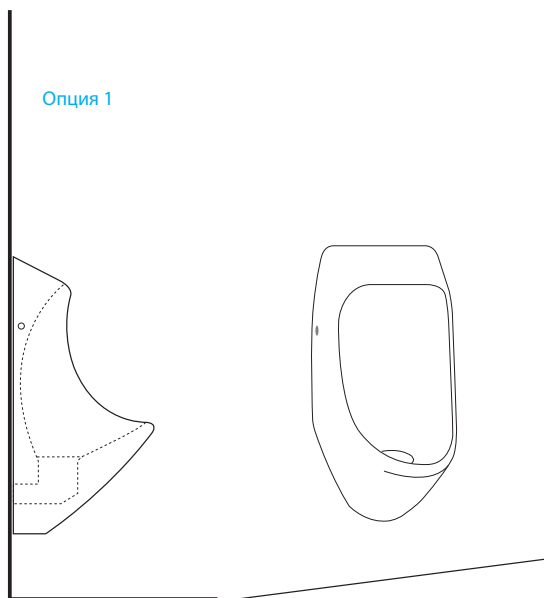
- Модели заводского производства не всегда доступны
- Для правильной эксплуатации туалета требуется обучение и согласие пользователей
- При использовании туалета часто нарушаются правила эксплуатации, и происходит засорение фекалиями
- Скопление испражнений заметно визуально
- Обычно мужчинам требуется отдельный писсуар для оптимального сбора мочи

#### Список литературы и дополнительные источники

- Morgan, P. R. (2007). Toilets That Make Compost. Low-Cost, Sanitary Toilets That Produce Valuable Compost for Crops in an African Context. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)  
(Provides step-by step instruction on how to build a UDDT using a plastic bucket and how to construct a Urine-diverting squat plate)
- Morgan, P. R. (2009). Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- von Münch, E. and Winker, M. (2011). Technology Review of Urine Diversion Components. Overview of Urine Diversion Components Such as Waterless Urinals, Urine Diversion Toilets, Urine Storage and Reuse Systems. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- NWP (2006). Smart Sanitation Solutions. Examples of Innovative, Low-Cost Technologies for Toilets, Collection, Transportation, Treatment and Use of Sanitation Products. Netherlands Water Partnership, The Hague, NL.  
Ссылка на источник: [www.ircwash.org](http://www.ircwash.org)
- Rieck, C., von Münch, E. and Hoffmann, H. (2012). Technology Review of Urine-Diverting Dry Toilets (UDDTs). Overview of Design, Operation, Management and Costs. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Winblad, U. and Simpson-Hébert, M. (Eds.) (2004). Ecological Sanitation. Revised and Enlarged Edition. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)

Входящие ресурсы:  Моча ( Вода для смыва )

Исходящие ресурсы:  Моча (+  Вода для смыва)



**Писсуар используется только для сбора мочи. Писсуары обычно предназначены для мужчин, хотя также существуют специальные модели для женщин. В большинстве писсуаров используется вода для смыва, однако все большую популярность приобретают безводные модели писсуаров.**

Писсуары для женщин состоят из приподнятой опоры и желоба, расположенного под углом, либо мочеприемника, через который моча попадает в систему сбора. Писсуары для мужчин могут представлять собой либо вертикальные устройства настенного типа, либо напольные унитазы, над которыми пользователь должен сидеть на корточках.

Выпускаются модели писсуаров с использованием или без использования воды, оснащенные соответствующим типом трубопровода. В интерфейсах, основанных на использовании воды, вода, главным образом, применяется для очистки устройства и сокращения неприятного запаха (с помощью гидравлического затвора).

**Особенности конструкции.** В писсуарах, которые функционируют с использованием воды, расход воды на одно смывание составляет от менее, чем 2 л в современных устройствах, до почти 20 л в устаревших моделях. Предпочтительным вариантом является использование технологий водосбережения или безводных технологий. Для сокращения неприятного запаха и потерь азота в простых безводных моделях писсуаров труба для сбора мочи должна быть погружена в мочесборник для формирования базового гидравлического затвора.

Безводные писсуары выпускаются в разную комплектацию. Некоторые писсуары оснащены затвором против неприятного запаха, который может состоять из механического затвора, мембраны или герметизирующей жидкости.

Количество разбрызгиваемой мочи можно сократить, установив на писсуар небольшую мишень или нарисовав муху рядом со сливным отверстием; подобная инструкция для пользователя позволяет повысить уровень чистоты в помещении. Поскольку писсуар предназначен исключительно для мочеиспускания, необходим также туалет для дефекации.

**Приемлемость.** Писсуары могут быть установлены как в домашних условиях, так и в местах общественного пользования. В ряде случаев установка писсуара необходима для предотвращения проблем, связанных с неправильной эксплуатацией сухих систем (например, сухого унитаза с механизмом отделения мочи, Т.2).

Переносные безводные писсуары были разработаны для использования в рамках крупных фестивалей, концертов и других мероприятий, связанных со скоплением людей, для повышения эффективности функционирования санитарно-технического оборудования и сокращения сосредоточенной нагрузки со стороны сточных вод, сбрасываемых на участок. В этом случае можно получить большой объем мочи (которую можно либо использовать, либо утилизировать на более подходящем участке или в более удобное время), при этом число оставшихся унитазов можно сократить или использовать более эффективно.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Писсуар представляет собой удобную и широко признанную модель туалета. Несмотря на простоту конструкции, писсуары в значительной степени влияют на благосостояние сообщества. Если у мужчин появляется доступ к писсуарам, они будут реже мочиться в общественных местах, что позволит сократить нежелательный неприятный запах и даст возможность женщинам чувствовать себя более комфортно. Большинство мужчин благосклонно относятся к безводным писсуарам, поскольку пользование этими интерфейсами не требует смены привычек.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Техническое обслуживание отличается простотой, однако его необходимо проводить часто, особенно при использовании безводных писсуаров. Необходимо регулярно очищать поверхности (чашу, напольную пластину и стены) для предотвращения неприятного запаха и сокращения пятен.

Например, при использовании безводных писсуаров в трубах и на поверхностях, которые постоянно контактируют с мочой, могут образовываться кальций- и магнийсодержащие минеральные отложения, а также соли. Промывание чаши с использованием слабой кислоты (например, уксуса) и/или горячей воды позволяет предотвратить образование минеральных отложений и известкового налета. Более концентрированную кислоту (> 24% уксуса) или раствор каустической соды (2 части воды и 1 часть соды) можно использовать для удаления засоров. Тем не менее, в ряде случаев возникает необходимость в ручном удалении засора.

При использовании безводных писсуаров необходимо регулярно оценивать состояние затвора против неприятного запаха.

#### Плюсы и минусы

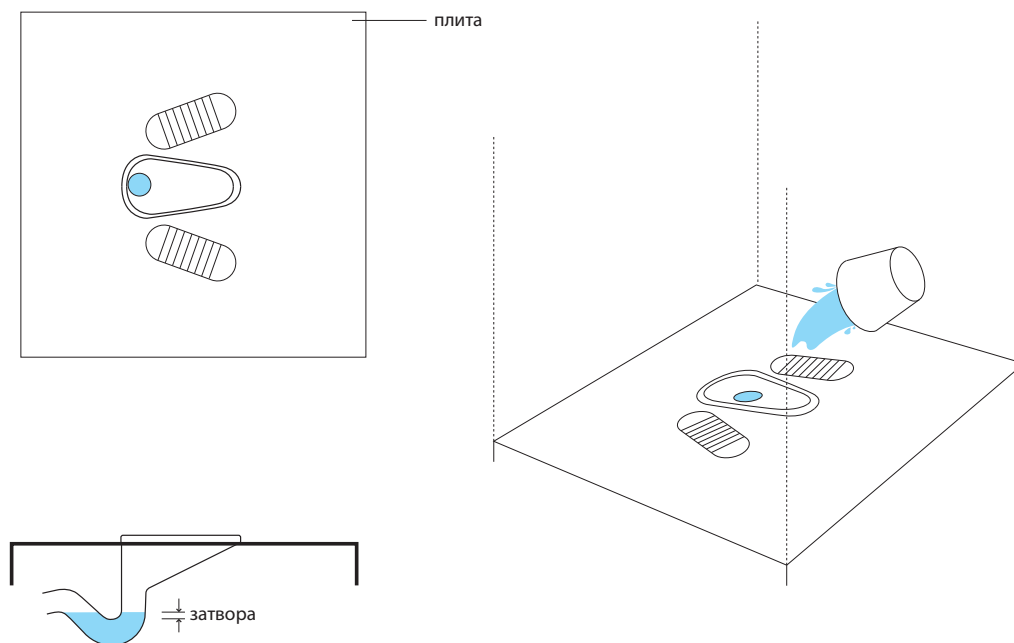
- + Для функционирования безводных писсуаров не требуется постоянный приток воды
- + Писсуар можно построить и отремонтировать с помощью доступных материалов
- + Низкий уровень капитальных и эксплуатационных расходов
- При неправильном использовании и техническом обслуживании интерфейса может появиться неприятный запах
- Модели для женщин не являются широко доступными

#### Список литературы и дополнительные источники

- Austin, A. and Duncker, L. (2002). Urine-Diversion. Ecological Sanitation Systems in South Africa. CSIR, Pretoria, ZA.  
(Инструкция по созданию простой модели писсуара с помощью пластикового контейнера объемом 5 л)
- von Münch, E. and Dahm, P. (2009). Waterless Urinals: A Proposal to Save Water and Recover Urine Nutrients in Africa. 34th WEDC International Conference. Addis Ababa, ET.  
Ссылка на источник: [wedc-knowledge.lboro.ac.uk](http://wedc-knowledge.lboro.ac.uk)
- von Münch, E. and Winker, M. (2011). Technology Review of Urine Diversion Components. Overview of Urine Diversion Components Such as Waterless Urinals, Urine Diversion Toilets, Urine Storage and Reuse Systems. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- NWP (2006). Smart Sanitation Solutions. Examples of Innovative, Low-Cost Technologies for Toilets, Collection, Transportation, Treatment and Use of Sanitation Products. Netherlands Water Partnership, The Hague, NL.  
Ссылка на источник: [www.ircwash.org](http://www.ircwash.org)

**Входящие ресурсы:**  Фекалии  Моча  
 Вода для смыва ( Вода для подмывания)  
( Сухие гигиенические материалы)

**Исходящие ресурсы:**  Черные сточные воды



По конструкции туалет со смывом включает в себя унитаз который напоминает стандартный унитаз со сливным бачком (Т.5), однако в данном случае вода добавляется пользователем, а не выходит из сливного бачка. При нарушении водоснабжения любой туалет со сливным бачком может использоваться в качестве туалета со смывом.

Как и унитаз со сливным бачком, унитаз со смывом оснащен гидравлическим затвором, который препятствует появлению неприятного запаха и мух из трубопровода. Вода наливается в чашу для вымывания экскрет из унитаза; обычно для этого достаточно 2-3 л воды. Объем и напор воды (часто для обеспечения напора вода сливается с определенной высоты) должен быть достаточным для проталкивания экскретов над изогнутым гидрозатвором.

В качестве туалетов со смывом могут использоваться унитазы с пьедесталом и напольные унитазы. В связи со спросом местные производители повысили объемы массового производства доступных по цене унитазов с пьедесталом или напольных унитазов со смывом.

**Особенности конструкции.** Гидравлический затвор в нижней части унитаза с пьедесталом или напольного унитаза со смывом должен быть установлен под углом, который составляет, по крайней мере, 25°. Во избежание засоров и для облегчения процесса очистки интерфейса гидравлический затвор делается из пластмассы или керамики (неотделанный или текстурированный бетон может вызывать более частые засоры). Гидрав-

лический затвор с С-образной формой определяет количество воды, необходимое для смыва. Оптимальная глубина погружения верхней части гидравлического затвора должна составлять примерно 2 см для сокращения объема воды, необходимой для смыва экскрементов. Диаметр затвора должен составлять примерно 7 см.

**Приемлемость.** Смывной унитаз подходит для пользователей, которые предпочитают сидеть на туалете или присесть над ним (унитаз с пьедесталом или напольный унитаз), а также для тех, кто использует воду для подмывания. Однако этот интерфейс может использоваться только при наличии постоянного притока воды. Для функционирования унитаза со смывом требуется (намного) меньше воды, чем для функционирования стандартного унитаза со сливным бачком. Тем не менее, в связи с тем, что в данном случае используется меньший объем воды, унитаз со смывом в большей степени подвержен засорам и требует более частого технического обслуживания. При наличии источника воды этот тип унитаза может быть установлен как в местах общественного пользования, так и в частном доме.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** При использовании унитаза с пьедесталом (или напольного унитаза) со смывом пользователь лишается необходимости видеть испражнения, оставленные предыдущими пользователями, или чувствовать их запах. В связи с этим обстоятельством этот вид интерфейса получил широкое признание. При условии правиль-



ной работы гидравлического затвора в данном случае практически отсутствует неприятный запах, а унитаз остается чистым и удобным в использовании.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** В связи с отсутствием механических деталей унитаза со смывом обладают высокой прочностью и редко требуют ремонта. Несмотря на тот факт, что этот туалет включает унитаз, который функционирует с использованием воды, его необходимо регулярно чистить для поддержания необходимого уровня гигиены, а также чтобы предотвратить появление пятен. В целях сокращения расхода воды, необходимой для смыва, и предотвращения засоров рекомендуется установить отдельное устройство для сбора сухих гигиенических средств и предметов женской гигиены и не допускать смывания указанных средств в унитаз.

#### Плюсы и минусы

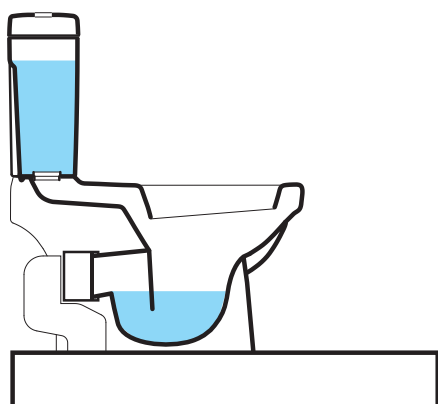
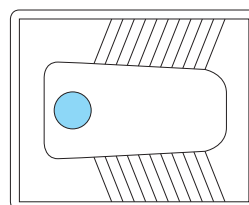
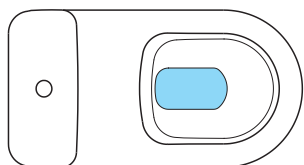
- + Гидравлический затвор эффективно препятствует появлению неприятного запаха
- + Испражнения, оставленные предыдущим пользователем, смываются до прихода следующего пользователя
- + Туалет подходит для всех типов пользователей (пользователь либо сидит на туалете, либо приседает над ним, использует воду для подмывания или туалетную бумагу)
- + Низкий уровень капитальных затрат; уровень эксплуатационных расходов зависит от цен на воду
- Для функционирования требуется постоянный приток воды (это может быть оборотная вода и/или накопленная дождевая вода)
- Для строительства туалета требуются материалы и навыки, которые не всегда являются доступными
- Использование сухих гигиенических средств с грубой структурой может вызвать засорение гидравлического затвора

#### Список литературы и дополнительные источники

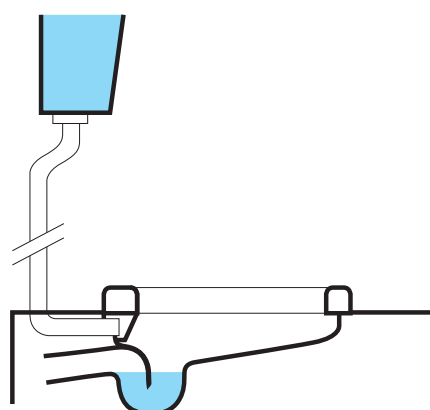
- Mara, D. D. (1985). The Design of Pour-Flush Latrines. UNDP Interregional Project INT/81/047, The World Bank and UNDP, Washington, D.C., US. Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](https://documents.worldbank.org/curated/en/home)
- Mara, D. D. (1996). Low-Cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK. (Подробные чертежи напольных унитазов из стеклопластика и затворов, используемых в Индии, с указанием размеров и критических условий проектирования.)
- Roy, A. K., Chatterjee, P. K., Gupta, K. N., Khare, S. T., Rau, B. B. and Singh, R. S. (1984). Manual on the Design, Construction and Maintenance of Low-Cost Pour-Flush Waterseal Latrines in India. UNDP Interregional Project INT/81/047, The World Bank and UNDP, Washington, D.C., US. Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](https://documents.worldbank.org/curated/en/home) (В источнике представлены спецификации на смывные унитазы и соединительные элементы)

**Входящие ресурсы:**  Фекалии  Моча  
 Вода для смыва  Вода для подмывания)  
( Сухие гигиенические материалы)

**Исходящие ресурсы:**  Черные сточные воды



Опция 1



Опция 2

Туалет со сливным бачком обычно включает в себя унитаз сделанный из фарфора и представляет собой унитаз массового заводского производства. Унитаз со сливным бачком состоит из водосборника, который обеспечивает подачу воды для смывания экскрет, и чаши, в которую попадают экскреты.

Преимуществом унитаза со сливным бачком является тот факт, что он оснащен усложненным гидравлическим затвором, который предотвращает появление неприятного запаха из трубопровода. Вода, которая накапливается в баке, расположенном над чашей унитаза, высвобождается путем нажатия или вытягивания рычага. В результате вода сливается в чашу, смешивается с испражнениями и смывает их.

**Особенности конструкции.** Расход воды в современных унитазах составляет 6-9 л на одно смывание, при этом устаревшие модели были спроектированы с расчетом на объем воды до 20 л на одно смывание. В настоящее время на рынке представлены различные типы унитазов с низким уровнем расхода воды, в которых используется всего 3 л воды на одно смывание. В ряде случаев объем воды, используемый при смыве, является недостаточным для очистки чаши, в связи с чем пользователю приходится пользоваться смывом два или более раз для того, чтобы очистить ее, что нивелирует преимущество, связанное с экономией воды.

Для установки смывного унитаза требуются услуги высококвалифицированного водопроводчика. Водопроводчик должен обеспечить правильное подсоединение и закрепление клапанов, что позволяет сократить риск утечки.

**Приемлемость.** Не стоит рассматривать вариант установки унитаза со сливным бачком при отсутствии необходимых соединительных деталей и металлических элементов. Унитаз со сливным бачком необходимо соединить с постоянным источником воды, необходимой для смыва, а также технологией сбора и хранения/обработки, в которую попадает туалетный смыв. Унитаз со сливным бачком подходит как для мест общественного пользования, так и для частных домохозяйств.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Этот туалет представляет собой безопасный и удобный для использования унитаз при условии, что его поддерживают в чистоте.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Несмотря на то, что вода для смыва постоянно стекает в чашу, унитаз необходимо регулярно чистить щеткой для поддержания гигиены, а также чтобы предотвратить образование пятен. Техническое обслуживание необходимо для замены или ремонта ряда механических деталей или соединительных элементов. Для утилизации предметов женской гигиены необходимо использовать отдельный мусорный бак.

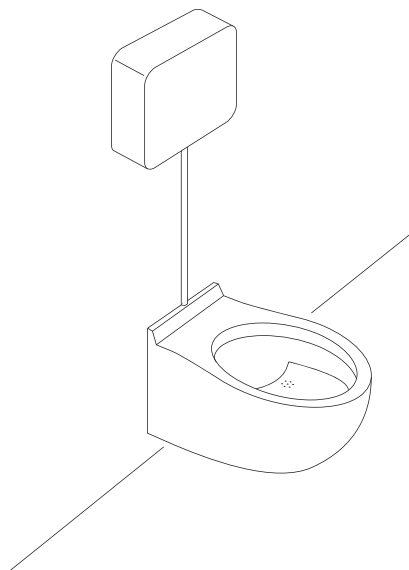
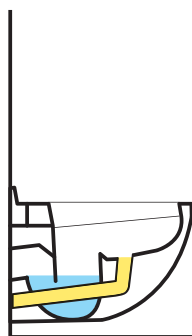
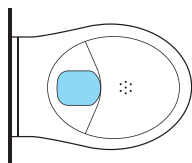
#### Плюсы и минусы

- + Экскреты, оставленные предыдущим пользователем, смываются до прихода следующего пользователя
- + Отсутствие неприятного запаха при правильном использовании
- + Интерфейс подходит для всех типов пользователей (пользователь либо сидит непосредственно на интерфейсе, либо над ним, использует воду для подмывания, либо туалетную бумагу)
- Высокий уровень капитальных затрат; уровень эксплуатационных расходов зависит от цены воды
- Для функционирования требуется постоянный приток воды
- Интерфейс невозможно соорудить и/или отремонтировать на месте при отсутствии всех необходимых материалов

#### Список литературы и дополнительные источники

- Maki, B. (2005). Assembling and Installing a New Toilet. Hammerzone.com. Ссылка на источник: [www.hammerzone.com](http://www.hammerzone.com) (В источнике описываются правила установки унитаза с цветными изображениями и пошаговыми инструкциями)
- Vandervort, D. (2007). Toilets: Installation and Repair. HomeTips.com. Ссылка на источник: [www.hometips.com/bathroom\\_toilets.html](http://www.hometips.com/bathroom_toilets.html) (В источнике подробно описываются комплектующие детали унитазов, а также представлены ссылки на другие инструменты, например, на инструкции по установке унитаза, устранению утечки и другую важную информацию относительно использования унитазов)

		<b>Входящие ресурсы:</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Фекалии <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></span> Моча <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #00B0F0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Вода для смыва <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #D2B48C; border: 1px solid black; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></span> Вода для подмывания <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #E6E6FA; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Сухие гигиенические материалы
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Бурые сточные воды <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></span> Моча



По внешнему виду туалет со смывом и механизмом отделения мочи (ТСМОМ) включает в себя унитаз похожий на унитаз со сливным бачком (Т.5), но отличается механизмом разделения испражнений в чаше. Чаша унитаза разделена на две части, что позволяет отделять мочу от фекалий. Выпускаются модели, предназначенные как для полноценного сидения, так и для сидения на корточках.

Моча собирается в желобе, расположенном в передней части унитаза, а фекалии – в задней части. При сборе мочи не используется вода, однако небольшое количество воды используется для ополаскивания мочесборника после того, как пользователь воспользуется смывом. Моча скапливается в специальном резервуаре для дальнейшего использования или обработки, при этом фекалии смываются водой для дальнейшей обработки.

**Особенности конструкции.** Для функционирования системы требуется двойной водопровод, т.е. тот, который состоит из отдельных труб для выведения мочи и туалетного смыва, не содержащего мочу (фекалий, сухих гигиенических средств и воды для смыва). Унитаз необходимо устанавливать с осторожностью и пониманием механизмов и участков образования засоров для того, чтобы иметь возможность предотвратить образование засоров и устранить их в дальнейшем. Для выведения мочи используются трубы из пластмассы, поскольку это позволяет предотвратить образование ржавчины. Для сокращения известкового налета соединительные детали (трубы), ведущие к накопительным резервуарам должны быть как можно более короткими; при укладке труб их необходимо установить под на-

клоном, по крайней мере, 1 %, при этом необходимо избегать образования острых углов (90°). Трубы диаметром 50 мм устанавливаются при крутом уклоне и в случае, если техническое обслуживание не является проблемой. Трубы с большим диаметром (> 75 мм) используются в других случаях, особенно при минимальном уклоне, а также на труднодоступных участках.

**Приемлемость.** Туалет со смывом и механизмом отделения мочи может использоваться при наличии достаточного для смывания объема воды, технологии обработки туалетного смыва без мочи и использования накопленной мочи. Для повышения эффективности процесса отделения мочи для мужчин рекомендуется установить писсуары (Т.3).

Туалеты со смывом и механизмом отделения мочи могут быть установлены в местах общественного пользования и в частных домах, несмотря на то, что при использовании этих туалетов в общественных местах требуется провести масштабное обучение и информирование пользователей для того, чтобы обеспечить правильную эксплуатацию устройств и сократить образование засоров.

Поскольку для функционирования этой технологии должны быть установлены отдельные трубопроводы для сбора мочи и туалетного смыва, не содержащего мочу, структура водопроводно-канализационной сети в данном случае является более сложной, чем та, которая соединяется с обычными туалетами, оснащенными сливными бачками. В частности, важное значение имеет правильная разработка и монтаж трубопровода для отведения мочи, что требует высокой квалификации специалистов.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Использование информационных карт и/или диаграмм имеет важное значение для обеспечения правильной эксплуатации устройств и получения широкого признания общественности; если пользователь осознает необходимость отделения мочи, у него появится мотивация для правильной эксплуатации туалета. Правильная укладка труб позволяет предотвратить появление неприятного запаха.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Как и в случае с другими типами унитазов, в данном случае необходимо осуществлять правильный уход за унитазом для того, чтобы сохранить чистоту чаши и предотвратить образование пятен. В связи с тем, что сбор мочи происходит в отдельном порядке, на соединительных деталях и трубах могут скапливаться и формироваться кальций- и магнийсодержащие минеральные отложения, а также соли. Промывание чаши слабой кислотой (например, уксусом) и/или горячей водой позволяет предотвратить образование минеральных отложений и известкового налета. Более концентрированную кислоту (> 24% уксуса) и раствор кальциевой соды (2 части воды и 1 часть соды) можно использовать для удаления засоров. Тем не менее, в ряде случаев может возникнуть необходимость в ручном удалении засора.

#### Плюсы и минусы

- + Для функционирования этого туалета требуется меньшее количество воды, чем для функционирования туалета со сливным бачком
- + Отсутствие неприятного запаха при правильном использовании
- + По внешнему виду и принципам эксплуатации напоминает туалет со сливным бачком
- Ограниченная доступность; туалет невозможно соорудить или отремонтировать с использованием подручных материалов
- Высокий уровень капитальных затрат; уровень эксплуатационных расходов зависит от стоимости деталей и технического обслуживания
- Процесс технического обслуживания требует больших трудозатрат
- Для правильной эксплуатации требуется провести обучение пользователей и получить одобрение с их стороны
- При использовании туалета могут возникнуть проблемы, связанные с нарушением правил эксплуатации и образованием засоров
- Для функционирования туалета требуется постоянный приток воды
- Для мужчин, как правило, должен быть установлен отдельный писсуар для обеспечения оптимального сбора мочи

#### Список литературы и дополнительные источники

- Kvarnström, E., Emilsson, K., Richert Stintzing, A., Johansson, M., Jönsson, H., af Petersens, E., Schönning, C., Christensen, J., Hellström, D., Qvarnström, L., Ridderstolpe, P. and Drangert, J.-O. (2006). Urine Diversion: One Step Towards Sustainable Sanitation. Report 2006-1, EcoSanRes: Ecosan Publications Series, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- Larsen, T. A. and Lienert, J. (2007). Novaquatis Final Report. NoMix – A New Approach to Urban Water Management. Eawag, Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.novaquatis.eawag.ch](http://www.novaquatis.eawag.ch)
- von Münch, E. and Winker, M. (2011). Technology Review of Urine Diversion Components. Overview of Urine Diversion Components Such as Waterless Urinals, Urine Diversion Toilets, Urine Storage and Reuse Systems. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Winker, M. and Saadoun, A. (2011). Urine and Brownwater Separation at GTZ Main Office Building Eschborn, Germany – Case Study of Sustainable Sanitation Projects. Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA), Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)

В настоящем разделе описываются технологии, которые используются для сбора и хранения продуктов, попадающих в туалет. Ряд технологий, которые описаны в этом разделе, были разработаны специально для обработки продукции, в то время как другие технологии предназначены для сбора и хранения. Эти технологии также обеспечивают определенный уровень обработки в зависимости от продолжительности и условий хранения. Обработка, которая осуществляется с использованием С-технологий, обычно носит пассивный характер (например, не требует затрат энергии). Четыре из описанных технологий представляют собой технологии, основанные на применении чередующихся выгребных ям /камер (С.4-С.7). Поскольку структура этих технологий предполагает определенный период хранения, снижается риск загрязнения. Таким образом, эти системы можно опорожнять вручную.

- С.1 Емкость/контейнер для хранения мочи
- С.2 Система с одной выгребной ямой
- С.3 Усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией (VIP)
- С.4 Двойная усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией (VIP)
- С.5 Фосса Альтерна
- С.6 Сдвоенная выгребная яма для туалета со смывом
- С.7 Дегидратационные камеры
- С.8 Компостирующая камера
- С.9 Септическая емкость
- С.10 Анаэробный реактор с перегородками (АРП)
- С.11 Анаэробный фильтр
- С.12 Биогазовый реактор



В любом случае выбор технологии зависит, главным образом, от следующих факторов:

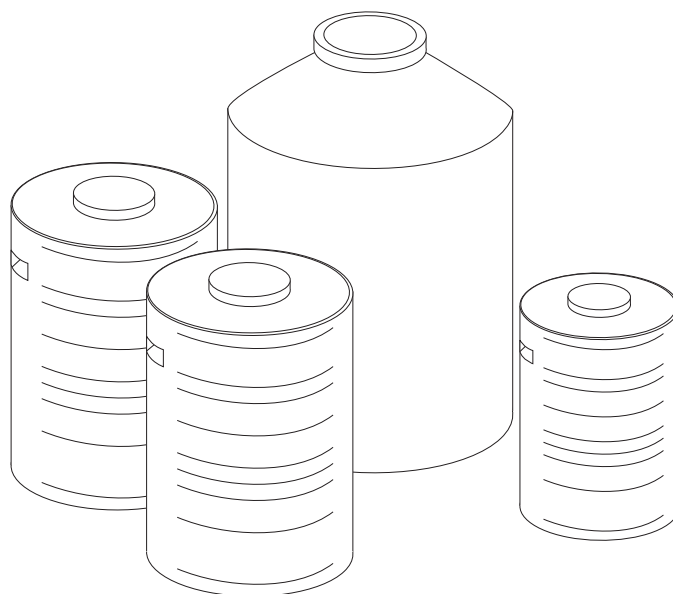
- Наличие необходимого пространства
- Характеристики почвы и подземных вод
- Тип и объем входящих ресурсов
- Доступность материалов
- Желаемый вид исходных ресурсов
- Доступность технологий для дальнейшей транспортировки
- Финансовые ресурсы
- Особенности управления
- Предпочтения пользователя







<b>Уровень применения:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Микрорайон ♦ Город	<b>Уровень управления:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Совместное управление ♦♦ Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b>  Моча
		<b>Исходящие ресурсы:</b>  Выдержанная моча



Если моча используется сразу же, либо транспортируется с использованием технологий перемещения (например, в специальных канистрах, см. П.1), ее можно хранить в контейнерах или резервуарах. Впоследствии емкость для хранения переносят или переливают ее содержимое в другой контейнер для транспортировки.

Емкость для хранения мочи должна иметь правильный объем, рассчитанный с учетом необходимого количества пользователей и количества времени, которое требуется для санитарной обработки мочи. В руководстве по хранению мочи указана температура хранения и возможные сельскохозяйственные культуры, в отношении которых моча будет использоваться в качестве удобрения, однако моча должна храниться в течение, по крайней мере, 1 месяца до использования (см. руководство ВОЗ по специфическим условиям хранения и применения отходов). Если запасы мочи, сформированные членами одной семьи, используются для удобрения сельскохозяйственных культур, предназначенных исключительно для потребления членами этого домохозяйства, то в этом случае нет необходимости в предварительном хранении мочи, и она может быть использована сразу же.

Содержимое из емкостей для хранения меньшего объема может быть перемещено в централизованный резервуар, расположенный на месте дальнейшего использования или рядом с ним (например, на ферме).

**Особенности конструкции.** В среднем, человек производит 1,2 л мочи в день, однако это количество в значительной степени зависит от климата и уровня потребления жидкости. Переносные емкости для хранения должны быть сделаны из пластмассы или стеклопластика, однако стационарные резервуары должны состоять из бетона или пластика. Следует избегать использования металла, поскольку он с легкостью подвергается коррозии при повышении pH хранимой мочи.

С течением времени на дне резервуара образуется слой органического ила и осажденных минералов (главным образом, фосфат кальция и магния). Емкость, предназначенная для хранения мочи, должна быть оснащена достаточно большим отверстием, через которое ее можно было бы очистить и/или выкачать жидкость.

Емкость для хранения и коллекторные трубы не должны вентилироваться во избежание выбросов аммиака с неприятным запахом, однако давление в них должно быть выравнено.

Если емкость для хранения напрямую соединяется с трубопроводом, ведущим к унитазу или писсуару, необходимо обеспечить минимальную длину этой трубы, поскольку, в противном случае, это будет способствовать накоплению осадка. Трубы должны располагаться под крутым уклоном (> 1%), не иметь острых углов и обладать большим диаметром (110 мм при использовании подземного трубопровода). В случае засора к этим трубам должен быть обеспечен беспрепятственный доступ.

Для сокращения неприятного запаха и потерь азота резерву-

ар должен заполняться со дна, т.е. моча должна сливаться по трубе вниз и выливаться наружу в области дна резервуара. Это препятствует расплескиванию мочи и обратному току воздуха.

**Приемлемость.** Емкости для хранения мочи наилучшим образом подходят для тех случаев, когда для удобрения сельскохозяйственной культуры необходимо использовать питательные вещества, содержащиеся в накопленной моче. В случае, если такая необходимость отсутствует, моча может стать источником загрязнения и оказывать вредное воздействие.

Емкости для хранения мочи могут использоваться практически в любых условиях; емкости должны быть качественно уплотнены во избежание утечки, инфильтрации и потери азота. Емкости для хранения мочи могут быть установлены внутри и снаружи помещения, над и под землей в зависимости от климатических условий, доступной площади и состояния почвы.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Долгосрочное хранение представляет собой отличный способ санитарной обработки мочи без использования химических веществ или механических процессов. Риск распространения заболеваний в результате хранения мочи является низким. Длительное хранение продолжительностью более 6 месяцев обеспечивает практически полную дезинфекцию.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Если для опорожнения емкости для хранения используется передвижная вакуумная установка (см. П.3), необходимо поддерживать достаточный напор поступающего воздуха для того, чтобы предотвратить разрыв резервуара от создавшегося вакуума. На дне емкости для хранения скапливается вязкий ил. При опорожнении емкости для хранения ил обычно выливается вместе с мочой, однако при использовании крана резервуар невозможно полностью опорожнить, в связи с чем может возникнуть необходимость в удалении ила. Продолжительность процедуры удаления ила зависит от состава мочи и условий ее хранения. Минеральные и солевые отложения, образовавшиеся на стенках резервуара или в соединительных трубах, можно удалить вручную (иногда с трудом), либо растворить с помощью концентрированной кислоты (24% уксуса).

#### Плюсы и минусы

- + Простая и надежная технология
- + Модель можно соорудить и отремонтировать с использованием доступных материалов
- + Низкий уровень риска распространения болезнетворных микроорганизмов
- + Сохраненная моча может использоваться в качестве удобрения
- + Требуется небольшая площадь земельного участка
- + Отсутствие или низкий уровень эксплуатационных расходов при самостоятельном опорожнении резервуара
- Неприятный запах со степенью выраженности от незначительного до сильного при открывании и опорожнении резервуара
- Уровень капитальных затрат может быть высоким (в зависимости от объема резервуара и материалов, из которых он сделан)
- Может потребоваться частое опорожнение (в зависимости от объема резервуара)

#### Список литературы и дополнительные источники

- Kvarnström, E., Emilsson, K., Richert Stintzing, A., Johansson, M., Jönsson, H., af Petersens, E., Schönning, C., Christensen, J., Hellström, D., Qvarnström, L., Ridderstolpe, P. and Drangert, J.-O. (2006). Urine Diversion: One Step Towards Sustainable Sanitation. Report 2006–1, EcoSanRes: Ecosan Publications Series, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- von Münch, E. and Winker, M. (2011). Technology Review of Urine Diversion Components. Overview of Urine Diversion Components Such as Waterless Urinals, Urine Diversion Toilets, Urine Storage and Reuse Systems. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 4: Excreta and Greywater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)

## Уровень применения:

- Домохозяйство
- Микрорайон
- Город

## Уровень управления:

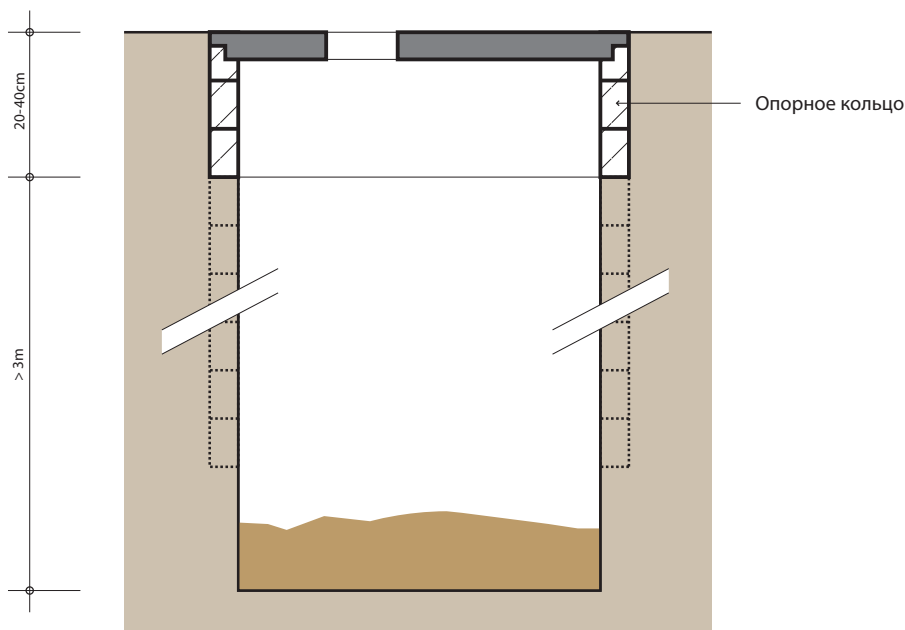
- Домохозяйство
- Совместное управление
- Общественное управление

**Входящие ресурсы:**

- Экскременты
- Черные сточные воды
- Фекалии
- (+  Вода для подмывания)
- (+  Сухие гигиенические материалы)

**Исходящие ресурсы:**

- Отстой



Система с одинарной выгребной ямой является наиболее популярной технологией канализации. Экскременты вместе с сухими гигиеническими материалами и водой для подмывания (водой или твердыми отходами) попадают в выгребную яму. Обшивка стен выгребной ямы предотвращает ее разрушение и обеспечивает опору для наземной части.

При заполнении выгребной ямы действуют два процесса, которые ограничивают скорость накопления отходов: инфильтрация и разложение. Моча и вода просачиваются в почву через дно и стенки выгребной ямы, при этом деятельность микроорганизмов приводит к частичному разложению органической фракции.

**Особенности конструкции.** В среднем, скорость накопления твердых отходов составляет 40-50 л на человека/год и до 90 л на человека/год при использовании сухих гигиенических средств, например, листьев или бумаги. Размер выгребной ямы должен быть достаточным для накопления, по крайней мере, 1000 л. Обычно глубина выгребной ямы составляет, по крайней мере, 3 м, а диаметр – 1 м. Если диаметр выгребной ямы превышает 1,5 м, увеличивается риск ее разрушения. В зависимости от глубины некоторые выгребные ямы могут прослужить 20 или более лет без необходимости в опорожнении. Во избежание загрязнения подземных вод дно выгребной ямы находится, по крайней мере, на 2 м выше уровня подземных вод (общее правило). При повторном использовании ямы ее стенки должны быть укреплены и облицованы. Материалы для обшивки сте-

нок выгребной ямы включают кирпич, дерево плохо поддающееся загниванию, бетон, камень или строительный раствор, который накладывается на грунт. При устойчивости грунта (т.е. при отсутствии в нем песчаных образований или гравия, либо рыхлых органических соединений) нет необходимости в обшивке всех поверхностей выгребной ямы. Дно выгребной ямы оставляют непокрытым для того, чтобы обеспечить просачивание жидкости из выгребной ямы.

По мере инфильтрации жидкости из выгребной ямы и продвижения через структуру ненасыщенной почвы происходит впитывание болезнетворных микроорганизмов в поверхность почвы. В этом случае удаление болезнетворных микроорганизмов происходит до того, как они успеют проникнуть в подземные воды. Эффективность удаления микроорганизмов зависит от типа почвы, дистанции, влажности и других факторов окружающей среды, в связи с чем в данном случае трудно рассчитать необходимое расстояние от выгребной ямы до источника воды. Для ограничения вредного воздействия со стороны микроорганизмов рекомендуемое минимальное расстояние в горизонтальной плоскости должно составлять 30 м.

Если невозможно выкопать глубокую яму, либо если уровень подземных вод пролегает слишком высоко, эффективной альтернативой будет строительство приподнятой над землей выгребной ямы: высоту неглубокой ямы можно увеличить путем надстройки с использованием бетонного кольца или блоков. Выгребные ямы с надстройкой можно размещать в зонах частого затопления, чтобы предотвратить попадание воды в выгреб-

ную яму во время ливней. Альтернативой является строительство необлицованной неглубокой выгребной ямы на участках, где грунт с трудом поддается вскапыванию. При заполнении неглубокой ямы ее можно засыпать листьями и почвой и посадить сверху небольшое дерево (см. Арборлоо, И.1).

Усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией (VIP, С.3) представляет собой немного более затратную модель, чем обычная выгребная яма, однако она позволяет значительно сократить вредное воздействие со стороны мух и неприятный запах, а также обеспечивает больший комфорт.

При использовании туалета с механизмом отделения мочи в выгребной яме накапливаются только фекалии, и объем инфильтрации может быть сокращен.

**Приемлемость.** Процесс обработки отходов в выгребной яме (аэробный, анаэробный, дегидратация, компостирование или иной процесс) носит ограниченный характер, в связи с чем уровень сокращения численности болезнетворных микроорганизмов и распада органического вещества является незначительным. Тем не менее, поскольку испражнения содержатся в закрытой среде, риск заражения пользователя инфекционным заболеванием является ограниченным.

Выгребные ямы могут использоваться в сельской местности и пригороде; в густонаселенных районах эти ямы достаточно сложно опорожнить, и/либо в них не имеется достаточного пространства для обеспечения инфильтрации. Выгребные ямы являются особенно эффективными при нехватке водных ресурсов, а также при низком уровне грунтовых вод. Они не подходят для скалистого или уплотненного грунта (который с трудом поддается вскапыванию), либо для зон частого затопления.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Испражнение в выгребную яму обладает преимуществом перед открытой дефекацией, однако этот способ также формирует риск для здоровья:

- Фильтрат может загрязнить подземные воды;
- Застой воды в яме может вызвать размножение насекомых;
- Выгребные ямы подвержены обрушению и/или переполнению во время наводнения.

Выгребные ямы должны строиться на приемлемом расстоянии от жилых помещений для сокращения неблагоприятного эффекта от мух и неприятного запаха, а также для обеспечения удобства и безопасности.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** В отношении выгребной ямы не требуется осуществлять ежедневное техническое обслуживание, помимо поддержания чистоты туалета. Тем не менее, при заполнении выгребной ямы а) ее содержимое можно выкачать и повторно использовать, либо б) можно переместить надземную конструкцию и напольную плиту на новую выгребную яму, при этом прежнюю выгребную яму необходимо закрыть и вывести из эксплуатации, что рекомендуется делать только на участке с обширной площадью.

#### Плюсы и минусы

- + Яму можно построить и отремонтировать с помощью доступных материалов
- + Низкий (однако непостоянный) уровень капитальных затрат, который зависит от используемых материалов и глубины выгребной ямы
- + Требуется небольшой участок земли
- Обычно присутствуют мухи и неприятный запах
- Низкий уровень снижения БПК и числа болезнетворных микроорганизмов с возможным загрязнением подземных вод
- Расходы на опорожнение ямы могут быть значительными в сравнении с капитальными расходами
- Шлам требует вторичной обработки и/или применения правильной системы отвода

#### Список литературы и дополнительные источники

- ARGOSS (2001). Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from on-Site Sanitation. British Geological Survey Commissioned Report, CR/01/142, Keyworth, UK.  
Ссылка на источник: [www.bgs.ac.uk](http://www.bgs.ac.uk)
- Brandberg, B. (1997). Latrine Building. A Handbook for Implementation of the Sanplat System. Intermediate Technology Publications, London, UK.  
(Отличный обзор проблем, связанных со строительством, а также описание способов предотвращения ошибок)
- Franceys, R., Pickford, J. and Reed, R. (1992). A Guide to the Development of on-Site Sanitation. WHO, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)  
(Информация о скорости накопления отходов, скорости инфильтрации, а также описание общестроительных работ и примеры проектных расчетов)
- Graham, J. P. and Polizzotto, M. L. (2013). Pit Latrines and Their Impacts on Groundwater Quality: A Systematic Review. Environmental Health Perspectives, National Institute of Environmental Health Sciences, Research Triangle Park, US.  
Ссылка на источник: [www.ehponline.org](http://www.ehponline.org)
- Pickford, J. (1995). Low Cost Sanitation. A Survey of Practical Experience. Intermediate Technology Publications, London, UK.  
(Информация о способах расчета размеров и технического срока службы выгребной ямы)
- Robens Institute (1996). Fact Sheets on Environmental Sanitation. Fact Sheet 3.4: Simple Pit Latrines. University of Surrey, UK and WHO, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)

**Уровень применения:**

- Домохозяйство
- Микрорайон
- Город

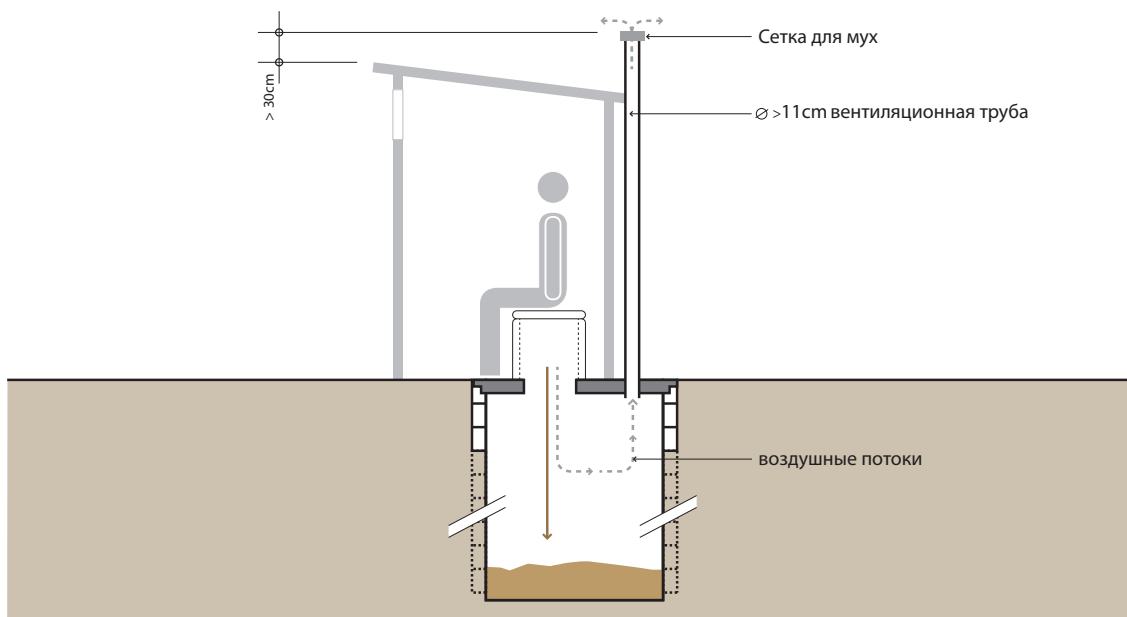
**Уровень управления:**

- Домохозяйство
- Совместное управление
- Общественное управление

**Входящие ресурсы:**

- Экскременты
- Черные сточные воды
- Фекалии
- (+  Вода для подмывания)
- (+  Сухие гигиенические материалы)

**Исходящие ресурсы:**  Отстой



Модель выгребной ямы одинарная VIP представляет собой усовершенствованную выгребную яму с вентиляцией. Она обладает преимуществом в сравнении с обычной выгребной ямой (С.2), поскольку непрерывный поток воздуха через вытяжную трубу устраняет неприятный запах и действует в качестве ловушки для мух, летящих на свет.

Несмотря на простоту конструкции, правильно спроектированная усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией может абсолютно не иметь запаха и быть более комфортной в использовании, чем ряд других технологий, основанных на использовании воды.

Мухи, которые вылупляются в яме, летят на свет, идущий из верхней части вытяжной трубы. Когда насекомые летят на свет, стремясь просочиться наружу, они попадают в москитную сетку и умирают. Вентиляция также позволяет избавиться от неприятного запаха и сократить приток насекомых.

**Особенности конструкции.** Внутренний диаметр вентиляционной трубы должен составлять, по крайней мере, 110 мм, при этом труба должна находиться более, чем на 300 мм, выше уровня самой высокой точки надземной конструкции туалета. Поток воздуха над верхней частью трубы формирует всасывающее давление в вентиляционной трубе и способствует циркуляции воздуха. Воздух поступает через туалет в выгребную яму, поднимается по вентиляционной трубе и растворяется в атмосфере. Необходимо следить за тем, чтобы такие объекты, как деревья или дома, не препятствовали току воздуха. Вентиляция наиболее эффективно функционирует на участках, об-

дуваемых ветром, однако в более безветренных условиях ее эффективность можно увеличить за счет окрашивания трубы в черный цвет. Перепад температур на участке между выгребной ямой (холод) и вентиляцией (тепло) формирует восходящий поток воздуха, в связи с чем воздух и неприятный запах поднимается по трубе и выходит наружу. Для того, чтобы проверить эффективность вентиляции можно подержать зажженную сигарету над туалетом; дым должен опускаться в выгребную яму, а затем подниматься по вентиляционной трубе и не задерживаться в надземной конструкции.

Ячейки москитной сетки должны быть достаточно крупными для того, чтобы не допустить закупорки отверстий пылью и обеспечить свободную циркуляцию воздуха. Наиболее эффективными считаются алюминиевые сетки с размером отверстий 1,2-1,5 мм. Как правило, глубина выгребной ямы составляет, по крайней мере, 3 м, а диаметр – 1-1,5 м, в зависимости от количества пользователей. Срок службы глубоких ям может составлять 20 лет и больше.

По мере инфильтрации жидкости из ямы и продвижения в структуру ненасыщенной почвы болезнетворные микроорганизмы просачиваются в поверхность почвы. В этом случае удаление болезнетворных микроорганизмов происходит до того, как они успеют проникнуть в подземные воды. Масштаб удаления микроорганизмов зависит от типа почвы, дистанции прохождения, влажности и других факторов окружающей среды, в связи с чем в данном случае трудно рассчитать необходимое расстояние между выгребной ямой и источником воды. В целях сокращения риска микробиологического загрязнения рекомендуемое минимальное расстояние по горизонтальной

плоскости между ямой и источником воды должно составлять 30 м, а между дном ямы и уровнем грунтовых вод – 2 м.

Если невозможно выкопать глубокую яму, либо если уровень грунтовых вод пролегает слишком высоко, эффективной альтернативой будет строительство приподнятой над землей выгребной ямы: высоту неглубокой ямы можно увеличить путем надстройки с использованием бетонных колец или блоков. Выгребную яму с надстройкой можно разместить в зоне частого затопления, чтобы предотвратить попадание воды в яму во время ливней.

Обычную одинарную выгребную яму с вентиляцией можно усовершенствовать, превратив ее в двойную усовершенствованную выгребную яму с вентиляцией VIP (С.4). Двойная усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией оснащена дополнительным резервуаром, что позволяет использовать одну из ям в то время, как происходит отведение, выдерживание и разложение содержимого переполненной ямы.

При использовании интерфейса пользователя с механизмом отделения мочи в выгребную яму попадают только фекалии, в связи с чем сокращается объем инфильтрации.

**Приемлемость.** Процесс обработки отходов в усовершенствованной выгребной яме с вентиляцией (аэробный, анаэробный, дегидратация, компостирование или другой тип обработки) носит ограниченный характер, в связи с чем наблюдается незначительное сокращение числа болезнетворных микроорганизмов и разложение органических веществ. Тем не менее, поскольку экскременты содержатся в закрытой среде, риск заражения пользователя инфекционным заболеванием ограничен. Эта технология обладает значительными преимуществами в сравнении с обычными выгребными ямами или процедурой открытой дефекации.

Усовершенствованные выгребные ямы с вентиляцией могут использоваться в сельской местности или пригороде; в густонаселенных районах эти ямы достаточно сложно опорожнить, и/либо в них не имеется достаточного пространства для обеспечения инфильтрации. Усовершенствованные ямы с вентилируемым выгребом являются особенно эффективными в условиях нехватки водных ресурсов, а также при низком уровне грунтовых вод. Их необходимо размещать в зонах, обдуваемых ветром, для обеспечения эффективной вентиляции. Эти ямы не подходят для скалистого или уплотненного грунта (который с трудом поддается вскапыванию), либо для участков, которые часто подвержены наводнениям.

#### **Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.**

Усовершенствованные выгребные ямы с вентиляцией могут быть очень чистым, комфортным вариантом канализации, который хорошо себя зарекомендовал. Тем не менее, необходимо учитывать ряд аспектов, связанных с повышенным риском для здоровья пользователь и населения:

- Фильтрат может загрязнять подземные воды;
- Выгребные ямы подвержены обрушению и/или переполнению во время наводнений;
- Вентиляция не полностью устраняет риск для здоровья, связанный с присутствием мух.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для того, чтобы устранить мух или неприятный запах из усовершенствованной выгребной ямы с вентиляцией, требуется регулярная чистка и техническое обслуживание. Из вентиляционной решетки необходимо удалять мертвых мух, паутину, пыль и другой мусор для того, чтобы обеспечить свободный ток воздуха.

#### **Плюсы и минусы**

- + Значительное сокращение количества мух и неприятного запаха (в сравнении с невентилируемыми выгребными ямами)
- + Выгребную яму можно построить и отремонтировать с использованием доступных материалов
- + Низкий (но непостоянный) уровень капитальных затрат, который зависит от используемых материалов и глубины выгребной ямы
- + Требуется небольшой участок земли
- Низкий уровень снижения БПК и числа болезнетворных микроорганизмов, что может привести к загрязнению подземных вод
- Затраты на опорожнение ямы могут быть значительными в сравнении с капитальными расходами
- Шлам требует вторичной обработки и/или безопасного удаления и утилизации

#### **Список литературы и дополнительные источники**

– Mara, D. D. (1984). The Design of Ventilated Improved Pit Latrines. UNDP Interregional Project INT/81/047, The World Bank and UNDP, Washington, D.C., US.

Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](https://documents.worldbank.org/curated/en/home)

– Mara, D. D. (1996). Low-Cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK. (В источнике представлена подробная проектно-конструкторская информация)

– Morgan, P. R. (2009). Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE. Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)

– Morgan, P. R. (2011). The Blair VIP toilet. Manual for Upgradeable BVIP Model with Spiral Superstructure and Tubular Vent. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE. Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org) (В источнике представлена подробная проектно-конструкторская информация)

– Ryan, B. A. and Mara, D. D. (1983). Ventilated Improved Pit Latrines: Vent Pipe Design Guidelines. UNDP Interregional Project INT/81/047, The World Bank and UNDP, Washington, D.C., US.

Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](https://documents.worldbank.org/curated/en/home)

См. модель S.2 для доступа к дополнительным материалам.



**Уровень применения:**

- Домохозяйство
- Микрорайон
- Город

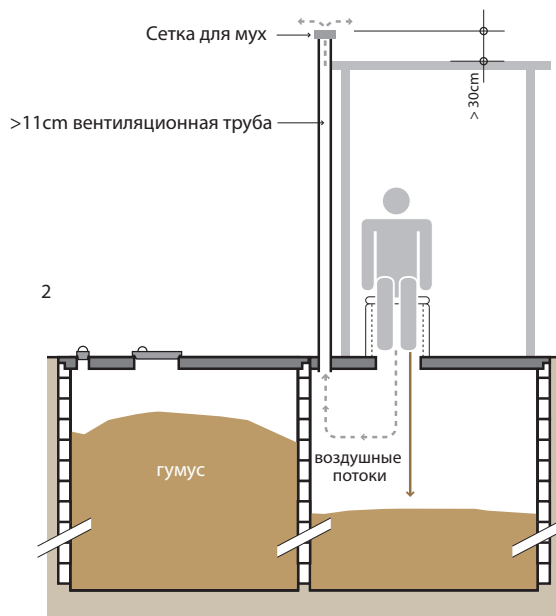
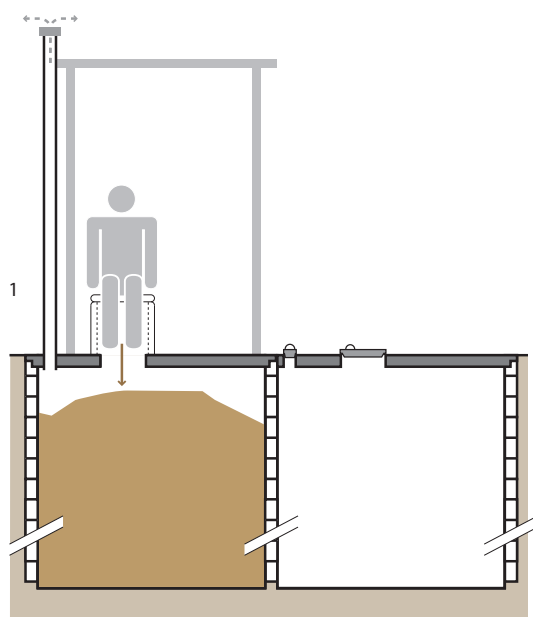
**Уровень управления:**

- Домохозяйство
- Совместное управление
- Общественное управление

**Входящие ресурсы:**

- Экскременты
- Черные сточные воды
- Фекалии
- (+  Вода для подмывания)
- (+  Сухие гигиенические материалы)

**Исходящие ресурсы:**  Отстой



Двойная усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией имеет почти такую же конструкцию, как обычная одинарная выгребная яма с вентиляцией (С.3), но обладает дополнительным преимуществом в виде второй выгребной ямы, что обеспечивает непрерывное функционирование системы и делает процесс опорожнения ямы более простым и безопасным.

Наличие двух выгребных ям допускает возможность использования одной из них в то время, как содержимое другой ямы остается на хранении, подсыхает, сокращается в объеме и распадается. Если вторая яма почти полная (уровень экскрементов на 50 см возвышается над верхней частью ямы), ее накрывают, а содержимое первой ямы утилизируют. В связи с продолжительностью периода хранения (по крайней мере 1-2 года после заполнения ямы) содержимое выгребной ямы подвергается частичной дезинфекции и превращается в вещество, напоминающее гумус.

**Особенности конструкции.** Надземная конструкция может располагаться сразу над обеими выгребными ямами, либо она может быть спроектирована таким образом, чтобы ее можно было перемещать с одной ямы на другую. В обоих случаях незаполненную яму необходимо полностью закрыть и запечатать для того, чтобы избежать попадания воды, отходов и животных, либо людей в яму. Вентиляция в обоихвыгребных ямах может быть выполнена в виде одной вентиляционной трубы, которую можно перемещать из ямы в яму, либо каждая яма может быть оснащена отдельной трубой. Ямы, из которых со-

стоит двойная усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией, используются постоянно и должны быть тщательно облицованы, а также иметь надежную опору, которая обеспечит долгий срок службы.

**Приемлемость.** В районах с более плотной застройкой и пригородах двойная выгребная яма с вентиляцией является более приемлемым вариантом, чем обычная яма выгребная с вентиляцией. По завершении периода хранения почвоподобный материал опорожняется вручную (его выкапывают, а не откачивают), в связи с чем нет необходимости в обеспечении доступа вакуумной передвижной установки к выгребной яме. Технология двойной усовершенствованной выгребной ямы с вентиляцией функционирует правильно только при последовательном, а не одновременном использовании двух ям. В связи с этим неиспользуемая яма должна быть тщательно закрыта. Двойная усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией является особенно эффективной при нехватке воды, а также в случае, если уровень грунтовых вод пролегает низко. Эти ямы должны располагаться на участке с хорошей циркуляцией воздуха для обеспечения эффективной вентиляции. Они не подходят для скалистого или уплотненного грунта (который с трудом поддается вскапыванию), либо для зон частого затопления.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Двойная яма с вентилируемым выгребом может представлять собой очень чистый, комфортный вариант канализации, который хорошо себя зарекомендовал, а в ряде случаев пользоваться



даже большей популярностью, чем технологии, основанные на использовании воды. Тем не менее, необходимо учитывать ряд аспектов, связанных с риском для здоровья:

- Фильтрат может загрязнять подземные воды;
- Ямы подвержены обрушению и/или переполнению во время наводнения;
- Вентиляция не полностью устраняет риск для здоровья, связанный с присутствием мух.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для того, чтобы устранить мух или неприятный запах из усовершенствованной выгребной ямы с вентиляцией, ее необходимо регулярно чистить и проводить техническое обслуживание. Из вентиляционной решетки необходимо удалять мертвых мух, паутину, пыль и другой мусор для того, чтобы обеспечить свободный ток воздуха. Неиспользуемую яму следует тщательно запечатать, чтобы сократить объем просачивания воды, при этом необходимо соблюдать правильный график чередования ям.

#### Плюсы и минусы

- + Большой срок службы, чем у обычной ямы с вентилируемым выгребом (при правильной эксплуатации срок службы не ограничен)
- + Процесс выкапывания гумуса является более простым, чем процесс удаления фекального осадка
- + Значительное сокращение числа болезнетворных микроорганизмов
- + Возможность использования накопленных фекалий в качестве средства, улучшающего структуру почвы
- + Значительное сокращение численности мух и неприятного запаха (в сравнении с невентилируемыми ямами)
- + Яму можно построить и отремонтировать с использованием доступных материалов
- Требуется ручное удаление гумуса
- Риск загрязнения грунтовых вод
- Более высокий уровень капитальных затрат, чем при обслуживании обычной ямы с вентилируемым выгребом, однако более низкий уровень эксплуатационных расходов при самостоятельном опорожнении

#### Список литературы и дополнительные источники

- ARGOSS (2001). Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from on-Site Sanitation. British Geological Survey Commissioned Report, CR/01/142, Keyworth, UK.  
Ссылка на источник: [www.bgs.ac.uk](http://www.bgs.ac.uk)
- Franceys, R., Pickford, J. and Reed, R. (1992). A Guide to the Development of on-Site Sanitation. WHO, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Graham, J. P. and Polizzotto, M. L. (2013). Pit Latrines and Their Impacts on Groundwater Quality: A Systematic Review. Environmental Health Perspectives, National Institute of Environmental Health Sciences, Research Triangle Park, US.  
Ссылка на источник: [www.ehponline.org](http://www.ehponline.org)
- Mara, D. D. (1984). The Design of Ventilated Improved Pit Latrines. UNDP Interregional Project INT/81/047, The World Bank and UNDP, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](http://documents.worldbank.org/curated/en/home)  
(В источнике содержится ссылка на подробную информацию о двойной усовершенствованной яме с вентилируемым выгребом)
- Mara, D. D. (1996). Low-Cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK.  
(Общее описание модели усовершенствованной ямы с вентилируемым выгребом, где основной акцент сделан на системе вентиляции)
- Morgan, P. R. (2009). Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)

## Уровень применения:

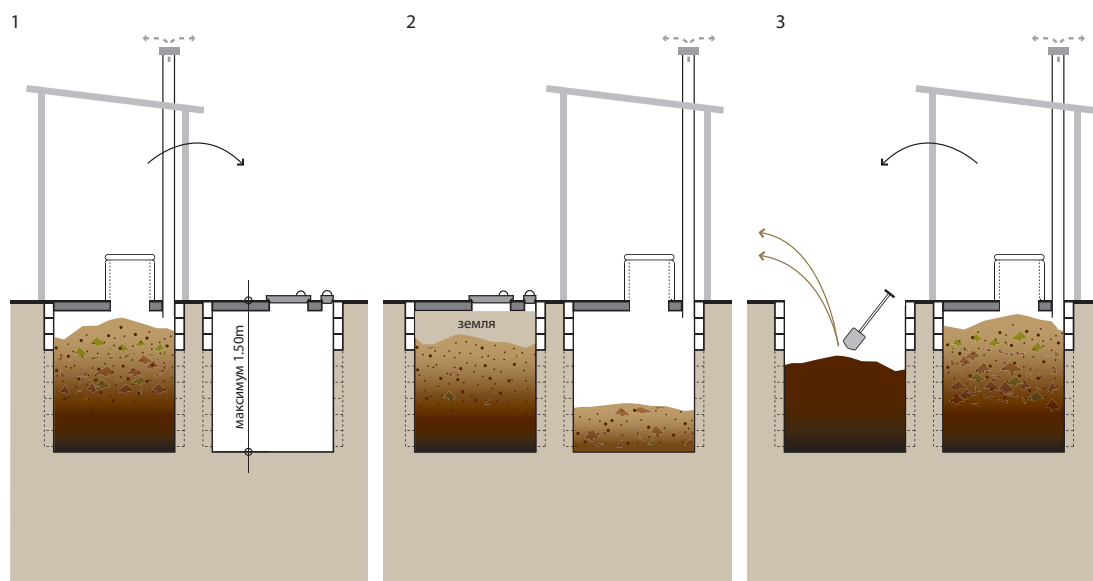
- ◆◆ Домохозяйство
- ◆◆ Микрорайон
- ◆ Город

## Уровень управления:

- ◆◆ Домохозяйство
- ◆◆ Совместное управление
- ◆◆ Общественное управление

**Входящие ресурсы:** Экскременты  
 Фекалии Органический материал  
 (+ Вода для подмывания)  
 (+ Сухие гигиенические материалы)

**Исходящие ресурсы:** Отстой



Фосса Альтерна представляет собой технологию основанную на поочередном использовании безводной (сухой) двойной выгребной ямы с коротким циклом. В отличие от двойной усовершенствованной ямы с вентилируемым выгребом (С.4), которая предназначена только для сбора, хранения и частичной обработки экскрементов, Фосса Альтерна спроектирована для получения продукта, напоминающего по свойствам землю, который можно использовать в качестве богатого питательными веществами средства для улучшения структуры почвы. Максимальная глубина ямы для Фоссы Альтерны составляет 1,5 м, и для ее функционирования необходимо обеспечить постоянное поступление покровного материала (почва, зола и/или листья).

Покровный материал добавляют в выгребную яму после дефекации (а не мочеиспускания). В почве и листьях формируются разнообразные виды живых организмов, например, черви, грибы и бактерии, которые участвуют в процессе разложения. Кроме того, повышается уровень порообразования, что создает условия для аэробного процесса. Зола позволяет контролировать количество мух, снижает неприятный запах и делает смесь немного более щелочной.

В заполненной яме происходит разложение вещества в то время, как вторая яма продолжает заполняться, что, в идеале, занимает один год. Материал в заполненной яме превращается в сухую землеподобную смесь, которую можно легко удалить вручную. В связи с добавлением наполнителя с высоким содержанием углерода процесс разложения ускоряется, и содержимое ямы становится пригодным для опорожнения, а также для более

быстрого использования, чем материал, который образуется в двойной усовершенствованной выгребной яме с вентиляцией.

**Особенности конструкции.** Период заполнения ямы для Фоссы Альтерны занимает от 12 до 24 месяцев в зависимости от ее размера и количества пользователей. Даже если ямы не являются глубокими (1-1,5 м), каждая из них может использоваться в течение года членами семьи из шести человек. Технология Фосса Альтерна правильно функционирует только в случае последовательного, а не одновременного использования ям. В связи с этим неиспользованная яма должна быть тщательно закрыта. Технологию Фосса Альтерна можно использовать при мочеиспускании, но без добавления воды (допускается небольшое количество воды для подмывания). Вода способствует размножению переносчиков инфекции и болезнетворных микроорганизмов, но также заполняет поры и перекрывает доступ кислорода к аэробным микроорганизмам, который необходим для разложения. В сочетании с технологией Фосса Альтерна можно использовать сухой унитаз с механизмом отделения мочи (Т.2), но только при условии, что почва не впитывает значительное количество мочи, либо если моча имеет высокую ценность в связи с дальнейшим использованием. Использование покровного материала для закрытия экскрементов позволяет сократить неприятный запах. Для сокращения неприятного запаха в дальнейшем может быть установлен вентиляционный трубопровод. В зонах возможного затопления, а также на участках с высоким уровнем грунтовых вод высота Фоссы Альтерны может быть увеличена, либо технология может быть построена полностью над землей во избежание притока воды и загрязнения грунтовых

вод. Надстройка выгребных ям может быть подходящим вариантом для скалистого и уплотненного грунта, который с трудом поддается вскапыванию.

При наличии обширной площади и нежелательности опорожнения в качестве альтернативной модели для утилизации содержимого можно использовать технологию Arborloo (И.1). При использовании технологии Arborloo стенки выгребной ямы должны быть облицованы.

**Приемлемость.** Технология Фосса Альтерна может использоваться в сельской местности и пригороде. Она является особенно эффективной в условиях нехватки воды. Эта технология представляет собой эффективное решение для районов с неплодородной почвой и обладает преимуществом, связанным с возможностью использования устойчивого гумуса в качестве средства для улучшения структуры почвы.

Фосса Альтерна не подходит для обработки нефекальных стоков, поскольку яма является неглубокой, и среда в ней должна оставаться аэробной для того, чтобы обеспечить разложение.

Содержимое Фоссы Альтерна опорожняется вручную (путем выкапывания, а не откачивания), в связи с чем нет необходимости в организации доступа вакуумной передвижной установки к выгребной яме.

Фосса Альтерна не подходит для скалистого или уплотненного грунта (который с трудом поддается вскапыванию), либо для участков с частыми наводнениями, за исключением случаев, когда выгребная яма имеет надстройку.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Благодаря тому, что фекалии прикрыты почвой, золой и/или листьями, количество мух и риск неприятного запаха сведены к минимуму. Пользователи могут не понимать разницы между технологией Фосса Альтерна и двойной усовершенствованной выгребной ямой с вентиляцией хотя когда у них появляется возможность использовать этот вариант, они начинают осознавать его преимущества. Для того, чтобы продемонстрировать простоту процесса опорожнения технологии Фосса Альтерна в сравнении с процедурой опорожнения двойной ямы, можно использовать учебно-показательные модели. Благодаря тому, что содержимое ямы остается запечатанным в течение, по крайней мере, одного года, материал становится более безопасным и легче поддается обработке. При извлечении гумуса из технологии Фосса Альтерна необходимо соблюдать те же меры предосторожности, что и при обработке компоста.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** При начальной эксплуатации первой ямы на ее дно необходимо положить слой листьев. Время от времени в яму следует добавлять большее количество листьев для повышения пористости и доступа кислорода. После дефекации в яму необходимо добавить небольшое количество почвы, золы и/или листьев. Периодически скапливающийся на дне выгребной ямы материал необходимо распределять по углам ямы для оптимизации эксплуатируемого пространства.

В отличие от обычной или усовершенствованной ямы с вентиляцией (С.2, С.3), которая должна быть закрыта или опорожнена, содержимое Фоссы Альтерна используется в качестве средства для улучшения структуры почвы. В связи с этим необходимо избегать попадания мусора в выгребную яму.

Процесс опорожнения технологии Фосса Альтерна является более простым, чем опорожнение других типов ям; в этом случае ямы являются менее глубокими, а добавление почвы, золы и/

или листьев делает их содержимое менее плотным. Извлекаемый материал не является вредным и характеризуется низким уровнем распространения инфекций. В зависимости от размеров выгребных ям их не допускается опорожнять чаще, чем раз в году.

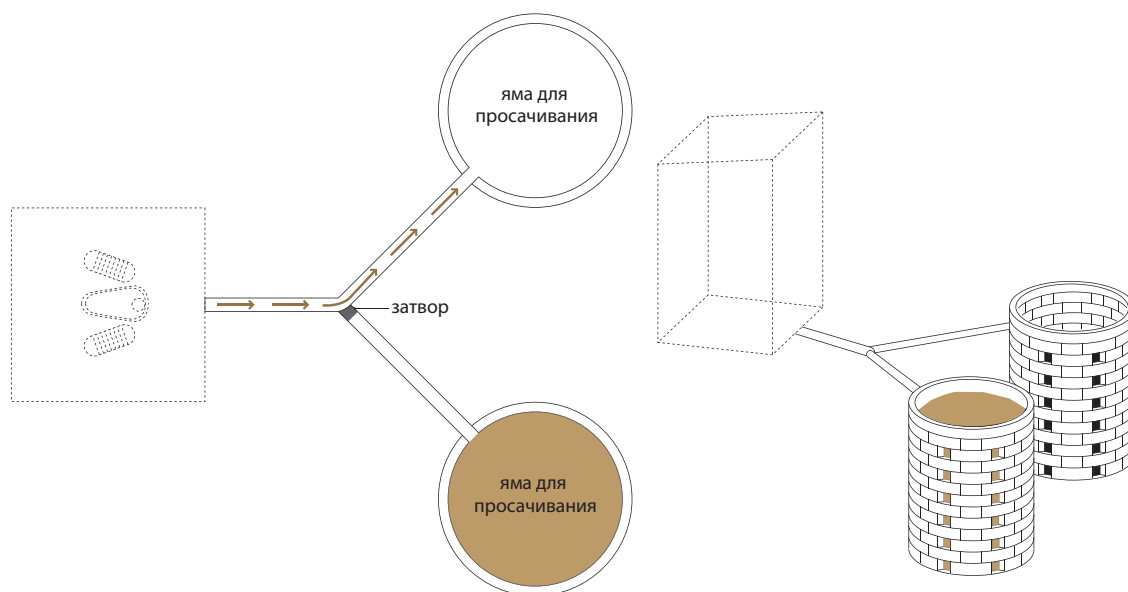
#### Плюсы и минусы

- + В связи с чередованием выгребных ям срок их службы является практически неограниченным
- + Процесс выкапывания гумуса является более простым, чем извлечение фекального осадка
- + Значительное сокращение числа болезнетворных микроорганизмов
- + Формирование гумуса с высоким содержанием питательных веществ, который обладает хорошим потенциалом для использования в качестве средства для улучшения структуры почв
- + Значительное сокращение количества мух и неприятного запаха (в сравнении с невентируемыми ямами)
- + Яму можно построить и отремонтировать с использованием доступных материалов
- + Низкий (но непостоянный) уровень капитальных затрат, который зависит от используемых материалов; отсутствие или низкий уровень эксплуатационных расходов при самостоятельном опорожнении
- Требуется постоянное поступление покровного материала
- Требуется ручное удаление гумуса
- Попадание мусора может ликвидировать возможность конечного использования продукта

#### Список литературы и дополнительные источники

- Morgan, P. R. (2007). Toilets That Make Compost. Low-Cost, Sanitary Toilets That Produce Valuable Compost for Crops in an African Context. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- Morgan, P. R. (2009). Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Микрорайон <input type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input type="checkbox"/> Серые сточные воды <b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Отстой
---	--	---



Эта технология состоит из двух выгребных ям поочередного использования, которые соединены с туалетом со смывом (Т.4). Туалетный смыв (и, в ряде случаев, нефекальный сток) накапливается в выгребных ямах и медленно просачивается в соседний участок почвы. С течением времени твердые отходы в достаточной степени высыхают, и их можно удалить вручную с помощью лопаты.

Существуют разные типы расположения сдвоенной выгребной ямы по отношению к туалету: туалет может быть размещен прямо поверх выгребной ямы, либо на расстоянии от ямы. Надземная структура может быть зафиксирована над обеими выгребными ямами, либо ее можно передвигать с места на место в зависимости от того, какая из ям задействована в настоящий момент. Независимо от типа размещения системы, одновременно может использоваться только одна яма. По мере заполнения одной ямы содержимое второй ямы находится на хранении.

По мере инфильтрации жидкости из выгребной ямы и продвижения через структуру ненасыщенной почвы происходит впитывание болезнетворных микроорганизмов в поверхность почвы. В этом случае удаление болезнетворных микроорганизмов происходит до того, как они успеют проникнуть в подземные воды. Масштаб удаления микроорганизмов зависит от типа почвы, дистанции прохождения, влажности и других факторов окружающей среды. Разница между этой технологией и двойной усовершенствованной выгребной ямой с вентиляцией (С.4) или технологией Фосса Альтерна (С.5) состоит в том, что в

ней используется вода, при этом нет необходимости во введении почвы или органического материала в выгребную яму. Поскольку эта технология основана на использовании воды (влажная технология), требуется более длительный период времени (рекомендованный период составляет два года) для разложения материала, содержащегося в заполненной яме, перед тем, как его можно будет выкопать без риска для здоровья.

**Особенности конструкции.** Выгребные ямы должны иметь размер, достаточный для накопления отходов за срок более одного года или двух лет. Этот период является достаточным для того, чтобы содержимое заполненной ямы успело превратиться в частично дезинфицированный почвоподобный материал, который можно выкопать вручную.

Рекомендуется строить выгребные ямы на расстоянии 1 м друг от друга для того, чтобы сократить риск перекрестного загрязнения между заполненной ямой и ямой, которая находится в эксплуатации. Также рекомендуется строить выгребные ямы на уровне 1 м над основанием конструкции, поскольку фильтрат может оказать неблагоприятное воздействие на опорную конструкцию. Вода, содержащаяся в трубе, может повлиять на ее устойчивость. В связи с этим, во избежание обрушения, стенки выгребной ямы должны быть облицованы до самого дна, при этом самый верхний участок высотой 30 см должен быть полностью покрыт строительным раствором для предотвращения прямой инфильтрации и поддержки надземной конструкции. Существует риск загрязнения грунтовых вод при размещении выгребных ям на участках с высоким или непостоянным уровнем

нем воды и/или разломом, либо трещинами в подстилающем грунте. Поскольку свойства почвы и грунтовых вод зачастую остаются неизвестными, бывает трудно рассчитать необходимое расстояние между выгребной ямой и источником воды. Обычно рекомендуется располагать ямы на минимальном расстоянии от источника воды составляющим 30 м для того, чтобы сократить риск микробиологического загрязнения источника. Для того, чтобы обеспечить функционирование только одной из двух выгребных ям, необходимо закрыть незадействованный соединительный патрубок, который ведет к неиспользуемой яме (например, цементом или кирпичами). Другая возможность предполагает прямое соединение смывного унитаза с выгребной ямой, которая находится в эксплуатации, через одиночную прямую трубу, зафиксированную с помощью легкого раствора и покрытую слоем земли. Риск неисправности или неправильной эксплуатации можно сократить, перекрыв доступ к соединительному патрубку и трубам.

**Приемлемость.** Сдвоенная выгребная яма для туалета со смывом представляет собой стационарную технологию, которая подходит для районов, где нет возможности постоянно строить новые выгребные ямы. При наличии источника воды эта технология подходит для районов с практически любой плотностью застройки. Тем не менее, не рекомендуется размещать слишком большое количество влажных выгребных ям на небольшой территории, поскольку структура почвы может не обладать достаточной абсорбирующей способностью, чтобы впитывать жидкость, что может привести к заболачиванию (перенасыщению) грунта. Для правильного отведения жидкости из выгребных ям почва должна обладать хорошей абсорбирующей способностью; для этих целей не подходит глинистая, плотная или каменистая почва. Эта технология не подходит для участков с высоким уровнем грунтовых вод, либо для зон частого затопления.

Нефекальный сток может обрабатываться вместе с туалетным смывом в сдвоенной выгребной яме, особенно в том случае, если объем нефекального стока относительно невелик, при этом на участке не установлено другой проводящей системы, которая могла бы контролировать нефекальный сток. Тем не менее, накопление большого объема воды для смыва и/или нефекального стока может привести к избыточной инфильтрации жидкости из ямы и, возможно, к загрязнению подземных вод.

Обезвоженный твердый материал опорожняется вручную из выгребной ямы (путем вскапывания, а не откачивания), в связи с чем нет необходимости в обеспечении доступа вакуумных передвижных установок к выгребной яме.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Эта технология представляет собой широко признанный вариант канализации; тем не менее, необходимо учитывать ряд аспектов, связанных с риском для здоровья:

- Фильтрат может загрязнять подземные воды;
- Застой воды в выгребной яме может вызвать размножение насекомых;
- Выгребные ямы подвержены обрушению и/или переполнению во время наводнения.

#### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

Выгребные ямы необходимо регулярно опорожнять (по окончании рекомендуемого двухлетнего периода хранения отходов), при этом необходимо проследить за тем, чтобы они не переполнялись во время дождливых сезонов. Опорожнение

выполняется вручную с использованием лопаты с длинным черенком и надежных средств индивидуальной защиты.

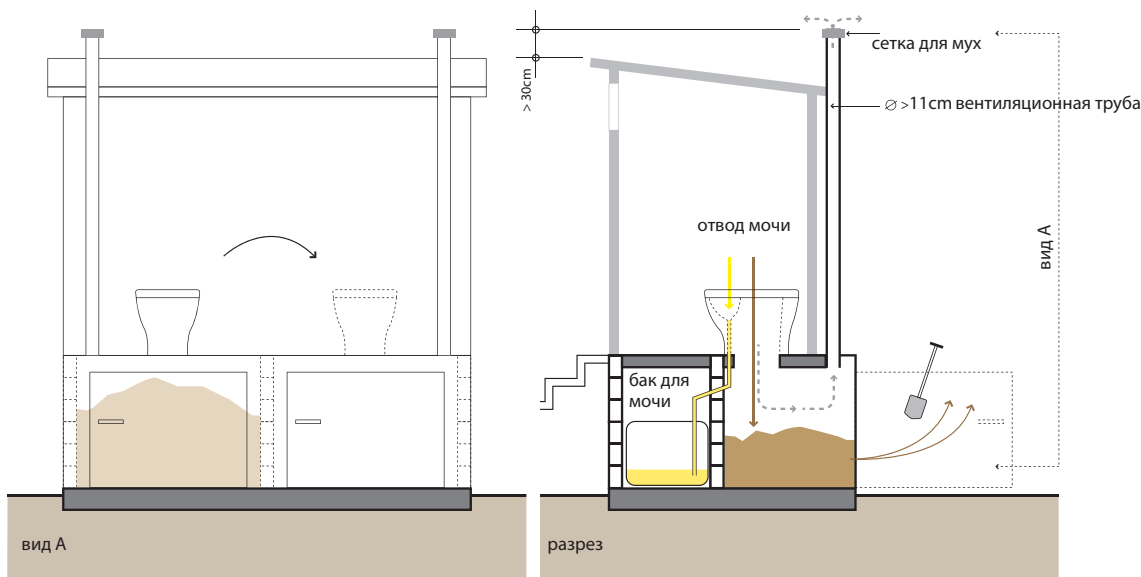
#### **Плюсы и минусы**

- + В связи с поочередным использованием двух выгребных ям срок службы этой технологии является практически неограниченным
- + Выкапывание гумуса представляет собой более простой процесс, чем процедура извлечения фекального осадка
- + Значительное сокращение количества болезнетворных микроорганизмов
- + Возможность использования накопленных фекалий в качестве средства для улучшения структуры почвы
- + Значительное сокращение числа мух и неприятного запаха (в сравнении с выгребными ямами без гидравлического затвора)
- + Яму можно построить и отремонтировать с использованием доступных материалов
- + Низкий (но непостоянный) уровень капитальных затрат, который зависит от используемых материалов; отсутствие или низкий уровень эксплуатационных расходов при самостоятельном опорожнении
- + Требуется небольшой участок земли
- Требуется ручное удаление гумуса
- При использовании сыпучих гигиенических средств часто наблюдаются засоры
- Повышенный риск загрязнения грунтовых вод в связи с большим объемом фильтрации, чем в безводных системах

#### **Список литературы и дополнительные источники**

- Franceys, R., Pickford, J. and Reed, R. (1992). A Guide to the Development of on-Site Sanitation. WHO, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Mara, D. D. (1985). The Design of Pour-Flush Latrines. UNDP Interregional Project INT/81/047, The World Bank and UNDP, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](http://documents.worldbank.org/curated/en/home)
- Mara, D. D. (1996). Low-Cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK.
- Roy, A. K., Chatterjee, P. K., Gupta, K. N., Khare, S. T., Rau, B. B. and Singh, R. S. (1984). Manual on the Design, Construction and Maintenance of Low-Cost Pour-Flush Waterseal Latrines in India. UNDP Interregional Project INT/81/047, The World Bank and UNDP, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](http://documents.worldbank.org/curated/en/home)

<p><b>Уровень применения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆◆ Домохозяйство</li> <li>◆◆ Микрорайон</li> <li>◆ Город</li> </ul>	<p><b>Уровень управления:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆◆ Домохозяйство</li> <li>◆◆ Совместное управление</li> <li>◆◆ Общественное управление</li> </ul>	<p><b>Входящие ресурсы:</b> <span style="color: brown;">■</span> Фекалии (+ <span style="color: pink;">■</span> Сухие гигиенические материалы)</p> <hr/> <p><b>Исходящие ресурсы:</b> <span style="color: brown;">■</span> Сухие фекалии</p>
--	--	--



Дегидратационные камеры используются для сбора, хранения и обезвоживания (дегидратации) фекалий. Правильная дегидратация фекалий происходит только в том случае, если камеры хорошо вентилируются, являются влагонепроницаемыми, препятствуя проникновению влаги извне, а также при отводе мочи и воды для подмывания из камер.

Если фекалии не смешиваются с мочой и другими жидкими отходами, они быстро высыхают. В отсутствие влаги микроорганизмы не могут развиваться, болезнетворные бактерии погибают, а неприятный запах уменьшается.

При использовании двух камер поочередно в одной из них происходит дегидратация фекалий в то время, как другая камера продолжает заполняться. При заполнении одной из камер туалет с механизмом отделения мочи (ТИИО, Т.2) перемещают на вторую камеру. Во время заполнения второй камеры фекалии в первой камере высыхают и уменьшаются в объеме. После заполнения второй камеры первую камеру необходимо опорожнить и снова ввести в эксплуатацию.

Чтобы предотвратить появление мух, сократить неприятный запах и ускорить процесс высыхания отходов, после пользования туалетом в камеру вводят небольшое количество золы, извести, сухого грунта или древесных опилок для того, чтобы покрыть фекалии.

**Особенности конструкции.** Дегидратационные камеры можно разместить внутри помещения, либо с использованием отдельной надземной конструкции. Для удаления следов влаги

из камер и контроля мух, а также неприятного запаха необходимо установить вентиляционную трубу. Для обеспечения правильного функционирования вентиляционной системы камеры должны быть воздухопроницаемыми. Они должны состоять из плотной кирпичной кладки или бетона и препятствовать просачиванию поверхностных вод.

Рекомендуемый ВОЗ минимальный период хранения составляет 6 месяцев при использовании золы или извести в качестве покровного материала (щелочная обработка), в противном случае, в теплом климате, период хранения должен составлять, по крайней мере, 1 год (при средней температуре >20 °С) и 1,5-2 года в более умеренном климате.

При использовании щелочной обработки размер каждой из камер должен быть достаточным для того, чтобы вместить объем фекалий, по крайней мере, за 6 месяцев. В результате, период хранения и дегидратации в неиспользуемой камере составляет 6 месяцев. Размер камеры должен рассчитываться с учетом покровного материала, потока воздуха, неравномерного распределения фекалий, числа возможных посетителей и использования сухих гигиенических средств. Можно предположить, что в расчете на одного человека за 6 месяцев накопленный объем в камере составит около 50 л. Для облегчения процесса опорожнения и доступа к мочеотводящим трубам, рекомендованная минимальная высота камеры должна составлять 60-80 см.

**Приемлемость.** Дегидратационные камеры можно строить почти в любых условиях, начиная с сельской местности, заканчивая густонаселенными городскими районами в связи с тем,



что в данном случае требуется небольшая территория, неприятный запах сведен к минимуму, а сама модель является легкой в эксплуатации. При использовании в городских условиях функционирование этой технологии зависит от эффективности транспортировки сухих фекалий (и мочи), поскольку городские пользователи обычно не заинтересованы в их использовании на своих участках и/или не имеют такой возможности. Дегидратационные камеры функционируют особенно эффективно в условиях нехватки воды и на скалистом грунте, либо на участках с высоким уровнем грунтовых вод. Они также подходят для часто затопляемых территорий, поскольку являются водонепроницаемыми.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Дегидратационные камеры могут представлять собой чистую, комфортную и легкую в использовании технологию. Тем не менее, необходимо, чтобы пользователи хорошо понимали принципы функционирования этой технологии и знали о ее преимуществах.

Если камеры находятся в сухом состоянии, не возникает проблем, связанных с появлением мух или неприятного запаха. По окончании рекомендованного периода хранения фекалии должны быть очень сухими и относительно безопасными для обработки при условии, что они не намокали. Тем не менее, в этом случае сохраняется небольшой риск для здоровья. В одиночных дегидратационных камерах или отсеках не происходит достаточного обезвоживания фекалий. При возникновении необходимости в опорожнении заполненного контейнера верхний слой фекалий остается свежим. Таким образом, риск, связанный с обработкой фекалий по определению увеличивается при использовании одиночных камер, чем при использовании двойной камеры. В связи с этим рекомендуется чередовать камеры. Тем не менее, в настоящее время продолжаются исследования и испытания по безопасной транспортировке и упрощенной очистке, а также материально-техническому обеспечению герметизированных контейнеров (или картриджей) для фекалий.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Как и фекалии, которые высушиваются, но не разлагаются в камерах, сухие гигиенические средства также не распадаются в этих камерах. Если материал применяется в сельском хозяйстве без дополнительной обработки, рекомендуется использовать отдельную систему для сбора и утилизации сухих гигиенических средств. Время от времени фекалии, накопившиеся в туалете, необходимо расталкивать по углам камеры.

Необходимо следить за тем, чтобы в дегидратационную камеру не попадала вода или моча. Если это произойдет, в камеру необходимо ввести дополнительное количество золы, известки, грунта или древесных опилок для абсорбции жидкости.

Для опорожнения камер необходимо использовать лопату, перчатки и, возможно, маску (ткань на лицо) во избежание контакта с сухими фекалиями.

#### Плюсы и минусы

- + В связи с поочередным использованием отсеков в двойной камере срок ее службы является практически неограниченным
- + Значительное сокращение числа болезнетворных бактерий
- + Возможность использования сухих фекалий в качестве средства для улучшения структуры почвы
- + Отсутствие значимых проблем, связанных с появлением мух или неприятного запаха при правильном обслуживании (т.е. если камеры остаются сухими)

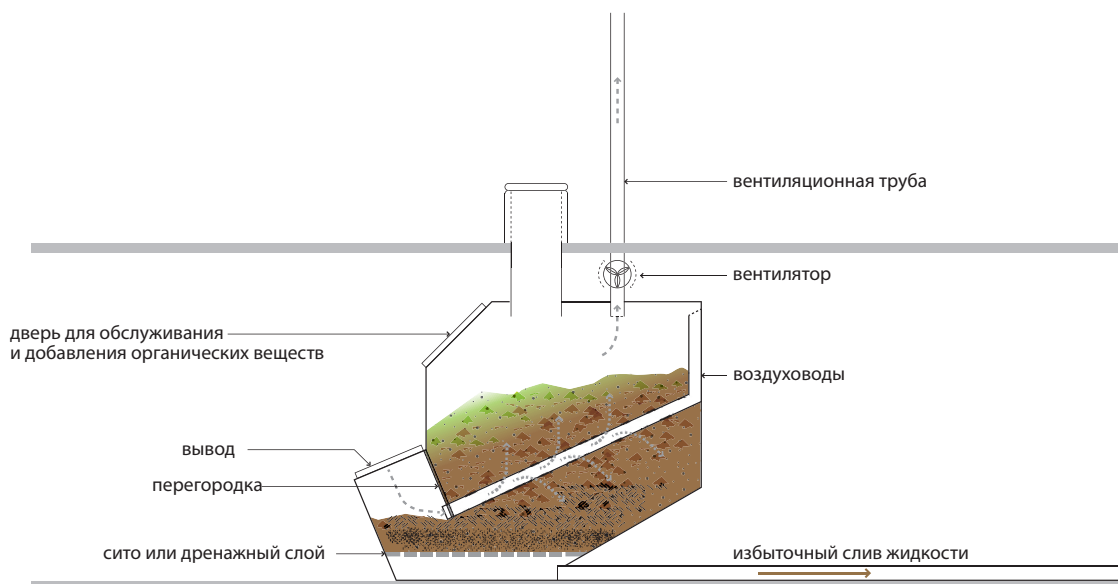
- + Систему можно построить и отремонтировать с использованием доступных материалов
- + Система подходит для скалистого грунта и/или зон возможного затопления, либо для участков с высоким уровнем грунтовых вод
- + Низкий (но непостоянный) уровень капитальных затрат, который зависит от используемых материалов; отсутствие или низкий уровень эксплуатационных расходов при самостоятельном опорожнении
- Необходимо обучение навыкам правильного использования и заинтересованность пользователей
- Требуется постоянное поступление покровного материала
- Требуется ручное удаление сухих фекалий

#### Список литературы и дополнительные источники

- Deegener, S., Samwel, M. and Gabizon, S. (2006). *Urine Diverting Toilets. Principles, Operation and Construction*. Women in Europe for a Common Future, Utrecht, NL and Munich, DE.  
Ссылка на источник: [www.wecf.de](http://www.wecf.de)  
(В источнике представлены фотографии и описаны принципы строительства двойной камеры и надземной конструкции)
- Rieck, C., von Münch, E. and Hoffmann, H. (2012). *Technology Review of Urine-Diverting Dry Toilets (UDDTs). Overview of Design, Operation, Management and Costs*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Winblad, U. and Simpson-Hébert, M. (Eds.) (2004). *Ecological Sanitation. Revised and Enlarged Edition*. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)  
(В источнике представлено общее описание различных типов конструкций и типов применения, особенно в главе 3)
- WHO (2006). *Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 4: Excreta and Greywater Use in Agriculture*. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)



<b>Уровень применения:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Микрорайон ♦ Город	<b>Уровень управления:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Совместное управление ♦♦ Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Экскременты <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></span> Фекалии <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #3CB371; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Органика (+ <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #C08080; border: 1px solid black; margin-left: 5px; margin-right: 5px;"></span> Сухие гигиенические материалы)
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #4F6078; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Компост <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #4682B4; border: 1px solid black; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></span> Сточные воды



**Компостирование** означает процесс, в результате которого происходит биологический распад биоразлагаемых материалов, вызванный деятельностью микроорганизмов (главным образом, бактерий и грибов) в аэробных условиях. Конструкция компостирующей камеры позволяет модифицировать экскременты и органическое вещество в компост. Компост представляет собой устойчивый, безвредный продукт, который обрабатывается без риска для безопасности и может использоваться в качестве средства для улучшения структуры почвы.

Для функционирования этой технологии обычно требуется наличие четырех основных элементов: (1) реактора (накопительная камера); (2) вентиляционной установки для обеспечения кислорода и выведения газов ( $\text{PO}_2$ , водяной пар); (3) системы для сбора фильтрата; и (4) дверцы люка для удаления готового продукта. Экскременты, органические вещества, пищевые отходы и сыпучие материалы (например, древесная стружка, древесные опилки, зола или бумага) смешиваются в камере. Существуют четыре фактора, которые обеспечивают правильное функционирование системы: (а) достаточное содержание кислорода, которое обеспечивается активной или пассивной аэрацией; (б) достаточная влажность (желательно, 45-70% влагосодержания); (П) внутренняя температура (накопленной массы) – 40-50 °П (что достигается благодаря правильному расчету размеров камеры); и (И) соотношение 25:1 П:N (теоретическое), которое можно откорректировать путем добавления сыпучего материала в качестве источника углерода.

На практике бывает трудно соблюдать указанные оптимальные условия. В конечном итоге продукт на выходе часто явля-

ется недостаточно устойчивым и гигиенически безопасным и требует дополнительной обработки.

**Особенности конструкции.** Конструкция компостирующей камеры может быть представлена в различных конфигурациях и может размещаться над и под землей, внутри помещения или с использованием отдельной надземной конструкции.

Проектная величина 300 л на человека в год может использоваться при расчете необходимого объема камеры.

Вентиляционные каналы (воздуховоды), пролегающие под накопленным материалом, могут повысить эффективность аэрации. Более сложная конструкция включает небольшой вентилятор, механический смеситель или несколько отсеков для увеличения срока хранения и разложения материала. Скошенное дно и камера для извлечения компоста облегчает доступ к конечному продукту. Дренажная система обеспечивает удаление фильтрата. Избыточное содержание аммиака, выделяемого мочой, нарушает деятельность микроорганизмов в камере. Таким образом, использование сухого унитаза с механизмом отделения мочи (ТИО, Т.2) или писсуара (Т.3) позволяет улучшить качество компоста.

**Приемлемость.** Поскольку эта технология является компактной и безводной, она особенно подходит для зон с ограниченным свободным пространством и доступом к воде, либо для территорий, где имеется потребность в использовании компоста. Эта технология может быть также размещена на скалистых участках, либо на участках с высоким уровнем грунтовых вод. В холодном климате компостирующая камера должна разме-

щаться внутри помещения, чтобы избежать воздействия низких температур на деятельность микроорганизмов. Эта технология не может использоваться в целях сбора воды для подмывания или «серой» воды; при чрезмерном намокании реактора анаэробная атмосфера будет способствовать появлению неприятного запаха и неправильному разложению вещества.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Если компостирующая камера имеет правильную конструкцию, у пользователей пропадает необходимость в обработке материала в течение первого года эксплуатации.

При правильном функционировании компостирующая камера не производит неприятного запаха. При достаточном содержании наполнителя и хорошей вентиляции в системе не должно возникать проблем, связанных с появлением мух или других насекомых. При удалении конечного продукта рекомендуется одевать защитную одежду во избежание контакта с (частично) компостируемым материалом.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Несмотря на простоту в теории, на практике компостирующая камера не отличается легкостью в эксплуатации. Уровень влажности необходимо контролировать, соотношение П:Н должно быть сбалансированным, а объем установки должен быть таким, чтобы температура компостного материала оставалась достаточно высокой для сокращения количества болезнетворных микроорганизмов. После дефекации в камеру вводят небольшое количество наполнителя для впитывания излишней жидкости, улучшения аэрации компостного материала и достижения баланса в содержании углерода. Периодическое переворачивание материала в камере способствует притоку кислорода.

Для проверки уровня влажности в камере можно провести испытание на сжатие. При сдавливании небольшого количества компоста он не должен крошиться или быть сухим, но также он не должен напоминать влажную губку. Компост должен оставаться на руке всего лишь несколько капель воды. Если материал в камере становится слишком плотным и влажным, необходимо добавить дополнительное количество наполнителя. При использовании сухого туалета с механизмом отделения мочи в камеру следует добавлять немного воды для достижения требуемого уровня влажности.

В зависимости от типа конструкции компостирующая камера должна опорожняться через каждые 2-10 лет. Необходимо удалять только сформировавшийся компост. Для того, чтобы материал стал безопасным с гигиенической точки зрения, может потребоваться дополнительная обработка (например, совместное компостирование, см. О.16).

С течением времени в емкости или дренажной системе могут образовываться соли или другие твердые вещества. Эти вещества можно растворить с помощью горячей воды и/или удалить путем выскабливания.

#### Плюсы и минусы

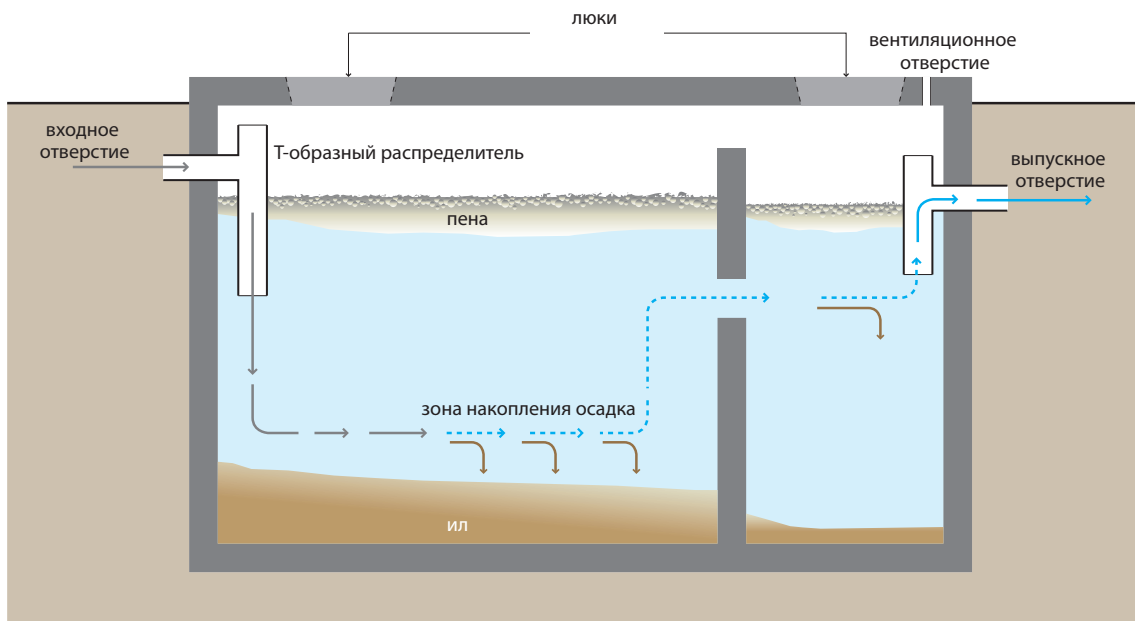
- + Значительное снижение числа болезнетворных микроорганизмов
- + Компост может использоваться в качестве средства для улучшения структуры почвы
- + Отсутствие значительных проблем, связанных с появлением мух или неприятного запаха, при правильной эксплуатации и техническом обслуживании
- + Органические твердые отходы обрабатываются одновременно
- + Долгий срок службы

- + Низкий уровень эксплуатационных расходов при самостоятельном опорожнении
- Для контроля и технического обслуживания пользователь должен быть хорошо обучен, либо требуется присутствие обслуживающего персонала
- Компост может потребовать дополнительной обработки перед использованием
- Фильтрат требует обработки и/или правильной утилизации
- Требуется услуги профессионального проектирования и строительства
- Могут потребоваться некоторые специализированные детали и наличие электричества
- Требуется постоянное поступление органического вещества
- Требуется ручное удаление компоста

#### Список литературы и дополнительные источники

- Berger, W. (2011). Technology Review of Composting Toilets. Basic Overview of Composting Toilets (with or without Urine Diversion). Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Del Porto, D. and Steinfeld, C. (1999). The Composting Toilet System Book. A Practical Guide to Choosing, Planning and Maintaining Composting Toilet Systems, an Alternative to Sewer and Septic Systems. The Center for Ecological Pollution Prevention (CEPP), Concord, MA, US.
- Hill, G. B., Baldwin, S. A. and Vinnerås, B. (2013). Composting Toilets a Misnomer: Excessive Ammonia from Urine Inhibits Microbial Activity yet Is Insufficient in Sanitizing the End-Product. Journal of Environmental Management 119 (2013): 29-35.
- Jenkins, J. (2005). The Humanure Handbook. A Guide to Composting Human Manure. 3rd Ed. Jenkins Publishing, Grove City, PA, US.
- U.S. EPA (1999). Water Efficiency Technology Fact Sheet. Composting Toilets. EPA 832-F-99-066. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

<b>Уровень применения:</b> ◀▶ Домохозяйство ◀▶ Микрорайон ◀▶ Город	<b>Уровень управления:</b> ◀▶ Домохозяйство ◀▶ Совместное управление ◀▶ Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> ◐ Черные сточные воды ◐ Бурые сточные воды ◐ Серые сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b> ◐ Сточные воды ◐ Отстой



**Септическая емкость представляет собой водонепроницаемую камеру, сделанную из бетона, стеклопластика, ПВХ или пластика, через которую туалетный смыв и нефекальный сток поступает на первичную переработку. Процесс отложения и анаэробный процесс сокращает объем твердых отходов и органического вещества, однако эффективность обработки является лишь средней.**

При прохождении жидкости через емкость тяжелые частицы оседают на дно, при этом пена (состоящая по большей части из масла и жира) поднимается вверх. С течением времени происходит распад твердых частиц, осевших на дне, в анаэробных условиях. Тем не менее, скорость накопления превышает скорость распада вещества, в связи с чем периодически требуется удалять накопившийся ил и пену. Сток из септической емкости должен распределяться через канализационный колодец (И.7) или площадку для фильтрации (И.8), либо транспортироваться в другую технологию обработки через канализационную систему для жидкостей без твердых веществ (П.5).

В целом, можно ожидать сокращения твердых веществ на 50%, БПК – на 30-40% и порядка 90% снижения числа фекальных бактерий (E. Poli) при правильном проектировании и техническом обслуживании септической емкости, несмотря на то, что ее эффективность в значительной степени зависит от качества эксплуатации и технического обслуживания, а также от климатических условий.

**Особенности конструкции.** Септическая емкость должна иметь, по крайней мере, две камеры. Первая камера должна занимать, по крайней мере, 50% общей длины, а при наличии только двух камер, она должна занимать две трети общей длины. Большая часть твердых веществ оседает в первой камере. Перегородка, или разделитель между камерами, препятствует вытеканию пены и твердых веществ вместе с потоком сточных вод. О-образная выпускная труба позволяет в дальнейшем сократить объем утилизируемой пены и твердых веществ.

Для технического обслуживания необходимо обеспечить доступ ко всем камерам (через впускные отверстия). Септическая емкость должна вентилироваться для поддержания регулируемого выделения неприятного запаха и потенциально вредных газов.

Выбор конструкции септической емкости зависит от количества пользователей, расхода воды на человека, средней годовой температуры, частоты удаления ила и характеристик сточной воды. Период хранения отходов составляет 48 часов для достижения средней эффективности обработки.

Один из вариантов септической емкости называется AqTargivу. Эта технология представляет собой простую емкость для хранения и осаднения отходов, которая размещается непосредственно под унитазом, чтобы обеспечить прямое попадание экскрементов в нее. Модель AqTargivу характеризуется низкой эффективностью обработки.

**Приемлемость.** Эта технология чаще всего применяется на уровне домохозяйства. Более крупные септические емкости с несколькими камерами могут быть спроектированы для груп-

пы домов и/или общественных зданий (например, школ).

Септическая емкость подходит для участков, которые допускают распределение или транспортировку сточных вод. При использовании септической емкости в густонаселенных районах не допускается локальная инфильтрация, поскольку в этом случае произойдет перенасыщение и загрязнение почвы, а уровень сточных вод может подняться до уровня поверхности, создавая серьезный риск для здоровья. Вместо этого септическая емкость должна быть соединена с определенной технологией перемещения, через которую сточная вода переправляется на предприятие по дальнейшей обработке или утилизации. Даже если септическая емкость является водонепроницаемой, ее не рекомендуется строить на территории с высоким уровнем грунтовых вод, либо на участках с частым затоплением.

Поскольку септическая емкость должна регулярно очищаться от ила, необходимо обеспечить доступ вакуумной передвижной установки к ней. Зачастую септическая емкость устанавливается в доме, под кухней или ванной, что затрудняет процесс ее опорожнения.

Септическую емкость можно установить в любых климатических условиях, несмотря на то, что в более холодном климате ее эффективность снижается. Эта система не является эффективной для удаления питательных веществ и болезнетворных бактерий.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В нормальных условиях эксплуатации пользователи не контактируют с поступающим материалом или сточными водами. Сток, пену и ил необходимо тщательно обрабатывать, поскольку они могут содержать большое количество болезнетворных микроорганизмов.

Пользователи должны проявлять осторожность при эксплуатации емкости, поскольку при этом может произойти высвобождение вредных и горючих газов.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Ввиду возможной опасности для окружающей среды необходимо избегать утилизации агрессивных химических реагентов в септическую емкость. Необходимо контролировать уровень пены и ила для того, чтобы обеспечить правильное функционирование емкости. В целом, септическую емкость можно опорожнять через 2-5 лет. Лучше всего это делать с помощью механизированной технологии для опорожнения и транспортировки отходов (П.3), однако также подходит технология для опорожнения людскими силами (П.2).

Время от времени состояние септической емкости необходимо проверять, чтобы убедиться в ее водонепроницаемости.

#### Плюсы и минусы

- + Простая и надежная технология
- + Нет необходимости в использовании электроэнергии
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Долгий срок службы
- + Требуется небольшая по площади территория (конструкцию можно разместить под землей)
- Низкий уровень сокращения числа болезнетворных микроорганизмов, твердых веществ и органического вещества
- Требуется регулярное удаление ила
- Сток и ил требуют дополнительной обработки и/или правильной утилизации

#### Список литературы и дополнительные источники

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US.
- Mara, D. D. (1996). Low-Cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK. (В источнике представлены расчеты габаритов, объема и объема опорожнения, а также приведены примеры конструкторских решений – глава 6)
- Oxfam (2008). Septic Tank Guidelines. Technical Brief. Oxfam GB, Oxford, UK.  
Ссылка на источник: [policy-practice.oxfam.org.uk](http://policy-practice.oxfam.org.uk)
- Polprasert, C. and Rajput, V. S. (1982). Environmental Sanitation Reviews. Septic Tank and Septic Systems. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, TH. pp. 68-74.  
(Подробное руководство по проектированию)
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.

## Уровень применения:

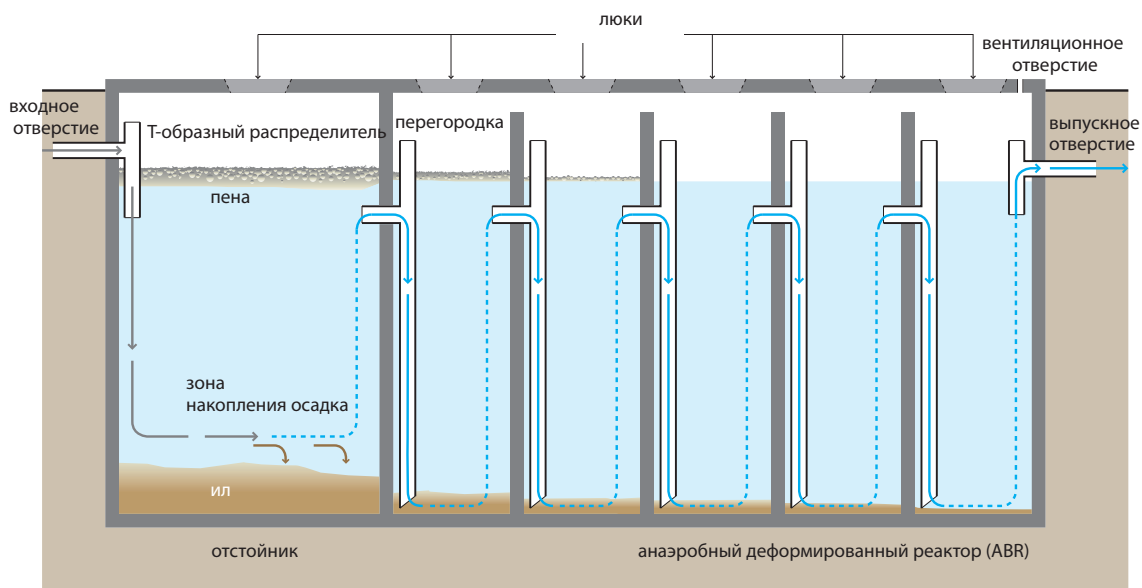
- Домохозяйство
- Микрорайон
- Город

## Уровень управления:

- Домохозяйство
- Совместное управление
- Общественное управление

Входящие ресурсы:  Черные сточные воды  
 Бурые сточные воды  Серые сточные воды

Исходящие ресурсы:  Сточные воды  Отстой



**Анаэробный реактор с перегородками (АРП) представляет собой усовершенствованную септическую емкость (С.9), оснащенную рядом перегородок, под которыми пропускается поток сточной воды. Увеличение времени контакта с активной биомассой (ил) повышает эффективность обработки.**

Восходящие камеры обеспечивают эффективное удаление и расщепление органического материала. Уровень БПК может быть снижен на 90%, что во много раз превосходит показатель, достигаемый при использовании стандартной септической емкости.

**Особенности конструкции.** Большая часть осаждаемых твердых веществ удаляется в отстойной камере, которая расположена перед анаэробным реактором с перегородками. Маломагштабные автономные системы обычно оснащены встроенным отстойным отделением, однако первичное отстаивание также может происходить в отдельном отстойном резервуаре (О.1) или другой предшествующей технологии (например, в используемых септических емкостях). Модели, не оснащенные отстойным отделением (например, О.3) представляют собой особый интерес при использовании (полу-) централизованных водоочистных сооружений, в которых используется анаэробный реактор с перегородками в сочетании с другой технологией первичного отстаивания, либо на водоочистных сооружениях, где используются модульные блоки заводской сборки. Обычно объем притока составляет 2-200 м<sup>3</sup> в сутки. Критические параметры конструкции включают время гидравлического удержания (ВГУ), которое составляет от 48 до 72 часов, скорость восходящего потока сточной воды, которая состав-

ляет менее 0,6 м/ч, и количество камер восходящего потока (3-6). Соединения между камерами могут быть выполнены в виде вертикальных труб, либо перегородок. В целях технического обслуживания должен быть обеспечен доступ ко всем камерам (через впускные люки). Как правило, биогаз, образующийся в анаэробном реакторе с перегородками в процессе анаэробного дегидрирования, не подлежит сбору в связи с его недостаточным объемом. Емкость должна вентилироваться для поддержания регулируемого выброса потенциально вредных газов с неприятным запахом.

**Приемлемость.** Эта технология может применяться на уровне домохозяйства, на территории небольших микрорайонов или даже в более крупных зонах обслуживания. Больше всего эта технология подходит для систем, вырабатывающих относительно неизменный объем черных и серых сточных вод. (Полу-) централизованный анаэробный реактор с перегородками может использоваться в системе с уже установленной технологией перемещения, например, упрощенной системой канализации (П.4). Эта технология подходит для участков с ограниченной площадью, поскольку емкость чаще всего устанавливается под землей и не требует большой территории. Тем не менее, необходимо обеспечить доступ вакуумной передвижной установки к месту расположения реактора в связи с необходимостью регулярного удаления ила (частично из отстойного резервуара). Анаэробный реактор с перегородками может использоваться в любых климатических условиях, несмотря на то, что его эффективность снижается в более холодном климате. Эти устройства не подходят для удаления питательных веществ и болезнет-

ворных микроорганизмов. Сток обычно требует дополнительной обработки.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В нормальном режиме эксплуатации пользователь не контактирует с поступающим материалом или стоком. Сток, пена и ил должны обрабатываться, поскольку они содержат большое количество болезнетворных микроорганизмов. Сток содержит пахучие соединения, которые удаляются на этапе дальнейшей глубокой очистки. Необходимо учитывать конструкцию системы и размещать ее таким образом, чтобы неприятный запах не причинял неудобств жителям района.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для достижения полной производительности пусковой период для анаэробного биореактора с перегородками должен составлять несколько месяцев, поскольку вначале необходимо закрепить медленно растущую анаэробную биомассу в реакторе. В целях сокращения пускового периода в анаэробный реактор с перегородками вводят анаэробные бактерии, например, путем добавления свежего коровьего навоза или ила из септической емкости. В дальнейшем добавляемый объем активных бактерий многократно увеличивается и становится подходящим для обработки поступающей сточной воды. В связи с риском для окружающей среды не допускается утилизация агрессивных химических реагентов в анаэробный реактор с перегородками. Уровень пены и ила необходимо контролировать, чтобы обеспечить правильное функционирование реактора. Обычно нет необходимости в управлении процессом, а объем технического обслуживания сводится к удалению накопившегося ила и пены раз в 1-3 года. Лучше всего это делать с помощью механизированной технологии для опорожнения и транспортировки отходов (П.3). Частота удаления ила зависит от выбора этапов предварительной обработки, а также от конструкции анаэробного биореактора с перегородками. Емкости для анаэробного реактора с перегородками необходимо периодически проверять для того, чтобы убедиться в их водонепроницаемости.

#### Плюсы и минусы

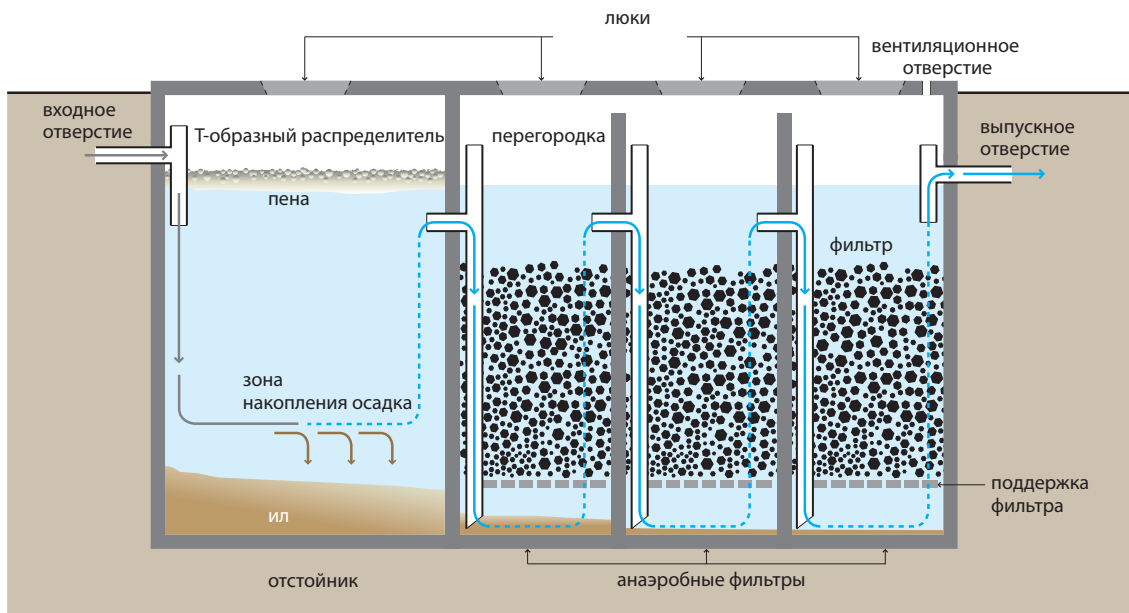
- + Система является устойчивой к нагрузке со стороны органических веществ и гидравлическому удару
- + Нет необходимости в использовании электроэнергии
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Долгий срок службы
- + Высокий уровень снижения БПК
- + Низкий уровень образования ила; ил является стабильным
- + Требуется средняя площадь (систему можно разместить под землей)
- Требуются услуги профессионалов при проектировании и строительстве
- Низкий уровень снижения числа болезнетворных микроорганизмов и питательных веществ
- Сток и ил требуют дополнительной обработки и/или правильной утилизации

#### Список литературы и дополнительные источники

- Bachmann, A., Beard, V. L. and McCarty, P. L. (1985). Performance Characteristics of the Anaerobic Baffled Reactor. *Water Research* 19 (1): 99-106.
- Barber, W. P. and Stuckey, D. C. (1999). The Use of the Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment: A Review. *Water Research* 33 (7): 1559-1578.
- Foxon, K. M., Buckley, C. A., Brouckaert, C. J., Dama, P., Mtembu, Z., Rodda, N., Smith, M., Pillay, S., Arjun, N., Lalbahadur, T. and Bux, F. (2006). Evaluation of the Anaerobic Baffled Reactor for Sanitation in Dense Peri-urban Settlements. WRC Report No 1248/01/06, Water Research Commission, Pretoria, ZA.  
Ссылка на источник: [www.wrc.org.za](http://www.wrc.org.za)
- Foxon, K. M., Pillay, S., Lalbahadur, T., Rodda, N., Holder, F. and Buckley, C. A. (2004). The Anaerobic Baffled Reactor (ABR): An Appropriate Technology for on-Site Sanitation. *Water SA* 30 (5) (Special Edition).  
Ссылка на источник: [www.wrc.org.za](http://www.wrc.org.za)
- Stuckey, D. C. (2010). Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment. In: *Environmental Anaerobic Technology. Applications and New Developments*, H. H. P. Fang (Ed.), Imperial College Press, London, UK.
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). *Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide*. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.



<b>Уровень применения:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Микрорайон ♦ Город	<b>Уровень управления:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Совместное управление ♦ Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #4a7c9c; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Черные сточные воды <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #c08080; border: 1px solid black; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></span> Бурые сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90b0c0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Серые сточные воды <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></span> Отстой



Анаэробный фильтр представляет собой биореактор с фиксированным слоем, оснащенный одной или несколькими фильтрационными камерами, которые используются поочередно. При прохождении сточной воды через фильтр частицы задерживаются, и происходит распад органического материала под воздействием активной биомассы, которая закрепляется на поверхности фильтра.

С помощью этой технологии можно сократить объем взвешенных твердых частиц и БПК до 90%, однако обычно этот уровень составляет 50%-80%. Уровень удаления азота является ограниченным и обычно не превышает 15% от общего азота (ОА).

**Особенности конструкции.** Предварительная и первичная обработка необходима для удаления взвешенных частиц и отходов, которые могут засорять фильтр. Большая часть осевших твердых частиц удаляется в отстойной камере, расположенной перед анаэробным фильтром. Маломасштабные автономные устройства обычно бывают оснащены встроенным отстойником, однако первичное отстаивание также может осуществляться в отдельном отстойнике (О.1) или другой предшествующей технологии (например, в используемой септической емкости). Конструкции, не оснащенные отстойниками (как в О.4) представляют собой особый интерес при использовании (полу-) централизованного предприятия по переработке, в котором задействован анаэробный фильтр в сочетании с другими технологиями, например, с анаэробным реактором с перегородками (АРП, О.3).

Анаэробные фильтры обычно работают в режиме восходящего потока, поскольку в этом случае снижается риск вымывания зафиксированной биомассы. Вода должна покрывать фильтрующий слой, по крайней мере, на 0,3 м для обеспечения равномерного потока. Время гидравлического удержания (ВГУ) представляет собой наиболее важный проектный параметр, который влияет на характеристики фильтра. Рекомендуемое ВГУ составляет от 12 до 36 часов.

В идеале фильтр должен иметь большую активную поверхность, на которой могут расти бактерии, а также достаточно крупные поры для предотвращения засоров. Площадь поверхности увеличивает объем взаимодействия между органическим веществом и закрепленной биомассой, которая эффективно их расщепляет. Желательно, чтобы материал загрузки занимал от 90 до 300 м<sup>2</sup> от площади поверхности в расчете на м<sup>3</sup> объема, занимаемого реактором. Обычно диаметр частиц загрузки фильтра составляет от 12 до 55 мм. К числу наиболее часто используемых материалов загрузки относятся гравий, дробленая горная порода или кирпичи, угольная крошка, пемза или куски пластмассы особой формы, при этом выбор материала зависит от его доступности. Соединения между камерами могут быть выполнены в виде вертикальных труб, либо перегородок. В целях технического обслуживания должен быть обеспечен доступ ко всем камерам (через люки). Емкость должна вентилироваться для поддержания регулируемого выброса потенциально вредных газов с неприятным запахом.



**Приемлемость.** Эта технология является легко приспособляемой и может применяться на уровне домохозяйства, на территории небольших микрорайонов или даже в более крупных зонах обслуживания. Больше всего эта технология подходит для систем, вырабатывающих относительно неизменный объем черных и серых сточных вод. Анаэробный фильтр может использоваться для вторичной обработки с целью сокращения органической нагрузки для этапа дальнейшей аэробной обработки, либо для глубокой очистки.

Эта технология подходит для участков с ограниченной площадью, поскольку емкость чаще всего устанавливается под землей и не требует большой территории. Для удаления ила требуется организовать доступ вакуумной передвижной установки к системе. Анаэробные фильтры можно использовать в любых климатических условиях несмотря на то, что их эффективность снижается в более холодном климате. Они не подходят для удаления питательных веществ и болезнетворных микроорганизмов. Тем не менее, в зависимости от используемого фильтрующего материала, можно полностью удалить яйца червей. Сток обычно требует дополнительной обработки.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В нормальном режиме эксплуатации пользователи не контактируют с поступающим материалом или сточной водой. Сток, пена и ил должны тщательно обрабатываться, поскольку они содержат большое количество болезнетворных микроорганизмов. Сточные воды содержат пахучие соединения, которые удаляются на этапе дальнейшей глубокой очистки. Необходимо учитывать конструкцию системы и размещать ее таким образом, чтобы неприятный запах не причинял неудобств жителям района.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для достижения полной производительности пусковой период для анаэробного фильтра должен составлять от 6 до 9 месяцев, поскольку вначале необходимо закрепить медленно растущую анаэробную биомассу на фильтрующем слое. Для сокращения пускового периода в фильтр вводят анаэробные бактерии, например, путем распыления ила из септической емкости на фильтровальный материал. Со временем скорость потока постепенно увеличивается. Ввиду возможной опасности для окружающей среды необходимо избегать утилизации агрессивных химических реагентов на анаэробный фильтр.

Уровень пены и ила необходимо контролировать, чтобы обеспечить правильное функционирование емкости. Со временем твердые частицы засоряют поры фильтра. Кроме того, происходит уплотнение, прорыв растущей бактериальной массы и, в конечном итоге, засорение пор фильтра. При снижении эффективности фильтр необходимо прочистить. Эта процедура выполняется путем запуска системы в обратном режиме (промывка обратным потоком) или путем демонтажа и очистки фильтра.

Емкости для анаэробного фильтра необходимо периодически проверять для того, чтобы убедиться в их водонепроницаемости.

#### Плюсы и минусы

- + Нет необходимости в использовании электроэнергии
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Долгий срок службы
- + Высокий уровень снижения БПК и количества твердых частиц
- + Низкий уровень образования ила; ил является стабильным
- + Требуется средняя площадь (систему можно разместить под землей)
- Требуются услуги профессионалов при проектировании и строительстве
- Низкий уровень снижения числа болезнетворных микроорганизмов и питательных веществ
- Сток и ил требуют дополнительной обработки и/или правильной утилизации
- Риск засорения фильтра в зависимости от типа предварительной и первичной обработки – Процесс демонтажа и очистки засорившегося фильтра является затруднительным

#### Список литературы и дополнительные источники

- Morel, A. and Diener, S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Review of Different Treatment Systems for Households and Neighborhoods. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Краткий обзор с описанием результатов предметных исследований – с. 28)
- von Sperling, M. and de Lemos Chernicharo, C. A. (2005). Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions, Volume One. IWA Publishing, London, UK. pp. 728-804.  
Ссылка на источник: [www.iwawaterwiki.org](http://www.iwawaterwiki.org)  
(Подробная инструкция по проектированию)
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.  
(Краткое описание проекта, включая таблицы в формате Excel с примерами проектных расчетов)

## Уровень применения:

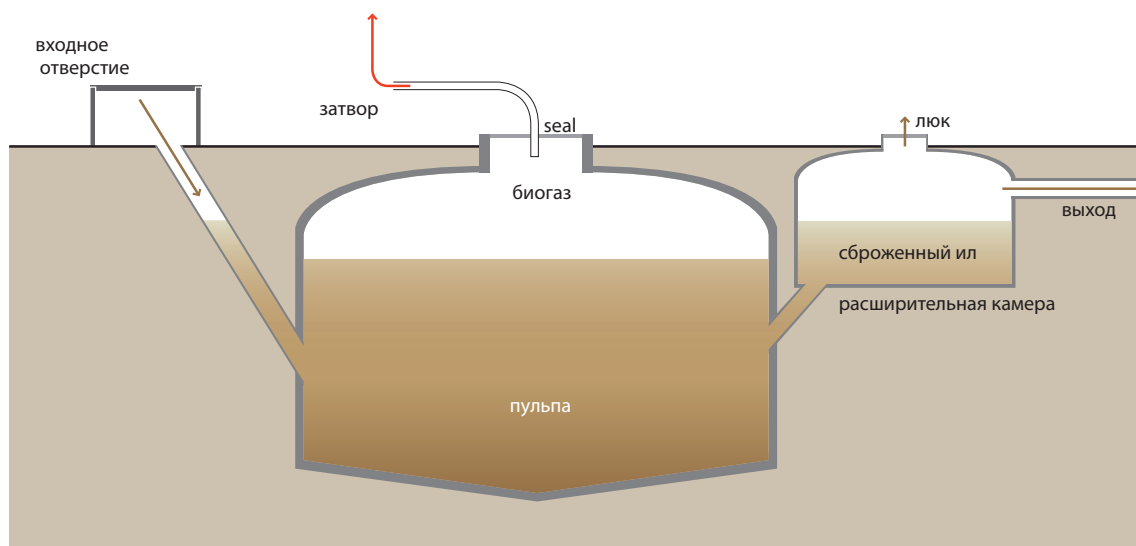
- Домохозяйство
- Микрорайон
- Город

## Уровень управления:

- Домохозяйство
- Совместное управление
- Общественное управление

Входящие ресурсы:  Отстой  Черные сточные воды  
 Бурые сточные воды  Органика

Исходящие ресурсы:  Отстой  Биогаз



**Биогазовый реактор, или анаэробный ферментер, представляет собой анаэробную технологию обработки, с помощью которой получают: (а) сброженный ил (дигестат), который можно использовать в качестве удобрения, а также (б) биогаз, который можно использовать для получения энергии. Биогаз представляет собой смесь метана, углекислого газа и других малых газовых примесей, которые могут использоваться для отопления, получения электричества или освещения.**

Биогазовый реактор представляет собой воздухонепроницаемую камеру, которая ускоряет процесс анаэробного разложения черных сточных вод, ила и/или биологически разлагаемых отходов. Это устройство также облегчает процесс сбора биогаза, образовавшегося в процессе сбраживания в реакторе. Газ формируется в иле и собирается в верхней части камеры, перемешивая ил по мере поднимания. Дигестат характеризуется высоким содержанием органических и биогенных веществ, почти не имеет запаха и частично дезактивирует болезнетворные микроорганизмы.

**Особенности конструкции.** Биогазовые реакторы могут иметь форму кирпичных куполов или емкостей заводского производства, могут размещаться над и под землей в зависимости от доступной площади, характеристик почвы, доступных ресурсов и объема получаемых отходов. Они могут иметь форму неподвижных куполов, либо нефиксированных купольных реакторов. В неподвижном куполе объем реактора остается неизменным. При образовании газа в реакторе формируется давление, и происходит смещение ила наверх, в направлении расширительной камеры. При удалении газа ил возвращается обратно в реактор. Давление используется для проталкивания

биогаза через трубопровод. В нефиксированном купольном реакторе купол поднимается и опускается при образовании и извлечении газа. Другая возможность предполагает, что купол может расширяться (наподобие воздушного шарика). В целях сокращения потерь при распределении реактор необходимо размещать недалеко от участка, где предполагается дальнейшее использование газа.

Гидравлическое время удержания (ГВУ) в реакторе должно составлять, по крайней мере, 15 дней в жарком климате и 25 дней в умеренном климате. При высоком содержании болезнетворных микроорганизмов в поступающем материале показатель ГВУ должен составлять 60 дней. Как правило, биогазовые реакторы функционируют при температурном диапазоне мезофильного сбраживания – 30-38 °С. При температуре термофильного сбраживания 50-57 °С происходит гибель болезнетворных микроорганизмов, однако такой температуры можно достичь только путем нагревания реактора (хотя на практике эта процедура выполняется только в развитых странах). Зачастую биогазовые реакторы напрямую соединяются с частными или общественными туалетами, и имеют возможность дополнительного ввода органических материалов. На уровне домохозяйства реактор можно сделать из пластиковых контейнеров или кирпичей. Объем реактора может составлять от 1 000 л при пользовании системы членами одной семьи до 100 000 л в туалетах учреждений или общественных туалетах. Поскольку процесс образования дигестата является непрерывным, необходимо предусмотреть условия для его хранения, использования и/или вывоза с территории.

**Приемлемость.** Эта технология может применяться в частном домохозяйстве, небольшом микрорайоне или в целях стабилизации ила на крупных предприятиях по переработке сточных

вод. Лучше всего ее использовать при возможности регулярно поступления материала.

Биогазовый реактор часто используют вместо септической емкости (С.9), поскольку он обеспечивает такой же уровень обработки, но его преимуществом является производство биогаза. Тем не менее, значительного уровня газообразования невозможно достигнуть, если в качестве входящего ресурса используются только черные сточные воды. Наиболее высокого уровня производства биогаза можно достигнуть при использовании концентрированного субстрата, который характеризуется высоким содержанием органических веществ, например, в виде навоза животных, органических или хозяйственно-бытовых отходов. Эффективным может быть сбрасывание черных вод из отдельного домохозяйства вместе с навозом при условии, что последний является основным источником сырья. При этом запрещается использовать серые сточные воды, поскольку они значительно снижают показатель ВГУ. Древесина и солома с трудом поддаются разложению, и их не следует добавлять в субстрат. Биогазовые реакторы в меньшей степени подходят для использования в холодном климате, поскольку в этом случае скорость превращения органического вещества в биогаз является очень низкой при температуре ниже 15 °С. В связи с этим показатель ВГУ должен быть увеличен, а объем конструкции значительно расширен.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Дигестат проходит частичную дезинфекцию, однако при этом риск передачи инфекции сохраняется. В зависимости от целей применения может возникнуть необходимость в дальнейшей обработке. Кроме того, существует опасность, связанная с огнеопасным газом, который, при неправильной обработке, может представлять угрозу для здоровья человека.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** При правильном проектировании и строительстве реактора необходимость ремонта является минимальным. Перед запуском реактора его необходимо засеять анаэробными бактериями, например, путем введения коровьего навоза или ила из септической емкости. Органические отходы, которые используются в качестве субстрата, необходимо разделить на части и смешать с водой или дигестатом перед введением в реактор. Газовое оборудование необходимо тщательно и регулярно чистить во избежание появления коррозии и утечек. Частицы крупнозернистого песчаника и песка, осевшие на дне, необходимо удалить. В зависимости от типа конструкции и входящих ресурсов реактор необходимо опорожнять раз в 5-10 лет.

#### Плюсы и минусы

- + Получение энергии от возобновляемого источника
- + Требуется небольшая площадь (большая часть конструкции размещается под землей)
- + Нет необходимости в использовании электроэнергии
- + Сохранение питательных веществ
- + Долгий срок службы
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- Требуются услуги профессионалов при проектировании и строительстве системы
- Неполное удаление болезнетворных микроорганизмов; может потребоваться дополнительная обработка дигестата
- Ограниченный объем газообразования при температуре ниже 15 °С

#### Список литературы и дополнительные источники

- CMS (1996). Biogas Technology: A Training Manual for Extension. FAO/TCP/NEP/4451-T. Consolidated Management Services, Kathmandu, NP. Ссылка на источник: [www.fao.org](http://www.fao.org)
- GTZ (1998). Biogas Digest. Volume I-IV. Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, DE. Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Mang, H.-P. and Li, Z. (2010). Technology Review of Biogas Sanitation. Draft – Biogas Sanitation for Blackwater, Brown Water, or for Excreta Treatment and Reuse in Developing Countries. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE. Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.
- Vögeli, Y., Lohri, C. R., Gallardo, A., Diener, S. and Zurbrügg, C. (2014). Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries. Practical Information and Case Studies. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH. Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)

Технологии, описанные в этом разделе, предназначены для удаления и/или перемещения продуктов, образованных в туалете или в местной технологии сбора и хранения/обработки, в технологию дальнейшей (полу-) централизованной обработки, использования и/или утилизации, расположенную на расстоянии. Эти технологии представляют собой либо канализационные системы (П.4-П.6), либо механизированные/управляемые человеком технологии опорожнения и транспортировки, основанные на использовании контейнеров (П.1-П.3, П.7).

- П.1 Канистра/емкость
- П.2 Технология опорожнения и транспортировки людскими силами
- П.3 Механизированная технология опорожнения и транспортировки
- П.4 Упрощенная канализация
- П.5 Канализация для жидкостей без взвешенных частиц
- П.6 Обычная самотечная канализация
- П.7 Перекачивающая станция (подземная емкость для хранения)

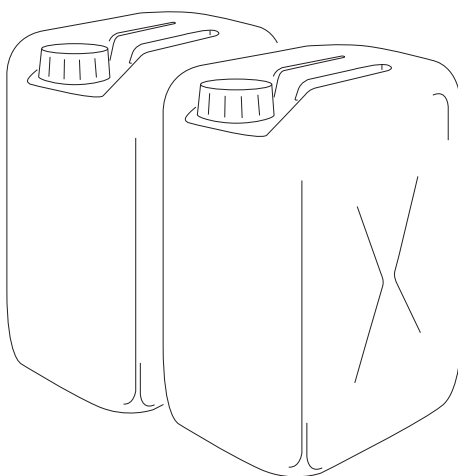
В любом случае выбор технологии обычно зависит от следующих факторов:

- Тип и количество продукции, подлежащей транспортировке
- Расстояние
- Доступ
- Рельеф местности
- Характеристики почвы и подземных вод
- Финансовые источники
- Доступность поставщика услуг
- Особенности управления





<b>Уровень применения:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Микрорайон <input type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие/Исходящие ресурсы:</b> <input type="checkbox"/> Моча <input type="checkbox"/> Выдержанная моча
--	--	---



**Канистры представляют собой легковесные пластиковые контейнеры, которые являются легкодоступными, и их может перенести один человек. В запечатанном виде они подходят для безопасного хранения и транспортировки мочи.**

Мочу собирают в канистры, либо канистры заполняют мочой, которая хранится в емкости/контейнере для хранения (С.1), для транспортировки на сельскохозяйственные угодья, либо на центральное хранилище. В районах, где используются системы на основе туалетов с механизмом отделения мочи, микропредприятие может заниматься сбором и транспортировкой канистр с использованием велосипедов, ослов, тележек или небольших грузовиков.

**Особенности конструкции.** В среднем, человек производит около 1,2 л мочи в день, тем не менее, этот объем в значительной степени зависит от климата и потребления жидкостей. По оценкам, семья из 5 человек заполнит мочой канистру объемом 20 л примерно за 3-4 дня. Эта канистра может оставаться на месте, либо немедленно транспортироваться.

Если канистра напрямую соединяется с унитазом или писсуаром через трубопровод, необходимо сократить длину этой трубы, поскольку в ней может скапливаться осадок. Трубы должны располагаться под сильным наклоном (> 1%), не иметь острых углов и иметь большой диаметр. В случае засора к ним должен быть обеспечен свободный доступ.

Поскольку канистра заполняется быстро, и ее необходимо часто заменять или опорожнять, для первичного сбора мочи не-

обходимо рассмотреть возможность использования крупной емкости/контейнера для хранения. Впоследствии накопленную мочу переливают в канистры (например, с помощью небольшого насоса) и перевозят на поля.

**Приемлемость.** Плотно запечатанные канистры представляют собой эффективную тару для транспортировки мочи на короткие расстояния. Этот способ является недорогим, при этом канистры можно чистить и использовать повторно. Этот тип транспортировочной тары подходит только для местности, где точки формирования и использования отходов (например, дом и поле) находятся близко друг от друга, а также при получении относительно небольшого количества мочи. В противном случае возникает необходимость в использовании более формальной и эффективной системы сбора и распределения. Для огороженных территорий или сообществ, где используются системы с механизмом отделения мочи, например, может быть более целесообразным использование крупной емкости для хранения мочи, которую можно опорожнить, например, с помощью механизированной технологии опорожнения и транспортировки (П.3).

Канистры можно использовать в холодную погоду (где моча замерзает), если они заполняются не полностью. В более теплые месяцы накопленную мочу можно использовать при необходимости в сельском хозяйстве.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Люди, которые заменяют или опорожняют канистры, подвержены незначительному риску для здоровья, поскольку моча обычно

является стерильной. При переноске канистр также наблюдается незначительный риск для здоровья, потому что они качественно запечатаны. Несмотря на то, что переноска канистры является не слишком приятным делом, эта процедура является более удобной и требует меньших затрат, чем опорожнение выгребной ямы.

В некоторых районах моча имеет экономическую стоимость и может вывозиться с территории домохозяйств бесплатно. Семьи, которые вкладывают время в перевозку и использование собственной мочи, могут получить выгоду в результате увеличения объемов сельскохозяйственного производства, повышения качества питания и/или увеличения дохода.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для сокращения бактериального роста, объемов накопления ила и неприятного запаха канистры необходимо часто промывать. Ввиду соображений безопасности и трудностей, связанных с транспортировкой, в канистрах нельзя перевозить другие виды жидкости (например, черные или серые сточные воды).

#### Плюсы и минусы

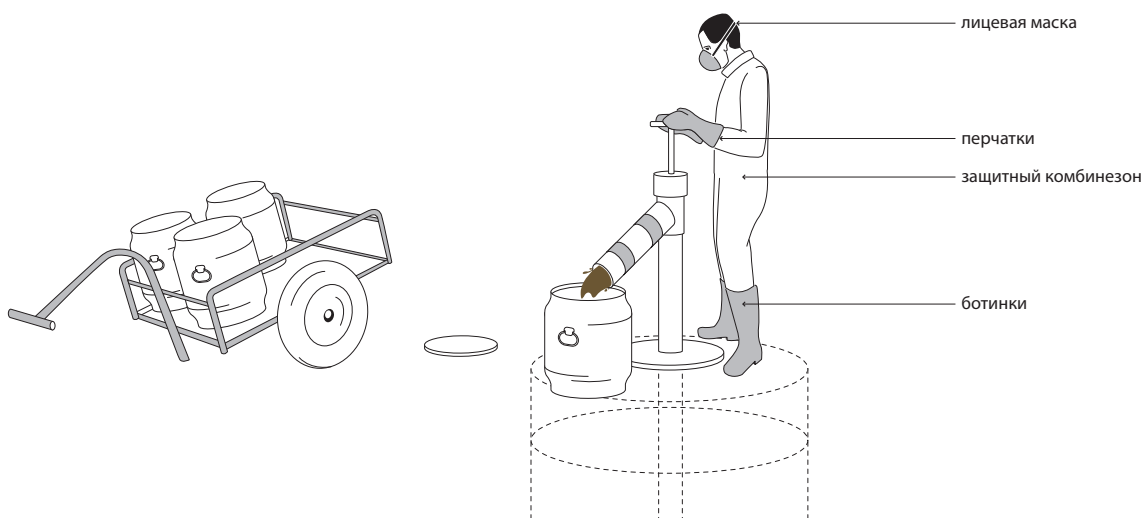
- + Канистры являются широко доступным и надежным средством
- + Очень низкий уровень капитальных и эксплуатационных затрат
- + Возможность создания рабочих мест и получения дохода
- + Простота очистки и повторного использования
- + Низкий уровень риска передачи инфекционных заболеваний
- Канистры тяжело переносить
- Содержимое канистры можно пролить
- Неприятный запах со степенью выраженности от слабого до сильного при заполнении и опорожнении канистр (в зависимости от условий хранения)

#### Список литературы и дополнительные источники

- von Urine, E. and Winker, M. (2011). Technology Review of Urine Diversion Components. Overview of Urine Diversion Components Such as Waterless Urinals, Urine Diversion Toilets, Urine Storage and Reuse Systems. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Richert, A., Gensch, R., Jönsson, H., Stenström, T. A., and Dagerskog, L. (2010). Practical Guidance on the Use of Urine in Crop Production. EcoSanRes, Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Rieck, C., von Münch, E. and Hoffmann, H. (2012). Technology Review of Urine-Diverting Dry Toilets (UDDTs). Overview of Design, Operation, Management and Costs. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 4: Excreta and Greywater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)



<b>Уровень применения:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие/исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Отстой <input checked="" type="checkbox"/> Сухие фекалии <input checked="" type="checkbox"/> Компост <input checked="" type="checkbox"/> Гумус из компостных ям
---	---	--



**Технология опорожнения и транспортировки людскими силами включает различные способы ручного опорожнения и/или транспортировки ила и твердых отходов, накопленных в локальных санитарно-технических сооружениях.**

Опорожнение выгребных ям, камер и емкостей с использованием людских сил выполняется одним из следующих способов:

1. с использованием ведер и лопат, либо
2. с помощью переносного насоса с ручным приводом, который специально разработан для удаления шлама (например, насосы Gulper, Rammer, MDHP (насос с ручным приводом для удаления шлама) который также часто носит название фекального насоса, или MAPET (технология ручного опорожнения выгребной ямы).

Ряд санитарных систем можно опорожнить только вручную, например, технологию Фосса Альтерна (С.5) или дегидратационную камеру (С.7). Эти технологии необходимо опорожнять с помощью лопаты, поскольку их содержимое представляет собой твердый материал, и его нельзя удалить с помощью вакуумной установки или насоса.

Если шлам является вязким или водянистым, его опорожняют с помощью ручного насоса или вакуумной передвижной установки без использования ведер ввиду высокого риска обрушения выгребной ямы, появления ядовитого дыма и риска для здоровья со стороны неdezинфицированного шлама.

Ручные насосы для откачки ила представляют собой относительно новое и перспективное изобретение, поскольку требуют небольших расходов и являются эффективными в удалении

шлама в условиях, когда использование других методов опорожнения невозможно в связи с отсутствием доступа, безопасностью или экономическими соображениями.

**Особенности конструкции.** Ручные насосы для откачки шлама, например, модель Gulper, работают по тому же принципу, что и водяные насосы с ручным приводом: дно трубы опускается в выгребную яму/емкость, при этом оператор остается на поверхности. Когда оператор нажимает на рукоятку и вытягивает ее на себя, ил всасывается, а затем выбрасывается наружу через выпускной патрубок. Шлам можно собирать в бочки, мешки или тележки, а затем увозить с территории с незначительным риском для оператора. Ручной насос можно соорудить на месте из стальных стержней и клапанов, заключив их в корпус из ПВХ.

Технология MAPET (технология ручного опорожнения выгребных ям) состоит из насоса с ручным приводом, который соединяется с вакуумным баком, закрепленным на ручной тележке. Шланг соединяется с емкостью и используется для откачивания шлама из выгребной ямы. При повороте колеса ручного насоса происходит вытягивание воздуха из вакуумного бака и всасывание шлама в емкость. В зависимости от консистенции шлама с помощью технологии MAPET можно выкачать шлам до глубины порядка 3 м.

**Приемлемость.** Ручные насосы можно использовать для откачивания жидкости и, до некоторой степени, вязкого шлама. Попадание бытовых отходов в выгребную яму осложняет процесс ее опорожнения. Откачка шлама, содержащего крупные твер-

дые отходы или жир, может вызвать засорение устройства, а химические добавки могут разъесть трубы, насосы и емкости. Ручной насос обладает значительным преимуществом перед ведрами и может представлять собой возможность для ведения коммерческой деятельности в некоторых регионах. Насосы для откачки шлама с ручным приводом подходят для необслуживаемых районов, для участков, недоступных для вакуумных передвижных установок, либо для участков, где опорожнение с использованием вакуумной передвижной установки требует больших затрат. Эти устройства подходят для густонаселенных, городских и нелегальных поселений. Тип и размер транспортного средства оказывает влияние на возможное расстояние до точки утилизации отходов. Возможность маневрирования крупных транспортных средств на узких улицах и аллеях осложнена, однако автомобили меньшего размера могут не подходить для перевозок на дальние расстояния. Эти технологии больше подходят для условий, когда перекачивающая станция (П.7) расположена недалеко.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В зависимости от культурных факторов и политической поддержки рабочие, которые занимаются ручным опорожнением, могут иметь статус людей, оказывающих населению значимые услуги. Целью государственных программ должна быть легитимация труда рабочих и формирование благоприятной обстановки для коммерческой деятельности за счет выдачи разрешений и лицензий, а также оказание помощи в легитимации процедуры ручного опорожнения туалетов. Наиболее важный аспект ручного опорожнения состоит в том, чтобы рабочие были надежно защищены спецсредствами, которые включают перчатки, ботинки, спецодежду и маски. Работники, занимающиеся опорожнением ила, должны проходить регулярный медицинский осмотр и вакцинацию.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Распространенной практикой является добавление химических веществ или масла на этапе опорожнения выгребной ямы для предотвращения неприятного запаха. Тем не менее, этот способ не рекомендуется использовать, поскольку он вызывает осложнения на этапе последующей обработки, а также создает дополнительную угрозу для здоровья рабочих.

В случаях, когда для ручного доступа к содержимому выгребной ямы требуется демонтировать напольный унитаз, менее затратным является использование ручного насоса для откачки ила при опорожнении туалета. Тем не менее, с помощью ручного насоса нельзя выкачать все содержимое из ямы, в связи с чем может возникнуть необходимость в более частом опорожнении (один раз в год).

Насосы для откачки шлама с ручным приводом требуют ежедневного технического обслуживания (чистка, ремонт и дезинфекция). Рабочие, которые занимаются ручным опорожнением туалетов, должны держать защитную одежду и инструменты в чистоте и технически пригодном состоянии для того, чтобы избежать контакта со шламом.

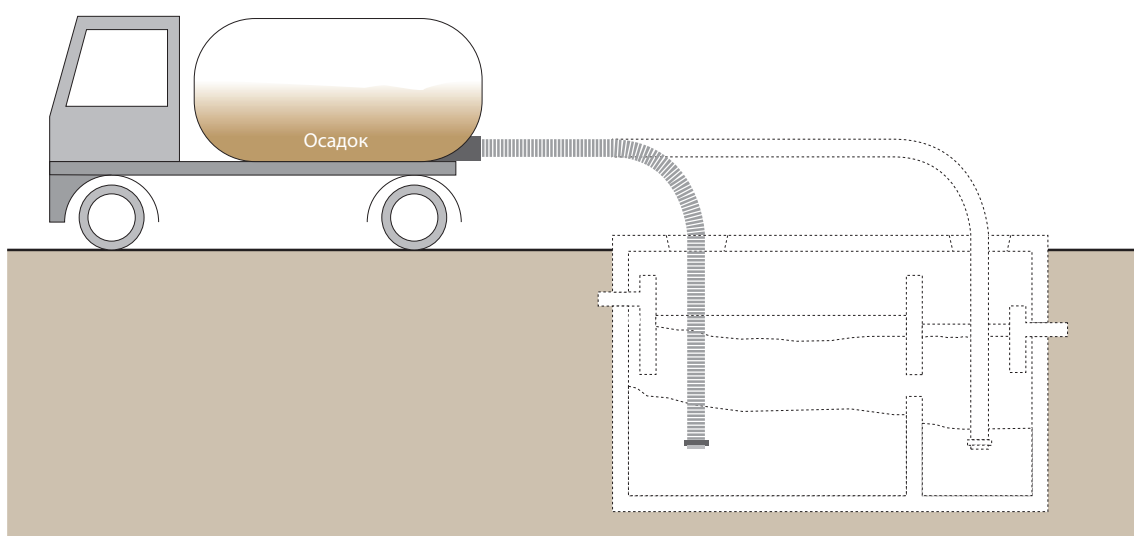
#### Плюсы и минусы

- + Возможность создания рабочих мест и получения дохода
- + Простые ручные насосы можно соорудить и отремонтировать с использованием доступных материалов
- + Низкий уровень капитальных затрат; непостоянный уровень эксплуатационных расходов, который зависит от расстояния перевозки
- + Обслуживание зон/сообществ, не имеющих канализации
- Риск утечки, которая может создать потенциальную угрозу для здоровья человека и сформировать неприятный запах
- Требуются большие затраты времени: опорожнение выгребной ямы может занять несколько часов/дней в зависимости от ее размера
- Мусор, содержащийся в выгребной яме, может закупорить трубу
- Ряд устройств требует специализированного ремонта (сварка)

#### Список литературы и дополнительные источники

- Eales, K. (2005). Bringing Pit Emptying out of the Darkness: A Comparison of Approaches in Durban, South Africa, and Kibera, Kenya. Building Partnerships for Development in Water and Sanitation, London, UK. Ссылка на источник: [www.bpdws.org](http://www.bpdws.org) (Сравнение двух проектов по ручному опорожнению)
- Ideas at Work (2007). The 'Gulper' – a Manual Latrine/Drain Pit Pump. Ideas at Work, Phnom Penh, KH. Ссылка на источник: [www.ideas-at-work.org](http://www.ideas-at-work.org) (Предметное исследование с испытанием модели неофициальными поставщиками услуг)
- Muller, M. and Rijnsburger, J. (1994). MAPET. Manual Pit-latrines Emptying Technology Project. Development and Pilot Implementation of a Neighborhood Based Pit Emptying Service with Locally Manufactured Handpump Equipment in Dar es Salaam, Tanzania. 1988–1992. WASTE Consultants, Gouda, NL. Ссылка на источник: [www.washdoc.info](http://www.washdoc.info)
- Oxfam (2008). Manual Desludging Hand Pump (MDHP) Resources. Oxfam GB, Oxford, UK. Ссылка на источник: [www.desludging.org](http://www.desludging.org) (Руководство по использованию насосов для удаления ила с ручным приводом)
- Pickford, J. and Shaw, R. (1997). Technical Brief No. 54: Emptying Pit Latrines. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK. Ссылка на источник: [www.lboro.ac.uk/well](http://www.lboro.ac.uk/well)

Уровень применения:	Уровень управления:	Входящие/исходящие ресурсы:
<input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<input checked="" type="checkbox"/> Отстой <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Моча <input checked="" type="checkbox"/> Выдержанная моча



**Механизированная технология опорожнения и транспортировки представляет собой транспортное средство (ассенизаторская машина), оснащенное механизированным насосом и накопительной емкостью для опорожнения и транспортировки фекального шлама и мочи. Для управления насосом и шлангом требуется присутствие человека, однако это не предполагает ручного извлечения и транспортировки шлама.**

Передвижная установка оснащена насосом, который соединяется со шлангом, опускающимся в емкость (например, септическую емкость, С.9) или выгребную яму, при этом шлам закачивается в бак-накопитель, установленный на транспортном средстве. Такая модель часто называется «передвижной вакуумной установкой» или «ассенизаторской машиной».

Для использования в густонаселенных районах с ограниченным доступом к технологиям была разработаны альтернативные виды механизированного транспорта и установок. Такие модели, как Vacutug, Dung Beetle, Molsta или Kedoteng, перевозят небольшую емкость для шлама и насос и способны маневрировать на узких дорогах.

**Особенности конструкции.** В целом, объем бака на передвижной вакуумной установке составляет от 3 до 12 м<sup>3</sup>. Часто для перевозки шлама используются местные грузовики, оснащенные баками-накопителями и насосами. Модифицированные пикапы и тракторные прицепы способны перевозить около 1,5 м<sup>3</sup>, однако они имеют разную вместительность. Транспортные средства меньшего размера, предназначенные для густонаселенных районов, обладают вместительностью 500-800 л. В этих устройствах используются, например, двигатели от двухколесного трактора или мотоцикла, и они могут развивать скорость до 12 км/ч.

Обычно насосы достигают глубины 2-3 м (в зависимости от мощности) и могут располагаться на расстоянии 30 м от выгребной ямы. В целом, чем ближе вакуумный насос находится от выгребной ямы, тем легче его опорожнить.

**Приемлемость.** В зависимости от используемой технологии сбора и хранения шлам может быть настолько плотным, что его нельзя выкачать с помощью насоса. В этой ситуации необходимо снизить плотность твердых отходов путем добавления воды для того, чтобы обеспечить их беспрепятственное перемещение, однако эти меры могут быть недостаточными или затратными. Мусор и песок могут осложнить процесс опорожнения и вызвать засорение трубы или насоса. При использовании крупной септической емкости может потребоваться многократная погрузка грузовиков.

Несмотря на то, что крупные вакуумные установки не могут проехать по узким или плохо оборудованным дорогам, для представителей городских администраций и канализаций эти устройства являются стандартом. Эти грузовики в редких случаях ездят в отдаленные районы (например, расположенные на периферии городов), поскольку полученный в этом случае доход не компенсирует затраты топлива и времени. В связи с этим предприятие по обработке отходов должно располагаться в пределах досягаемости от обслуживаемой территории.

Поставщики услуг, использующие маломасштабное механизированное оборудование, должны также использовать станции временного хранения (П.7) и технологии обработки. Результаты полевых испытаний показали, что модели, которые используются в густонаселенных городских поселениях, обладают ограниченной производительностью в связи с недостаточной эффективностью опорожнения и скоростью перевозки, а также неспособностью транспорта передвигаться по склонам, дорогам плохого качества и узким тропам. Кроме того, спрос и условия рынка лишают эти модели конкурентоспособности. В благоприятных обстоятельствах эксплуатация небольших транспортных средств наподобие модели Vacutug позволяет компенсировать эксплуатационные расходы и расходы на техническое обслуживание. Тем не менее, капитальные затраты все равно остаются слишком высокими для достижения прибыльности бизнеса.

Органы управления канализационными сетями и частные предприятия могут использовать вакуумные передвижные установки, однако при этом цены и уровень обслуживания могут сильно отличаться. Частные компании могут взимать меньшую плату, чем государственные органы, однако у них есть такая возможность только в том случае, если они не утилизируют шлам на аккредитованном предприятии. Частные и муниципальные поставщики услуг должны сотрудничать для того, чтобы обеспечить функционирование всей цепи обработки фекального шлама.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Вакуумная передвижная установка обладает более значительным преимуществом с точки зрения риска для здоровья человека, чем технологии ручного опорожнения, и позволяет поддерживать качество работы технологии сбора и хранения. Тем не менее, жители районов не всегда рады видеть владельцев передвижных установок, и последние могут столкнуться с трудностями при поиске подходящего участка для сброса накопленного шлама.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Большая часть передвижных насосных установок производится в Северной Америке, Азии или Европе. В связи с этим в ряде регионов бывает трудно найти запасные детали и механика, который бы смог починить сломанный насос или передвижную установку. Новые модели передвижных установок стоят очень дорого, и иногда их бывает трудно приобрести. В связи с этим часто используются более старые модели передвижных установок, однако экономленные средства компенсируются высокими расходами на техническое обслуживание и топливо, которые составляют более, чем две трети от общей суммы расходов, понесенных владельцем передвижной установки. Владельцы передвижных установок должны ответственно подойти к вопросу экономии денег на покупку дорогостоящих запасных деталей, шин и оборудования. Отсутствие планово-профилактического технического обслуживания часто является причиной капитального ремонта.

Не рекомендуется использовать химические добавки в процессе удаления шлама, поскольку они могут вызвать коррозию стенок емкости для хранения шлама.

#### Плюсы и минусы

- + Быстрое, гигиеничное и в целом эффективное удаление шлама
- + Возможность эффективной транспортировки при использовании крупных вакуумных передвижных установок
- + Возможность создания рабочих мест и получения дохода
- + Качественное обслуживание районов, не оснащенных канализацией
- Отсутствие возможности выкачивания плотного сухого ила (плотность необходимо снизить с помощью воды, либо шлам удаляется вручную)
- Мусор из выгребных ям может закупорить шланг
- Невозможность полного опорожнения глубоких ям в связи с ограниченной высотой засасывания отходов
- Очень высокий уровень капитальных затрат; непостоянный уровень эксплуатационных расходов, который зависит от характера эксплуатации и технического обслуживания
- Использование услуг операторов вакуумных передвижных установок может быть недоступным по средствам членам домохозяйств с низким уровнем доходов
- Недоступность некоторых деталей и материалов
- Доступ может быть затруднен

#### Список литературы и дополнительные источники

- Boesch, A. and Schertenleib, R. (1985). Pit Emptying on-Site Excreta Disposal Systems. Field Tests with Mechanized Equipment in Gaborone (Botswana). International Reference Centre for Waste Disposal, Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Детальный обзор технических компонентов, рабочих характеристик при обработке различных типов ила, а также принципов технического обслуживания)
- Chowdhry, S. and Koné, D. (2012). Business Analysis of Fecal Отстой Management: Emptying and Transportation Services in Africa and Asia. Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, US.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- O’Riordan, M. (2009). Investigation into Methods of Pit Latrine Emptying. Management of Sludge Accumulation in VIP Latrines. WRC Project 1745, Water Research Commission, Pretoria, ZA.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)  
(Включает детальный анализ результатов полевых испытаний модели Vacutug)
- Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). Faecal Sludge Management. Systems Approach for Implementation and Operation. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Подробный справочник, отражающий современные знания обо всех аспектах, связанных с обработкой фекального осадка)

## Уровень применения:

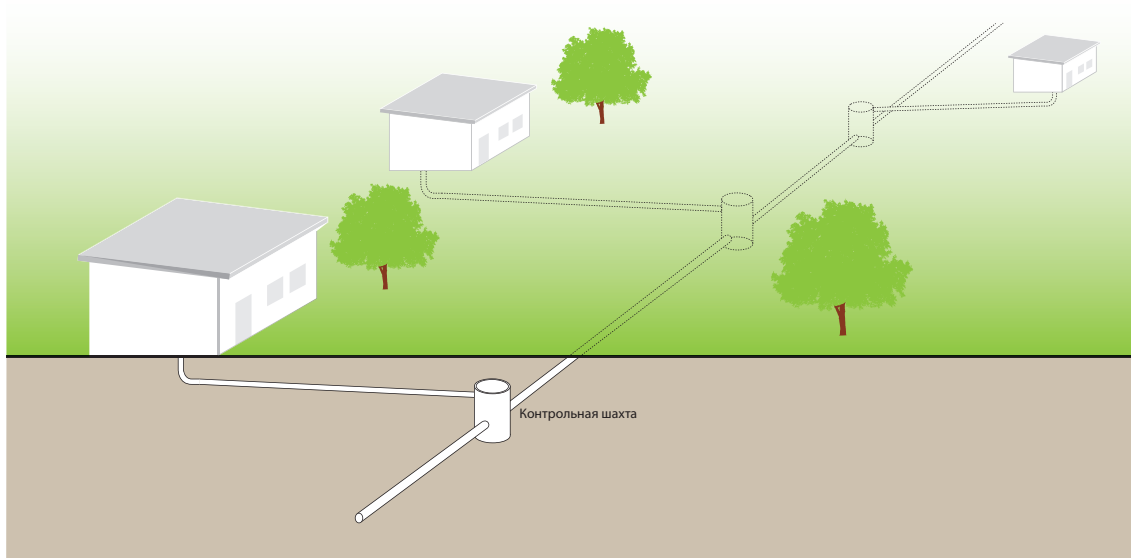
- Домохозяйство
- Микрорайон
- Город

## Уровень управления:

- Домохозяйство
- Совместное управление
- Общественное управление

## Входящие/исходящие ресурсы:

- Черные сточные воды
- Серые сточные воды
- Бурые сточные воды
- Сточные воды



Упрощенная канализация представляет собой канализационную сеть, которая состоит из труб меньшего диаметра, уложенных на меньшей глубине и с более плоским подъемом, чем трубы стандартной канализации (П.6). Упрощенная канализация обладает более гибкой конструкцией и требует меньших расходов.

На концептуальном уровне упрощенная канализация напоминает обычную самотечную канализационную систему, однако она не учитывает устаревшие проектные нормативы и обладает особенностями, которые делают ее более пригодной для локального применения. Трубы обычно укладываются в пределах земельного участка на заднем или переднем дворе, а не под центральной улицей, что делает возможным использование меньшего числа труб с небольшой длиной. Поскольку упрощенная канализация обычно устанавливается в кооперативном многоквартирном доме, ее часто называют «канализацией для кондоминиумов». Трубы также укладывают в направлении путей доступа, которые являются слишком узкими для крупных транспортных средств, либо под тротуаром (под покрытием пешеходных дорожек). Поскольку упрощенная канализация размещается на участках, не предназначенных для интенсивной транспортной нагрузки, ее прокладывают на небольшой глубине.

**Особенности конструкции.** В отличие от обычной самотечной канализации, спроектированной таким образом, чтобы минимальная скорость потока позволяла достичь самоочистку труб, упрощенная канализация проектируется с учетом минимального тягового давления  $1 \text{ Н/м}^2$  (1 Па) при пиковой скорости

потока. Минимальная пиковая скорость потока должна составлять  $1,5 \text{ л/сек.}$ , а минимальный диаметр канализации – 100 мм. Обычно достаточный уклон составляет 0,5%. Например, канализация диаметром 100 мм с градиентом 1 м для каждые 200 м может обслужить нужды 2 800 пользователей при потоке сточных вод 60 л/человек/сутки.

Рекомендуется использовать трубы из ПВХ. Глубина, на которой они должны пролегать, зависит, главным образом, от интенсивности транспортного движения. Трубы под пешеходными дорожками обычно укладывают на глубину 40–65 см. Упрощенная модель канализации также может применяться при укладке магистральных труб; их также можно прокладывать на небольшой глубине при условии, что они находятся вдали от зон транспортного движения.

Обычно нет необходимости в использовании дорогостоящих люков. На соединительных участках, либо на участках изменения направления труб достаточно использовать простые смотровые камеры (или очистные люки). На участках домового ввода также используются смотровые ящики. Если серые сточные воды из кухни содержат большое количество масла и жира, во избежание засоров рекомендуется установить жироловители (см. системы предварительной обработки, с. 100). Сырые сточные воды должны выводиться в канализацию для поддержания достаточной гидравлической нагрузки, однако приток ливневой воды лучше исключить. Тем не менее, на практике бывает трудно исключить все потоки ливневой воды, особенно при отсутствии альтернативной системы отвода ливневых вод. В связи с этим конструкция канализации (и водоочистных сооружений) должна проектироваться с учетом дополнительного потока ливневых вод.



**Приемлемость.** Упрощенная канализация может размещаться в поселениях любого типа и особенно подходит для густонаселенных городских районов, в которых отсутствует место для размещения локальных систем очистки сточных вод или фекального шлама. Этот тип канализации может использоваться в районах с высокой плотностью заселения (около 150 человек на гектар) и надежным уровнем водоснабжения (по крайней мере, 60 л/человек/сутки).

На участках со скалистым грунтом или высоким уровнем залегания грунтовых вод процесс вскапывания осложняется. В этих обстоятельствах расходы на установку канализации значительно превышают аналогичные затраты в более благоприятных условиях. Тем не менее, расходы на упрощенную канализацию на 20-50% ниже, чем расходы на обычную канализацию.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** При правильном строительстве и техническом обслуживании канализация представляет собой безопасное и гигиеничную систему для транспортировки сточных вод. Пользователи должны хорошо осознавать риск для здоровья, связанный с удалением засоров и техническим обслуживанием смотровых камер.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Пользователи должны быть обучены и нести ответственность за использование системы, чтобы избежать нарушения потока и образования засоров в результате попадания в канализацию мусора и других твердых отходов. Рекомендуется периодически промывать трубы во избежание засоров. Обычно засор можно удалить путем вскрытия очистных люков и пропускания жесткого провода внутрь трубы. Смотровые камеры необходимо время от времени опорожнять, чтобы предотвратить переполнение системы крупными частицами. Характер эксплуатации системы определяется четким распределением обязанностей между органом управления канализацией и местными жителями. В идеале члены домохозяйств должны осуществлять техническое обслуживание систем для предварительной обработки и части канализации, расположенной на территории кондоминиума. Однако на практике этот способ не применим, поскольку пользователи могут не замечать проблемы до того, как они приобретут серьезный характер и потребуют дорогостоящего ремонта. В противном случае жильцы могут нанять частного подрядчика или сформировать комитет пользователей для выполнения работ по техническому обслуживанию.

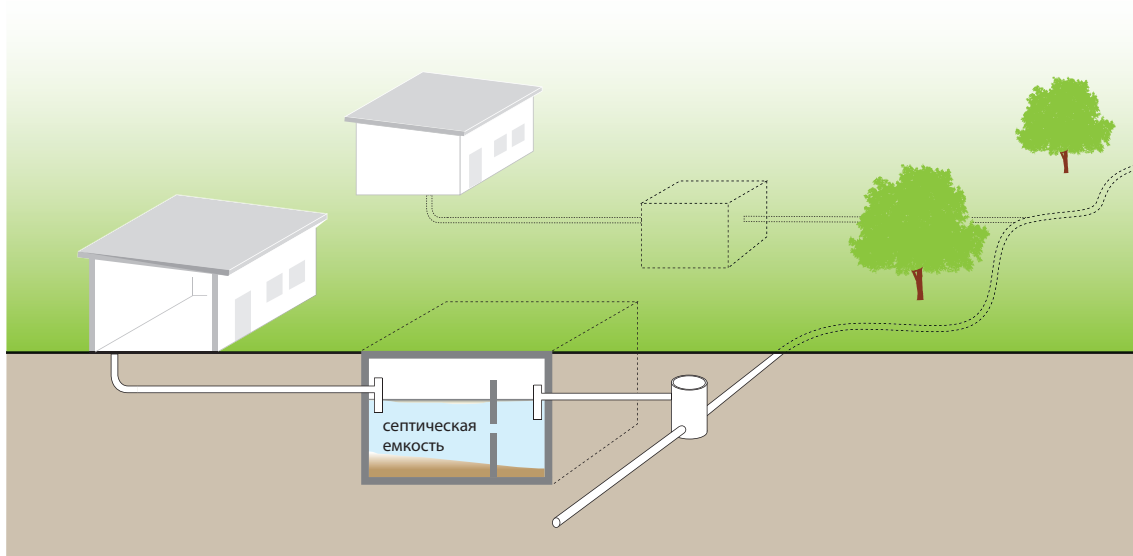
#### Плюсы и минусы

- + Трубы можно прокладывать на меньшей глубине и под более плоским уклоном, чем обычную канализацию
- + Более низкий уровень капитальных расходов, чем при использовании обычной канализации; низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Канализацию можно расширить при росте сообщества
- + Возможность одновременной очистки серых сточных вод
- + Нет необходимости в использовании локальных установок для первичной обработки
- Потребность в ремонте и устранении засоров возникает чаще, чем при использовании обычной самотечной канализации
- Требуется услуги профессионалов при проектировании и строительстве системы
- Утечка создает риск просачивания сточной воды и инфильтрации подземных вод, и ее трудно выявить

#### Список литературы и дополнительные источники

- Bakalian, A., Wright, A., Otis, R. and Azevedo Netto, J. (1994). Simplified Sewerage: Design Guidelines. UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](http://documents.worldbank.org/curated/en/home)  
(Руководство по проектированию с примерами вычислений, сделанных вручную)
- Mara, D. D. (1996a). Low-Cost Sewerage. Wiley, Chichester, UK.  
(Оценка различных типов малозатратных систем и результатов предметных исследований)
- Mara, D. D. (1996b). Low-Cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK. pp. 109-139.  
(Детальный обзор с примерами проектов)
- Mara, D. D. (2005). Sanitation for All in Periurban Areas? Only If We Use Simplified Sewerage. Water Science & Technology: Water Supply 5 (6): 57-65.  
(Статья, в которой представлен обзор указанной технологии и ее возможное место в системе городской канализации)
- Mara, D. D., Sleigh, A. and Tayler, K. (2001). PC-Based Simplified Sewer Design. University of Leeds, Leeds, UK.  
Ссылка на источник: [www.efm.leeds.ac.uk/CIVE/Sewerage/](http://www.efm.leeds.ac.uk/CIVE/Sewerage/)  
(Детальное описание теоретических и конструкторских особенностей, в том числе информация о программе, которая должна использоваться в качестве средства для проектирования)
- Watson, G. (1995). Good Sewers Cheap? Agency-Customer Interactions in Low-Cost Urban Sanitation in Brazil. Water and Sanitation Division, The World Bank, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [www.wsp.org](http://www.wsp.org)  
(Обзор крупномасштабных проектов в Бразилии)

Уровень применения:	Уровень управления:	Входящие/исходящие ресурсы:
<input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды



Канализация для жидкостей без твердых веществ представляет собой сеть, состоящую из труб небольшого диаметра, которые переносят сточную воду, прошедшую предварительную обработку и не содержащую твердых веществ (например, сток из септической емкости). Эта система может быть установлена на небольшой глубине, и для ее функционирования нет необходимости поддерживать минимальный поток сточной воды или уклон.

Канализации для жидкостей без твердых веществ также называются «самотечной канализацией малого диаметра для вывода отстоянного потока различной степени плотности или сточной воды из септической емкости». Предварительным условием для функционирования канализации для жидкостей без твердых веществ является эффективная первичная обработка на уровне домохозяйства. В коллекторе (отстойнике), который обычно представляет собой септическую емкость с одной камерой (С.9), задерживаются взвешенные частицы, которые могут засорить трубы небольшого диаметра. Коллектор также используется для снижения пикового потока. Ввиду незначительного риска образования отложений и закупорки труб нет необходимости в том, чтобы канализация для жидкостей без твердых веществ была само-очищающейся, т.е. нет необходимости в обеспечении минимальной скорости потока или тяговом давлении. Канализация должна быть оснащена всего несколькими смотровыми люками, может иметь различный уклон (включая отрицательный) и следовать рельефу местности. Если канализация следует рельефу местности, поток может быть безнапорный или под напором.

**Особенности конструкции.** При правильном строительстве и эксплуатации коллекторов (отстойников), этот тип канализации не требует минимального уклона и достаточной скорости потока чтобы достичь само-очистки. Допускается даже наличие отрицательных наклонов при условии, что выход канализации находится ниже входа. На участках с напорным потоком уровень воды в коллекторах должен располагаться выше уровня гидравлического напора в канализации, поскольку, в противном случае, жидкость стечет обратно в емкость. На высоких точках участков, где наблюдается напорный поток, должно быть обеспечено удаление воздуха (воздушных пробок). Канализации для жидкостей без твердых веществ также не требует постоянного уклона и выравнивания по смотровым люкам.

Линия проложения канализации может быть искривлена для обхода препятствий, позволяя большую степень свободы при проектировке. В целях облегчения процесса очистки минимальный диаметр труб должен составлять 75 мм.

Нет необходимости в использовании дорогостоящих люков, поскольку средства механической очистки не используются. Достаточно установить очистные люки или промывочные участки на входе, возвышениях, участках пересечения труб или на участках с резким изменением направления труб, либо размера труб. В отличие от стандартных люков, очистные люки можно более плотно закрыть, предотвратив попадание в систему ливневой воды. Попадание ливневой воды в систему должно полностью избегаться, поскольку ее объем может превысить вместимость трубы, и она может вызвать засор в связи с отложением крупных частиц. В идеале в канализацию не должна попадать ни ливневая, ни подземная вода, однако на практике это происходит так



как соединения труб не всегда выполнены герметично. В связи с этим, при проектировании системы необходимо оценить объем возможной инфильтрации подземных и ливневых вод. Использование труб из ПВХ позволяет сократить риск утечки.

**Приемлемость.** Этот тип канализации лучше всего подходит для городов и пригородов со средней плотностью населения и меньше подходит для малозаселенных участков или сельской местности. Лучше всего эта система подходит в условиях нехватки пространства для размещения систем для инфильтрации (И.8), либо в условиях, которые не позволяют локальную очистку сточных вод (в связи с низкой инфильтрационной способностью или высоким уровнем залегания подземных вод). Эта технология также подходит для холмистых районов или районов со скалистым грунтом. Канализация для жидкостей без твердых веществ может соединяться с септической емкостью, в которой не достигается достаточный уровень инфильтрации (например, в связи с повышением плотности населения и/или расхода воды).

В отличие от упрощенной канализации (П.4) канализация для жидкостей без твердых веществ также может использоваться в условиях ограниченного хозяйственно-бытового водопотребления. Эта технология представляет собой гибкий вариант канализации, масштаб которой можно легко увеличить при росте населения. В связи с неглубокой раскопкой и меньшим количеством используемых материалов расходы на строительство этой системы значительно ниже, чем расходы на строительство обычной канализации (П.6).

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** При правильном строительстве и техническом обслуживании канализация представляет собой безопасную и гигиеничную систему для транспортировки сточной воды. Пользователи должны хорошо осознавать риск для здоровья, связанный с удалением засоров и техническим обслуживанием смотровых емкостей.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Пользователи должны быть обучены и нести ответственность за использование системы, чтобы избежать засорения системы в результате попадания в канализацию мусора и других твердых отходов. Рекомендуется периодически удалять ил из септической емкости для того, чтобы обеспечить оптимальное функционирование канализации. Рекомендуется периодически промывать трубы во избежание засоров.

Необходимо принять особые меры предосторожности для предотвращения несанкционированного подключения к системе, поскольку у других пользователей могут быть не установлены коллекторы (отстойники), что приведет к попаданию в систему твердых отходов.

Орган, занимающийся управлением канализацией, частный подрядчик или комитет пользователей несут ответственность за управление системой, в частности, за регулярную очистку коллекторов от ила и предотвращение несанкционированного подключения к системе.

#### Плюсы и минусы

- + Нет необходимости в минимальном уклоне или скорости потока
- + Эксплуатация в условиях ограниченного водоснабжения
- + Более низкий уровень капитальных затрат, чем при обычной самотечной канализации; низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Размеры канализации можно увеличить по мере прироста населения
- + Возможность одновременной обработки серых сточных вод
- Требуется площадь для установки коллекторов (отстойников)
- Требуется регулярная очистка коллекторов от ила во избежание засоров
- Требуется обучение пользователей и согласие пользователей с требованиями правильной эксплуатации
- Необходимость в ремонте и удалении засоров возникает чаще, чем при использовании обычной канализации
- Требуются услуги профессионалов при проектировании и строительстве системы
- Утечка создает риск просачивания сточной воды и ее инфильтрации в подземные воды, и ее трудно выявить

#### Список литературы и дополнительные источники

- Azevedo Netto, J. and Reid, R. (1992). Innovative and Low-Cost Technologies Utilized in Sewerage. Technical Series No. 29, Environmental Health Program, Pan American Health Organization, Washington, D.C., US.  
(Краткий обзор и диаграммы компонентов – глава 5)
- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US. pp. 355-364.  
(Краткий обзор особенностей проектирования и строительства)
- Mara, D. D. (1996a). Low-Cost Sewerage. Wiley, Chichester, UK.  
(Оценка различных типов малозатратных систем и результатов предельных исследований)
- Mara, D. D. (1996b). Low-Cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK. pp. 93-108.  
(Детальный обзор с примерами проектов)
- Otis, R. J. and Mara, D. D. (1985). The Design of Small Bore Sewer Systems. UNDP Interregional Project INT/81/047, The World Bank and UNDP, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](https://documents.worldbank.org/curated/en/home)  
(Детальный обзор принципов проектирования, монтажа и технического обслуживания)

## Уровень применения:

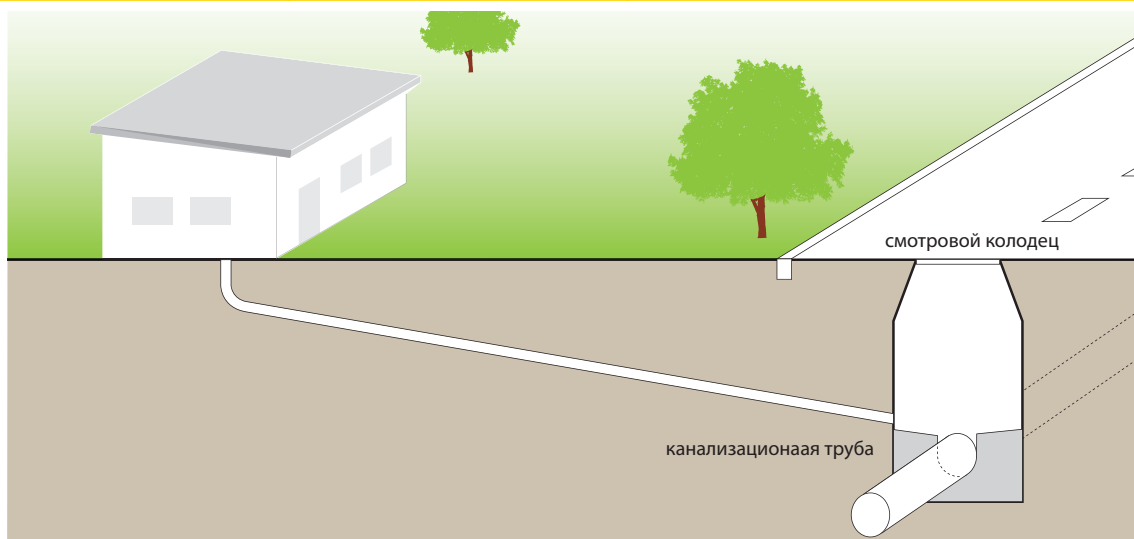
- Домохозяйство  
 Микрорайон  
 Город

## Уровень управления:

- Домохозяйство  
 Совместное управление  
 Общественное управление

## Входящие/исходящие ресурсы:

- Черные сточные воды  Бурые сточные воды  
 Серые сточные воды  Сточные воды



**Обычная самотечная канализация представляет собой масштабную сеть подземных труб, по которым черные и серые сточные воды и, во многих случаях, ливневая вода, накопленная на территории отдельных домохозяйств, под воздействием гравитации (и насосов при необходимости) поступает на предприятие (полу-) централизованной очистки сточных вод.**

Обычная самотечная канализация состоит из множества ответвлений. Канализационная сеть, как правило, подразделяется на первичную (магистральные канализационные коллекторы, проложенные вдоль главных дорог), вторичную и третичную сеть (сети, расположенные на территории микрорайона и домохозяйства).

**Особенности конструкции.** При использовании обычной самотечной канализации обычно не требуется предварительная обработка или хранение бытовых стоков до их утилизации. Тем не менее, канализационная система должна быть спроектирована таким образом, чтобы в ней поддерживалась скорость потока позволяющая достичь самоочистку труб (т.е. поток не должен вызывать накопление частиц). Учитывая стандартный диаметр канализационных систем, необходимо рассчитывать на минимальную скорость потока 0,6-0,7 м/сек при сухих погодных условиях. На всем протяжении канализационной системы должен быть организован неизменный уровень перепада для поддержания потока вод достаточный для самоочистки, в связи с чем может потребоваться глубокая разработка грунта. В условиях, когда невозможно поддерживать минимальный

уклон, необходимо установить насосную станцию. Системы первичной канализации размещаются под поверхностью дорог на глубине от 1,5 до 3 м во избежание повреждений, которые могут быть вызваны нагрузкой связанной с дорожным движением. Глубина также зависит от уровня грунтовых вод, наиболее низкой точки обслуживания (например, подвальное помещение) и рельефа местности. Выбор диаметра труб зависит от средней и максимальной скорости потока. Чаще всего используются трубы из бетона, ПВХ или чугунные трубы.

Смотровые колодцы размещаются на заданном расстоянии друг от друга над канализацией, на участках пересечения труб и на участках, где меняется направление потока в трубах (по вертикальной или горизонтальной плоскости). Смотровые колодцы должны быть спроектированы таким образом, чтобы через них в систему не попадала ливневая вода или происходила инфильтрация подземных вод.

В случае, если пользователи сбрасывают сильно загрязненную сточную воду (например промышленные сточные воды или стоки ресторанов), может возникнуть необходимость в использовании локальных систем для предварительной и первичной обработки промышленных сточных вод перед их сбросом в канализационную систему для сокращения риска образования засоров и нагрузки на предприятие по обработке сточных вод. Если канализационные трубы также переносят ливневую воду (эта система называется «общеславной канализацией»), необходимо обеспечить сбрасывание избыточной сточной воды во время ливней, которая может привести к переполнению канализации во избежание гидравлической перегрузки на во-

доочистных сооружениях. Общесплавная канализация больше не является последним достижением техники. Рекомендуется использовать раздельную канализацию и систему местного задержания и инфильтрации ливневой воды, либо отдельную дренажную систему для дождевой воды. В этом случае система очистки сточных вод имеет меньший размер, в связи с чем ее дешевле построить, при этом повышается эффективность обработки менее разбавленной сточной воды.

**Приемлемость.** Поскольку обычная самотечная канализация предназначена для переноса больших объемов потока сточных вод, она особенно подходит для транспортировки сточных вод на (полу-) централизованные сооружения очистки сточных вод. Для планирования, строительства, эксплуатации и технического обслуживания системы требуются специальные знания. Строительство обычной самотечной канализации в густонаселенных городских районах осложняется тем, что оно нарушает жизнедеятельность города и дорожное движение. Строительство обычной самотечной канализации требует больших затрат и, поскольку укладка канализационных труб требует масштабной экскавации и требует масштабной координации деятельности различных органов, строительных компаний и владельцев собственности, требуется организация системы профессионального управления.

Смещение грунта может привести к растрескиванию стенок в колодцах или соединений труб, что вызывает инфильтрацию подземных вод или просачивание сточных вод и нарушает качество функционирования канализационной системы.

Обычную самотечную канализацию можно строить в местности с холодным климатом, поскольку она уходит глубоко под землю, а мощный и непрерывный поток воды не поддается замерзанию.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** При правильном строительстве и техническом обслуживании канализация представляет собой безопасную и гигиеничную систему для транспортировки сточной воды. Эта технология обеспечивает высокий уровень гигиены и комфорта для пользователя. Тем не менее, поскольку сточная вода перемещается на сооружения по очистке сточных вод, конечное влияние на здоровье и окружающую среду зависит от эффективности работы очистных сооружений.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Смотровые колодцы используются для регулярных проверок и очистки канализации. В смотровых колодцах может накапливаться мусор (например, крупнозернистый песок, ветки или ветошь) и закупоривать канализационные трубы. Во избежание засоров, вызванных жировыми отходами, необходимо проинформировать пользователей о необходимости правильной утилизации масляных и жировых отходов. Распространенные методы очистки обычной самотечной канализации включают прочистку стержнем, промывку, гидравлическое бурение и откачку воды. Канализация может представлять собой угрозу в связи с накоплением в ней токсичных газов, в связи с чем техническое обслуживание системы должны выполнять только специалисты, хотя в хорошо организованных сообществах обязанности по техническому обслуживанию третичных систем могут быть переданы хорошо обученной группе, состоящей из жителей сообщества. При входе в канализацию необходимо использовать надежные средства защиты.

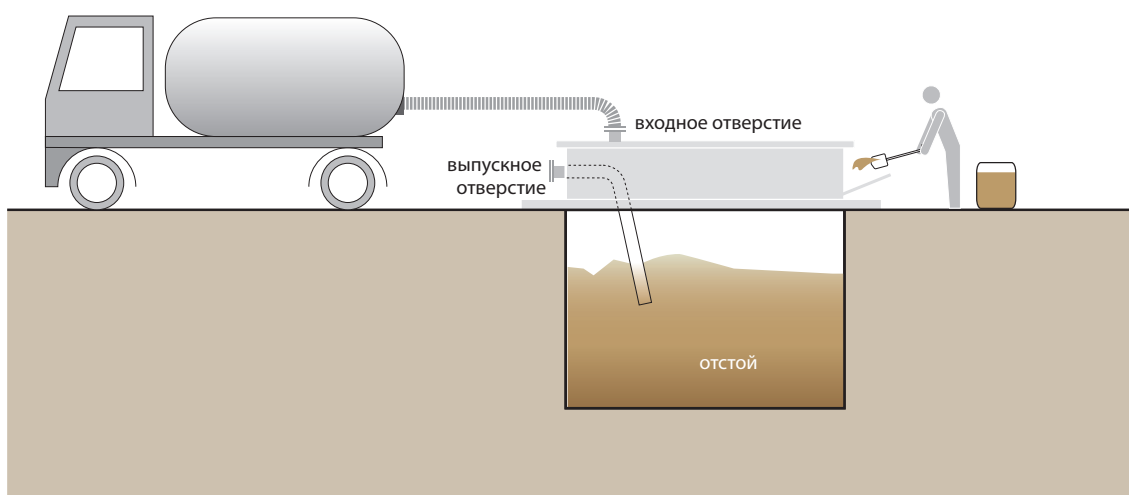
#### Плюсы и минусы

- + Меньший объем технического обслуживания, чем при использовании упрощенной канализации или канализации для жидкостей без твердых веществ
- + Возможность одновременного перемещения серых сточных вод и ливневой воды
- + Возможность обработки крупнозернистого песка и других твердых веществ, а также больших объемов потока
- Очень высокий уровень капитальных затрат; высокий уровень эксплуатационных расходов и расходов на техническое обслуживание
- Необходимо поддерживать минимальную скорость потока для того, чтобы предотвратить отложение твердых частиц в канализации
- Необходимость в глубокой разработке грунта
- Расширение системы при изменении и росте населения сообщества является трудоемким и дорогостоящим
- Требуются услуги специалистов при проектировании, строительстве и техническом обслуживании системы
- Утечка создает риск просачивания сточной воды и инфильтрации в подземные воды, и ее трудно выявить

#### Список литературы и дополнительные источники

- Bizier, P. (Ed.) (2007). Gravity Sanitary Sewer Design and Construction. Second Edition. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 60, WEF MOP No. FD-5. American Society of Civil Engineers, New York, US. (Стандартный документ по проектированию, используемый в Северной Америке, хотя необходимо провести анализ местных кодов и стандартов перед выбором руководства по проектированию)
- Tchobanoglous, G. (1981). Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater. McGraw-Hill, New York, US.
- U.S. EPA (2002). Collection Systems Technology Fact Sheet. Sewers, Conventional Gravity. 832-F-02-007. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)  
(Качественное описание технологии, которое включает более подробную информацию об условиях проектирования и сведения о принципах эксплуатации и техническом обслуживании)

Уровень применения:	Уровень управления:	Входящие/исходящие ресурсы:
<input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<input checked="" type="checkbox"/> Отстой



Перекачивающие станции или подземные емкости для хранения функционируют в качестве промежуточных точек сброса фекального шлама, если этот шлам сложно перевезти на (полу-) централизованное предприятие очистки. Передвижная вакуумная установка необходима для опорожнения перекачивающих станций после их заполнения.

Операторы оборудования для опорожнения шлама с мускульным приводом и малогабаритного механизированного оборудования (см. П.2 и П.3) выгружают ил на местную перекачивающую станцию вместо незаконного сброса отходов или полигон для захоронения отходов. При заполнении перекачивающей станции передвижная вакуумная установка опорожняет ее содержимое и перевозит ил на соответствующее предприятие очистки. Муниципальные образования или управления канализационного хозяйства имеют право взимать плату за выдачу разрешений на выгрузку отходов на перекачивающую станцию в целях компенсации расходов на эксплуатацию и техническое обслуживание предприятия.

В городских условиях перекачивающие станции должны быть размещены с осторожностью, поскольку, в противном случае, неприятный запах может доставлять неудобства, особенно при отсутствии качественного технического обслуживания.

**Особенности конструкции.** Перекачивающая станция включает в себя площадку для стоянки вакуумных передвижных установок или тележек для перевозки осадков сточных вод, участок

для подсоединения сливных шлангов и емкость для хранения. Станция для сброса отходов должна иметь достаточно низкую конструкцию для минимизации утечки в тот момент, когда рабочие вручную опорожняют тележки для перевозки осадков сточных вод. Кроме того, перекачивающая станция включает в себя вентиляционный клапан, сороудерживающую решетку для удаления крупных отходов (мусора) и станцию для промывки транспортных средств. Емкость для хранения должна обладать надежной конструкцией для предотвращения выщелачивания и/или инфильтрации поверхностных вод.

Альтернативным вариантом является канализационная станция сброса отходов (СИС), которая похожа на перекачивающую станцию, но при этом напрямую соединяется со трубопроводом стандартной самотечной канализации. Ил, переливаемый на станцию СИС, затем направляется в канализационный трубопровод либо напрямую, либо через промежуток времени (например, путем нагнетания) в целях оптимизации работы канализации и станции очистки сточных вод и/или для снижения пиковой нагрузки.

Перекачивающие станции могут быть оборудованы цифровыми устройствами записи данных для отслеживания количества, типа и происхождения входящих ресурсов, а также сбора данных о лицах, занимающихся сбросом отходов. Таким образом, оператор может собрать подробную информацию и составить более точный план, а также адаптировать оборудование к различным нагрузкам.

Система выдачи разрешений или взимания платы за обеспечение доступа должна быть тщательно спроектирована таким об-

разом, чтобы лица, которые испытывают наибольшую потребность в этих услугах, не были их лишены в связи с их высокой стоимостью, при этом система должна приносить достаточный доход для обеспечения продолжительной эксплуатации и технического обслуживания перекачивающих станций.

**Приемлемость.** Перекачивающие станции могут применяться в густонаселенных городских районах, где отсутствуют альтернативные точки сброса фекального шлама. Установка нескольких перекачивающих станций позволит сократить число случаев незаконного сброса ила и продвинуть рынок услуг по опорожнению отходов.

Перекачивающие станции особенно подходят для участков, где применяется маломасштабное опорожнение ила. В больших городах эти станции позволяют снизить расходы, понесенные компаниями по грузовым перевозкам, за счет сокращения расстояния перевозок и времени ожидания в дорожных «пробках». Местные поставщики услуг могут выгружать ил на перекачивающие станции днем в то время, как крупные грузовики опорожняют емкости и отправляются на предприятия очистки ночью, когда интенсивность дорожного движения снижается. Перекачивающие станции должны быть размещены на участках, которые обеспечивают их легкодоступность, удобство и простоту в использовании. В зависимости от характера технического обслуживания, неприятный запах может представлять проблему для местных жителей. Тем не менее, преимущества этих станций в сравнении с системами сброса отходов на открытом воздухе в значительной степени компенсируют их недостатки.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Перекачивающие станции позволяют в значительной степени улучшить атмосферу сообщества благодаря недорогим местным решениям, связанным с удалением фекального шлама. При установке перекачивающей станции у независимых или маломасштабных поставщиков услуг пропадает необходимость в незаконном сбросе ила, при этом домовладельцы получают большую мотивацию для опорожнения выгребных ям. При регулярном опорожнении выгребных ям и сокращении объемов незаконного сброса отходов значительно улучшается общая атмосфера сообщества. Место для размещения системы необходимо тщательно выбирать, чтобы повысить ее эффективность и сократить неприятные запахи, а также избежать появления проблем для жителей соседних районов.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Решетки необходимо часто очищать, чтобы обеспечить непрерывность потока и предотвратить противоток. Песок, крупнозернистый песок и засохший ил также необходимо периодически удалять из емкости для хранения. Необходимо установить хорошо организованную систему для опорожнения перекачивающей станции; при заполнении и переполнении емкости для хранения ситуация становится не лучше, чем при переполнении выгребной ямы. Настил и нагрузочную площадку необходимо регулярно очищать, чтобы предотвратить появление таких вредных факторов, как неприятные запахи, мухи и другие переносчики инфекций.

#### Плюсы и минусы

- + Более эффективная доставка шлама на очистную станцию, особенно при участии мелкомасштабных поставщиков услуг с транспортными средствами, работающими на малой скорости
- + Возможность сокращения объемов незаконного сброса фекального шлама
- + Компенсация расходов за счет выдачи разрешений на доступ
- + Возможность создания новых рабочих мест и получение дохода
- Требуются услуги профессионалов для проектирования и строительства
- Риск появления неприятного запаха при недостаточном техническом обслуживании

#### Список литературы и дополнительные источники

- African Development Fund (2005). Accra Sewerage Improvement Project (ASIP). Appraisal Report. Infrastructure Department Central and West Regions. Abidjan, CI.  
Ссылка на источник: [www.afdb.org](http://www.afdb.org)
- Boot, N. L. and Scott, R. E. (2008). Faecal Sludge in Accra, Ghana: Problems of Urban Provision. Proceedings: Sanitation Challenge: New Sanitation Concepts and Models of Governance. Wageningen, NL.
- Chowdhry, S. and Koné, D. (2012). Business Analysis of Fecal Sludge Management: Emptying and Transportation Services in Africa and Asia. Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, US.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). Faecal Sludge Management. Systems Approach for Implementation and Operation. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- U.S. EPA (1994). Guide to Septage Treatment and Disposal. EPA/625/R-94/002. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, OH, US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

В настоящем разделе описаны технологии очистки, которые обычно применяются в отношении больших групп пользователей (т.е. начиная с полу-централизованных систем, применяемых на уровне микрорайона, заканчивая централизованными системами, которые применяются на уровне города). Эти технологии предназначены для пропускания увеличенных объемов потока и усовершенствования, в большинстве случаев, процесса удаления биогенных элементов, органических соединений и болезнетворных микроорганизмов, особенно в сравнении с небольшими технологиями очистки, которые применяются на уровне домохозяйств (С). Тем не менее, требования эксплуатации, технического обслуживания и энергоемкости технологий, входящих в эту функциональную группу, обычно являются более высокими, чем по отношению к технологиям меньшего масштаба, применяющимся на уровне С. Технологии подразделяются на две группы: О.1-О.12 предназначены в основном для очистки черных, бурых, серых сточных вод или стоков, при этом системы О.13-О.17 предназначены в основном для обработки шлама. В разделе также описаны технологии предочистки и последующей обработки (информационные листы по технологиям предочистки и последующей обработки), даже если не всегда есть потребность в их применении.

ДО Технологии предочистки

О.1 Отстойник

О.2 Отстойник Имгоффа

О.3 Анаэробный реактор с перегородками (АРП)

О.4 Анаэробный фильтр

О.5 Стабилизационный пруд (СП)

О.6 Аэрируемый пруд

О.7 Искусственные биоинженерные пруды с открытой водной поверхностью

О.8 Биоинженерные пруды с горизонтальным подземным потоком

О.9 Биоинженерные пруды с вертикальным потоком

О.10 Биологический фильтр

О.11 Анаэробный реактор с придонным слоем микроорганизмов и восходящим потоком жидкости (АРСПМ)

О.12 Активированный ил

О.13 Пруды-отстойники

О.14 Иловые площадки без растений

О.15 Иловые площадки с растениями

О.16 Совместное компостирование

О.17 Биогазовый реактор

ПОСЛЕ Третичная очистка и дезинфекция

О.1-О.12

Технологии обработки черных, бурых, серых сточных вод или стоков

О.13-О.17

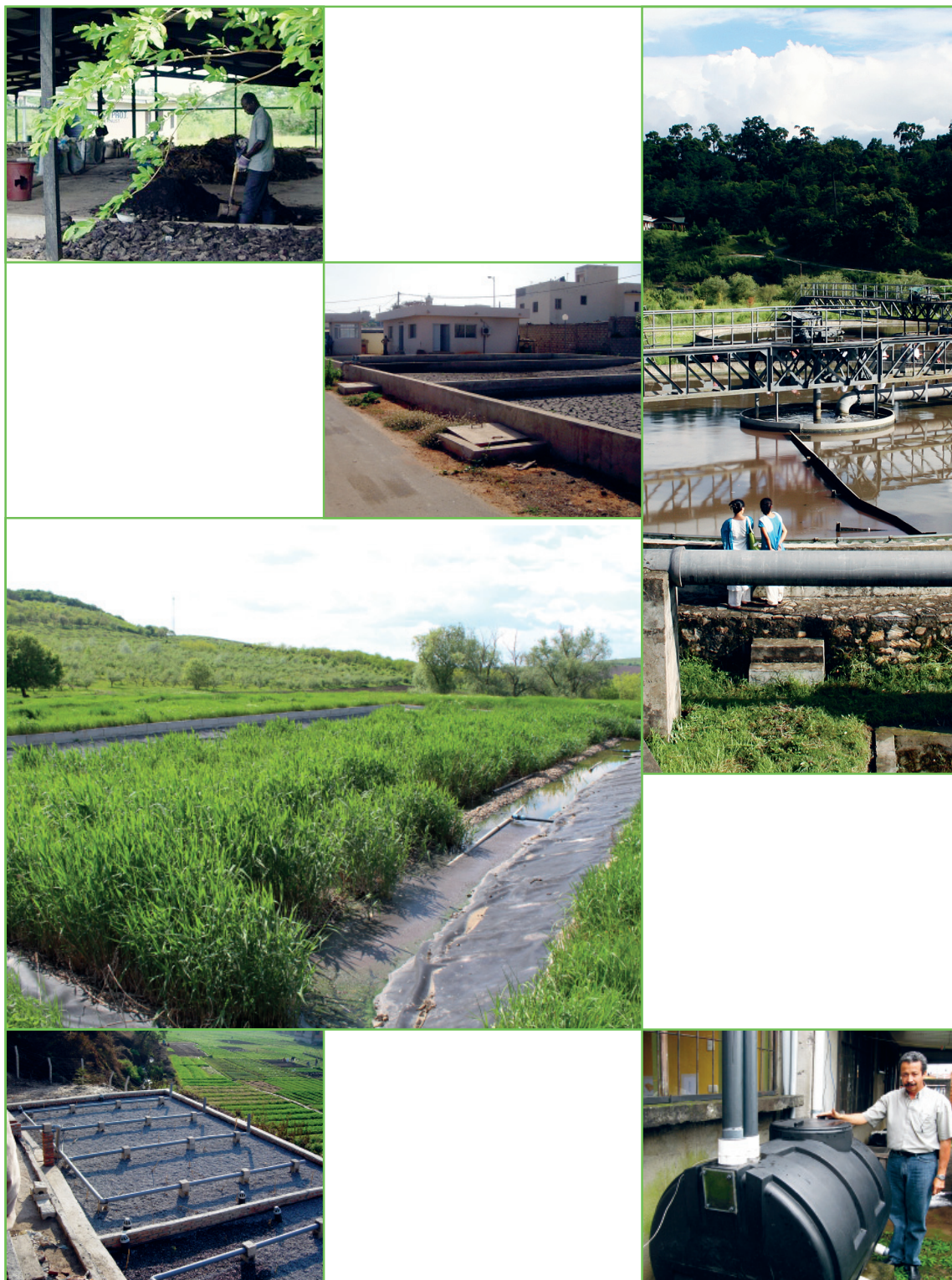
Технологии обработки шлама

При проектировании схемы (полу-) централизованной очистки инженер должен разработать эффективную комбинацию этих технологий для достижения желаемой общей цели очистки (например, многоступенчатая конфигурация для предочистки, первичной и вторичной обработки).

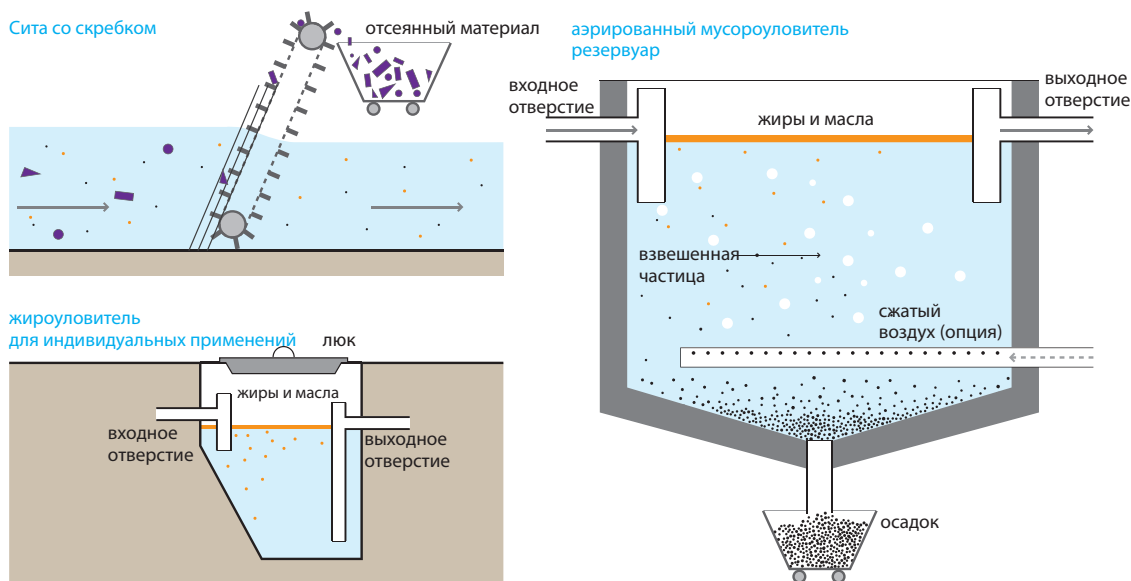
В любых обстоятельствах выбор технологии обычно зависит от следующих факторов:

- Тип и количество обрабатываемых продуктов (включая дальнейшие перспективы)
- Желаемый продукт на выходе (целевое назначение и/или законодательные требования к качеству)
- Финансовые ресурсы
- Наличие материалов на месте
- Наличие свободного пространства
- Характеристики почвы и подземных вод
- Наличие постоянного источника электричества
- Профессиональные навыки и полномочия (для проектирования и эксплуатации)
- Особенности управления





<p><b>Уровень применения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Домохозяйство</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Город</li> </ul>	<p><b>Уровень управления:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Домохозяйство</li> <li><input type="checkbox"/> Совместное управление</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление</li> </ul>	<p><b>Входящие ресурсы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды</li> <li><input type="checkbox"/> Бурые сточные воды</li> <li><input type="checkbox"/> Отстой</li> <li><input type="checkbox"/> Серые сточные воды</li> </ul> <p><b>Исходящие ресурсы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Черные сточные воды</li> <li><input type="checkbox"/> Бурые сточные воды</li> <li><input type="checkbox"/> Отстой</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Ресурсы для предварительной обработки</li> <li><input type="checkbox"/> Серые сточные воды</li> </ul>
---	---	--



**Предочистка** – это процесс первичного удаления компонентов сточных вод или ила, включая, масло, смазочные материалы и различные твердые примеси (например, песок, волокна и мусор). Установки предочистки, расположенные перед технологиями перемещения или очистки, могут замедлять процесс накопления твердых частиц и минимизировать дальнейшие засоры. Эти установки также позволяют сократить изнашивание механических деталей и продлить срок службы санитарной инфраструктуры.

предотвратить попадание твердых частиц в систему. Смотровые камеры канализации должны быть всегда закрыты крышкой люка во избежание попадания посторонних материалов в канализацию.

**Жироуловитель.** Функция жироуловителя заключается в задерживании масла и смазочных материалов для ускорения процесса сбора и утилизации этих отходов в дальнейшем. Жироуловители представляют собой камеры, сделанные из кирпича, бетона или пластика и оснащенные крышкой, не пропускающей неприятные запахи. Перегородки или т-образные элементы, установленные на входе и выходе, препятствуют образованию волн на водной поверхности и отделяют плавучие элементы от стока. Жироуловитель может быть размещен либо непосредственно под раковиной, либо, при более крупных объемах масла и смазочных материалов, жиросепаратор большего размера может быть установлен снаружи. Установка жироуловителя для размещения под раковиной требует относительно небольших затрат, и его необходимо часто прочищать (раз в неделю или раз в месяц), при этом установка жиросепаратора большего размера требует больших капитальных затрат, однако опорожнение этой системы происходит раз в 6-12 месяцев. При более крупных габаритах жироуловители также способны удалять крупнозернистый песчаник и другие осаждаемые твердые вещества путем отстаивания, что напоминает функции септической емкости (С.9).

Масло, смазочные материалы, песок и взвешенные твердые частицы могут снизить эффективность транспортировки и/или очистки отходов в связи с образованием засоров и износом. В связи с этим профилактика и заблаговременное удаление этих материалов играет решающую роль в сохранении долговечности системы очистки. Функционирование технологий предочистки основано на использовании физических механизмов удаления отходов, например, просеивание, флотация, отстаивание и фильтрация.

Поведенческие и технические меры по контролю источника отходов на уровне домохозяйства или здания позволяют сократить концентрацию загрязнения и соблюдать требования, касающиеся предочистки. Например, сбор твердых отходов и кухонного жира должен происходить отдельно, при этом не допускается попадание этих отходов в санитарные системы. Оснащение раковин, душевых и аналогичных систем соответствующими ситами, фильтрами и гидрозатворами позволит

**Сита.** Функция просеивания состоит в предотвращении попадания крупных твердых материалов, например, пластика, ветоши и другого мусора в канализационную систему, либо на станцию очистки. Твердые материалы задерживаются наклонными ситами или решетками. Расстояние между прутьями решетки обычно составляет 15-40 мм, в зависимости от характера очистки. Сита могут очищаться вручную или механическим скребком. Скребок предусмотрен для более частого удаления твердых материалов и, соответственно, для конструкций меньшего размера.

**Пескоуловитель.** При риске нарушения функционирования или повреждения технологий дальнейшей обработки из-за песка, пескоуловители (или песколовки) обеспечивают удаление тяжелых неорганических фракций путем осаждения. Существует три основных типа пескоуловителей: песколовки с горизонтальным потоком, аэрируемые песколовки или вихревые камеры. Эти конструкции обеспечивают осаждение тяжелых частиц песка, в то время как более легкие, в основном, органические частицы остаются во взвешенном состоянии.

**Приемлемость.** Жируловители применяются при удалении значительных объемов масла и смазочных материалов. Они могут быть установлены в отдельных домохозяйствах, ресторанах или на производственных площадках. Удаление смазочных материалов играет особенно важную роль в случае, если присутствует непосредственный риск образования засоров (например, при использовании биоинженерных прудов для обработки серых сточных вод).

Просеивание является важным этапом в случае, если существует риск попадания твердых отходов в канализационную систему, либо на станции очистки. Мусороуловители, например, сетчатые контейнеры, также могут применяться на стратегически важных объектах, например, в отношении стоков торговых площадок.

Пескоуловитель позволяет предотвратить отложение песка и изнашивание деталей на станциях очистки сточных вод, в частности, при использовании дорог без покрытия и/или при риске попадания ливневой воды в канализационную систему.

Поскольку сточные воды из прачечных содержат большое количество тканевых волокон и частиц, эти заведения должны быть оснащены устройствами для задерживания волокон.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Удаление твердых отходов и смазочных материалов из технологий предочистки не вызывает приятных эмоций, в связи с чем, если домохозяйства или члены сообщества несут ответственность за выполнение этой функции, нет необходимости в регулярной очистке. Привлечение специалистов для удаления отходов является наилучшим выходом из ситуации, хотя это и требует затрат. Лица, осуществляющие очистку, могут контактировать с болезнетворными микроорганизмами или токсичными веществами, в связи с чем, рабочие должны носить защитную одежду, т.е. обувь и перчатки.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** В отношении станций предочистки должен осуществляться регулярный контроль и очистка, чтобы обеспечить их надежное функционирование. Если техническое обслуживание происходит нечасто, сильный неприятный запах может возникнуть в результате распада накопленного материала. Недостаточное техническое обслуживание установок предочистки может, в конечном итоге, привести к отказу элементов последующей очистки в составе санитарной системы.

Ресурсы предочистки необходимо утилизировать в качестве твердых отходов способом, приемлемым с экологической точки зрения. При утилизации смазочных материалов их можно использовать для выработки энергии (например, производство биодизеля или сбраживание), либо подвергать переработке для повторного использования.

#### Плюсы и минусы

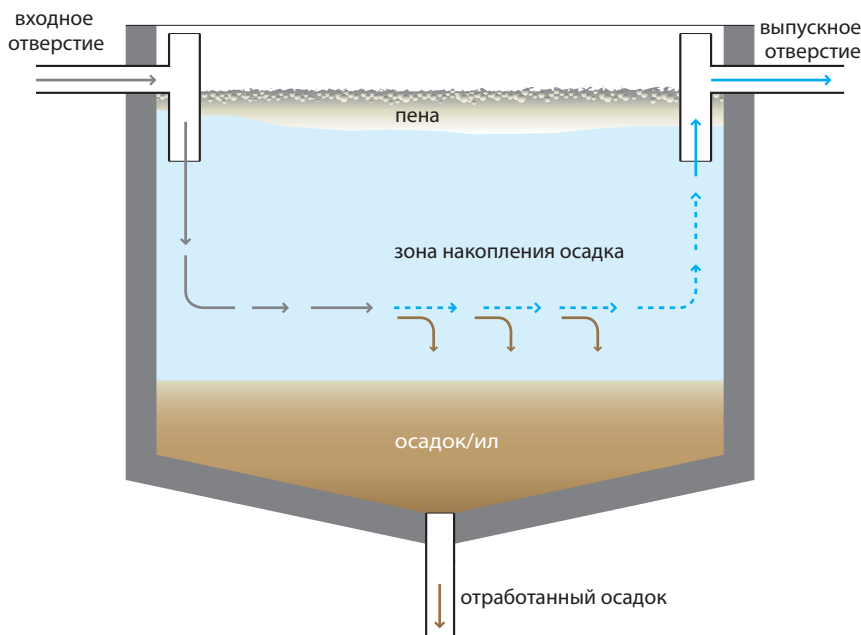
- + Относительно низкий уровень капитальных и эксплуатационных расходов
- + Снижение риска повреждения технологий последующего перемещения и/или обработки
- + Увеличение срока службы и долговечности санитарного оборудования
- Потребность в частом техническом обслуживании
- Удаление твердых отходов и смазочных материалов не вызывает приятных эмоций

#### Список литературы и дополнительные источники

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US.
- Morel, A. and Diener, S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Review of Different Treatment Systems for Households and Neighborhoods. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Robbins, D. M. and Ligon, G.C. (2014). How to Design Wastewater Systems for Local Conditions in Developing Countries. IWA Publishing, London, UK.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.). McGraw-Hill, New York, US.
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.



<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Бурые сточные воды	<input type="checkbox"/> Серые сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Отстой	



**Отстойник представляет собой технологию первичной очистки сточных вод; это устройство предназначено для удаления взвешенных твердых частиц путем отстаивания. Эта система также называется бассейном/резервуаром-отстойником, или очистителем. Низкая скорость потока в отстойнике обеспечивает опускание осаждаемых частиц на дно, при этом компоненты, более легкие, чем вода, всплывают на поверхность.**

Отстаивание также применяется для удаления песка (см. технологию предочистки, стр. 100), для вторичной очистки в рамках технологии обработки активированного ила (см. O.12), по завершении химической коагуляции/осаждения, либо в целях уплотнения осадка. В информационном листе по данной технологии описывается применение отстойников в качестве первичных технологий отстаивания, которые обычно устанавливаются после системы предочистки.

Отстойники позволяют достигать значительного первоначального сокращения объема взвешенных твердых частиц (50-70% удаляемого материала) и органического вещества (20-40% снижения уровня БПК) и предотвратить нарушение процесса последующей обработки под действием этих компонентов.

Отстойники могут быть представлены в разных формах и иногда выполнять дополнительные функции. Они могут представлять собой отдельные емкости, либо быть встроенными в установку комплексной очистки. Ряд других технологий, описанных в настоящем Сборнике, оснащены функцией первичного осаждения, либо включают отделение для первичного отстаивания:

- Септическая емкость (С.9), в которой при низкой частоте уда-

ления ила происходит анаэробная деградация шлама.

- Анаэробный реактор с перегородками (С.10/О.3) и анаэробный фильтр (С.11/О.4) обычно оснащены отстойником, который функционирует в качестве первого отделения. Тем не менее, отстойник может быть сооружен отдельно, например, на территории городской очистной станции или при использовании сборных модульных блоков.
- Биогазовый реактор (С.12/О.17) может рассматриваться в качестве отстойника, предназначенного для анаэробного дегидрирования и производства биогаза.
- Отстойник Имгоффа (О.2) и Анаэробный реактор с придонным слоем организмов и восходящим потоком жидкости (ТАСВ, О.11) предназначены для дегидрирования осажденного ила, а также предотвращают попадание/возврат газов или частиц ила из нижней в верхнюю секцию.
- Стабилизационный пруд (WCP, О.5), в составе которого первичный анаэробный пруд выполняет функцию отстаивания
- Пруды-отстойники (О.13) предназначены для разделения твердой и жидкой фазы фекального ила
- Канализационная система для жидкостей, не содержащих твердых частиц (П.5), которая включает резервуары-коллекторы на уровне здания.

**Особенности конструкции.** Основная функция отстойника заключается в облегчении процесса отстаивания за счет снижения скорости и турбулентности потока сточных вод. Отстойники представляют собой цилиндрические или прямоугольные резервуары, которые обычно спроектированы с расчетом на

время гидравлического удержания, которое составляет 1,5-2,5 ч. В случае, если уровень БПК не должен быть слишком низким для обеспечения дальнейшего биологического этапа, требуется меньшее количество времени. Резервуар должен быть спроектирован таким образом, чтобы обеспечивать достаточную производительность при максимальном расходе. Чтобы предотвратить образование вихревых потоков и транзитный поток, а также для удерживания пены внутри бассейна, входы и выходы должны иметь надежную конструкцию и быть оснащены эффективной системой распределения и сбора (перегородки, водосливы или тройники).

В зависимости от конструкции отделение ила может осуществляться с помощью ручного насоса, пневматического насоса, вакуумного насоса, либо самотеком через донный водосброс. Крупногабаритные первичные отстойники часто оснащены механическими уловителями, которые непрерывно счищают осажденные твердые частицы в направлении осадочного ящика, размещенного в основании резервуара, откуда ил откачивается на станции обработки шлама. Днище резервуара, размещенное под достаточным наклоном, облегчает процесс удаления ила. Удаление пены также может производиться либо вручную, либо с использованием механизма для сбора. Эффективность первичного отстойника зависит от таких факторов, как характеристики сточных вод, время задержания и скорость удаления ила. Эффективность может быть снижена в связи с циркуляцией, создаваемой ветром, тепловой конвекцией, плотностным течением, обусловленным перепадом температур и термальной стратификацией в условиях жаркого климата. Эти явления могут приводить к коротким замыканиям.

Существует ряд решений по повышению эффективности отстойников. Эти решения включают, например, установку наклонных пластинок (ламелей) и труб, что позволяет увеличить площадь отстаивания, либо использование химических коагулянтов.

**Приемлемость.** Выбор технологии отстаивания твердых веществ обусловлен габаритами и типом установки, концентрацией сточных вод, эффективностью управления и приемлемости анаэробного процесса при производстве или отсутствии производства биогаза.

Для функционирования технологий, которые уже оснащены определенным типом установок первичного отстаивания (см. выше), не требуется отдельный отстойник. Тем не менее, для правильного функционирования многих технологий очистки требуется первичное удаление твердых веществ. Несмотря на то, что на небольших станциях аэрации сточных вод установка первичных отстойников часто не осуществляется, эта опция имеет особо важное значение при использовании технологий, основанных на применении фильтрующих материалов. Отстойники также могут использоваться в качестве резервуаров для сбора ливневых вод для удаления части органических твердых веществ, которые в противном случае попадут непосредственно в окружающую среду.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Чтобы избежать выделения пахучих газов, требуется частое удаление шлама. При обращении со шламом и пеной необходимо соблюдать осторожность, поскольку они содержат большое количество патогенных микроорганизмов; эти отходы требуют дальнейшей обработки и качественной утилизации. Рабочие, которые контактируют со стоком, пеной или шламом, обязаны носить соответствующую защитную одежду.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** При использовании отстойников, которые не предназначены для анаэробных процессов, регулярное удаление ила требуется, чтобы избежать загнивания, а также образования и выделения газа, который может нарушить процесс отстаивания за счет перераспределения части осажденных твердых частиц. Ил, который переносится на поверхность пузырьками газа, с трудом поддается удалению и может перемещаться на следующий этап обработки. Важное значение также имеет частое удаление и качественная обработка/утилизация пены в сочетании с илом, либо отдельно.

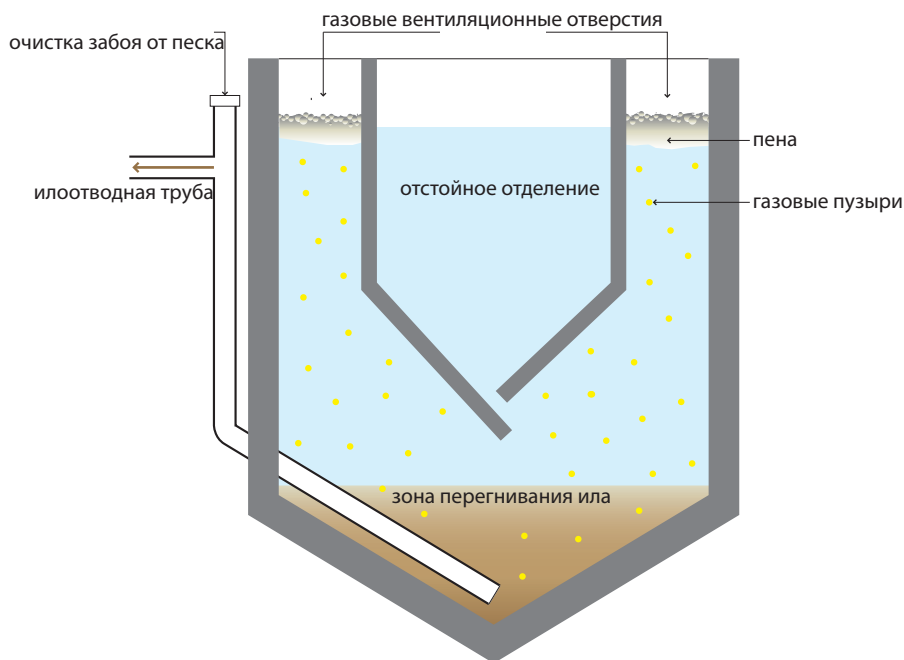
#### Плюсы и минусы

- + Простота и надежность технологии
- + Эффективное удаление взвешенных твердых частиц
- + Относительно низкий уровень капитальных и эксплуатационных расходов
- Частое удаление ила
- Сток, ил и пена требуют дальнейшей обработки
- Риск возникновения короткого замыкания

#### Список литературы и дополнительные источники

- EPA Ireland (1997). Waste Water Treatment Manuals – Primary, Secondary and Tertiary Treatment. Wexford, IE.  
Ссылка на источник: [www.epa.ie](http://www.epa.ie)
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.). McGraw-Hill, New York, US.

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Бурые сточные воды <input type="checkbox"/> Серые сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Отстой



**Отстойник Имгоффа представляет собой технологию первичной очистки необработанных сточных вод, предназначенную для разделения твердой и жидкой фазы и дегидрирования осажденного ила. Эта технология включает V-образное отстойное отделение, расположенное над конусообразной камерой для перегнивания ила, оснащенной газоотводными каналами.**

Отстойник Имгоффа представляет собой надежную и эффективную технологию отстаивания, которая обеспечивает сокращение объема взвешенных твердых частиц до 50-70%, снижение уровня ХПК до 25-50%, а также может обуславливать качественную стабилизацию ила в зависимости от типа конструкции и условий. Отстойное отделение имеет цилиндрическую или прямоугольную форму, клинообразные стенки и щелевое отверстие на дне, а также обеспечивает осаждение твердых частиц в отделении для перегнивания ила и, при этом, препятствует подниманию вредного газа, что может нарушить процесс отстаивания. Газ, образованный в камере для перегнивания, поднимается и попадает в газоотводные отверстия, расположенные по краям реактора. Газ переносит частицы ила на поверхность воды, образуя слой пены. Ил скапливается в отделении для перегнивания ила, уплотняется и частично стабилизируется в процессе анаэробного дегидрирования.

**Особенности конструкции.** Отстойник Имгоффа обычно строится под землей с применением железобетона. Тем не менее, этот отстойник можно также соорудить над землей, что облегчает процесс удаления ила в связи с гравитацией, несмотря

на то, что при этом все равно требуется нагнетание входящего потока. На рынке также представлены небольшие сборные отстойники Имгоффа. Время гидравлического удержания обычно не превышает 2-4 ч., и этот период является достаточным для задержания аэробного стока для дальнейшей обработки или сброса. Тройники или перегородки используются на входных и выходных отверстиях для снижения скорости потока, а также чтобы избежать утечки пены из системы. Общая глубина воды в резервуаре от дна до водной поверхности может достигать 7-9,5 м. Днище отстойного отделения обычно имеет наклон 1,25-1,75 по вертикали и 1 по горизонтали, при этом ширина щелевого отверстия может достигать 150-300 мм. Стенки отделения для перегнивания ила должны быть расположены под углом 45° или больше. Это позволяет илу опускаться в центральную часть, откуда происходит его удаление. Определение размеров отделения для анаэробного дигерирования зависит, главным образом, от объемов производства ила с учетом эквивалентного числа жителей, от целевого уровня стабилизации ила (зависит от частоты удаления ила) и температуры. Камера для перегнивания ила обычно рассчитана на 4-12 месяцев хранения ила, поскольку этот период является достаточным для анаэробного дигерирования. В условиях более холодного климата требуется более длительное время задержания и, в связи с этим, больший объем накопления ила. Для отделения ила необходимо установить трубу или насос, либо обеспечить доступ для вакуумных передвижных установок и передвижных насосных агрегатов. Решетку или пескоуловитель (см. технологию предочистки, стр. 100) рекомендуется устанавливать пе-



ред отстойником Имгоффа, чтобы избежать нарушения работы системы, вызванного крупнозернистым материалом.

**Приемлемость.** Отстойники Имгоффа рекомендуется применять при расходе хозяйственно-бытовых или смешанных сточных вод от 50 до 20 000 единиц эквивалента по населению. Эти устройства рассчитаны на высокий процент нагрузки по органическим веществам и устойчивы к ударным нагрузкам по органическим веществам. Потребность в занимаемой площади является низкой.

Отстойники Имгоффа могут использоваться в условиях теплого и холодного климата. Поскольку резервуар имеет большую высоту, его можно размещать под землей при условии, что уровень подземных вод является низким, а участок строительства не находится в зоне возможного затопления.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Поскольку сток почти не имеет неприятного запаха, эта технология представляет собой хороший вариант для первичной обработки в условиях, когда используются технологии последующей обработки, например, при использовании открытых прудов, биоинженерных прудов или капельных биофильтров. Тем не менее, газы, производимые в небольших объемах, выделяют неприятный запах в пределах местности. Уровень удаления патогенных микроорганизмов является низким, при этом требуется обработка всех исходящих ресурсов. Рабочие, которые контактируют со стоком, пеной или илом, обязаны носить соответствующую защитную одежду.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Эксплуатация и техническое обслуживание возможны при низком уровне расходов, если ответственность несет квалифицированный персонал. Каналы движения потока должны быть открытыми и подвергаться еженедельной очистке, при этом пену, скопившуюся в отстойном отделении и газоотводных отверстиях, необходимо удалять ежедневно при необходимости. Стабилизированный осадок со дна отделения для перегнивания необходимо удалять в соответствии с требованиями конструкции. Минимальный просвет между взвешенным слоем осадка и щелевым отверстием в отстойной камере должен всегда составлять 50 см.

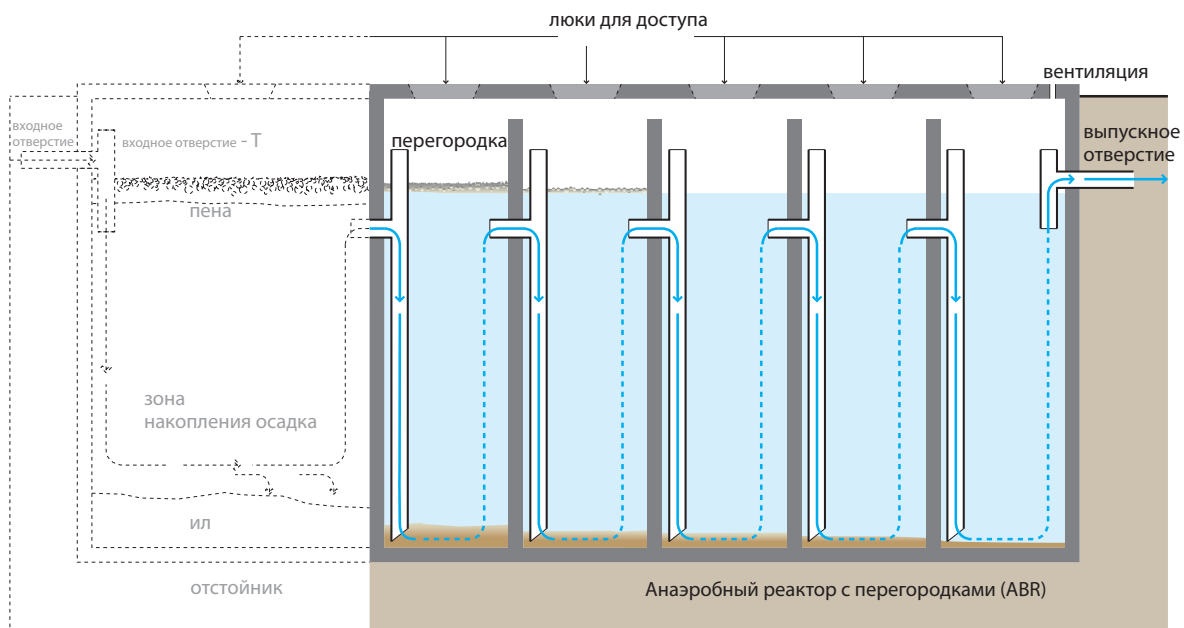
#### Плюсы и минусы

- + Объединение функций разделения твердой и жидкой фазы и стабилизации ила в рамках одной установки
- + Устойчивость к ударным нагрузкам по органическим веществам
- + Потребность в небольшой площади
- + Сток не является гнилостным (слабовыраженный неприятный запах)
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- Большая высота (или глубина) конструкции; при условии высокого залегания подземных вод это может представлять проблему
- Требуется привлекать профессионалов для проектирования и строительства
- Низкая эффективность удаления болезнетворных микроорганизмов
- Сток, ил и пена требуют дальнейшей обработки

#### Список литературы и дополнительные источники

- Alexandre, O., Boutin, C., Duchène, Ph., Lagrange, C., Lakel, A., Liénard, A. and Orditz, D. (1998). Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités. Document technique FNDAE n°22, Cemagref, Lyon, FR.  
Ссылка на источник: [www.fndae.fr](http://www.fndae.fr)
- Herrera, A. (2006). Rehabilitation of the Imhoff Tank Treatment Plant in Las Vegas, Santa Barbara Honduras, Central America. Master thesis, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, University of Texas, Austin, US.  
(Тематическое исследование, в котором содержится общая информация о резервуарах Imhoff и сведениях в реализацию и операционные проблемы. Рекомендации для O & M.)
- McLean, R. C. (2009). Honduras Wastewater Treatment: Chemically Enhanced Primary Treatment and Sustainable Secondary Treatment Technologies for Use with Imhoff Tanks. Master thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, US.  
(Тематическое исследование, включающее подробное описание функциональности Резервуар Imhoff)
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.  
(Всестороннее руководство по планированию и внедрению децентрализованные варианты очистки сточных вод. Он включает тематические исследования и Таблицы Excel для расчетных расчетов.)
- WSP (Ed.) (2008). Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid. Water and Sanitation Program, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](http://documents.worldbank.org/curated/en/home)  
(Основная информация о недорогих децентрализованных санитариях для лиц, принимающих решения. Представляет фактологические бюллетени о 23 выбранных опциях, включая бак Imhoff.)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Бурые сточные воды <input type="checkbox"/> Серые сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Отстой



**Анаэробный реактор с перегородками (АРП)** представляет собой септическую емкость (С.9), оснащенную рядом перегородок, под которыми проталкивается сточная вода. Увеличение времени контакта с активной биомассой (илом) приводит к повышению эффективности обработки.

Камеры с восходящим потоком обеспечивают более эффективное удаление и разложение органического материала. Уровень БПК может быть снижен до 90%, что намного превышает показатель, который достигается с помощью стандартной септической емкости.

**Особенности конструкции.** Большинство осаждаемых твердых частиц перемещаются в отстойную камеру, расположенную перед анаэробным биореактором с перегородками. Мелкомасштабные, автономные установки, как правило, оснащены встроенным отстойным отделением (см. С.10), однако первичное отстаивание может также происходить в отдельном отстойнике (О.1) или с использованием другой предшествующей технологии (например, используемые септические емкости). Конструкции без отстойного отделения представляют особый интерес при использовании (полу-) централизованных станций очистки, которые основаны на сочетании анаэробного биореактора с перегородками и другой технологии первичного отстаивания, либо, в случае, если используются сборные системы, необходимо применять модульные установки. Обычный объем притока составляет 2-200 м<sup>3</sup> в день. Критические параметры конструкции включают время гидравлического

удержания (ВГУ) от 48 до 72 часов, скорость восходящего потока сточной воды менее 0,6 м/ч и количество камер восходящего потока (3-6). Соединение между камерами может осуществляться через вертикальные камеры или перегородки. Доступ ко всем камерам (через входные отверстия) необходим для проведения технического обслуживания. Обычно в системе не происходит накопления биогаза, производимого в анаэробном биореакторе с перегородками в процессе анаэробного сбраживания, в связи с его недостаточным количеством. Резервуар должен вентилироваться для обеспечения контролируемого выброса пахучих и потенциально вредных газов.

**Приемлемость.** Эта технология является легко приспособляемой, и ее можно применять на уровне домохозяйства, в небольших микрорайонах или даже в более крупных зонах обслуживания. Эту технологию лучше всего применять при формировании относительно постоянного объема черной и бурой сточных вод. (Полу-) централизованный анаэробный биореактор с перегородками подходит для применения при использовании предшествующей технологии перемещения, например, упрощенной системы канализации (П.4).

Эта технология подходит для участков с ограниченной площадью, поскольку резервуар в большинстве случаев устанавливается под землей и требует небольшой площади. Тем не менее, необходимо организовать доступ к участку для передвижной вакуумной установки в связи с необходимостью регулярного удаления ила (в частности, из отстойника).

Анаэробные биореакторы с перегородками можно применять в любых климатических условиях, хотя эффективность этих систем снижается в более холодном климате. Эти системы не являются эффективными в удалении биогенных веществ и болезнетворных микроорганизмов. Сток обычно требует дальнейшей обработки.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В обычных условиях эксплуатации пользователи не контактируют с поступающим потоком или стоком. При обращении со стоком, пеной и илом необходимо соблюдать осторожность, поскольку они содержат большое количество болезнетворных микроорганизмов. Сток содержит пахучие элементы, которые должны быть удалены на этапе последующей доочистки. При проектировании конструкции необходимо соблюдать осторожность, при этом объект должен быть размещен таким образом, чтобы неприятный запах не доставлял неудобства жителям сообщества.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для запуска анаэробного биореактора с перегородками требуется период продолжительностью несколько месяцев до достижения полной производительности очистки, поскольку сначала необходимо закрепить медленно растущую анаэробную биомассу в реакторе. Для сокращения периода запуска анаэробный биореактор с перегородками можно засеять анаэробными бактериями, например, путем внесения свежего коровьего навоза или ила из септической емкости. Впоследствии внесенная группа активных бактерий начнет размножаться и адаптируется к поступающей сточной воде. В связи с чувствительностью экосистемы необходимо избегать сброса агрессивных химикатов в анаэробный биореактор с перегородками.

Уровень пены и ила необходимо контролировать, чтобы обеспечить нормальное функционирование резервуара. В целом, нет необходимости в управлении процессом, при этом техническое обслуживание ограничено удалением накопленного ила и пены с периодичностью раз в 1-3 года. Эта операция наиболее эффективно выполняется с использованием механизированной технологии опорожнения и транспортировки (П.3). Частота удаления ила зависит от выбранных этапов предочистки, а также от конструкции анаэробного биореактора с перегородками.

Периодически резервуары анаэробного биореактора с перегородками необходимо проверять на герметичность.

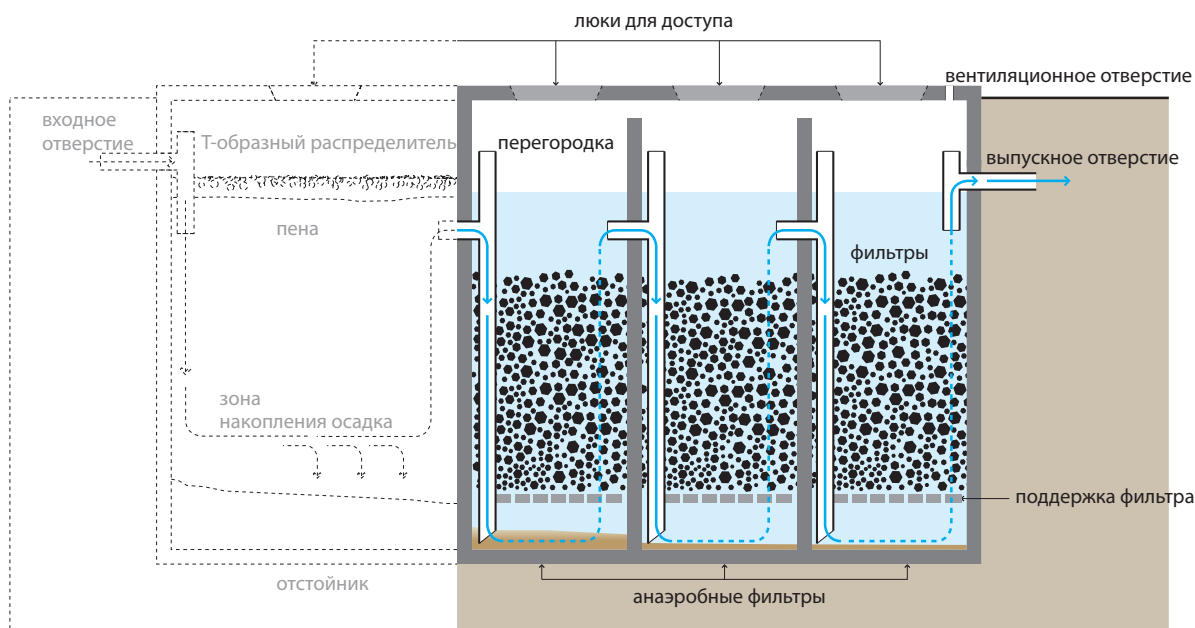
#### Плюсы и минусы

- + Устойчивость к ударным гидравлическим нагрузкам и нагрузкам по органическим веществам
- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Долгий срок службы
- + Высокий уровень снижения БПК
- + Низкий уровень образования шлама; шлам стабилизирован
- + Умеренная потребность в площади (технология можно размещать под землей)
- Требуются услуги профессионалов для проектирования и строительства
- Низкая эффективность удаления болезнетворных микроорганизмов и биогенных элементов
- Сток и ил требуют дальнейшей обработки и/или качественной утилизации

#### Список литературы и дополнительные источники

- Bachmann, A., Beard, V. L. and McCarty, P. L. (1985). Performance Characteristics of the Anaerobic Baffled Reactor. *Water Research* 19 (1): 99-106.
- Barber, W. P. and Stuckey, D. C. (1999). The Use of the Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment: A Review. *Water Research* 33 (7): 1559-1578.
- Foxon, K. M., Buckley, C. A., Brouckaert, C. J., Dama, P., Mtembu, Z., Rodda, N., Smith, M., Pillay, S., Arjun, N., Lalbahadur, T. and Bux, F. (2006). Evaluation of the Anaerobic Baffled Reactor for Sanitation in Dense Peri-urban Settlements. WRC Report No 1248/01/06, Water Research Commission, Pretoria, ZA.  
Ссылка на источник: [www.wrc.org.za](http://www.wrc.org.za)
- Foxon, K. M., Pillay, S., Lalbahadur, T., Rodda, N., Holder, F. and Buckley, C. A. (2004). The Anaerobic Baffled Reactor (ABR): An Appropriate Technology for on-Site Sanitation. *Water SA* 30 (5) (Special Edition).  
Ссылка на источник: [www.wrc.org.za](http://www.wrc.org.za)
- Stuckey, D. C. (2010). Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment. In: *Environmental Anaerobic Technology. Applications and New Developments*, H. H. P. Fang (Ed.), Imperial College Press, London, UK.
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). *Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide*. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Бурые сточные воды <input type="checkbox"/> Серые сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Отстой



**Анаэробный фильтр представляет собой биологический реактор с неподвижным слоем, оснащенный одной или большим количеством фильтрационных камер, соединенных последовательно. По мере того, как сточная вода протекает сквозь фильтр, происходит удерживание частиц и распад органического материала под воздействием активной биомассы, которая закреплена на поверхности фильтрующего материала.**

При использовании этой технологии объем взвешенных частиц и уровень БПК может быть снижен до 90%, однако обычно этот показатель составляет 50-80%. Уровень удаления азота является ограниченным и обычно не превышает 15% от общего содержания азота (ОА).

**Особенности конструкции.** Предочистка и последующая обработка необходимы для удаления твердых веществ и мусора, который может засорять фильтр. Большая часть твердых осаждаемых частиц удаляется из отстойной камеры, расположенной перед анаэробным фильтром. Мелкомасштабные автономные установки обычно оснащены встроенным отстойным отделением (см. С.11), однако процесс первичного отстаивания может также протекать в отдельном отстойнике (О.1) или с использованием другой предшествующей технологии (например, септических емкостей). Конструкции без отстойного отделения представляют особый интерес при использовании (полу-) централизованных станций очистки, которые включают сочетание анаэробного фильтра с другими технологиями, например, анаэробный биореактор с перегородками (АРП, О.3).

Анаэробные фильтры обычно функционируют в режиме восходящего потока, поскольку в этом случае снижается риск вымывания закрепленной биомассы. Слой воды, покрывающий фильтровальную среду, должен составлять по крайней мере, 0,3 м для поддержания равномерного потока. Время гидравлического удержания (ВГУ) является наиболее важным параметром конструкции, который влияет на эффективность функционирования фильтра. Рекомендуемый показатель ВГУ составляет 12-36 часов.

Наиболее оптимальный фильтр должен иметь большую площадь поверхности, на которой могут размножаться бактерии, при этом поры должны быть достаточно крупными для предотвращения засоров. Площадь поверхности обеспечивает более тесный контакт органического материала с прикрепленной биомассой, которая эффективно его разрушает. Теоретически, материал должен формировать площадь поверхности от 90 до 300 м<sup>2</sup> в расчете на м<sup>3</sup> заполненного объема реактора. Обычно диаметр фильтровального материала составляет от 12 до 55 мм. В качестве материалов наиболее часто используется гравий, дробленая горная порода или кирпич, шлак, пемза или куски пластмассы с особой формой, в зависимости от наличия этих материалов. Связь между камерами может осуществляться через вертикальные трубы или перегородки. Доступ ко всем камерам (через входные отверстия) необходим для проведения технического обслуживания. Резервуар должен вентилироваться для обеспечения контролируемого выброса пахучих и потенциально вредных газов.

**Приемлемость.** Эта технология является легко приспособляемой, и ее можно применять на уровне домохозяйства, в небольших микрорайонах или даже в более крупных зонах обслуживания. Эту технологию лучше всего применять при формировании относительно постоянного объема черной и серой сточных вод. Анаэробный фильтр может применяться в целях вторичной обработки для сокращения скорости образования нагрузки по органическим веществам и подготовки к последующему этапу аэробной очистки, либо к этапу доочистки.

Эта технология подходит для участков с ограниченной площадью, поскольку резервуар в большинстве случаев устанавливается под землей и требует небольшой площади. Необходимо организовать доступ к участку для передвижной вакуумной установки в целях удаления ила.

Анаэробные фильтры могут применяться в любых климатических условиях, несмотря на то, что их эффективность снижается в более холодном климате. Эти фильтры не позволяют эффективно удалять биогенные вещества и болезнетворные микроорганизмы. Тем не менее, в зависимости от характеристик фильтровального материала, существует возможность полного удаления личинок червей. Сток обычно требует дальнейшей обработки.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В обычных условиях эксплуатации пользователи не контактируют с поступающим потоком или стоком. При обращении со стоком, пеной и илом необходимо соблюдать осторожность, поскольку они содержат большое количество болезнетворных микроорганизмов. Сток содержит пахучие элементы, которые должны быть удалены на этапе последующей доочистки. При проектировании конструкции необходимо соблюдать осторожность, при этом объект должен быть размещен таким образом, чтобы неприятный запах не доставлял неудобства жителям сообщества.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Период запуска анаэробного фильтра составляет 6-9 месяцев до достижения полной производительности очистки, поскольку сначала необходимо закрепить медленно растущую анаэробную биомассу на фильтровальном материале. Для сокращения периода запуска фильтр можно засеять анаэробными бактериями, например, путем распыления ила из септической емкости на фильтровальный материал. Со временем мощность потока должна постепенно увеличиться. В связи с чувствительностью экосистемы необходимо избегать сброса агрессивных химикатов на анаэробный фильтр.

Уровень пены и ила необходимо контролировать, чтобы обеспечить нормальное функционирование резервуара. С течением времени твердые вещества начнут застревать в порах фильтра. В связи с этим растущая бактериальная масса станет чрезмерно плотной, прекратит развиваться и, в конечном итоге, закупорит поры фильтра. При снижении эффективности фильтр необходимо очистить. Очистка выполняется путем запуска системы в обратном режиме (промывка в обратном направлении) или путем извлечения и очистки фильтровального материала.

Периодически емкости анаэробного фильтра необходимо проверять на герметичность.

#### Плюсы и минусы

- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Долгий срок службы
- + Высокая эффективность снижения уровня БПК и содержания твердых веществ
- + Низкий уровень формирования ила; ил стабилизирован
- + Умеренная потребность в площади (технологию можно разместить под землей)
- Требуются услуги профессионалов для проектирования и строительства
- Низкая эффективность в сокращении числа болезнетворных микроорганизмов и биогенных элементов
- Сток и ил требуют дальнейшей обработки и/или качественной утилизации
- Риск возникновения засоров, в зависимости от характера предочистки и первичной обработки
- Трудоемкость процесса удаления и очистки засоренного фильтровального материала

#### Список литературы и дополнительные источники

- Morel, A. and Diener, S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Review of Different Treatment Systems for Household and Neighborhoods. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Short summary including case studies – p. 28)
- von Sperling, M. and de Lemos Chernicharo, C. A. (2005). Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions, Volume One. IWA Publishing, London, UK. pp. 728-804.  
Ссылка на источник: [www.iwawaterwiki.org](http://www.iwawaterwiki.org)  
(Detailed design instructions)
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.  
(Design summary including Excel spreadsheets for design calculations)



## Уровень применения:

- Домохозяйство  
 Микрорайон  
 Город

## Уровень управления:

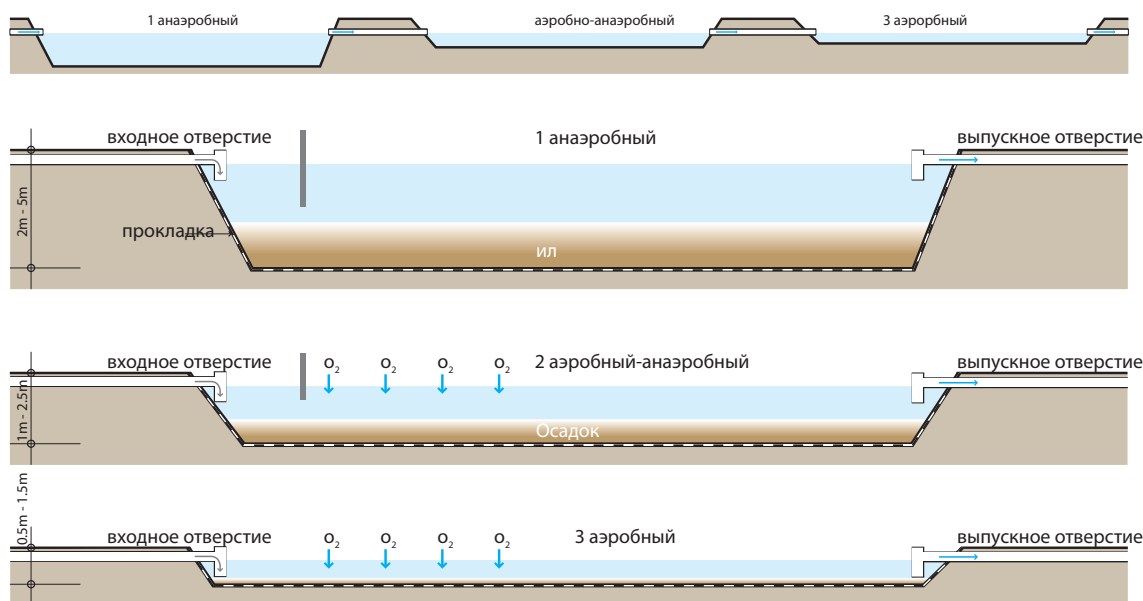
- Домохозяйство  
 Совместное управление  
 Общественное управление

## Входящие ресурсы:

- Черные сточные воды  
 Бурые сточные воды  
 Серые сточные воды  
 Отстой

## Исходящие ресурсы:

- Сточные воды  
 Отстой



Стабилизационные пруды (WCP) представляют собой крупные искусственные водные резервуары. Пруды могут использоваться в отдельном порядке, либо быть включенными в группу технологий для достижения более эффективной обработки. Существует три типа прудов: (1) анаэробный, (2) аэробно-анаэробный и (3) аэробный (усреднитель), каждый из которых обладает разными характеристиками очистки и конструкции.

Для наиболее эффективной очистки стабилизационные пруды необходимо включить в группу, состоящую из трех или более технологий, в рамках которых сток перемещается из анаэробного пруда в аэробно-анаэробный пруд, а затем, в аэробный пруд. Анаэробный пруд служит для первичной обработки и сокращает нагрузку по органическим веществам в сточных водах. На всех участках этого достаточно глубокого пруда сохраняются анаэробные условия. Снижение объема твердых веществ и уровня БПК осуществляется путем отстаивания, а также в процессе последующего анаэробного сбраживания ила. Анаэробные бактерии превращают органический углерод в метан и, в рамках этого процесса, происходит снижение уровня БПК до 60%.

При использовании группы стабилизационных прудов сток из анаэробного пруда перемещается в аэробно-анаэробный пруд, где происходит снижение уровня БПК. Кислород поступает в верхний слой пруда в результате естественной диффузии, ветрового перемешивания и фотосинтеза, индуцированного морскими водорослями. Нижний слой не содержит кислорода и характеризуется бескислородными или анаэробными усло-

виями. Осаждаемые твердые вещества скапливаются и перегнивают на дне пруда. Происходит одновременное функционирование аэробных и анаэробных микроорганизмов, которое позволяет сократить уровень БПК до 75%.

Анаэробные и аэробно-анаэробные пруды предназначены для очистки по БПК, при этом аэробные пруды служат для удаления болезнетворных микроорганизмов. Аэробный пруд часто называют прудом-усреднителем, прудом для доочистки или прудом для окончательной обработки, поскольку он является последним в группе прудов, и в нем осуществляется окончательная обработка. Этот пруд является самым неглубоким, что обеспечивает проникновение солнечного света до самого дна и обуславливает процесс фотосинтеза. Водоросли, обладающие функцией фотосинтеза, выделяют кислород в воду и в то же время поглощают углекислый газ, образованный в результате дыхания бактерий. Поскольку процесс фотосинтеза регулируется солнечным светом, уровень растворенного кислорода достигает максимума в течение дня и снижается ночью. Растворение кислорода также обеспечивается за счет естественного ветрового перемешивания.

**Особенности конструкции.** Анаэробные пруды сооружаются на глубине 2-5 м, при этом они отличаются относительно коротким периодом пребывания стока, который составляет 1-7 дней. Аэробно-анаэробные накопители сооружаются на глубине 1-2,5 м, и период пребывания стока в этих прудах составляет 5-30 дней. Глубина аэробных прудов обычно составляет 0,5-1,5 м. Если этот пруд используется в сочетании с технологи-



ей разведения водорослей и/или рыбы (см. И.9), он является эффективным для удаления большей части азота и фосфора из стока. Теоретически, несколько аэробных прудов могут быть объединены в группы для достижения высокой эффективности удаления болезнетворных микроорганизмов.

Процесс предпочистки (см. технологию предпочистки, стр. 100) необходим для того, чтобы предотвратить образование пены и попадание излишков твердых веществ и мусора в пруды. Во избежание утечки отходов в подземные воды пруды должны иметь облицовку. Облицовка может быть выполнена из глины, асфальта, уплотненного грунта или других водонепроницаемых материалов. Для защиты пруда от перелива и эрозии вокруг пруда необходимо соорудить защитные бермы с использованием извлеченного грунта. Вокруг пруда необходимо соорудить ограду, чтобы предотвратить проникновение людей и животных на участок и попадание мусора в пруды.

**Приемлемость.** Стабилизационный пруд представляет собой один из наиболее распространенных в мире и эффективных методов обработки сточных вод. Эти системы лучше всего подходят для сельскохозяйственных и пригородных районов, на территории которых имеются обширные площади неиспользованной земли, расположенные на удалении от домохозяйств и мест общественного пользования. Эти системы не подходят для чрезмерно густонаселенных районов или городской местности.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Несмотря на то, что сток из аэробных прудов обычно содержит низкое количество болезнетворных микроорганизмов, запрещается использовать пруды для отдыха или в качестве непосредственных источников воды для потребления или бытовых целей.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Пену, которая образуется на поверхности пруда, необходимо регулярно удалять. Водяные растения (макрофиты), населяющие пруд, также необходимо удалять, поскольку они могут формировать естественную среду для размножения комаров и препятствовать проникновению света в толщу воды.

Удаление ила из анаэробного пруда должно осуществляться примерно раз в 2-5 лет после того, как объем накопленных твердых веществ достигнет одной трети объема пруда. Из аэробно-анаэробных накопителей удаление ила происходит еще реже, при этом пруды-усреднители почти никогда не требуют проведения этой операции. Ил можно удалять с помощью шламowego насоса, закрепленного на плоту, механического скребка при удалении осадка со дна пруда или путем дренирования и осушения пруда и удаления шлама с помощью ковшowego фронтального погрузчика.

#### Плюсы и минусы

- + Устойчивость к ударным гидравлическим нагрузкам и нагрузкам по органическим веществам
- + Высокая эффективность удаления твердых веществ, очистки по БПК и болезнетворным микроорганизмам
- + Высокая эффективность удаления биогенных элементов при эксплуатации в сочетании с технологиями аквакультуры
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- + Отсутствие проблем, связанных с присутствием насекомых или наличием неприятного запаха, при правильном проектировании и техническом обслуживании
- Потребность в большой площади
- Высокий уровень капитальных затрат в зависимости от стоимости земли
- Требуется услуги профессионалов для проектирования и строительства
- Ил требует дальнейшего удаления и обработки

#### Список литературы и дополнительные источники

- Kayombo, S., Mbwette, T. S. A., Katima, J. H. Y., Ladegaard, N. and Jorgensen, S. E. (2004). Waste Stabilization Ponds and Constructed Wetlands Design Manual. UNEP-IETC/Danida, Dar es Salaam, TZ/Copenhagen, DK.  
Ссылка на источник: [www.unep.org](http://www.unep.org)
- Peña Varón, M. and Mara, D. D. (2004). Waste Stabilisation Ponds. Thematic Overview Paper. IRC International Water and Sanitation Centre, Delft, NL.  
Ссылка на источник: [www.ircwash.org](http://www.ircwash.org)
- Shilton, A. (Ed.) (2005). Pond Treatment Technology. Integrated Environmental Technology Series, IWA Publishing, London, UK.
- von Sperling, M. (2007). Waste Stabilisation Ponds. Biological Wastewater Treatment Series, Volume Three. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.iwawaterwiki.org](http://www.iwawaterwiki.org)
- von Sperling, M. and de Lemos Chernicharo, C. A. (2005). Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions, Volume One. IWA Publishing, London, UK. pp. 495-656.  
Ссылка на источник: [www.iwawaterwiki.org](http://www.iwawaterwiki.org)
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.  
(Detailed description and Excel spreadsheets for design calculations)

## Уровень применения:

- Домохозяйство  
 Микрорайон  
 Город

## Уровень управления:

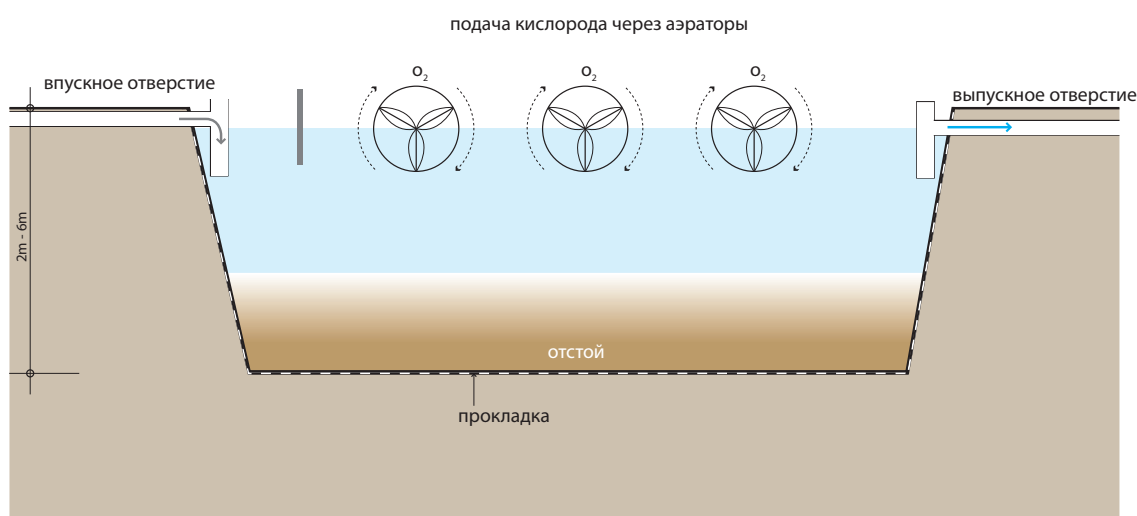
- Домохозяйство  
 Совместное управление  
 Общественное управление

## Входящие ресурсы:

- Черные сточные воды  
 Бурые сточные воды  
 Серые сточные воды  
 Отстой

## Исходящие ресурсы:

- Сточные воды  Отстой



**Аэрируемый пруд** представляет собой большой аэробный реактор смешанного типа. Механические аэраторы производят кислород и поддерживают аэробные микроорганизмы во взвешенном состоянии, растворенными в воде для достижения высокой скорости распада органического материала.

Увеличение интенсивности перемешивания и аэрации с помощью механических установок означает, что пруды могут размещаться на большей глубине и выдерживать большую нагрузку по органическим веществам, чем пруды-усреднители. Увеличение темпов аэрации способствует повышению скорости распада и удаления болезнетворных микроорганизмов. Таким образом, в связи с тем, что кислород воспроизводится механическими установками, а не образуется в процессе фотосинтеза под воздействием солнечного света, пруды могут использоваться в более холодном климате.

**Особенности конструкции.** Поступающий поток необходимо пропускать через сито и подвергать предочистке в целях удаления мусора и крупных частиц, которые могут нарушить функционирование аэраторов. В связи с тем, что аэрационные установки перемешивают содержимое пруда, в качестве технологии последующей обработки необходимо использовать отстойный резервуар для отделения стока от твердых частиц. Пруд необходимо строить на глубине 2-5 м, при этом период пребывания стока в нем должен составлять 3-20 дней, в зависимости от целей обработки.

Во избежание утечки пруд должен иметь облицовку. Облицовка может быть выполнена с помощью глины, асфальта, уплотнен-

ного грунта или других водонепроницаемых материалов. Вокруг пруда необходимо соорудить защитные бермы с использованием извлеченного грунта для защиты от перелива и эрозии.

**Приемлемость.** Пруд с механической аэрацией подходит для эффективной обработки концентрированного поступающего потока и обеспечивает значительное снижение уровня болезнетворных микроорганизмов. В этом случае крайне важно обеспечить бесперебойную подачу электроэнергии и наличие сменных деталей, чтобы избежать длительного периода простоя, в течение которого в пруде могут сформироваться анаэробные условия. Аэрируемые пруды могут применяться в сельскохозяйственных и пригородных районах. Больше всего они подходят для регионов, на территории которых имеются обширные площади неиспользованной земли, расположенные вдали от домохозяйств и коммерческих предприятий. Аэрируемые накопители подходят для более широкого диапазона климатических условий, чем стабилизационные пруды (0.5), при этом они характеризуются меньшей потребностью в площади, чем пруды-усреднители.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Пруд представляет собой обширный водоем, содержащий патогенную сточную воду; необходимо принять меры к исключению любых контактов людей с водой, содержащейся в пруде, и попадания в нее. Аэрационные установки могут представлять опасность для людей и животных. Необходимо сооружать изгороди, использовать информационные указатели или применять другие меры, чтобы предотвратить попадание людей и животных на территорию.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для технического обслуживания и ремонта аэрационного оборудования требуется наличие постоянного квалифицированного персонала, при этом удаление ила из пруда должно осуществляться с периодичностью раз в 2-5 лет.

Необходимо следить за тем, чтобы пруд не использовался в качестве свалки для мусора, особенно с учетом возможного повреждения аэрационного оборудования.

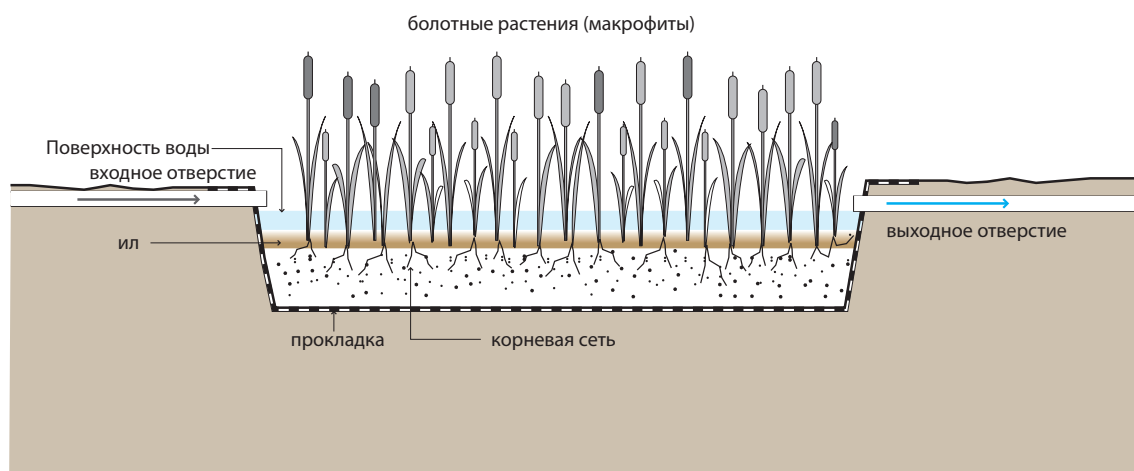
#### Плюсы и минусы

- + Устойчивость к ударным гидравлическим нагрузкам и нагрузкам по органическим веществам
- + Высокая эффективность снижения уровня БПК и болезнетворных микроорганизмов
- + Отсутствие проблем, связанных с присутствием насекомых или наличием неприятного запаха при правильном проектировании и техническом обслуживании
- Потребность в обширной площади
- Высокий уровень потребления электроэнергии, необходимость в наличии постоянного источника электричества
- Высокий уровень капитальных и эксплуатационных расходов в зависимости от стоимости земельного участка и наличия электричества
- Необходимость в привлечении квалифицированного персонала для эксплуатации и технического обслуживания
- Риск отсутствия в наличии деталей и материалов
- Требуется услуги профессионалов для проектирования и строительства
- Ил и, возможно, сток требуют дальнейшей обработки и/или качественной утилизации

#### Список литературы и дополнительные источники

- Arthur, J. P. (1983). Notes on the Design and Operation of Waste Stabilization Ponds in Warm Climates of Developing Countries. World Bank Technical Paper No. 7. The World Bank, Washington, D.C., US. Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](https://documents.worldbank.org/curated/en/home) (Notes on applicability and effectiveness)
- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US. pp. 527-558. (Comprehensive summary chapter)
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.). McGraw-Hill, New York, US. pp. 840-854. (Detailed design and example problems)

<p><b>Уровень применения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀♦ Домохозяйство</li> <li>◀♦ Микрорайон</li> <li>◀♦ Город</li> </ul>	<p><b>Уровень управления:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀♦ Домохозяйство</li> <li>◀♦ Совместное управление</li> <li>◀♦ Общественное управление</li> </ul>	<p><b>Входящие ресурсы:</b> <span style="color: #0070C0;">■</span> Сточные воды</p> <p><span style="color: #0070C0;">■</span> Сточные воды</p> <hr/> <p><b>Исходящие ресурсы:</b> <span style="color: #0070C0;">■</span> Сточные воды</p> <p><span style="color: #0070C0;">■</span> Биомасса</p>
---	--	--



Искусственный биоинженерный пруд с открытой водной поверхностью используется для воспроизведения естественных процессов, происходящих на природных заболоченных участках, маршах или болотах. По мере того, как вода медленно протекает через заболоченный участок, происходит осаждение частиц, уничтожение болезнетворных микроорганизмов и потребление биогенных элементов микроорганизмами и растениями. Этот тип искусственных биоинженерных прудов часто используется в качестве технологии доочистки, которая применяется после процессов вторичной или третичной очистки.

В отличие от биоинженерных прудов с горизонтальным подземным потоком (0.8), искусственные пруды с открытой водной поверхностью обеспечивают протекание воды над землей под воздействием атмосферных условий и прямого солнечного света. По мере того, как вода медленно протекает через участок, в ходе одновременных физических, химических и биологических процессов происходит фильтрация твердых частиц, распад органического материала и удаления биогенных элементов из сточной воды.

Необработанная черная вода должна подвергаться предочистке во избежание чрезмерного накопления твердых веществ и мусора. После попадания в пруд более тяжелые взвешенные частицы оседают на дно, что также позволяет удалить биогенные элементы, закрепленные на этих частицах. Растения и сообщества микроорганизмов, которые на них обитают (на стеблях и корнях), впитывают питательные вещества, например, азот и фосфор. Химические реакции могут вызывать

выпадение других элементов в осадок в составе сточных вод. Болезнетворные микроорганизмы удаляются из воды в процессе естественного распада, истребления высшими организмами, отстаивания и под воздействием УФ-облучения. Несмотря на то, что слой почвы, расположенный под водой, характеризуется анаэробными условиями, корни растений выделяют (высвобождают) кислород на участок, непосредственно окружающий корневые волоски, формируя таким образом условия для сложной биологической и химической активности.

**Особенности конструкции.** Облицовка канала или бассейна выполняется с помощью водоупорного барьера (из глины или геотекстильного материала), который покрывается камнями, гравием и почвой и засаживается местной растительностью (например, рогозом, тростником и/или камышом). Участок заполняется сточной водой на 10-45 см выше уровня земли. Пруд должен быть разделен, по крайней мере, на два автономных канала для движения потока. Количество каналов в пределах группы прудов зависит от целей обработки. Эффективность функционирования искусственного биоинженерного пруда с открытой водной поверхностью также зависит от характера водораспределения на впускном отверстии. Сточная вода может поступать на заболоченный участок через водослив или отверстия, высверленные в распределительном трубопроводе, чтобы обеспечить ее подачу через равномерные интервалы.

**Приемлемость.** Искусственные биоинженерные пруды с открытой водной поверхностью характеризуются высокой эффек-

тивностью удаления взвешенных твердых частиц и умеренной эффективностью удаления болезнетворных микроорганизмов, биогенных элементов и других загрязнителей, например, тяжелых металлов. Эта технология может применяться при изменяющемся уровне воды и нагрузки по биогенным веществам. Растения ограничивают процесс растворения кислорода в воде благодаря отбрасываемой тени и защите от ветра; в связи с этим этот тип прудов подходит только для обработки сточных вод с низкой концентрацией. Из-за этой особенности вышеуказанная технология может применяться только на этапе, следующем за этапом первичной обработки, для снижения уровня БПК. В связи с риском контакта человека с болезнетворными микроорганизмами, эта технология редко используется в качестве технологии вторичной очистки. Обычно эта система применяется для доочистки стока, который прошел вторичную обработку, либо для сбора и обработки ливневой воды. Биоинженерный пруд с открытой водной поверхностью является хорошим вариантом для местности с недорогой и неиспользованной землей. В зависимости от объема воды и потребности в площади пруда, эта технология может применяться на небольших участках городской застройки, а также в пригородных и сельскохозяйственных районах. Эта технология лучше всего функционирует в условиях теплого климата, однако ее можно адаптировать к условиям заморозков, а также периодам низкой биологической активности.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Открытая водная поверхность может служить благоприятной средой для размножения комаров. Тем не менее, при качественном проектировании и техническом обслуживании этого можно избежать. Искусственные биоинженерные пруды с открытой водной поверхностью обычно имеют приятный с эстетической точки зрения вид, особенно в случае, если они включены в уже существующую природную территорию. Необходимо следить за тем, чтобы люди не контактировали со сточной водой в связи с возможностью распространения заболеваний и риском утопления на глубоководных участках.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Регулярное техническое обслуживание требуется для того, чтобы предотвратить возникновение короткого замыкания в воде, либо перемещение воды в обратном направлении в результате попадания в воду веток, мусора или строительства бобровых плотин, что приводит к закупорке водоспуска пруда. Периодически может возникать необходимость в обрезании или прореживании растительности.

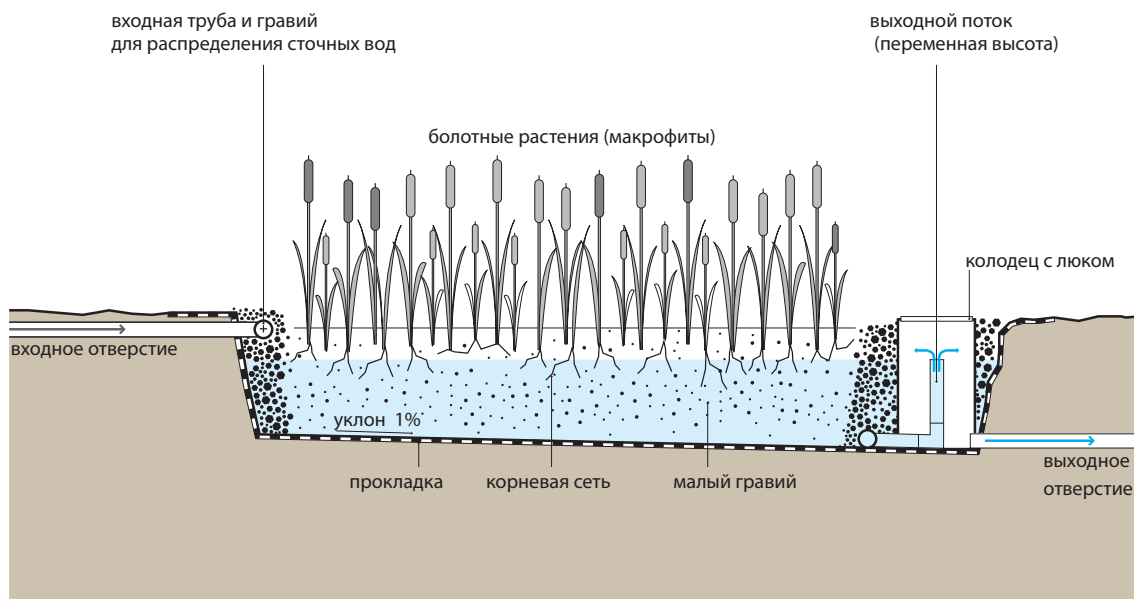
#### Плюсы и минусы

- + Эстетически приятный вид и формирование среды для обитания животных
- + Высокая эффективность снижения уровня БПК и объема твердых веществ; умеренная эффективность удаления болезнетворных микроорганизмов
- + Возможность строительства и ремонта с использованием местных материалов
- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- + Отсутствие проблем, связанных с неприятным запахом при правильном проектировании и техническом обслуживании
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Риск формирования среды для размножения комаров
- Потребность в большой площади участка
- Длительный период запуска до достижения полной производительности
- Требуются услуги профессионалов для проектирования и строительства

#### Список литературы и дополнительные источники

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US. pp. 582-599.  
(Comprehensive summary chapter including solved problems)
- Kadlec, R. H., Knight, R. L., Vymazal, J., Brix, H., Cooper, P. and Haberl, R. (2000). Constructed Wetlands for Pollution Control. Processes, Performance, Design and Operation. Scientific and Technical Report No. 8. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.iwaterwiki.org](http://www.iwaterwiki.org)
- Kadlec, R. H. and Wallace, S. D. (2009). Treatment Wetlands, 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, US.
- Merz, S. L. (2000). Guidelines for Using Free Water Surface Constructed Wetlands to Treat Municipal Sewage. Queensland Department of Natural Resources, Brisbane, AU.
- Poh-Eng, L. and Polprasert, C. (1998). Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Resource Recovery. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, TH.
- Polprasert, C., Veenstra, S. and van der Steen, P. (2001). Wastewater Treatment II. Natural Systems for Wastewater Management, Chapter 6. UNESCO-IHE, Delft, NL.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- Vymazal, J. (2008). Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Review. In: Proceedings of Taal 2007: The 12<sup>th</sup> World Lake Conference, M. Sengupta and R. Dalwani (Eds.). pp. 965-980.  
Ссылка на источник: [www.moef.nic.in](http://www.moef.nic.in)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input type="checkbox"/> Серые сточные воды <input type="checkbox"/> Бурые сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Биомасса



Биоинженерный пруд с горизонтальным подземным потоком представляет собой большой бассейн, заполненный гравием и песком и засаженный болотной растительностью. По мере протекания сточной воды в горизонтальном направлении через бассейн происходит отсеивание частиц фильтровальным материалом и разложение органического материала под воздействием микроорганизмов.

Фильтрующий слой функционирует в качестве фильтра для удаления твердых частиц, неподвижной поверхности, на которой могут закрепиться бактерии, и основы для произрастания растительности. Несмотря на то, что факультативные и анаэробные бактерии разрушают большинство органических веществ, растения переносят небольшое количество кислорода в корневую зону, что позволяет аэробным бактериям колонизировать этот участок и также разрушать органический материал. Корни растений выполняют важную функцию в поддержании проницаемости фильтра.

**Особенности конструкции.** Конструкция биоинженерного пруда с горизонтальным подземным потоком зависит от целей обработки, а также объема и качества входящего потока. При проектировании принимаются решения о количестве параллельных каналов для движения потока и делении пруда на секции. Степень эффективности очистки в пруде зависит от площади поверхности (длина, умноженная на ширину), при этом площадь поперечного сечения (ширина, умноженная на глубину) определяет максимально возможный объем потока. Обычно площадь поверхности должна составлять примерно 5-10 м<sup>2</sup> в расчете на эквивалентного жителя.

Этап предочистки и первичной обработки необходим для предотвращения образования засоров и обеспечения эффективности обработки. Аэрация входящего потока может осуществляться с использованием каскадной системы на впуске для поддержания процессов, регулируемых кислородом, например, процесса снижения БПК и нитрификации.

Облицовка дна пруда выполняется с использованием водонепроницаемых материалов (глины или геотекстильного материала) для предотвращения утечки. Дно должно быть широким и неглубоким, поскольку это позволяет максимально увеличить степень контакта водного потока с корнями растений. Широкая зона впуска необходима для равномерного распределения потока. Правильно спроектированная зона впуска, которая обеспечивает равномерное распределение потока, позволяет избежать короткого замыкания. Зона водоспуска должна иметь изменяемые параметры, поскольку это позволяет отрегулировать уровень водной поверхности для оптимизации эффективности обработки.

Для заполнения дна слоем толщиной 0,5-1 м чаще всего используется мелкий, круглый гравий одного размера (3-32 мм в диаметре). Для ограничения засоров гравий необходимо промывать и очищать от мелкозернистых частиц. Песок также применяется для этих целей, однако этот материал в большей степени подвержен засорам, чем гравий. В течение последних лет с успехом стали применяться и другие фильтровальные материалы, например, ПЭТ. Для поддержания подземного потока уровень воды в водоеме должен составлять 5-15 см от поверхности. На территории можно использовать любое местное растение с глубокими широкими корнями, которое может произрастать во влажной питательной среде. Для этих целей часто исполь-



зуют растение рода *Phragmites australis* (тростник), поскольку оно формирует горизонтальные подземные побеги, которые проникают на всю глубину фильтра.

**Приемлемость.** Засоры представляют собой распространенную проблему, в связи с чем входящий поток необходимо хорошо отстаивать в процессе первичной обработки прежде, чем пропускать его в водоем. Эта технология не подходит для обработки неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод (т.е. черной воды). Эта технология хорошо подходит для сообществ, на территории которых проводится первичная обработка (например, с использованием септических емкостей С.9), но существует потребность в повышении качества сточной воды. Биоинженерный пруд с горизонтальным подземным потоком является хорошим вариантом при наличии недорогого и незанятого земельного участка. В зависимости от объема воды и потребности в площади водоема эта технология может применяться на небольших участках городских застроек, а также в пригородных и сельскохозяйственных районах. Кроме того, эта технология может быть приспособлена для отдельных домохозяйств. Эта технология лучше всего функционирует в условиях теплого климата, однако ее можно адаптировать к условиям заморозков и периодов низкой биологической активности. При необходимости повторного использования стока убытки, связанные с высокой интенсивностью эвапотранспирации, могут представлять недостаток этой технологии в зависимости от климатических условий.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Значительная эффективность уничтожения болезнетворных микроорганизмов достигается в процессе естественного распада, истребления высшими организмами и в результате фильтрации. При протекании водного потока под поверхностью риск контакта человека или животных с болезнетворными организмами сведен к минимуму. Риск размножения комаров снижен по сравнению с риском, который связан с организацией искусственных биоинженерных прудов с открытой водной поверхностью (О.7), ввиду отсутствия стоячей воды. Водоем выглядит эстетично и может быть включен в территорию заповедников или парковые зоны.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** В течение первого вегетационного сезона необходимо выкорчевать сорняки, которые могут помешать развитию высаженной болотной растительности. С течением времени гравий засоряется скопившимися твердыми частицами и бактериальной пленкой. Фильтровальный материал в зоне впуска необходимо заменять с периодичностью раз в 10 лет или больше. Задача технического обслуживания должна состоять в том, чтобы обеспечить эффективное снижение концентрации твердых веществ в сточной воде в рамках этапа первичной очистки до пропускания потока в водоем. Цель технического обслуживания должна также заключаться в том, чтобы обеспечить отсутствие деревьев на территории, поскольку их корни могут повредить облицовку пруда.

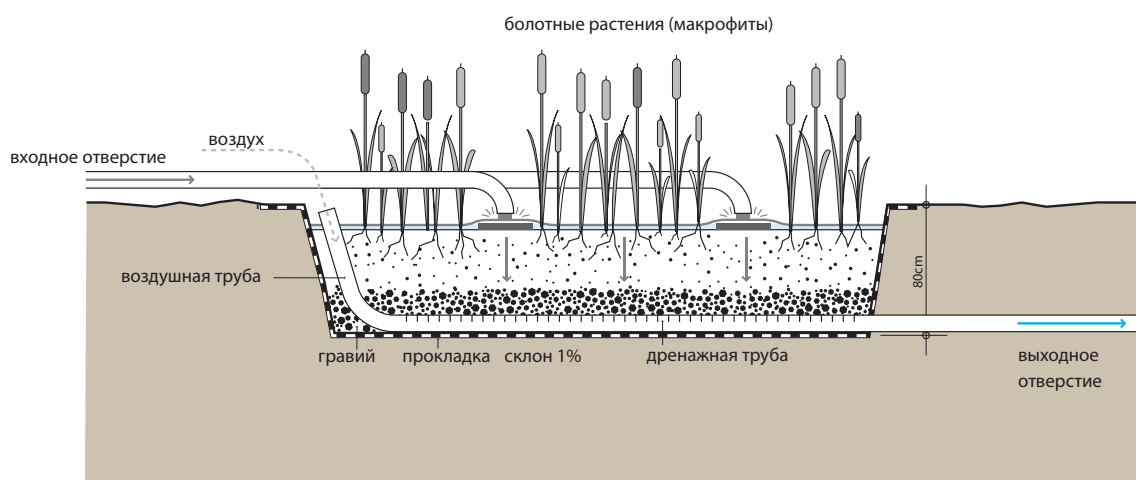
#### Плюсы и минусы

- + Высокая эффективность снижения уровня БПК, взвешенных твердых частиц и болезнетворных микроорганизмов
- + Отсутствие проблем, связанных с присутствием комаров, что характерно для искусственных биоинженерных прудов с открытой водной поверхностью
- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- Потребность в большой площади участка
- Незначительная эффективность очистки по биогенным веществам
- Риск возникновения засоров в зависимости от характера предочистки и первичной обработки
- Длительный период запуска до достижения полной производительности
- Требуются услуги профессионалов для проектирования и строительства

#### Список литературы и дополнительные источники

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US. pp. 599-609.  
(Comprehensive summary chapter including solved problems)
- Hoffmann, H., Platzer, C., Winker, M. and von Münch, E. (2011). Technology Review of Constructed Wetlands. Subsurface Flow Constructed Wetlands for Greywater and Domestic Wastewater Treatment. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Kadlec, R. H. and Wallace, S. D. (2009). Treatment Wetlands, 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, US.
- UN-HABITAT (2008). Constructed Wetlands Manual. UN-HABITAT Water for Asian Cities Programme. Kathmandu, NP.  
Ссылка на источник: [www.unhabitat.org](http://www.unhabitat.org)
- U.S. EPA (2000). Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters. EPA/625/R-99/010. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Серые сточные воды <input type="checkbox"/> Бурые сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Биомасса



Биоинженерный пруд с вертикальным потоком представляет собой засаженный растениями фильтрационный слой с дренированным дном. Сточная вода сливается или подается определенным объемом на поверхность сверху с использованием механической системы дозирования. Поток воды спускается вертикально сверху вниз через фильтр на дно бассейна, где в дальнейшем происходит его накопление в водоотводной трубе. Важное отличие прудов с вертикальным потоком от прудов с горизонтальным потоком состоит не только в самом направлении движения потока, но в наличии аэробной среды.

В процессе периодического наполнения водоема (4-10 раз в день) фильтр подвергается этапам насыщения и ненасыщения, и, соответственно, в нем наблюдается чередование периодов аэробных и анаэробных условий. На этапе впуска сточная вода проникает сквозь ненасыщенное дно. По мере прохождения воды сквозь дно туда поступает воздух, и формируется период, достаточный для прохождения кислорода сквозь пористый слой. Фильтровальный слой служит в качестве средства для удаления твердых частиц, неподвижной поверхности, на которой могут закрепиться бактерии, и основы для произрастания растений. Верхний слой засаживается растениями, что дает им возможность развить глубокие широкие корни, которые могут проникать в фильтровальный слой. Растения переносят незначительное количество кислорода в корневую зону, что позволяет аэробным бактериям колонизировать этот участок и разрушать органический материал. Тем не менее, основная функция растительности заключается в поддержании проницаемости

фильтра и создании естественной среды для развития микроорганизмов. Биогенные вещества и органический материал поглощаются и разрушаются микрофлорой высокой плотности. Лишение микроорганизмов доступа к питательным веществам в период между этапами дозирования позволяет замедлить рост избыточной биомассы и увеличить пористость фильтра.

**Особенности конструкции.** Конструкция биоинженерного пруда с вертикальным потоком может представлять собой неглубокий котлован или надземное сооружение. Засоры представляют собой распространенную проблему. В связи с этим входящий поток необходимо отстаивать в рамках этапа первичной обработки прежде, чем пропускать его в водоем. Конструкция и размер пруда зависит от уровня гидравлической нагрузки и нагрузки по органическим веществам. Обычно потребность в площади поверхности составляет 1-3 м<sup>2</sup> в расчете на эквивалентного жителя. Фильтр должен быть оснащен водонепроницаемым слоем и системой сбора сточной воды. Вентиляционная труба, соединенная с дренажной системой, может способствовать формированию аэробных условий в фильтре. Структура пруда включает слой гравия, который служит для дренажа (минимальная толщина - 20 см), за которым следуют слои песка и гравия. С учетом климатических условий, в качестве растительности часто выбирают растения рода *Phragmites australis* (тростник), *Typha Sp.* (рогоз) или *Echinochloa pyramidalis*. Чтобы определить совместимость местных растений со специфическими сточными водами, может возникнуть необходимость в проведении испытаний. Благодаря эффективному переносу кислорода пруды с верти-

кальным потоком способны к нитрификации, однако денитрификация носит ограниченный характер. Для формирования последовательности очистки «нитрификация-денитрификация» эту технологию можно использовать в сочетании с биоинженерными прудами с открытой водной поверхностью или горизонтальным потоком (О.7 и О.8).

**Приемлемость.** Биоинженерные пруды с вертикальным потоком являются хорошим вариантом очистных технологий для сообществ, на территории которых применяется первичная обработка (например, с использованием септических емкостей, С.9), но существует потребность в повышении качества сточной воды. В связи с использованием механической системы дозирования, эту технологию лучше всего применять при наличии квалифицированного обслуживающего персонала, постоянного источника электроэнергии и запасных деталей. Поскольку биоинженерные пруды с вертикальным потоком обладают свойством нитрификации, они могут применяться в качестве технологии для обработки сточной воды с высоким содержанием аммония. Биоинженерные пруды с вертикальным потоком лучше использовать в условиях теплого климата, однако их можно адаптировать к условиям заморозков и периодам низкой биологической активности.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Очистка от болезнетворных микроорганизмов достигается в процессе естественного распада, истребления высшими организмами и в результате фильтрации. Риск размножения комаров является низким ввиду отсутствия стоячей воды. Система выглядит эстетично и может быть включена в территорию заповедников и парковых зон. Необходимо следить за тем, чтобы люди не контактировали с входящим потоком в связи с риском распространения инфекции.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** В течение первого вегетационного сезона необходимо выкорчевать сорняки, которые могут помешать развитию высаженной болотной растительности. Распределительные трубы необходимо прочищать раз в год для удаления шлама и биопленки, которая может закупоривать выходные отверстия. С течением времени гравий засоряется скопившимися твердыми веществами и бактериальной пленкой. В периоды простоя может наблюдаться восстановление гидравлической проводимости дна. В противном случае скопившийся материал необходимо удалить, а закупоренные элементы фильтровального материала необходимо заменить. Задача технического обслуживания состоит в том, чтобы обеспечить эффективное снижение концентрации твердых веществ в сточной воде в процессе первичной обработки прежде, чем она попадет в водоем. Цель технического обслуживания должна также заключаться в том, чтобы обеспечить отсутствие деревьев на территории, поскольку их корни могут повредить облицовку.

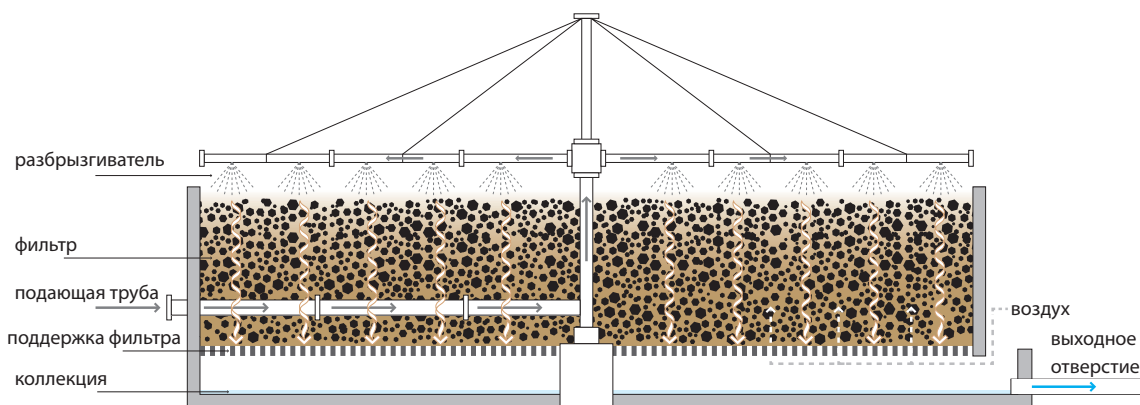
#### Плюсы и минусы

- + Высокая эффективность снижения уровня БПК, взвешенных твердых частиц и болезнетворных микроорганизмов
- + Свойство нитрификации в связи с эффективным переносом кислорода
- + Отсутствие проблем, связанных с присутствием комаров, которые характерны для искусственных биоинженерных прудов с открытой водной поверхностью
- + Меньший объем засоров по сравнению с биоинженерными прудами с горизонтальным подземным потоком
- + Потребность в меньшей площади, чем при использовании прудов с открытой водной поверхностью или прудов с горизонтальным потоком
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- Требуются услуги профессионалов для проектирования и строительства, особенно при использовании системы дозирования
- Потребность в более частом техническом обслуживании, чем при использовании искусственных биоинженерных прудов с горизонтальным подземным потоком
- Возможная необходимость в наличии постоянного источника электроэнергии
- Длительный период запуска до достижения полной производительности
- Возможное отсутствие на месте деталей и материалов

#### Список литературы и дополнительные источники

- Brix, H. and Arias, C. A. (2005). The Use of Vertical Flow Constructed Wetlands for on-Site Treatment of Domestic Wastewater: New Danish Guidelines. *Ecological Engineering* 25 (5): 491-500.
- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB/McGraw-Hill, New York, US. pp. 599-609.  
(Comprehensive summary chapter including solved problems)
- Kadlec, R. H. and Wallace, S. D. (2009). *Treatment Wetlands*, 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, US.
- UN-HABITAT (2008). *Constructed Wetlands Manual*. UN-HABITAT Water for Asian Cities Programme. Kathmandu, NP.  
Ссылка на источник: [www.unhabitat.org](http://www.unhabitat.org)
- U.S. EPA (2000). *Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*. EPA/625/R-99/010. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сток <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Бурые сточные воды <input type="checkbox"/> Серые сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сток <input checked="" type="checkbox"/> Отстой



**Биологический фильтр представляет собой биореактор с неподвижным слоем, который функционирует (в большинстве случаев) в аэробных условиях. Заранее отстоянная сточная вода пропускается «струей» или распыляется на фильтр. По мере прохождения воды через поры фильтра под воздействием биопленки, покрывающей фильтровальный материал, происходит разложение органического материала.**

Биологический фильтр заполняется материалом с высокой удельной площадью поверхности, например, горной породой, гравием, обрезками бутылок из ПВХ или специальным отформованным фильтрующим материалом из пластмассы. Высокая удельная площадь поверхности создает большое пространство для формирования биопленки. Микроорганизмы, которые развиваются в тонкой биопленке, покрывающей поверхность фильтровального слоя, окисляют органические вещества, содержащиеся в сточной воде, до состояния диоксида углерода и воды, при этом формируя новую биомассу. Входящий поток заранее очищенной сточной воды подается «струей» на фильтр, например, с помощью вращающегося пульверизатора. Таким образом фильтровальная среда проходит циклы дозирования и воздействия воздушной среды. Тем не менее, кислород исчезает из состава биомассы, что может привести к формированию бескислородных или анаэробных условий во внутренних слоях.

**Особенности конструкции.** Глубина фильтра обычно составляет 1-2,5 м, однако глубина фильтров с более легким пластмассовым наполнителем может достигать 12 м. Наиболее

оптимальный фильтрующий материал является недорогим и долговечным, характеризуется высоким отношением поверхности к объему, является легковесным и обеспечивает циркуляцию воздуха. При выборе такого материала наиболее недорогим вариантом является дробленая порода или гравий. Частицы должны быть однородными, при этом диаметр 95% частиц должен составлять 7-10 см. Обычно при использовании горной породы удельная площадь поверхности материала составляет 45-60 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, а при использовании пластмассовой загрузки – 90-150 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>. Фильтры с более крупными порами (как при использовании пластмассовой загрузки) в меньшей степени подвержены засорам и обеспечивают хорошую циркуляцию воздуха. Этап первичной обработки также необходим для предотвращения засоров и обеспечения эффективности обработки.

Качественный поток воздуха необходим для обеспечения достаточной производительности очистки и предотвращения неприятного запаха. Подземные дренажные трубы формируют каналы для движения воздуха при максимальной скорости заполнения. Перфорированная пластина, поддерживающая дно фильтра, обеспечивает сбор стока и избыточного шлама. Конструкция биологического фильтра обычно включает систему рециркуляции стока для лучшего увлажнения и промывания фильтрующего материала.

С течением времени произойдет уплотнение биомассы, при этом из закрепленного слоя начнет исчезать кислород, в результате чего в начнут происходить эндогенные процессы, этот слой утратит способность закрепления и соскользнет. Высокая скорость образования нагрузки также приводит к

сползанию слоя. Накопленный сток необходимо подвергать очистке в отстойном резервуаре для удаления биомассы, которая может попадать в него из фильтра. Скорость формирования гидравлической нагрузки и нагрузки по биогенным веществам (т.е. объем сточной воды, которая может проходить через фильтр) определяется с учетом характеристик сточной воды, типа фильтровального слоя, температуры окружающей среды и условий сброса.

**Приемлемость.** Эту технологию можно применять только после этапа первичной очистки, поскольку высокая скорость образования нагрузки по твердым веществам приводит к засорению фильтра. Можно спроектировать капельную систему с низким потреблением энергии (самотек), однако, в целом, требуется наличие постоянного источника электроэнергии и сточной воды.

В отличие от других технологий (например, стабилизационными прудами, O.5), биологические фильтры отличаются компактностью, несмотря на то, что они лучше всего подходят для пригородных или крупных сельскохозяйственных районов.

Биологические фильтры могут применяться почти в любых условиях, однако для их адаптации в холодном климате требуется ряд специальных мер.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Наличие проблем, связанных с неприятным запахом и мухами, предполагает сооружение фильтра вдали от домов и коммерческих предприятий. При организации процессов предочистки, первичной очистки, сброса стока и первичной обработки твердых веществ необходимо принимать соответствующие меры, поскольку вышеуказанные процессы могут представлять риск для здоровья.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для контроля состояния фильтра и ремонта насоса в случае возникновения проблем требуются услуги квалифицированного специалиста. Ил, который скапливается на фильтре, необходимо периодически смывать, чтобы избежать образования засоров, а также для поддержания тонкости биопленки и аэробных условий в ней. Высокая скорость формирования гидравлической нагрузки (объем промывки) может использоваться при промывании фильтра. Оптимальная скорость дозирования и частота промывки определяется характером эксплуатации. Загрузка фильтра должна оставаться увлажненной. Это может представлять проблему в ночное время при снижении интенсивности водного потока или перебомах в подаче электроэнергии.

При использовании биологических фильтров часто наблюдаются проблемы, связанные с появлением улиток на биопленке и мух в фильтре, которые устраняются путем промывания фильтра обратным потоком и периодического затопления.

#### Плюсы и минусы

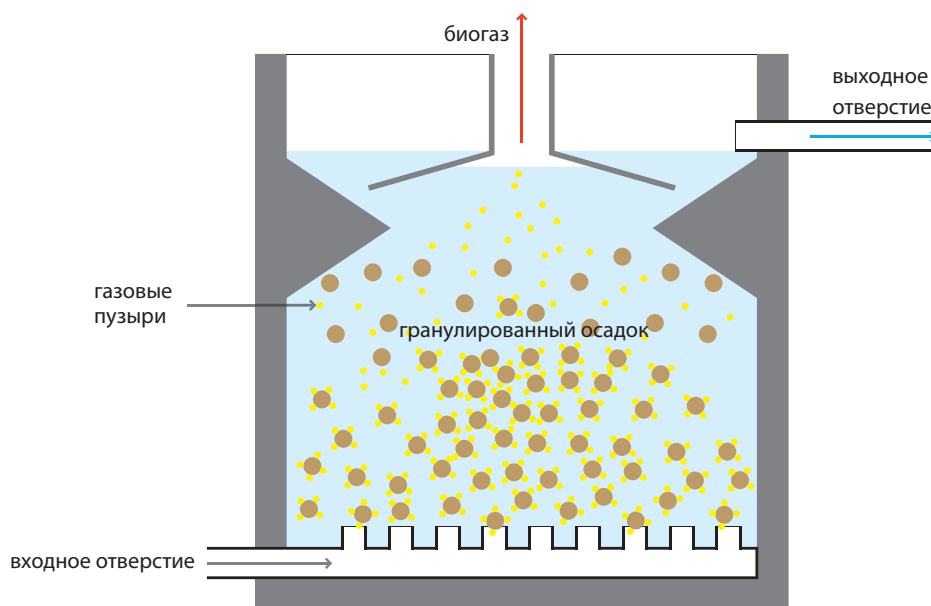
- + Возможность эксплуатации при широком диапазоне показателей скорости формирования нагрузки по органическим веществам и гидравлической нагрузке
- + Эффективная нитрификация (окисление аммония)
- + Потребность в небольшой площади по сравнению с биоинженерными прудами
- Высокий уровень капитальных затрат
- Требуются услуги профессионалов для проектирования и строительства, особенно при использовании системы дозирования
- Необходимость привлечения квалифицированного персонала для эксплуатации и технического обслуживания
- Потребность в постоянном источнике электричества и подачи сточной воды
- Распространенной проблемой является наличие мух и неприятного запаха
- Риск возникновения засоров в зависимости от характера предочистки и первичной обработки
- Возможное отсутствие на месте деталей и материалов

#### Список литературы и дополнительные источники

- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.). McGraw-Hill, New York, US. pp. 890-930. (Detailed description and example calculations)
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.
- U.S. EPA (2000). Wastewater Technology Fact Sheet. Trickling Filters. 832-F-00-014. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US. Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov) (Design summary including tips for trouble shooting)



<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Черные сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Бурые сточные воды (+ <input type="checkbox"/> Серые сточные воды)
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды <input checked="" type="checkbox"/> Отстой <input checked="" type="checkbox"/> Биогаз



**Анаэробный реактор с придонным слоем микроорганизмов и восходящим потоком жидкости (ТАСВ)** представляет собой технологию, которая состоит из одного резервуара. Сточная вода попадает в реактор со дна и перемещается в верхнюю часть. Взвешенный слой осадка выполняет функцию фильтрации и обработки сточной воды по мере ее прохождения через этот слой.

Взвешенный слой осадка состоит из микробных гранул (диаметром 1-3 мм), т.е. небольших скоплений микроорганизмов, которые из-за своей массы не поддаются вымыванию восходящим потоком. Микроорганизмы, содержащиеся в слое осадка, разрушают органические соединения. В результате происходит выделение газов (метана и углекислый газ). Поднимающиеся пузырьки перемешивают ил без участия механических деталей. Наклонные стенки отбрасывают материал, который попадает в верхнюю часть резервуара, вниз. Очищенный сток перетягивается из верхней части резервуара в зону, расположенную над наклонными стенками.

Спустя несколько недель эксплуатации образуются более крупные гранулы ила, которые функционируют в качестве фильтров для более мелких частиц по мере того, как сток поднимается и проходит через слой ила. Ввиду использования режима восходящего потока, происходит накопление, преимущественно, микроорганизмов, формирующих гранулы, в то время, как другие микроорганизмы вымываются.

**Особенности конструкции.** Критические элементы конструкции анаэробного реактора с придонным слоем микроорганизмов и восходящим потоком жидкости включают систему распределения входящего потока, разделитель газа и твердых веществ и систему удаления стока. Газ, поднимающийся на поверхность, скапливается в газосборном куполе и может использоваться в качестве источника энергии (биогаз). Скорость восходящего потока, которая составляет 0,7-1 м/ч необходимо поддерживать, чтобы сохранить слой ила во взвешенном состоянии. Применение анаэробного реактора с придонным слоем микроорганизмов и восходящим потоком жидкости обычно не требует предварительного использования технологии первичного отстаивания.

**Приемлемость.** Анаэробный реактор с придонным слоем микроорганизмов и восходящим потоком жидкости не подходит для применения в небольших или сельскохозяйственных районах, где отсутствует постоянный источник водоснабжения или электричества. Процесс проектирования и строительства этой технологии является относительно простым, однако разрастание гранулированного ила может занимать несколько месяцев. Анаэробный реактор с придонным слоем микроорганизмов и восходящим потоком жидкости может производить сток более высокого качества, чем септическая емкость (С.9), в условиях меньшего объема резервуара. Несмотря на то, что эта технология широко применяется для крупномасштабной очистки промышленных сточных вод и рассчитана на высокую скорость формирования органической нагрузки до 10 кг БПК/



м<sup>3</sup>/д, для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод ее стали применять относительно недавно. Эту технологию часто применяют в пивоварении, на спиртоводочных заводах, в сфере обработки пищевой продукции, а также на предприятиях по переработке отходов целлюлозно-бумажного производства, поскольку обычно она позволяет удалить 80-90% ХПК. При низкой концентрации входящего потока, либо если он содержит избыточный объем твердых веществ, белков или жиров, функционирование реактора может быть нарушено. Температура также является ключевым фактором, влияющим на производительность реактора.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Во время работы на станции операторы обязаны соблюдать необходимые меры по безопасности и защите здоровья, например, носить соответствующую защитную одежду. Сток и ил могут представлять риск для здоровья и не могут подвергаться прямой обработке.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Анаэробный реактор с придонным слоем микроорганизмов и восходящим потоком жидкости представляет собой технологию централизованной очистки, которая должна управляться и обслуживаться квалифицированными специалистами. Квалифицированный оператор обязан следить за состоянием реактора и заниматься ремонтом деталей, например, насосов, в случае возникновения проблем. Процесс удаления ила происходит нечасто и требует удаления только избыточного ила с периодичностью раз в 2-3 года.

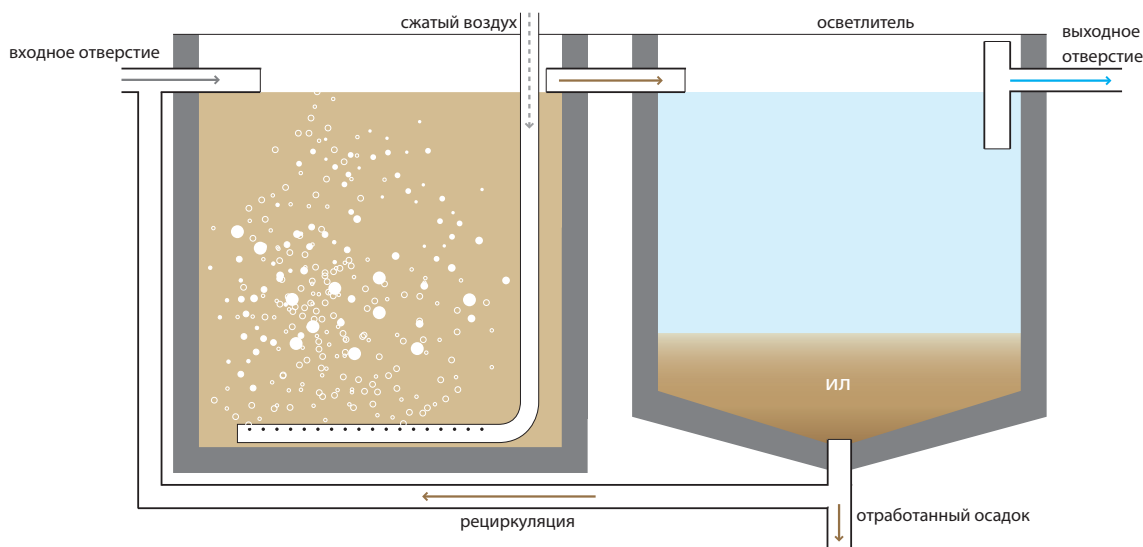
#### Плюсы и минусы

- + Высокая эффективность снижения БПК
- + Устойчивость к высоким нагрузкам по органическим веществам и гидравлическим нагрузкам
- + Низкий уровень образования ила (в связи с чем отсутствует необходимость в частом удалении ила)
- + Биогаз может применяться в качестве источника электроэнергии (однако обычно на начальном этапе требуется его очистка)
- Обработка может быть нестабильной и характеризоваться изменением уровня гидравлической нагрузки и нагрузки по органическим веществам
- Потребность в привлечении квалифицированного персонала для эксплуатации и технического обслуживания; трудоемкость поддержания необходимых гидравлических параметров (необходимость в балансировке расхода восходящего потока и скорости отстаивания)
- Длительный период запуска
- Потребность в наличии постоянного источника электроэнергии
- Возможное отсутствие деталей и материалов на месте
- Потребность в профессиональном проектировании и строительстве
- Сток и ил требуют дальнейшей обработки и/или качественной утилизации

#### Список литературы и дополнительные источники

- Lettinga, G., Roersma, R. and Grin, P. (1983). Anaerobic Treatment of Raw Domestic Sewage at Ambient Temperatures Using a Granular Bed UASB Reactor. *Biotechnology and Bioengineering* 25 (7): 1701-1723. (The first paper describing the process)
- von Sperling, M. and de Lemos Chernicharo, C. A. (2005). *Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions, Volume One*. IWA Publishing, London, UK. pp. 741-804.  
Ссылка на источник: [www.iwawaterwiki.org](http://www.iwawaterwiki.org) (Detailed design information)
- Tare, V. and Nema, A. (n.d.). *UASB Technology – Expectations and Reality*. United Nations Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery, Beijing, CN.  
Ссылка на источник: [www.unapcaem.org](http://www.unapcaem.org) (Assessment of UASB installations in India)
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.)*. McGraw-Hill, New York, US. pp. 1005-1016. (Detailed description and design information)
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). *Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide*. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK. (Short overview)
- Vigneswaran, S., Balasuriya, B. L. N. and Viraraghavan, T. (1986). *Environmental Sanitation Reviews. Anaerobic Wastewater Treatment – Attached Growth and Отстой Blanket Process*. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, TH. (Good technical overview – Chapter 5)

<p><b>Уровень применения:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Домохозяйство</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Город</p>	<p><b>Уровень управления:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Домохозяйство</p> <p><input type="checkbox"/> Совместное управление</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление</p>	<p><b>Входящие ресурсы:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды</p> <p><input type="checkbox"/> Черные сточные воды</p> <p><input type="checkbox"/> Бурые сточные воды</p> <p><input type="checkbox"/> Серые сточные воды</p> <hr/> <p><b>Исходящие ресурсы:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды</p> <p><input type="checkbox"/> Отстой</p>
--	--	---



Технология с активированным илом представляет собой многокамерную реакторную установку, в которой высокая концентрация микроорганизмов используется для разложения органического вещества и удаления биогенных элементов из сточной воды для получения высококачественного стока. Для поддержания аэробных условий и сохранения активированного ила во взвешенном состоянии необходима постоянная и своевременная подача кислорода.

Для перемешивания и аэрации сточной воды в аэрационном резервуаре могут быть задействованы разные конфигурации процесса с использованием активированного ила. Процессы аэрации и перемешивания могут обеспечиваться путем нагнетания воздуха или кислорода в резервуар, либо с помощью поверхностных аэраторов. Микроорганизмы окисляют органический углерод, содержащийся в сточной воде, для образования новых клеток, углекислого газа и воды. Несмотря на большее распространение аэробных бактерий, в резервуаре также могут содержаться факультативные бактерии и высшие организмы. Точный состав зависит от конструкции реактора, параметров окружающей среды и характеристик сточной воды.

Сгустки (скопления частиц ила), которые образуются в аэрируемом резервуаре, могут быть удалены с помощью вторичного отстойника путем гравитационного осаждения. Определенная часть этого шлама возвращается из отстойника в реактор. При необходимости сток может подвергаться сбросу или обработке на станции третичной очистки для дальнейшего использования.

**Особенности конструкции.** Технологии с использованием активированного ила представляют собой часть сложной системы очистки. Обычно их применяют после этапа первичной очистки (удаление осаждаемых твердых частиц), а после их применения иногда следует этап окончательной доочистки (см. технологию последующей обработки, стр.136). Наблюдаемые биологические процессы позволяют эффективно удалять растворимые, коллоидные и зернистые материалы. Конструкция реактора может быть адаптирована к биологическим процессам нитрификации и денитрификации, а также к процессу биологического удаления фосфора. Конструкция должна основываться на точной оценке состава и объема сточной воды. Эффективность обработки может быть в значительной степени снижена, если станция имеет недостаточные или слишком большие габариты. В зависимости от температурных условий, время удержания твердых частиц (CRO) в реакторе составляет 3-5 дней в случае очистки по БПК и 3-18 дней при нитрификации.

Избыточный ил подлежит обработке для сокращения содержания влаги и органических веществ в нем, а также для получения стабилизированного продукта, который подходит для конечного применения или окончательного удаления. Этот процесс необходимо учитывать на этапе планирования очистной станции. Для достижения специфических показателей по уровню БПК, содержанию азота и фосфора в стоке, ряд различных модификаций был внесен при проектировании базовой конструкции технологии, основанной на использовании активированного ила. Известные модификации включают в себя строительство последовательно-циклических реакторов (СВР), окислитель-

ных каналов, установок с продолжительной аэрацией, подвижного дна и мембранных биореакторов.

**Приемлемость.** Технология с использованием активированного ила может применяться только на станции централизованной очистки, где задействованы высококвалифицированные специалисты, имеется постоянный источник электроэнергии и высокоразвитая система управления, которая обеспечивает корректную эксплуатацию и обслуживание станции.

В связи с экономией, обусловленной ростом масштабов производства, а также менее выраженным изменением характеристик входящего потока, эта технология является более эффективной для обработки больших объемов потока.

Технология с использованием активированного ила может применяться практически в любых климатических условиях. Тем не менее, производительность очистки снижается в более холодном климате.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В связи с потребностью в занимаемой площади и проблемой неприятного запаха станции централизованной очистки обычно размещаются на периферии густонаселенных районов. Несмотря на высокое качество стока, этот сток представляет риск для здоровья и не подлежит прямой обработке. В составе избыточного ила число болезнетворных микроорганизмов снижено, но они не отсутствуют.




**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для технического обслуживания и устранения неисправностей требуется наличие высококвалифицированного персонала. Механическое оборудование (смесители, аэраторы и насосы) требует постоянного технического обслуживания. Кроме того, необходимо постоянно контролировать состояние входящего потока и стока, а также регулировать контрольные параметры при необходимости для предотвращения сбоев, которые могут привести к уничтожению активной биомассы и росту вредных организмов, нарушающих процесс (например, нитчатых бактерий).

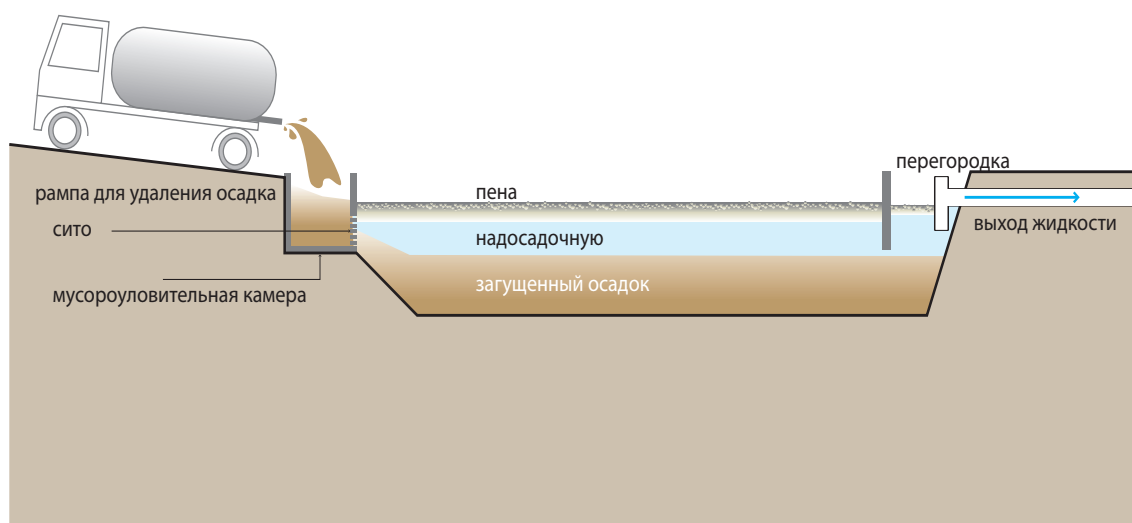
#### Плюсы и минусы

- + Устойчивость к ударным гидравлическим нагрузкам и нагрузкам по органическим веществам
- + Возможность эксплуатации в условиях широкого диапазона скорости формирования нагрузки по органическим веществам и гидравлической нагрузки
- + Высокая эффективность снижения уровня БПК и болезнетворных микроорганизмов (до 99%)
- + Возможность достижения высокой эффективности очистки по биогеенным веществам
- + Возможность модификации для соблюдения специфических ограничений на сброс сточных вод
- Высокий уровень потребления электроэнергии, потребность в наличии постоянного источника электричества
- Высокий уровень капитальных и эксплуатационных расходов
- Необходимость в привлечении квалифицированного персонала для эксплуатации и технического обслуживания
- Риск возникновения сложных проблем на химическом и микробиологическом уровне
- Возможное отсутствие на месте деталей и материалов
- Потребность в профессиональном проектировании и строительстве
- Ил и, возможно, сток требуют дальнейшей обработки и/или качественной утилизации

#### Список литературы и дополнительные источники

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US. pp. 451-504.  
(Comprehensive summary including solved problems)
- Ludwig, H. F. and Mohit, K. (2000). Appropriate Technology for Municipal Sewerage/Excreta Management in Developing Countries, Thailand Case Study. *The Environmentalist* 20 (3): 215-219.  
(Assessment of the appropriateness of activated Sludge for Thailand)
- von Sperling, M. and de Lemos Chernicharo, C. A. (2005). Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions, Volume Two. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.iwawaterwiki.org](http://www.iwawaterwiki.org)
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.). McGraw-Hill, New York, US.  
(Detailed design information)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b>  Отстой
		<b>Исходящие ресурсы:</b>  Отстой  Сточные воды



**Пруды-отстойники** – это отстойные бассейны, в которых происходит уплотнение и обезвоживание ила. Сток удаляется и обрабатывается, при этом уплотненный ил может обрабатываться в рамках технологии последующей очистки.

Фекальный ил представляет собой неоднородный материал, в связи с чем при его обработке должны учитываться характеристики ила. Ил, сохранивший высокое содержание органических веществ и еще не подвергшийся значительному распаду, с трудом поддается обезвоживанию. В свою очередь, ил, который уже прошел стадию значительного анаэробного разложения, легче поддается обезвоживанию.

Для качественной осушки свежего ила с высоким содержанием органического вещества (например, ил из выгребной ямы или общественного туалета) его необходимо сначала стабилизировать. Для этих целей ил направляется в пруды-отстойники для дальнейшего анаэробного разложения. Этот же тип прудов может применяться для уплотнения частично стабилизированного ила (например, полученного из септических емкостей, С.9), несмотря на то, что он в меньшей степени подвергается разложению и требует большего количества времени для отстаивания. Процесс распада может препятствовать осаждению ила в связи с тем, что пузырьки образовавшегося ила всплывают и повторно приводят твердые вещества во взвешенное состояние.

По мере оседания и перегнивания ила надосадочную жидкость необходимо сцеживать и подвергать отдельной обработке. Впоследствии уплотненный ил просушивается или подвергается дальнейшему компостированию.

**Особенности конструкции.** Требуется наличие двух одновременно функционирующих резервуаров, один из которых может быть задействован во время опорожнения второго резервуара. Для достижения максимальной эффективности периоды образования нагрузки и простоя не должны превышать 4-5 недель, хотя обычно эти периоды занимают более длительное время. При использовании цикла, включающего 4 недели образования нагрузки и 4 недели простоя, общее содержание твердых веществ (ОС) увеличивается до 14% (в зависимости от первоначальной концентрации).

**Приемлемость.** Пруды-отстойники подходят для зон, где имеются недорогие свободные земельные участки, расположенные вдали от домов и коммерческих предприятий; такие пруды должны сооружаться на окраинах поселений. Уплотненный ил может представлять опасность, связанную с распространением инфекций, несмотря на то, что его легче обрабатывать, и он в меньшей степени подвержен разбрызгиванию и распылению.

Для эксплуатации и технического обслуживания необходимо привлекать квалифицированный персонал, чтобы обеспечить эффективное функционирование этой технологии. Эта технология является низкочувствительной, и ее можно использовать в большинстве типов жарких и умеренных климатических условий. Избыточные ливневые осадки могут препятствовать качественному отстаиванию и уплотнению ила.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Поступающий и уплотненный ил содержат болезнетворные микроорганизмы, в связи с чем персонал должен иметь соответствующую

щую защиту (обувь, перчатки и одежда). Уплотненный ил не подвергается санитарной обработке и требует дальнейшей очистки (по крайней мере, в рамках процесса осушки) перед его утилизацией или конечным использованием.

Пруды могут доставлять неудобство жителям соседних районов в связи с наличием неприятного запаха и мух. В связи с этим их необходимо размещать на достаточном расстоянии от жилых районов.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Техническое обслуживание представляет собой важный аспект эффективного функционирования прудов, но не носит интенсивного характера. Зону сброса необходимо обслуживать и поддерживать в чистоте в целях снижения риска распространения заболеваний и возникновения проблем (мухи и неприятный запах). Твердые отходы, которые сбрасываются вместе с илом, необходимо удалять из решетки, расположенной в зоне впуска стока в пруд.




Уплотненный ил необходимо удалять механическим путем (с помощью ковшового фронтального погрузчика или другого специализированного оборудования) после того, как он достаточно уплотнится.

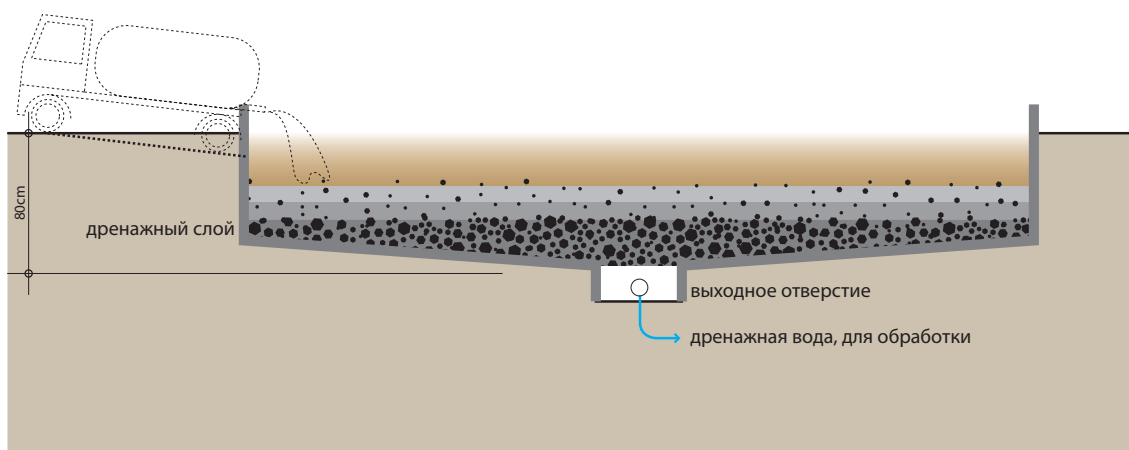
#### Плюсы и минусы

- + Уплотненный ил легче поддается обработке и в меньшей степени подвержен разбрызгиванию и распылению
- + Возможность строительства и ремонта с использованием местных материалов
- + Относительно низкий уровень капитальных затрат; низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- Потребность в большой занимаемой площади
- Обычно замечается неприятный запах и наличие мух
- Длительный период хранения
- Потребность в использовании ковшового фронтального погрузчика для удаления ила
- Потребность в профессиональном проектировании и строительстве
- Сток и ил требуют дальнейшей обработки

#### Список литературы и дополнительные источники

- Heiness, U., Larmie, S. A. and Strauss, M. (1998). Solids Separation and Pond Systems for the Treatment of Faecal Sludges in the Tropics – Lessons Learnt and Recommendations for Preliminary Design. 2<sup>nd</sup> Ed. Report 05/98. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Heiness, U., Larmie, S. A. and Strauss, M. (1999). Characteristics of Faecal Sludges and Their Solids-Liquid Separation. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Montangero, A. and Strauss, M. (2002). Faecal Sludges Treatment. Lecture Notes, UNESCO-IHE, Delft, NL.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). Faecal Sludges Management. Systems Approach for Implementation and Operation. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Detailed book compiling the current state of knowledge on all aspects related to FSM)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b>  Отстой
		<b>Исходящие ресурсы:</b>  Отстой  Сточные воды



**Иловая площадка без растений представляет собой простой проницаемый слой, в котором при его загрузке илом, скапливается фильтрат и происходит высушивание ила путем выпаривания влаги. Примерно 50-80% объема ила отфильтровывается в виде жидкости или испаряется. Тем не менее, при этом не происходит эффективной стабилизации или санитарной обработки ила.**

Дно иловой площадки покрыто трубами с отверстиями, которые позволяют отводить фильтрат, который просачивается сквозь дно. Сверху трубы покрываются слоями гравия и песка, которые удерживают ил и обеспечивают прохождение и скопление жидкости в трубах. Запрещается использовать слишком плотный слой (максимальная толщина – 20 см), поскольку в противном случае не будет происходить эффективного высушивания ила. Окончательный уровень влагосодержания через 10-15 дней осушки должен составлять примерно 60%. После высушивания ил необходимо отделить от слоя песка и направить на этап дальнейшей обработки, конечного использования или окончательной утилизации. Фильтрат, скопившийся в дренажных трубах, также необходимо тщательно обрабатывать в зависимости от условий его сброса.

**Особенности конструкции.** Дренажные трубы должны быть покрыты 3-5 слоями отсортированного гравия и песка. Нижний слой должен состоять из крупного гравия, а верхний – из мелкозернистого песка (0,1-0,5 мм эффективный диаметр частиц). Толщина верхнего слоя песка должна составлять 250-300 мм, поскольку часть песка может быть утрачена при удалении ила.

Для повышения эффективности процесса высушивания и фильтрации ил можно наносить поочередно на две или более площадки. Впускное отверстие должно быть оснащено отражательным щитком для предотвращения эрозии песчаного слоя и равномерного распределения ила.

При проектировании иловой площадки без растений важно учитывать возможность проведения технического обслуживания в дальнейшем в связи с необходимостью обеспечения доступа людям и передвижным установкам к участку для нагнетания ила и удаления сухого ила.

Если технология применяется в условиях влажного климата, у нее должна быть оборудована кровля, при этом необходимо особенно следить за тем, чтобы не допустить образования поверхностного стока.

**Приемлемость.** Осушка ила – это эффективный способ сокращения объема ила, что играет особенно важную роль при транспортировке ила для дальнейшей обработки, в случае его использования по назначению или утилизации. Эта технология не позволяет эффективно стабилизировать органическую фракцию или сократить число болезнетворных микроорганизмов. Может возникнуть необходимость в дальнейшем хранении или обработке (например, совместное компостирование, О.16) осушенного ила.

Иловые площадки без растений подходят для небольших или средних сообществ численностью до 100 000 человек, однако площадки большего размера также используются в крупных городских агломерациях. Эта технология лучше всего подходит для сельскохозяйственных и пригородных



районов, на территории которых имеются недорогие и свободные земельные участки, расположенные вдали от домов и коммерческих предприятий. При проектировании иловых площадок без растений для обслуживания городской территории, их необходимо размещать на окраине поселения, но в пределах доступа компаний, занимающихся механизированным опорожнением.

Эта технология является низкочастотной, и ее можно использовать в большинстве типов жаркого и умеренного климата. Избыточные ливневые осадки могут препятствовать качественному высушиванию ила.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Поступающий и осушенный ил содержат большое число болезнетворных бактерий, в связи с чем рабочие должны иметь соответствующую защиту (обувь, перчатки и одежда). Осушенный ил и сток не подвергаются санитарной обработке и могут требовать дальнейшей очистки или хранения в зависимости от характера конечного применения.

Организация иловой площадки может доставлять неудобство для жителей соседних районов в связи с наличием неприятного запаха и мух. В связи с этим ее необходимо размещать на достаточном удалении от жилых территорий.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для эксплуатации и технического обслуживания этой технологии требуется привлечение квалифицированного персонала, чтобы обеспечить ее эффективное функционирование.

Осушенный ил удаляется через 10-15 дней, однако периодичность зависит от климатических условий. В связи с потерей части песка при удалении ила верхний слой необходимо заменять при его истончении. Зону сброса необходимо содержать в чистоте и регулярно промывать трубы для отвода сточных вод.

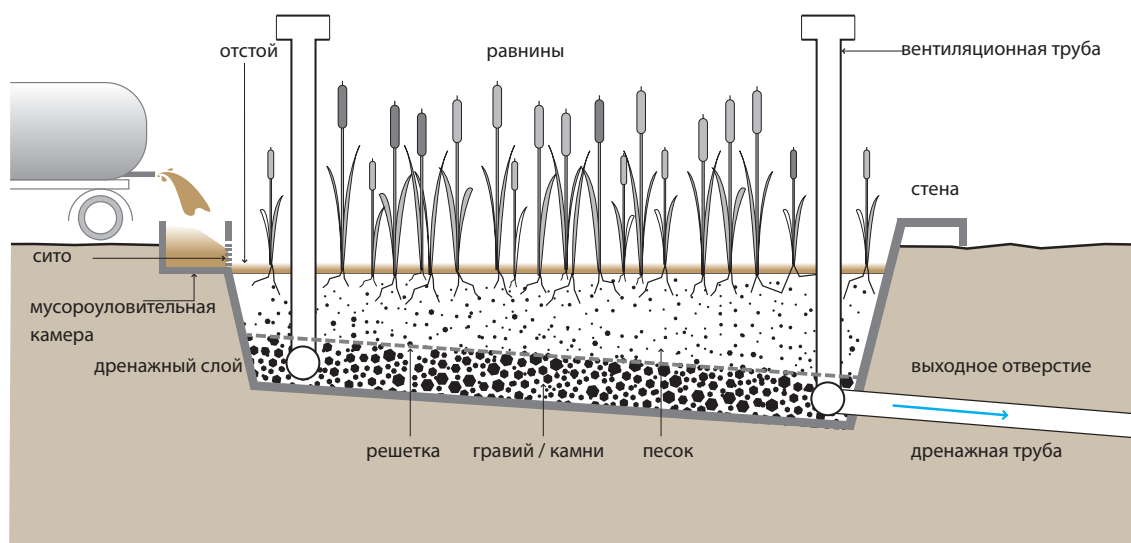
#### Плюсы и минусы

- + Высокая эффективность обезвоживания, особенно в условиях сухого и жаркого климата
- + Возможность строительства и ремонта с использованием местных материалов
- + Относительно низкий уровень капитальных затрат; низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Простота эксплуатации; требуется только нечастые проверки
- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- Потребность в большой площади участка
- Обычно замечается неприятный запах и наличие мух
- Процесс удаления отходов является трудоемким
- Ограниченная эффективность стабилизации и сокращения числа болезнетворных микроорганизмов
- Требуются услуги профессионалов для проектирования и строительства
- Фильтрат требует дальнейшей обработки

#### Список литературы и дополнительные источники

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US.
- Heins, U. and Koottatep, T. (1998). Use of Reed Beds for Faecal Sludges Dewatering. A Synopsis of Reviewed Literature and Interim Results of Pilot Investigations with Septage Treatment in Bangkok, Thailand. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH and AIT, Bangkok, TH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Comparison to planted drying beds)
- Montangero, A. and Strauss, M. (2002). Faecal Sludges Treatment. Lecture Notes, UNESCO-IHE, Delft, NL.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). Faecal Sludges Management. Systems Approach for Implementation and Operation. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Detailed book compiling the current state of knowledge on all aspects related to FSM)
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.). McGraw-Hill, New York, US.

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> Отстой
		<b>Исходящие ресурсы:</b> Отстой  Сточные воды  Биомасса



Конструкция иловых площадок с растениями напоминает конструкцию иловых площадок без растений (О.14), однако обладает дополнительным преимуществом в виде транспирации и более эффективной очистки ила под воздействием растений. Ключевое усовершенствование засаженной площадки от площадки без растений заключается в отсутствии необходимости удаления ила из фильтров по окончании цикла введения/осушки. Свежий ил может наноситься непосредственно на предыдущий слой; растения и их корневая система сохраняют пористость фильтра.

Эта технология отличается преимуществом обезвоживания и стабилизации ила. Кроме того, корни растений формируют каналы в уплотняющемся иле, через которые легко может уходить вода.

По внешнему виду эта технология напоминает биоинженерный пруд с вертикальным потоком (О.9). Площадки дна заполняются песком и гравием для закрепления растительности. Вместо стока на поверхность наносится ил, при этом фильтрат стекает в подземный слой, где происходит его скопление в дренажных отверстиях.

**Особенности конструкции.** Вентиляционные трубы, соединяющиеся с дренажной системой, способствуют формированию аэробных условий в фильтре. Общий план послойного заполнения дна: (1) 250 мм крупного гравия (диаметр зерна – 20 мм); (2) 250 мм мелкого гравия (диаметр зерна – 5 мм); (3) 100-150 мм песка. Над верхним слоем песка должно быть оставлено пустое пространство (1 м) с расчетом примерно на 3-5 лет накопления материала.

В качестве растительности используется тростник (*Phragmites* sp), (*Typha* sp) (*Echinochloa* sp) (*Cyperus papyrus*) в зависимости от климата. Местные неинвазивные виды растений могут применяться в том случае, если они произрастают во влажной среде, проявляют устойчивость к соленой воде и быстро восстанавливаются после срезания.

Ил необходимо наносить слоями толщиной 75-100 мм с периодичностью 3-7 дней в зависимости от характеристик ила, окружающей среды и эксплуатационных ограничений. При использовании технологии в теплом тропическом климате интенсивность нанесения ила составляет 100-250 кг/м<sup>2</sup>/год. В более холодном климате, например, на территории северной Европы, этот показатель обычно составляет до 80 кг/м<sup>2</sup>/год. Допускается поочередное использование двух или более параллельных площадок для достижения достаточного уровня распада и сокращения числа болезнетворных микроорганизмов в верхнем слое ила до его удаления.

Фильтрат, скопившийся в дренажных трубах, необходимо тщательно обрабатывать в зависимости от условий его сброса.

**Приемлемость.** Эта технология позволяет эффективно сокращать объем ила (до 50%) путем разложения и высушивания, что играет особенно важную роль в случае необходимости транспортировки ила для целей конечного использования или утилизации.

В связи с потребностью в занимаемой площади иловые площадки с растениями больше всего подходят для небольших или средних сообществ численностью до 100 000 человек, однако они также могут применяться и в более крупных городских районах. При проектировании иловых площадок

с растениями для обслуживания городской территории их необходимо размещать на окраине поселения, но в пределах доступа компаний, занимающихся механизированным опорожнением.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В связи с тем, что эта технология имеет эстетичный внешний вид, при ее распространении не должно возникнуть проблем, особенно если она расположена на достаточном удалении от плотной застройки. Нетронутые зоны насаждений могут привлекать представителей дикой природы, в том числе ядовитых змей. Фекальный ил представляет опасность, и лица, контактирующие с ним, обязаны носить защитную одежду, обувь и перчатки. Эффективность сокращения числа болезнетворных микроорганизмов в иле зависит от климатических условий. В зависимости от целей конечного применения, может возникнуть необходимость в последующем хранении и осушке.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Для эксплуатации и технического обслуживания этой технологии требуется квалифицированный персонал, чтобы обеспечить ее эффективное функционирование. Необходимо поддерживать в исправности дренажные трубы и обеспечивать эффективный сбор и утилизацию стока. Перед нанесением ила растения должны в достаточной степени развиться. Этап акклиматизации имеет критическое значение и требует пристального внимания. Растения необходимо время от времени прореживать и/или собирать. Через 3-5 лет ил необходимо удалить.

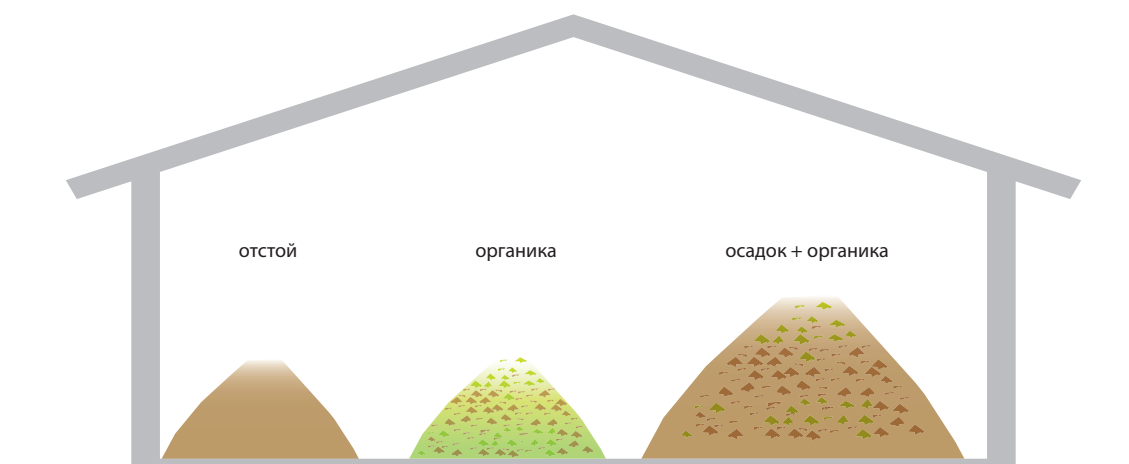
#### Плюсы и минусы

- + Возможность обработки больших нагрузок
- + Более эффективная обработка ила, чем на иловых площадках без растений
- + Возможность строительства и ремонта с использованием местных материалов
- + Относительно низкий уровень капитальных затрат; низкий уровень эксплуатационных расходов
- + Фруктовые и кормовые растения, произрастающие на иловых площадках, могут приносить доход
- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- Потребность в большой площади участка
- Замечается неприятный запах и наличие мух
- Длительный период хранения
- Процесс удаления материала является трудоемким
- Потребность в профессиональном проектировании и строительстве
- Фильтрат требует дальнейшей обработки

#### Список литературы и дополнительные источники

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB/McGraw-Hill, New York, US.
- Heinss, U. and Koottatep, T. (1998). *Use of Reed Beds for Faecal Sludge Dewatering. A Synopsis of Reviewed Literature and Interim Results of Pilot Investigations with Septage Treatment in Bangkok, Thailand*. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH and AIT, Bangkok, TH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Kengne Noumsi, I. M. (2008). *Potentials of Sludge Drying Beds Vegetated with Cyperus papyrus L. and Echinochloa pyramidalis (Lam.) Hitchc. & Chase for Faecal Sludge Treatment in Tropical Regions* [PhD dissertation]. University of Yaounde, Yaounde, CM.  
Ссылка на источник: [www.north-south.unibe.ch](http://www.north-south.unibe.ch)
- Koottatep, T., Surinkul, N., Polprasert, C., Kamal, A. S. M., Koné, D., Montangero, A., Heinss, U. and Strauss, M. (2005). *Treatment of Septage in Constructed Wetlands in Tropical Climate – Lessons Learnt after Seven Years of Operation*. *Water Science & Technology* 51 (9): 119-126.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). *Faecal Sludge Management. Systems Approach for Implementation and Operation*. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch) (Detailed book compiling the current state of knowledge on all aspects related to FSM)
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.). McGraw-Hill, New York, US. p. 1578.

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Отстой <input checked="" type="checkbox"/> Органика
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Компост



Совместное компостирование представляет собой контролируемый процесс аэробного разложения органического вещества с использованием более, чем одного вида исходного материала (фекальный ил и органические твердые отходы). Фекальный ил отличается высоким влагосодержанием и содержанием биогенных веществ, при этом биоразлагаемые твердые отходы обладают высоким содержанием органического углерода и хорошими свойствами накопления объема (т.е. эти материалы обеспечивают прохождение и циркуляцию воздуха). При сочетании этих двух материалов преимущества каждого из них позволяют оптимизировать процесс и полученный продукт.

Существует два типа технологий совместного компостирования: открытые и закрытые. При открытом компостировании смешанный материал (ил и твердые отходы) сваливается в длинные штабели, которые называются валками, где происходит его разложение. Валки периодически переворачивают, чтобы насытить материал кислородом и обеспечить равномерную термическую обработку всех участков кучи. Компостирование в закрытом реакторе требует контроля влажности и подачи воздуха, а также механического перемешивания. Таким образом, этот способ не подходит для применения на децентрализованных станциях. Несмотря на кажущуюся простоту и пассивность технологии компостирования, для ее эффективного функционирования требуется тщательное планирование и проектирование во избежание неисправностей.

**Особенности конструкции.** Станция должна быть размещена вблизи источников органических отходов и фекального ила в целях минимизации транспортных расходов, однако на достаточном расстоянии от домов и коммерческих предприятий для сокращения риска формирования вредных условий. В зависимости от климата и доступной площади сооружение может иметь покрытие во избежание избыточного испарения и/или для создания защиты от дождя и ветра.

При использовании обезвоженного ила допускается соотношение 1:2 и 1:3 ила к твердым отходам. При использовании жидкого ила допускается соотношение от 1:5 до 1:10 ила к твердым отходам. Высота валок должна составлять, по крайней мере, 1 м, при этом их необходимо огородить компостом или грунтом для равномерного распределения тепла внутри кучи.

**Приемлемость.** Технология совместного компостирования может применяться только при наличии источника хорошо отсортированных биоразлагаемых твердых отходов. Твердые отходы, содержащие пластмассу и мусор, необходимо вначале рассортировать. При соблюдении мер предосторожности, технология совместного компостирования позволяет получить чистый, эстетичный, эффективный структурообразователь для почвы.

Поскольку влажность выполняет важную функцию в процессе компостирования, особенно рекомендуется устанавливать системы с покрытием в местности, где наблюдаются сильные осадки.

Если не учитывать технические особенности, технологию компостирования целесообразно применять только в том случае, если существует спрос на продукцию (со стороны платежеспособных покупателей). Чтобы найти покупателей, необходимо производить однородный и высококачественный компост, и это зависит от качества первоначальной сортировки и надлежащего контроля термического процесса.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Поддержание температурных условий в компостной куче на уровне 55-60 °С позволяет сократить патогенную нагрузку в иле до уровня, безопасного для физического прикосновения и работы. Несмотря на то, что готовый компост может быть обработан безопасным путем, при работе с илом необходимо соблюдать осторожность, независимо от характера предыдущей обработки. Если материал является пылевидным, рабочие обязаны носить защитную одежду и использовать соответствующее оборудование для защиты дыхательных путей. Важную роль играет качественное вентилирование и контроль запыленности.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Смесь должна иметь правильный состав для получения необходимого соотношения П:Н, уровня влажности и содержания кислорода. При наличии аппаратуры целесообразным является отслеживание статуса инактивации яиц глистов, поскольку он может служить косвенным показателем стерилизации.

Для эксплуатации и технического обслуживания системы необходимо привлекать высококвалифицированный персонал. Обслуживающий персонал обязан следить за качеством поступающего материала, а также фиксировать данные о поступающем потоке, вытекающем потоке, вести график переворачивания компоста и записывать данные о продолжительности вызревания для получения высококачественного продукта. Состояние систем с принудительной аэрацией необходимо тщательно контролировать.

Переворачивание компоста производится периодически с использованием ковшового фронтального погрузчика, либо вручную. Применение прочных дробилок для измельчения крупных кусков твердых отходов (т.е. небольших веток и скорлупы кокосового ореха) и устройств для переворачивания компостной кучи позволяет оптимизировать процесс, сократить объем ручного труда и обеспечить получение однородного готового продукта.

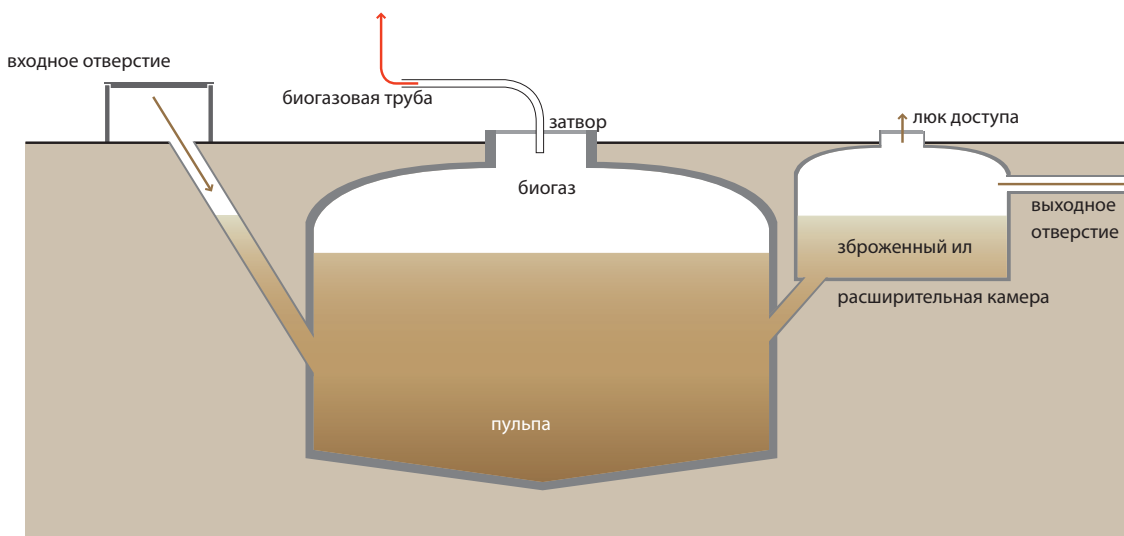
#### Плюсы и минусы

- + Относительная простота в настройке и обслуживании при соответствующем обучении
- + Получение ценного ресурса, который позволяет повысить эффективность местного сельского хозяйства и производства пищевых продуктов
- + Высокая эффективность удаления яиц глистов (< 1 жизнеспособное яйцо/г общего содержания твердых отходов)
- + Возможность строительства и ремонта с использованием местных материалов
- + Низкий уровень капитальных и эксплуатационных расходов
- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- Потребность в большой площади участка (при надлежащем расположении)
- Длительный период хранения
- Потребность в профессиональном проектировании и эксплуатации квалифицированным персоналом
- Трудоемкость в применении
- Компост является слишком сыпучим, что не позволяет перевозить его на дальние расстояния без экономического ущерба

#### Список литературы и дополнительные источники

- Hoornweg, D., Thomas, L. and Otten, L. (2000). Composting and Its Applicability in Developing Countries. Urban Waste Management Working Paper Series No. 8. The World Bank, Washington, D.C., US. Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](https://documents.worldbank.org/curated/en/home)
- Koné, D., Cofie, O., Zurbrügg, C., Gallizzi, K., Moser, D., Drescher, S. and Strauss, M. (2007). Helminth Eggs Inactivation Efficiency by Faecal Sludge Dewatering and Co-Composting in Tropical Climates. *Water Research* 41 (19): 4397-4402.
- Obeng, L. A. and Wright, F. W. (1987). Integrated Resource Recovery. The Co-Composting of Domestic Solid and Human Wastes. The World Bank and UNDP, Washington, D.C., US. Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](https://documents.worldbank.org/curated/en/home)
- Rouse, J., Rothenberger, S. and Zurbrügg, C. (2008): Marketing Compost, a Guide for Compost Producers in Low and Middle-Income Countries. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH. Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). Faecal Отстой Management. Systems Approach for Implementation and Operation. IWA Publishing, London, UK. Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch) (Detailed book compiling the current state of knowledge on all aspects related to FSM)
- Strauss, M., Drescher, S., Zurbrügg, C., Montangero, A., Cofie, O. and Drechsel, P. (2003). Co-Composting of Faecal and Municipal Organic Waste. A Literature and State-of-Knowledge Review. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH and IWMI, Accra, GH. Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)

<b>Уровень применения:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Микрорайон ♦♦ Город	<b>Уровень управления:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Совместное управление ♦♦ Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Отстой <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #4682B4; border: 1px solid black; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></span> Черные сточные воды <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #A0522D; border: 1px solid black; margin-left: 10px; margin-right: 5px;"></span> Бурые сточные воды <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #3CB371; border: 1px solid black; margin-left: 10px;"></span> Органика
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Отстой <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FF4500; border: 1px solid black; margin-left: 10px;"></span> Биогаз



**Биогазовый реактор, или анаэробный ферментер, представляет собой анаэробную технологию обработки, с помощью которой получают (а) сброженный ил (дигестат), который можно использовать в качестве удобрения, а также (б) биогаз, который можно использовать для получения энергии. Биогаз представляет собой смесь метана, углекислого газа и других малых газовых примесей, которые могут использоваться для отопления, получения электричества и освещения.**

Биогазовый реактор представляет собой воздухонепроницаемую камеру, которая ускоряет процесс анаэробного разложения черных сточных вод, ила и/или биологически разлагаемых отходов. Это устройство также облегчает процесс сбора биогаза, образовавшегося в процессе сбраживания в реакторе. Газ формируется в иле и скапливается в верхней части камеры, перемешивая ил по мере его поднимания. Дигестат характеризуется высоким содержанием органических и биогенных веществ, почти не имеет запаха и частично дезактивирует болезнетворные микроорганизмы.

**Особенности конструкции.** Биогазовые реакторы могут иметь форму кирпичных куполов или емкостей заводского производства, могут размещаться над или под землей в зависимости от доступной площади, характеристик почвы, доступных ресурсов и объема получаемых ресурсов. Они могут иметь форму неподвижных куполов, либо нефиксированных купольных реакторов. В неподвижном куполе объем реактора остается неизменным. При образовании газа в реакторе формируется давление, и происходит смещение ила наверх, в направлении

расширительной камеры. При удалении газа ил возвращается обратно в реактор. Давление используется для проталкивания биогаза через трубопровод. В нефиксированном купольном реакторе купол поднимается и опускается при образовании и извлечении газа. Другая возможность предполагает, что купол может расширяться (наподобие воздушного шарика). В целях сокращения потерь при распределении реактор необходимо размещать недалеко от участка, где предполагается дальнейшее использование газа.

Гидравлическое время удержания (ГВУ) в реакторе должно составлять, по крайней мере, 15 дней в жарком климате и 25 дней в умеренном климате. При высоком содержании болезнетворных микроорганизмов в поступающем материале показатель ГВУ должен составлять 60 дней. Как правило, биогазовые реакторы функционируют при температурном диапазоне мезофильного сбраживания – 30-38 °С. При температуре термофильного сбраживания 50-57 °С происходит гибель болезнетворных микроорганизмов, однако такой температуры можно достичь только путем нагревания реактора (хотя на практике эта процедура выполняется только в развитых странах).

Зачастую биогазовые реакторы напрямую соединяются с частными или общественными туалетами, и имеют возможность дополнительного ввода органических материалов. На уровне домохозяйства реактор можно сделать из пластиковых контейнеров или кирпичей. Объем реактора может составлять от 1 000 л при пользовании системы членами одной семьи до 100 000 л в туалетах учреждений или общественных туалетах. Поскольку процесс образования дигестата являет-



ся непрерывным, необходимо предусмотреть условия для его хранения, использования и/или вывоза с территории.

**Приемлемость.** Эта технология может применяться в частном домохозяйстве, небольшом микрорайоне или в целях стабилизации ила на крупных предприятиях по переработке сточных вод. Лучше всего ее использовать при возможности регулярного поступления материала.

Биогазовый реактор часто используют вместо септической емкости (С.9), поскольку он обеспечивает такой же уровень обработки, но его преимуществом является производство биогаза. Тем не менее, значительного уровня газообразования невозможно достигнуть, если в качестве входящего ресурса используются только черные сточные воды. Наиболее высокого уровня производства биогаза можно достигнуть при использовании концентрированного субстрата, который характеризуется высоким содержанием органических веществ, например, в виде навоза животных, органических или хозяйственно-бытовых отходов. Эффективным может быть сбраживание черных вод из отдельного домохозяйства вместе с навозом при условии, что последний является основным источником сырья. При этом запрещается использовать серые сточные воды, поскольку они значительно снижают показатель ВГУ. Древесина и солома с трудом поддаются разложению, и их не следует добавлять в субстрат.

Биогазовые реакторы в меньшей степени подходят для использования в холодном климате, поскольку в этом случае скорость превращения органического вещества в биогаз является очень низкой при температуре ниже 15 °С. В связи с этим показатель ВГУ должен быть увеличен, а объем конструкции значительно расширен.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Дигестат проходит частичную дезинфекцию, однако при этом риск передачи инфекции сохраняется. В зависимости от целей применения может возникнуть необходимость в дальнейшей обработке. Кроме того, существует опасность, связанная с огнеопасным газом, который, при неправильной обработке, может представлять угрозу для здоровья человека.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** При правильном проектировании и строительстве реактора необходимость ремонта является минимальным. Перед запуском реактора его необходимо засеять анаэробными бактериями, например, путем введения коровьего навоза или ила из септической емкости. Органические отходы, которые используются в качестве субстрата, необходимо разделить на части и смешать с водой или дигестатом перед введением в реактор.

Газовое оборудование необходимо тщательно и регулярно чистить во избежание появления коррозии и утечек. Частицы крупнозернистого песка и осевшие на дне, необходимо удалить. В зависимости от типа конструкции и входящих ресурсов реактор необходимо опорожнять раз в 5-10 лет.

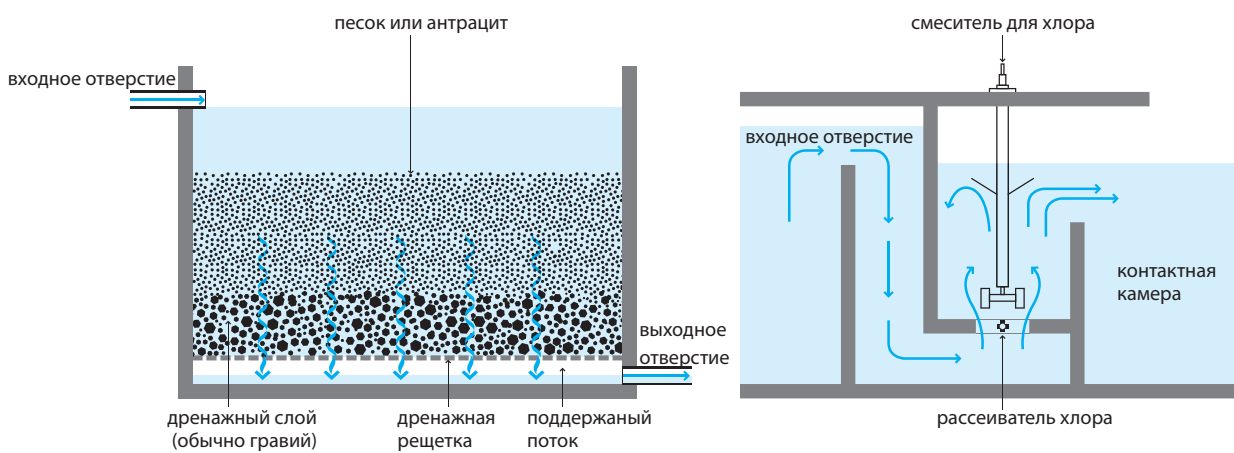
#### Плюсы и минусы

- + Получение энергии от возобновляемого источника
- + Требуется небольшая площадь (большая часть конструкции может размещаться под землей)
- + Отсутствие необходимости в использовании электроэнергии
- + Сохранение биогенных веществ
- + Долгий срок службы
- + Низкий уровень эксплуатационных расходов
- Требуются услуги профессионалов при проектировании и строительстве системы
- Неполное удаление болезнетворных микроорганизмов, дигестат может требовать дальнейшей обработки
- Ограниченный объем газообразования при температуре ниже 15 °С

#### Список литературы и дополнительные источники

- CMS (1996). Биораз Technology: A Training Manual for Extension. FAO/TCP/NEP/4451-T. Consolidated Management Services, Kathmandu, NP. Ссылка на источник: [www.fao.org](http://www.fao.org)
- GTZ (1998). Биогаз Digest. Volume I-IV. Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, DE. Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Mang, H.-P. and Li, Z. (2010). Technology Review of Biogas Sanitation Draft- Biogas Sanitation for Blackwater, Brown Water, or for Excreta Treatment and Reuse in Developing Countries. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE. Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Ulrich, A. (Ed.), Reuter, S. (Ed.), Gutterer, B. (Ed.), Sasse, L., Panzerbieter, T. and Reckerzügel, T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. A Practical Guide. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.
- Vögeli, Y., Lohri, C. R., Gallardo, A., Diener, S. and Zurbrügg, C. (2014). Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries. Practical Information and Case Studies. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH. Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды



третичная фильтрация (например, глубина фильтрации)

дезинфекция (например, хлорирование)

**В зависимости от целей конечного применения стока или национальных стандартов сброса отходов в водоемы может возникнуть необходимость в организации этапа последующей обработки для удаления болезнетворных микроорганизмов, остатков взвешенных твердых веществ и/или растворенных компонентов. Для этих целей наиболее часто применяется этап третичной очистки и дезинфекции.**

Последующая обработка не всегда является целесообразной, в связи с чем рекомендуется применять прагматический подход. Качество стока должно соответствовать целям его конечного применения или качеству принимающего водного объекта. В Руководстве ВОЗ по безопасному использованию сточной воды, экскрементов и серой воды представлена ценная информация по оценке и управлению рисками, связанными с наличием вредных микроорганизмов и вредных химикатов. Среди широкого спектра технологий третичной и усовершенствованной очистки стока наиболее часто используется система третичной очистки и дезинфекции.

**Третичная очистка.** Процессы фильтрации подразделяются на глубинную (с наполнителем) и поверхностную фильтрацию. Глубинная фильтрация включает удаление остатка взвешенных твердых частиц при прохождении жидкости через фильтрующий слой, состоящий из гранулированной фильтрующей среды (например, песка). Если в качестве фильтрующей среды используется активированный уголь, доминирующим процессом является адсорбция. Адсорберы на основе активированного угля не только удаляют различные органические соединения, но также

устраняют вкус и неприятный запах. Поверхностная фильтрация включает процесс удаления аэрозольного материала путем механического просеивания при прохождении жидкости через тонкую мембрану (т.е. фильтрующий слой). Мембраны также используются в качестве поверхностных фильтров. В настоящее время разрабатываются технологии мембранной фильтрации при низком давлении (в том числе гравитационные мембранные фильтры). Глубинная фильтрация с успехом применяется для удаления цист и ооцист простейших, при этом, ультрафильтрующие мембраны также эффективно удаляют бактерии и вирусы.

**Дезинфекция.** Разрушение, инактивация или удаление болезнетворных микроорганизмов достигается с помощью химических, физических или биологических средств. В связи с низкой стоимостью, доступностью и легкостью в эксплуатации хлор всегда применялся в качестве предпочтительного дезинфицирующего средства для обработки сточной воды. Хлор окисляет органический материал, в том числе микроорганизмы и болезнетворные организмы. Тем не менее, в связи с опасениями относительно вредности побочных продуктов, образующихся в процессе дезинфекции, и в интересах химической безопасности процесс хлорирования постепенно заменяется альтернативными системами дезинфекции, например, технологией ультрафиолетового (УФ) излучения и озонирования (O<sub>3</sub>). УФ лучи содержатся в солнечном свете и уничтожают вирусы и бактерии. В связи с этим, естественный процесс дезинфекции протекает в неглубоких прудах (см. О.5). УФ излучение также может продуцироваться специальными лампами, которые могут быть установлены внутри канала или трубы. Озон представ-

ляет собой мощный окислитель, который образуется на основе кислорода в рамках энергоемкого процесса. Он разрушает органические и неорганические загрязнители, в том числе вещества, выделяющие неприятный запах. Как и при использовании хлора, образование нежелательных побочных продуктов представляет собой одну из проблем, связанных с применением озона в качестве дезинфицирующего средства.

**Приемлемость.** Решение об установке технологии последующей обработки зависит, главным образом, от требований, касающихся качества стока для его конечного применения, и/или национальных стандартов. Другие факторы включают характеристики стока, планируемый уровень расходов, доступность материалов, а также объем эксплуатации и технического обслуживания.

В нефильтованной сточной воде, которая прошла вторичную очистку, болезнетворные микроорганизмы часто замаскированы взвешенными частицами. В связи с этим применение фильтрации перед этапом дезинфекции позволяет получить лучшие результаты при использовании меньшего количества химикатов.

Мембранные фильтры являются дорогостоящими и требуют применения профессиональных навыков для эксплуатации и технического обслуживания, в частности, чтобы избежать повреждения мембраны. При адсорбции на активированном угле фильтровальный материал загрязняется после использования и требует качественной очистки/утилизации. При этом запрещается использовать хлор, если вода содержит значительный объем органического материала, в связи с риском образования побочных продуктов в процессе дезинфекции. Расходы на озонирование обычно превышают расходы на другие методы дезинфекции.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** При одновременной дезинфекции с использованием хлора и озона могут образовываться побочные ресурсы, которые представляют собой угрозу для окружающей среды и здоровья человека. Кроме того, существует проблема безопасности, связанная с обработкой и хранением жидкого хлора. Процесс адсорбции на активированном угле и озонирования позволяет удалять неприятные оттенки и запах, что увеличивает популярность повторного использования восстановленной воды.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Использование методов последующей обработки требует постоянного контроля (качество входящего потока и стока, предотвращение утраты головки фильтра, дозирование дезинфицирующих средств и т.д.) для обеспечения высокой производительности.

В связи с накоплением твердых веществ и микробным ростом эффективность песочных, мембранных фильтров и фильтров с активированным углем снижается с течением времени. В связи с этим требуется частая очистка (промывка обратным потоком) или замена фильтрующего материала. При использовании процесса хлорирования необходимо привлекать к работе обученный персонал для определения правильной дозы хлора и обеспечения качественного перемешивания материала. Озон должен производиться на месте в связи с тем, что он представляет собой химически нестабильное вещество и быстро распадается до состояния кислорода. При использовании УФ-дезинфекции УФ-лампы требуют регулярной очистки и ежегодной замены.

#### Плюсы и минусы

- + Дополнительная очистка от болезнетворных микроорганизмов и/или химических загрязнителей
- + Возможность прямого повторного использования очищенной сточной воды
- Возможное отсутствие навыков, технологий, запасных деталей и материалов
- Уровень капитальных и эксплуатационных расходов может быть очень высоким
- Ряд технологий требуют наличия постоянного источника электричества и/или химических веществ
- Необходимость постоянного контроля за состоянием входящего потока и стока
- Необходимость в регулярной промывке фильтровальных материалов обратным потоком или их замене
- Хлорирование и озонирование могут приводить к образованию побочных вредных продуктов в процессе дезинфекции

#### Список литературы и дополнительные источники

- NWRRI (2012). Ultraviolet Disinfection. Guidelines for Drinking Water and Water Reuse. 3<sup>rd</sup> Ed. National Water Research Institute and Water Research Foundation, Fountain Valley, CA, US.  
Ссылка на источник: [www.nwri-usa.org](http://www.nwri-usa.org)
- Robbins, D. M. and Ligon, G.C. (2014). How to Design Wastewater Systems for Local Conditions in Developing Countries. IWA Publishing, London, UK.
- SSWM Toolbox. [www.sswm.info/category/implementation-tools/water-purification](http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-purification) (last accessed February 2014)
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.). McGraw-Hill, New York, US. pp. 1035-1330.
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 2: Wastewater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)

В настоящем разделе описаны различные технологии и методы, с помощью которых происходит окончательный возврат продуктов в окружающую среду либо в виде полезных ресурсов, либо в виде материалов со сниженным риском для окружающей среды. Исходящие ресурсы можно использовать для конечного применения, например, в сельском или домашнем хозяйстве. В противном случае, их необходимо утилизировать способом, который наносит наименьший вред здоровью людей и окружающей среде. В соответствующих случаях, в информационных листах о технологиях указываются ссылки на Руководство ВОЗ по безопасному применению сточных вод, экскрементов и серых сточных вод.

И.1	Технология наполнения и покрытия/технология Arborloo
И.2	Применение собранной мочи
И.3	Применение сухих фекалий
И.4	Применение гумуса из выгребной ямы и компоста
И.5	Применение шлама/ила
И.6	Ирригация
И.7	Инфильтрационный колодец
И.8	Площадка для инфильтрации
И.9	Пруд для разведения рыбы
И.10	Пруд для разведения плавучих водных растений
И.11	Водоотвод/пополнение грунтовых вод
И.12	Поверхностная утилизация и хранение
И.13	Сжигание биогаза

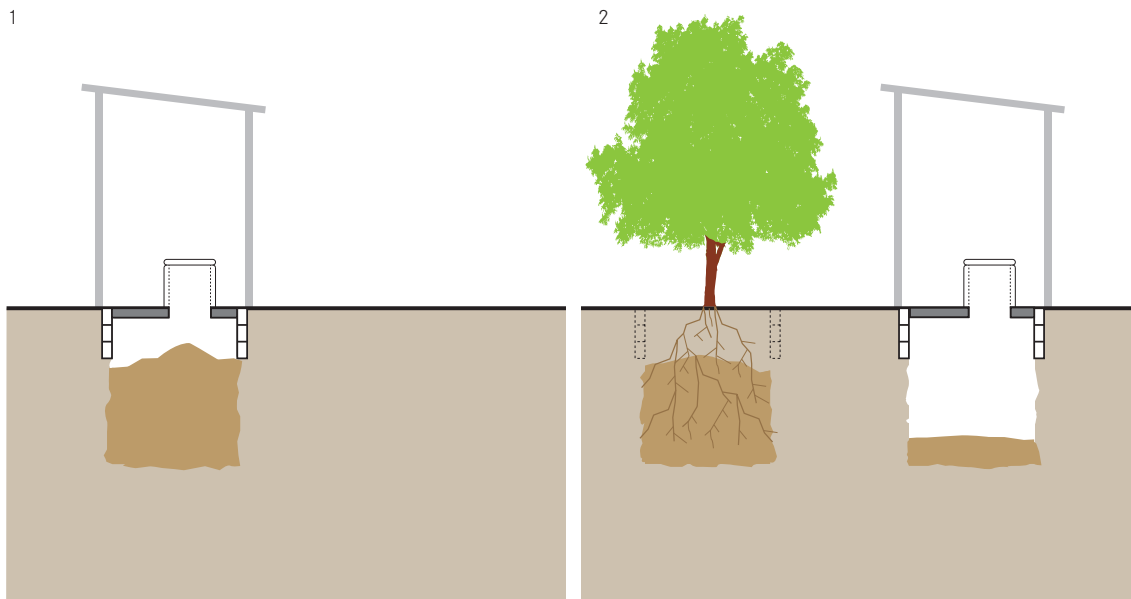
В любом случае выбор технологии в основном зависит от следующих факторов:

- Тип и качество продуктов
- Социокультурное признание
- Местные потребности
- Аспекты связанные с местным законодательством
- Доступность материалов и оборудования
- Наличие необходимого пространства
- Характеристики почвы и подземных вод





<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> Фекалии  Экскременты Органика (+  Вода для подмывания) (+  Сухие гигиенические материалы)
		<b>Исходящие ресурсы:</b> Биомасса



Для вывода выгребной ямы из эксплуатации ее достаточно просто заполнить почвой и закрыть. Несмотря на отсутствие преимуществ, заполненная выгребная яма не представляет непосредственного риска здоровью, а распад ее содержимого происходит естественным путем с течением времени. Другая возможность предусматривает использование технологии Arborloo, представляющей собой неглубокую яму, которая заполняется экскрементами и почвой/золой, а затем покрывается слоем почвы; деревья, высаженные поверх выгребной ямы с высоким содержанием биогенных веществ, растут быстро.

При заполнении одинарной ямы (С.2) или одинарной усовершенствованной ямы с вентиляцией (С.3), которую невозможно опорожнить, можно применять технологию «заполнения и покрытия», т.е. технологию заполнения оставшейся части выгребной ямы и ее закрытия, несмотря на то, что эта технология имеет ограниченные преимущества в отношении окружающей среды и пользователей.

Технология Arborloo представляет собой неглубокую яму, поверх которой высаживается дерево после ее заполнения, при этом надземная часть сооружения, кольцевая балка и напольная плита перемещаются на новую выгребную яму. Перед использованием технологии Arborloo на дно пустой ямы выкладывается слой листьев. Часть почвы, золы или смеси этих двух компонентов добавляется в яму для покрытия слоя экскрементов после испражнения. По возможности, можно также время от времени добавлять листья для повышения пористости и содержания воздуха в накопленном материале. После заполнения выгребной ямы (обычно это занимает 6-12 месяцев) пер-

вые 15 см верхнего слоя заполняются почвой, а поверх этого слоя высаживается дерево. В этих условиях успешно растут банановые деревья, папайя и гуава (а также многие другие виды).

**Особенности конструкции.** Технология Arborloo может применяться только в том случае, если участок, на котором она расположена, подходит для выращивания деревьев. В связи с этим, при выборе участка для размещения выгребной ямы пользователи должны также учитывать характеристики пространства и условия местности, необходимые для произрастания нового дерева (например, расстояние до жилых домов).

Для использования технологии Arborloo необходима неглубокая яма около 1 м в глубину. Запрещается облицовывать яму, поскольку облицовка может препятствовать полноценному росту деревьев или растений.

При этом, однако, запрещается высаживать дерево непосредственно в сырые экскременты. Его необходимо высаживать в слой почвы поверх выгребной ямы, поскольку это позволяет корням дерева проникать в содержимое ямы по мере его роста. В случае нехватки водных ресурсов, необходимо отложить высадку дерева до начала дождливого периода.

**Приемлемость.** Заполнение и закрытие выгребной ямы должно применяться только в том случае, опорожнение ямы невозможно, но при этом имеется пространство, достаточное для выкапывания новых ям.

Технологию Arborloo можно применять в сельскохозяйственных, пригородных районах и районах с большей плотностью населения при наличии достаточной площади.



Высадка дерева на выгребной яме, которая уже не используется, представляет собой хороший метод восстановления лесонасаждений в данной местности, может служить источником свежих фруктов и препятствует падению людей в старые ямы. При отсутствии деревьев поверх выгребной ямы можно высаживать другие виды растений, например, помидоры и тыквы. Тем не менее, в зависимости от местных условий, содержимое закрытой выгребной ямы или технологии Arborloo может привести к загрязнению подземные вод пока содержимое ямы полностью не разложилось.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Риск возникновения инфекции является минимальным при условии, что выгребная яма имеет надлежащее покрытие и четко обозначена. Закрытие ямы и высадка дерева поверх нее вместо опорожнения целесообразно особенно при отсутствии необходимых технологий для удаления и обработки фекального ила.

Контакт пользователей с фекалиями исключен, что обуславливает очень низкий риск распространения болезнетворных микроорганизмов.

Проекты демонстрации технологии Arborloo, в которых участвуют местные жители, являются эффективным способом отображения простоты системы, ее безвредности и ценности использования человеческих экскрементов в качестве питательной среды.

**Эксплуатация и обслуживание.** Часть почвы и (или) золы необходимо добавлять в выгребную яму после испражнения, а также периодически добавлять листья. Кроме того, содержимое выгребной ямы необходимо периодически выравнивать, чтобы избежать формирования конусообразного скопления в центре.

Помимо заботы о деревьях или растениях, объем технического обслуживания в отношении закрытой ямы является незначительным. Деревья, высаженные на закрытых ямах, необходимо регулярно поливать. Вокруг саженца необходимо соорудить небольшую изгородь из палок или мешков, чтобы защитить его от животных.

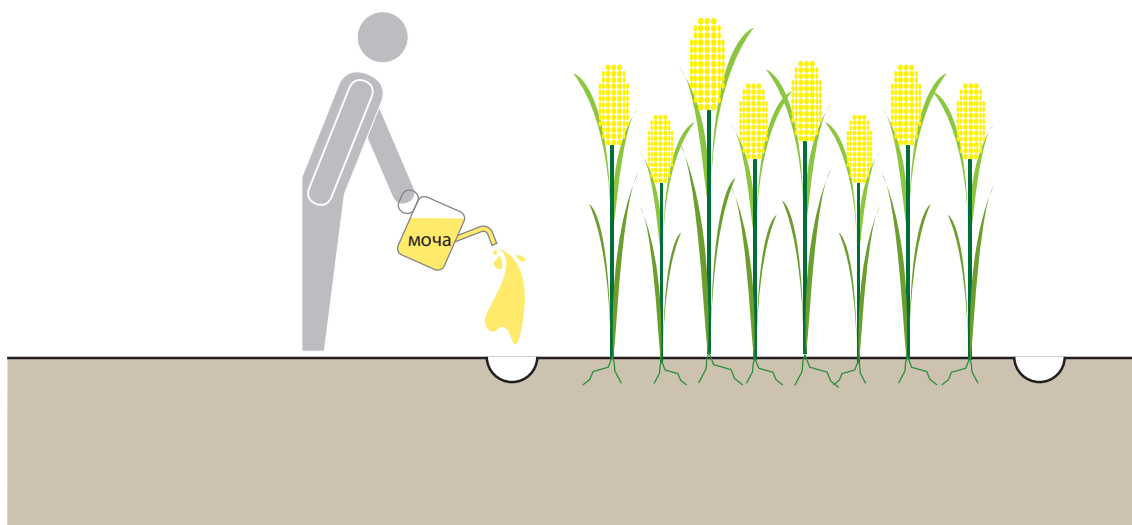
#### Плюсы и минусы

- + Простой метод, доступный всем пользователям
- + Низкий уровень расходов
- + Низкий риск распространения патогенных микроорганизмов
- + Возможность получения дохода (посадка деревьев и плодородство)
- Необходимость выкапывания новой ямы в связи с отсутствием возможности повторной эксплуатации старой ямы
- Закрытие выгребной ямы или высадка деревьев не устраняет риск загрязнения подземных вод

#### Список литературы и дополнительные источники

- Hebert, P. (2010). Rapid Assessment of CRS Experience with Arborloos in East Africa. Catholic Relief Service (CRS), Baltimore, US.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Morgan, P. R. (2004). An Ecological Approach to Sanitation in Africa. A Compilation of Experiences. Aquamor, Harare, ZW. Chapter 10: The Usefulness of Urine .  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- Morgan, P. R. (2007). Toilets That Make Compost. Low-Cost, Sanitary Toilets That Produce Valuable Compost for Crops in an African Context. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE. pp. 81-90.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- Morgan, P. R. (2009). Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- NWP (2006). Smart Sanitation Solutions. Examples of Innovative, Low-Cost Technologies for Toilets, Collection, Transportation, Treatment and Use of Sanitation Products. Netherlands Water Partnership, The Hague, NL. p. 51.  
Ссылка на источник: [www.ircwash.org](http://www.ircwash.org)

<b>Уровень применения:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Микрорайон ♦♦ Город	<b>Уровень управления:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Совместное управление ♦♦ Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <span style="color: orange;">■</span> Выдержанная моча
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <span style="color: green;">■</span> Биомасса



**Собранная моча – это концентрированный источник биогенных веществ, который можно использовать в качестве жидкого удобрения в сельском хозяйстве и заменить им все или некоторые химические удобрения, представленные на рынке.**

Возможность использования мочи в сельском хозяйстве зависит от периода и температуры хранения (для получения информации об особых требованиях см. руководство ВОЗ по применению экскрементов в сельском хозяйстве). Тем не менее, общепризнанно, что при хранении мочи в течение, по крайней мере, 1 месяца, она становится безопасной для применения в сельском хозяйстве на уровне домохозяйства. Если моча используется для выращивания культур, которые употребляются в пищу людьми, не производящими эту мочу, то перед дальнейшим использованием мочу необходимо хранить в течение 6 месяцев.

Другим полезным способом использования мочи является ее применение в качестве добавки для обогащения компоста. В настоящее время ведется исследование технологий, применяемых для производства удобрений на основе мочи (например, струвита, см. раздел «Инновационные санитарные технологии», стр. 166).

У обычных здоровых людей моча практически не содержит патогенных микроорганизмов. Моча также содержит основные питательные вещества, которые выделяются организмом. Состав мочи зависит от рациона, пола, климатических условий, объема потребления воды и т.д. В целом, в моче содержится 88 % азота, 61 % фосфора и 74 % калия, выделяемого организмом.

**Особенности конструкции.** Собранную мочу запрещается выливать на растения в связи с тем, что она характеризуется высоким уровнем pH и представлена в концентрированном виде. Вместо этого ее можно применять следующим образом:

- 1) добавлять в неразбавленном виде в почву перед посадкой растений;
- 2) выливать в борозды, но на достаточном расстоянии от корней растений, и сразу же прикрывать другим слоем (хотя эта операция должна проводиться не чаще, чем раз или два в течение вегетационного сезона); и
- 3) разбавить несколько раз, и регулярно выливать на участки вокруг растений (но не более двух раз в неделю).

Оптимальная частота применения зависит от потребности в азоте и устойчивости сельскохозяйственной культуры, концентрации азота в жидкости, а также скорости потери аммиака при использовании. В соответствии с общепринятым правилом, можно предположить, что для 1 кв. м обработанной земли требуется 1,5 л мочи в расчете на сезон вегетации (это количество соответствует ежедневному объему мочи, производимому одним человеком, и 40-110 кг N/га). Таким образом, объема мочи, производимого одним человеком в течение года, достаточно для удобрения 300-400 кв. м пахотной земли. Смесь воды и мочи в пропорции 3:1 является эффективным средством для выращивания овощей, хотя правильное количество зависит от характеристик почвы и типа овощей. Если разбавленная моча используется в рамках оросительной системы, то этот способ называется «фертигацией» (см. И.6). Во время сезона дождей мочу можно также выливать непосредственно в небольшие углубления рядом с растениями; в этом случае разбавление мочи происходит естественным путем.

**Приемлемость.** Применение мочи является особенно выгодным в случае, если сельскохозяйственные культуры испытывают дефицит азота. К числу сельскохозяйственных культур, которые хорошо развиваются в присутствии мочи, относятся: кукуруза, рис, просо, сорго, пшеница, мангольд, турнепс, морковь, кудрявая капуста, кочанная капуста, латук, бананы, папайя и апельсины. Моча идеально подходит для сельскохозяйственных и пригородных районов, где сельскохозяйственные угодья расположены рядом с точкой сбора мочи. Владельцы домохозяйств могут использовать собственную мочу для удобрения своих участков земли. При наличии производственных сооружений и инфраструктуры сбор мочи может осуществляться на полуцентрализованном участке для дальнейшего распределения и транспортировки на сельскохозяйственные угодья. Однако в любом случае главной причиной использования мочи в качестве удобрения в сельском хозяйстве должна быть потребность в питательных веществах которые присутствуют в моче. При отсутствии такой потребности моча может стать источником загрязнения и вредного воздействия.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Моча представляет минимальный риск развития инфекции, особенно в случае, если она хранилась в течении длительного периода времени. Тем не менее, при обращении с мочой необходимо соблюдать осторожность, при этом ее запрещается применять в отношении сельскохозяйственных культур менее, чем за один месяц до сбора урожая. Данный период ожидания имеет особенно важное значение применительно к сельскохозяйственным культурам, которые употребляются в пищу сырыми (для получения информации об особых указаниях см. руководство ВОЗ).

Общественное признание и одобрение использования мочи в качестве удобрения может представлять собой проблему. Моча во время и после хранения имеет сильный запах, и некоторые люди могут посчитать отвратительным работать или находиться рядом с ней. Тем не менее, при разбавлении мочи и (или) сливании ее непосредственно в землю, неприятный запах может уменьшиться. Использование мочи может быть менее популярным в городских или пригородных районах, где огороды домохозяйств расположены рядом с домами, где живут люди, по сравнению с сельскохозяйственными районами, где дома и пахотные земли отделены друг от друга.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** С течением времени ряд минеральных веществ, содержащихся в моче, выпадает в осадок (особенно, кальций и фосфат магния). С течением времени может происходить засорение оборудования, используемого для сбора, перевозки или использования мочи (т.е. лейки с небольшими отверстиями). Большую часть выпавших в осадок веществ можно легко удалить с помощью горячей воды с примесью кислоты (уксус), либо, в более сложных случаях, механическим способом вручную.

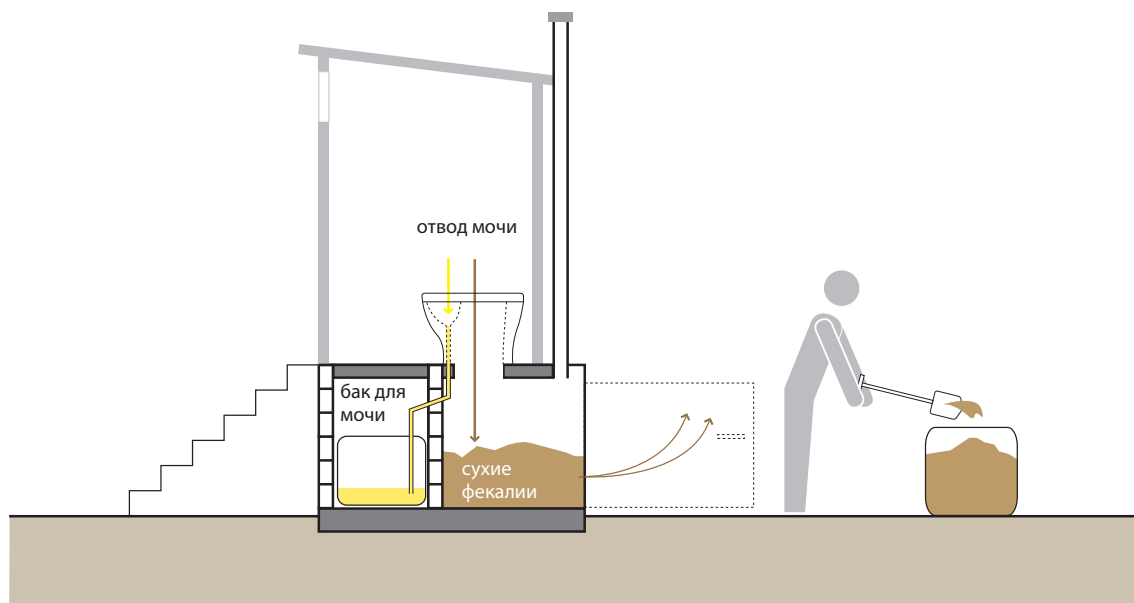
#### Плюсы и минусы

- + Возможность получения дохода (повышение урожайности и продуктивности растений)
- + Сокращение зависимости от дорогостоящих химических удобрений
- + Низкий риск распространения патогенных микроорганизмов
- + Низкий уровень затрат
- Моча достаточно много весит и с трудом поддается перевозке
- Неприятный запах может представлять собой проблему
- Трудоемкая технология
- Риск засоления почвы, если почва подвержена накоплению солей
- В некоторых районах уровень общественного признания может быть низким

#### Список литературы и дополнительные источники

- Morgan, P. R. (2004). An Ecological Approach to Sanitation in Africa. A Compilation of Experiences. Aquamor, Harare, ZW. Chapter 10: The Usefulness of Urine.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- Morgan, P. R. (2007). Toilets That Make Compost. Low-Cost, Sanitary Toilets That Produce Valuable Compost for Crops in an African Context. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- von Münch, E. and Winker, M. (2011). Technology Review of Urine Diversion Components. Overview of Urine Diversion Components Such as Waterless Urinals, Urine Diversion Toilets, Urine Storage and Reuse Systems. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Richert, A., Gensch, R., Jönsson, H., Stenström, T. A., and Dagerskog, L. (2010). Practical Guidance on the Use of Urine in Crop Production. EcoSanRes, Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 4: Excreta and Greywater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)  
(Health risks and recommended guidelines for Urine application)

<b>Уровень применения:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <span style="color: brown;">■</span> Сухие фекалии
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <span style="color: green;">■</span> Биомасса



Если фекалии хранятся в условиях отсутствия влаги (т.е. мочи), то они высушиваются и превращаются в рыхлый, светло-бежевый, крупнозернистый, хлопьевидный материал или порошок. Влага, присутствующая в естественном виде в составе фекалий, испаряется и (или) абсорбируется высушивающим материалом (например, золой, древесными опилками, известью), который смешивают с фекалиями. Сухие фекалии можно применять в качестве структурообразователя почвы.

Процесс высушивания отличается от процесса компостирования, поскольку в данном случае не происходит разложения или трансформации органического материала; наблюдается только удаление влаги. Объем фекалий сокращается примерно на 75 % после высушивания. Полностью сухие фекалии представляют собой рыхлое, порошкообразное вещество. Внешние оболочки и скелеты червей и насекомых, содержащихся в фекалиях, также подвергаются высушиванию и становятся частью сухого материала.

Материал содержит большое количество углерода и питательных веществ, однако в нем также могут сохраняться цисты простейших или ооцисты (споры, которые могут выживать в экстремальных условиях окружающей среды и оживать в благоприятных условиях), а также другие виды патогенных микроорганизмов. Степень инактивации патогенов зависит от температуры, pH (уровень pH увеличивается при добавлении золы или извести) и длительности хранения. Общеизвестно, что фекалии необходимо хранить в течение периода от 6 до 24 месяцев, несмотря на то, что патогенные микроорганизмы могут сохраняться по истечении этого срока (дополнительная информация и указания представлены в руководстве ВОЗ). Материал можно добавлять в почву в сельскохозяйственных

целях (в зависимости от уровня признания этой технологии), либо безопасным методом смешивать с почвой или закапывать в определенном для этого месте. В случае, если нет необходимости в немедленном использовании материала, применяют длительный период хранения (см. И.12).

**Особенности конструкции.** Фекалии, которые высушиваются и хранятся при температуре 2-20 °С, необходимо хранить в течение периода 1,5-2 года до использования на уровне домохозяйства или региональном уровне. При более высокой температуре (т.е. в среднем >20 °С) рекомендованный срок хранения для инактивации яиц аскарид (тип паразитических червей) составляет более 1 года. Более короткий период хранения, который составляет 6 месяцев, необходим, если уровень pH фекалий превышает 9 (т.е., при добавлении золы или извести увеличивается уровень pH). Перед использованием необходимо изучить руководство ВОЗ, которое касается использования экскрементов в сельском хозяйстве.

**Приемлемость.** Сухие фекалии не являются таким же эффективным средством для улучшения почвы, как компостированные фекалии. Тем не менее, сухие фекалии позволяют восстановить плодородность истощенной почвы и улучшить содержание углерода в почве, а также водозадерживающие свойства почвы, при этом представляя низкий риск распространения патогенных микроорганизмов.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Процесс обработки и использования сухих фекалий может быть неприемлемым для некоторых людей. Тем не менее, в связи с тем, что высушенные фекалии являются сухими, рыхлыми и не

имеют неприятного запаха, то их применение может быть более приемлемым, чем использование навоза или ила/шлама. Сухие фекалии представляют собой неблагоприятную среду для развития микроорганизмов, и последние не живут в них в течение длительного периода времени. Тем не менее, при смешивании сухих фекалий с водой или мочой может возникнуть проблема, связанная с появлением неприятного запаха и микроорганизмов, поскольку бактерии с легкостью выживают и размножаются во влажных фекалиях. Теплая влажная среда является благоприятной для развития анаэробных процессов, которые могут приводить к появлению неприятного запаха. Запрещается использовать сухие фекалии для удобрения сельскохозяйственных культур менее, чем за один месяц до сбора урожая. Этот период ожидания имеет особенно важное значение при выращивании сельскохозяйственных культур, которые употребляют в пищу сырыми.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** При извлечении сухих фекалий из дегидратационных камер необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать распыления и вдыхания порошкообразного вещества. Рабочие обязаны носить соответствующую защитную одежду. Фекалии необходимо хранить в максимально сухих условиях. Если вода или моча случайно попадает в камеру и смешивается с сухими фекалиями, то необходимо добавить большее количество золь, извести или сухого грунта, чтобы спровоцировать процесс абсорбции влаги. Соблюдение профилактических мер является лучшим способом сохранения фекалий в сухом состоянии.

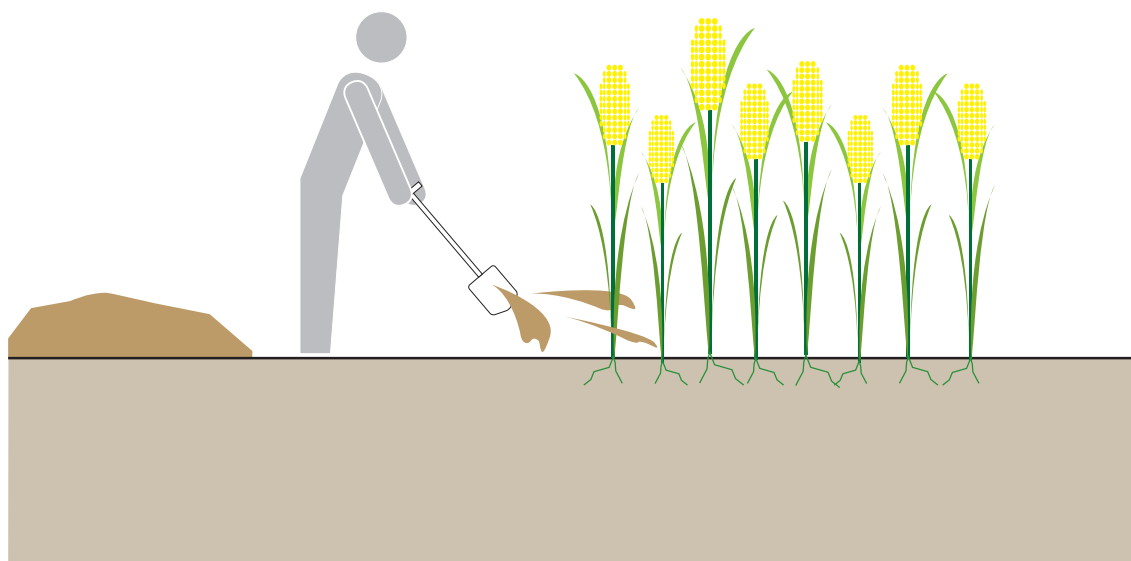
#### Плюсы и минусы

- + Возможность улучшения структуры и водоудерживающих свойств почвы
- + Низкий риск распространения патогенов
- + Низкий уровень расходов
- Трудоемкость использования технологии
- Патогенные микроорганизмы могут сохраняться в период покоя (цисты и ооцисты), что может привести к развитию инфекции в присутствии влаги
- Эта технология не заменяет удобрение (N, P, K)
- Уровень общественного признания может быть низким в некоторых районах

#### Список литературы и дополнительные источники

- Austin, A. and Duncker, L. (2002). Urine-Diversion. Ecological Sanitation Systems in South Africa. CSIR, Pretoria, ZA.
- Rieck, C., von Münch, E. and Hoffmann, H. (2012). Technology Review of Urine-Diverting Dry Toilets (UDDTs). Overview of Design, Operation, Management and Costs. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE.  
Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Schönning, C. and Stenström, T. A. (2004). Guidelines for the Safe Use of Urine and Faeces in Ecological Sanitation Systems. Report 2004-1. EcoSanRes, Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 4: Excreta and Greywater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)
- Winblad, U. and Simpson-Hébert, M. (Eds.) (2004). Ecological Sanitation. Revised and Enlarged Edition. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Микрорайон <input type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input type="checkbox"/> Гумус из выгребных ям <input type="checkbox"/> Компост
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input type="checkbox"/> Биомасса



Компост представляет собой почвоподобное вещество, которое образуется в процессе контролируемого аэробного распада органического вещества. Гумус из выгребных ям – это термин, который используется для описания материала, получаемого по технологии, основанной на использовании двойной выгребной ямы (С.4, С.5 или С.6), поскольку этот материал образуется пассивным образом под землей и имеет немного другой состав, чем компост. Оба продукта могут использоваться в качестве структурообразователей почвы.

В процессе термофильного компостирования выделяется тепло (50-80 °С), которое уничтожает большинство имеющихся патогенов. Для протекания процесса компостирования требуется достаточное содержание углерода, азота, влаги и воздуха.

Двойная усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией (С.4), Фосса Альтерна (С.5) или сдвоенная выгребная яма для туалета со смывом (С.6) представляют собой технологии при которых компостирования происходит при температуре окружающей среды, и поэтому отличается от высокотемпературного компостирования. Повышения температуры не наблюдается, поскольку условия в выгребной яме (содержание кислорода, влаги, соотношение П:Н) не оптимизированы для процесса компостирования. В связи с этим практически не происходит действительного «компостирования» материала, и этот материал называется «гумусом из компостной ямы». Текстура и качество гумуса выгребной ямы зависит от характеристик материалов, которые попадают в экскременты (например, от характеристик почвы, которая добавляется в технологию Фосса Альтерна), и условий хранения.

В руководстве ВОЗ по использованию экскрементов в сельском хозяйстве говорится о необходимости достижения и поддержания температуры компоста на уровне 50 °С в течение, по крайней мере, одной недели прежде, чем материал можно считать безопасным для использования. Однако для достижения этого показателя требуется достаточно длительный период компостирования. При использовании технологий, которые производят гумус, рекомендуемый срок хранения, необходимый для уничтожения патогенных бактерий и сокращения числа вирусов и паразитических одноклеточных микроорганизмов, составляет, по крайней мере, 1 год. Для получения подробной информации необходимо изучить руководство ВОЗ.

**Особенности конструкции.** Доказано, что продуктивность истощенной почвы может быть увеличена, если в нее добавить равные части компоста и верхнего почвенного слоя. Материала, образованного в одной системе технологии Фосса Альтерна, достаточно для удобрения двух борозд размером 1,5 м на 3,5 м.

**Приемлемость.** Компост и гумус из компостной ямы представляют собой эффективный материал для улучшения качества почвы. Эти материалы насыщают почву питательными веществами и органикой и улучшают способность почвы удерживать воздух и воду. Их можно добавлять в почву перед высадкой сельскохозяйственных культур, использовать для выращивания рассады или комнатных растений, либо просто добавлять в компостную кучу для дальнейшей обработки.



На огородах, где применяется гумус из компостной ямы, полученный с помощью технологии Фосса Альтерна, наблюдается значительное улучшение показателей по сравнению с огородами, где растения выращиваются без использования структурообразователя почвы. Применение гумуса сделало возможным ведение сельского хозяйства даже в тех районах, где невозможно выращивать сельскохозяйственные культуры.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В данном случае присутствует небольшой риск распространения патогенных микроорганизмов, однако в случае сомнений материал, извлеченный из выгребной ямы или камеры, можно подвергнуть дальнейшему компостированию в обычной компостной куче до его применения или смешивания с дополнительным объемом почвы и выкладывать в «яму для дерева», т.е. яму, содержащую биогенные вещества, которая используется для высадки дерева. Запрещается использовать компост и гумус выгребной ямы для удобрения сельскохозяйственных культур менее, чем за месяц до сбора урожая. Этот период ожидания имеет особенно важное значение при выращивании сельскохозяйственных культур, которые употребляются в пищу сырыми.

В отличие от ила/шлама, который образуется в различных домашних, химических и производственных источниках, компост и гумус выгребной ямы обычно не содержат вредных химических веществ. Единственные химические вещества, которые служат источниками загрязнения компоста или гумуса из компостной ямы, могут попадать в компост или гумус вместе с загрязненным органическим материалом (например, пестициды) или образовываться на основе химических веществ, выводимых из организма человека (например, остатки фармацевтических средств). В отличие от ила сточных вод, куда могут проникать химические вещества, компост и гумус из компостной ямы можно считать менее загрязненным материалом. Компост и гумус из компостной ямы представляют собой безвредные почвоподобные ресурсы. Тем не менее, люди могут воздерживаться от обработки и использования этих продуктов. Организация демонстрационных проектов, имеющих практический характер, позволяет эффективно доказать безвредность и пользу этих продуктов.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Материал должен в достаточной степени созреть перед тем, как его можно будет извлечь из системы. В дальнейшем, его можно использовать без дополнительной обработки. Рабочие обязаны носить соответствующую защитную одежду.

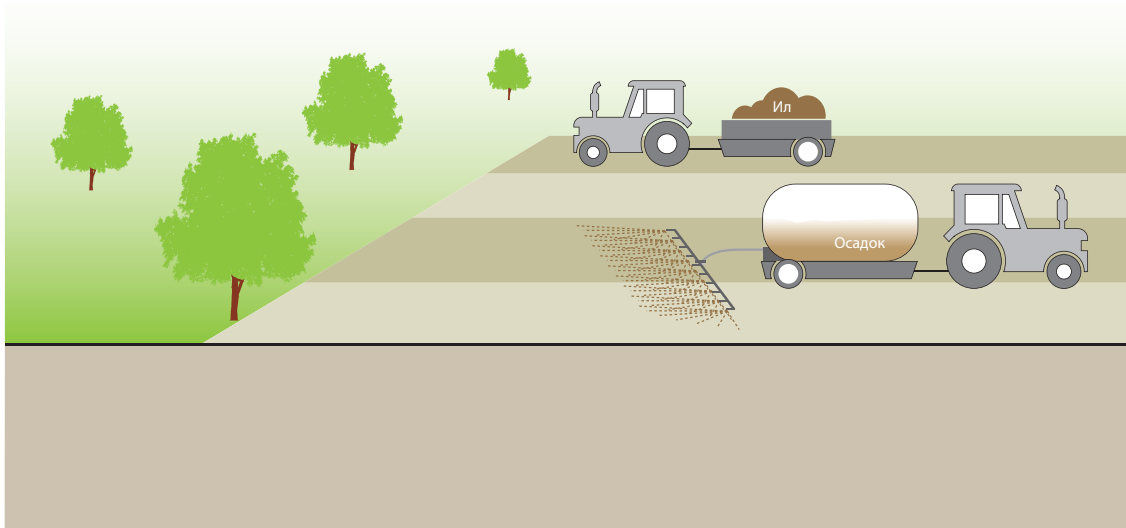
#### Плюсы и минусы

- + Возможность улучшения структуры и водоудерживающих свойств почвы, а также сокращение объемов химических удобрений
- + Возможность получения дохода (повышение урожайности и продуктивности растений)
- + Низкий риск распространения патогенных микроорганизмов
- + Низкий уровень расходов
- Для созревания материала может потребоваться период длительностью год или больше
- Уровень общественного признания может быть низким в некоторых районах

#### Список литературы и дополнительные источники

- Del Porto, D. and Steinfeld, C. (1999). The Composting Toilet System Book. A Practical Guide to Choosing, Planning and Maintaining Composting Toilet Systems, an Alternative to Sewer and Septic Systems. The Center for Ecological Pollution Prevention (CEPP), Concord, MA, US.
- Jenkins, J. (2005). The Humanure Handbook. A Guide to Composting Human Manure. 3<sup>rd</sup> Ed. Jenkins Publishing, Grove City, PA, US.
- Morgan, P. R. (2004). An Ecological Approach to Sanitation in Africa. A Compilation of Experiences. Aquamor, Harare, ZW.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- Morgan, P. R. (2007). Toilets That Make Compost. Low-Cost, Sanitary Toilets That Produce Valuable Compost for Crops in an African Context. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE. pp. 81-90.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- Morgan, P. R. (2009). Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP. Stockholm Environment Institute, Stockholm, SE.  
Ссылка на источник: [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)
- NWP (2006). Smart Sanitation Solutions. Examples of Innovative, Low-Cost Technologies for Toilets, Collection, Transportation, Treatment and Use of Sanitation Products. Netherlands Water Partnership, The Hague, NL.  
Ссылка на источник: [www.ircwash.org](http://www.ircwash.org)
- Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). Faecal Sludge Management. Systems Approach for Implementation and Operation. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Подробная книга, обобщающая текущее состояние знаний по всем аспектам связанные с FSM)
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 4: Excreta and Greywater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Отстой
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Биомасса



**В зависимости от типа и качества обработки перегнивший или стабилизированный ил можно применять на общественных или частных землях для обустройства ландшафта или в сельскохозяйственных целях.**

Обработанный шлам /ил (например, подвергнутый совместно компостированию или извлеченный из иловых площадок с насаждениями и т.д.) можно использовать в сельском хозяйстве, приусадебном садоводстве, лесоводстве, производстве дерна и торфа, для обустройства ландшафта, организации парков, площадок для игры в гольф, рекультивации горных выработок, в качестве покрытия для свалок, либо в целях борьбы с эрозией. Несмотря на то, что шлам /ил содержит меньшее количество питательных веществ, чем имеющиеся в продаже удобрения (содержание азота, фосфора и калия, соответственно), он может заменять собой значительный объем удобрений. Кроме того, обработанный шлам /ил обладает свойствами, превосходящими свойства удобрений, например, свойствами формирования объема и задержания влаги, а также свойством медленного равномерного высвобождения питательных веществ.

**Особенности конструкции.** Твердые вещества распределяются по поверхности земли с помощью стандартных разбрасывателей навоза, автомобилей-цистерн или специально разработанных транспортных средств. Жидкий шлам /ил (например, полученный из анаэробных реакторов) можно разбрызгивать по земле или вводить в почву.

При расчете нормы внесения шлама /ила необходимо учитывать присутствие болезнетворных микроорганизмов и загрязнителей, а также количество питательных веществ, чтобы ис-

пользовать этот материал с учетом долгосрочной перспективы в соответствии с агрономическими требованиями.

**Приемлемость.** Несмотря на то, что иногда шлам /ил критикуют в связи с содержанием в нем потенциально высоких уровней металлов или других загрязнителей, имеющиеся в продаже удобрения также в различной степени загрязнены, что чаще всего связано с содержанием в них кадмия или других тяжелых металлов. Фекальный шлам/ил, образованный в выгребных ямах, не должен содержать химических веществ, и не является источником высокого риска загрязнения тяжелыми металлами. Ил/шлам, который образуется на крупных станциях очистки сточных вод может быть загрязнен в большей степени, поскольку в него поступают промышленные и бытовые химикаты, а также поверхностные сточные воды, которые могут содержать углеводородные соединения и металлы. В зависимости от типа источника, шлам /ил может служить в качестве ценного и зачастую очень востребованного источника биогенных веществ. Применение шлама /ила для удобрения земель может быть менее затратным, чем его утилизация.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Как правило, наиболее серьезным препятствием для использования шлама /ила является уровень общественного признания. Тем не менее, даже если идея использования ила/шлама отвергается представителями сельского хозяйства или местной промышленности, он все же может быть полезным материалом в рамках муниципальных проектов и принести значительную экономическую выгоду (например, при рекультивации горных выработок).

В зависимости от типа источника ила/шлама и метода обработки его можно перерабатывать до уровня, на котором он становится в целом безопасным, теряет сильно выраженный неприятный запах, и не является источником распространения инфекции. Важное значение имеет соблюдение соответствующих правил, касающихся безопасности и практического применения. Для получения подробной информации необходимо изучить руководство ВОЗ по использованию экскрементов в сельском хозяйстве.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** В отношении разбрызгивающего оборудования необходимо проводить техническое обслуживание, чтобы обеспечить его долгосрочное функционирование. Объем и частоту применения шлама /ила необходимо контролировать во избежание избыточной нагрузки и возможного загрязнения биогенными веществами. Рабочие обязаны носить соответствующую защитную одежду.

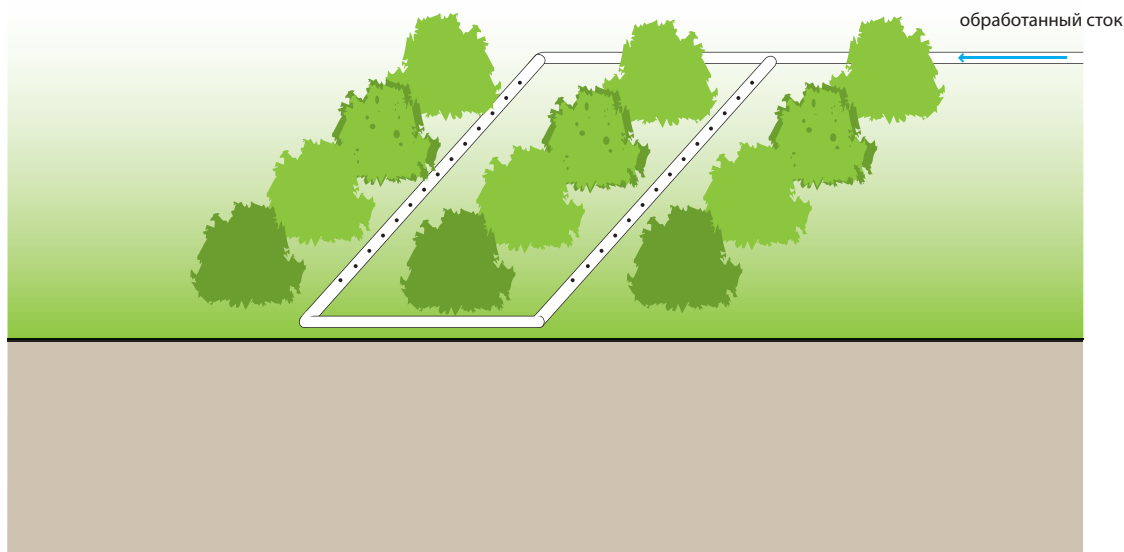
#### Плюсы и минусы

- + Возможность сократить объем применения химических удобрений и улучшить водоудерживающие свойства почвы
- + Возможность ускорения процесса восстановления лесов
- + Возможность сокращения эрозии
- + Низкий уровень расходов
- Неприятный запах может представлять проблему в зависимости от типа обработки
- Может возникнуть необходимость в использовании специального разбрызгивающего оборудования
- Материал может представлять риск для здоровья населения в зависимости от его качества и характера применения
- Микрозагрязнители могут накапливаться в почве и загрязнять грунтовые воды
- Уровень общественного признания может быть низким в некоторых районах

#### Список литературы и дополнительные источники

- Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). Faecal Sludge Management. Systems Approach for Implementation and Operation. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Подробная книга, обобщающая текущее состояние знаний по всем аспектам связанные с FSM)
- U.S. EPA (1999). Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States. EPA-530/R-99-009. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- U.S. EPA (1994). A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule. EPA832-R-93-003. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 4: Excreta and Greywater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)

<b>Уровень применения:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Микрорайон ♦♦ Город	<b>Уровень управления:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Совместное управление ♦♦ Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <span style="color: #4682B4;">■</span> Сточные воды <span style="color: #00CED1;">■</span> Ливневые стоки (+ <span style="color: #FFD700;">■</span> Выдержанная моча)
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <span style="color: #008000;">■</span> Биомасса



Для сокращения зависимости от пресной воды и поддержания постоянного источника воды для ирригации в течение года в сельском хозяйстве можно применять сточные воды разного качества. Тем не менее, к использованию допускается только та вода, которая прошла вторичную обработку (т.е., физическую и биологическую обработку) для сокращения риска загрязнения сельскохозяйственных культур и риска для здоровья рабочих.

Существует два вида ирригационных технологий, которые подходят для использования обработанных сточных вод:

- 1) Капельное орошение над или под землей, при этом вода медленно подается в виде капель в корневую зону или на участок, расположенный рядом с ней; и
- 2) Орошение поверхностными водами, при этом поток воды проходит над поверхностью земли через сеть вырытых каналов или борозд.

Для сокращения объема испарений и контакта с патогенными микроорганизмами необходимо избегать орошения методом разбрызгивания.

Сточные воды, которые прошли надлежащую обработку, позволяют в значительной степени сократить зависимость от наличия пресной воды и (или) повысить урожайность за счет поступления увеличенного объема влаги и питательных веществ к растениям. Запрещается использовать неочищенные сточные воды или необработанные черные сточные воды, при этом даже при использовании качественно обработанной воды необходимо соблюдать осторожность. Долгосрочное использование воды, прошедшей слабую или некачественную обработку, может привести к длительному повреждению структуры почвы и нарушить ее способность к задержанию влаги.

**Особенности конструкции.** Норма применения должна рассчитываться с учетом характеристик почвы, сельскохозяйственных культур и климата, поскольку в противном случае могут возникнуть негативные последствия. Для повышения питательной ценности в воду для орошения можно вводить мочу; эта операция называется «фертигацией» (т.е.: внесение удобрения + ирригация). Степень разбавления должна быть рассчитана с учетом особых потребностей и устойчивости сельскохозяйственных культур.

При использовании систем капельного орошения необходимо соблюдать меры предосторожности, чтобы обеспечить достаточный напор (т.е. давление) и техническое обслуживание для сокращения риска возникновения засоров (особенно при использовании мочи, на основе которой может спонтанно образоваться осадок в виде струвита).

**Приемлемость.** Обычно капельное орошение представляет собой наиболее приемлемый метод ирригации; этот метод особенно хорошо подходит для засушливых районов и зон, подверженных засухе. При поверхностном орошении наблюдаются значительные потери влаги в результате испарения, однако поверхностное орошение не требует практически никакой инфраструктуры, и может быть более подходящей в некоторых условиях.

Такие сельскохозяйственные культуры, как пшеница, люцерна (и другие кормовые культуры), волокнистые культуры (например, хлопок), деревья, табак, плодовые деревья (например, манго) и пищевые растения, которые требуют обработки (например, сахарная свекла), могут выращиваться безопасным образом с использованием обработанного стока. Большую осторожность необходимо соблюдать при выращивании пло-

дов и овощей, которые едят сырыми (например, помидоры), поскольку эти культуры могут контактировать с водой. Энергетические культуры, например, эвкалипт, тополь, ива или ясень можно выращивать в рамках севооборота с короткой ротацией и использовать для производства биотоплива. Поскольку эти деревья не используются для потребления, эта технология представляет собой безопасный эффективный метод применения низкокачественного стока.

С течением времени качество почвы может ухудшаться (например, в связи с накоплением солей), если ее обрабатывают плохо очищенной сточной водой. Несмотря на проблемы, связанные с безопасностью, ирригация с использованием стока представляет собой эффективный метод вторичного использования питательных веществ и воды.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Этап качественной обработки (т.е. качественное сокращение числа патогенов) должен проводиться перед применением ирригационной технологии в целях сокращения риска для здоровья лиц, которые контактируют с водой. Кроме того, в воде могут сохраняться загрязнители в виде различных химических веществ, которые сливаются в систему, в зависимости от степени обработки стока. При использовании стока в целях ирригации члены домохозяйств и работники предприятий, подключенных к системе канализации, должны быть проинформированы о продуктах, которые подходят или не подходят для сброса в систему. Капельное орошение представляет собой единственный тип ирригации, который можно применять в отношении пищевых культур, но даже в этом случае необходимо соблюдать осторожность, чтобы предотвратить контакт рабочих и собранного урожая с обработанным стоком. Для получения подробной информации и специфических указаний необходимо изучить руководство ВОЗ.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Системы капельного орошения необходимо время от времени промывать, чтобы предотвратить образование биопленки и засоров разными видами твердых веществ. Трубы необходимо проверять на наличие утечек, поскольку люди и грызуны могут их повредить. Технология капельного орошения является более затратной, чем стандартная ирригация, однако она позволяет повысить урожайность и снизить уровень расхода воды и эксплуатационных расходов.

Рабочие обязаны носить соответствующую защитную одежду.

#### Плюсы и минусы

- + Снижение уровня истощения подземных вод и повышения доступности питьевой воды
- + Снижение потребности в использовании удобрения
- + Возможность создания рабочих мест для местных жителей и получения дохода
- + Низкий риск распространения болезнетворных микроорганизмов при качественной обработке воды
- + Низкий уровень капитальных и эксплуатационных расходов в зависимости от конструкции
- Может возникнуть необходимость в профессиональном проектировании и монтаже
- Недоступность некоторых деталей и материалов
- Технология капельного орошения в значительной степени подвержена засорам, т.е. вода не должна содержать взвешенных твердых частиц
- Риск засоления почвы, если почва подвержена накоплению солей
- Уровень общественного признания может быть низким в некоторых районах

#### Список литературы и дополнительные источники

- Drechsel, P., Scott, C. A., Raschid-Sally, L., Redwood, M. and Bahri, A. (Eds.) (2010). Wastewater Irrigation and Health. Assessing and Mitigating Risk in Low-Income Countries. Earthscan, IDRC and IWMI, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.idrc.ca](http://www.idrc.ca) and [www.iwmi.cgiar.org](http://www.iwmi.cgiar.org)
- FAO (2012). On-Farm Practices for the Safe Use of Wastewater in Urban and Peri-Urban Horticulture. A Training Handbook for Farmer Field Schools. FAO, Rome, IT.  
Ссылка на источник: [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Palada, M., Bhattarai, S., Wu, D., Roberts, M., Bhattarai, M., Kimsan, R. and Midmore, D. (2011). More Crop Per Drop. Using Simple Drip Irrigation Systems for Small-Scale Vegetable Production. The World Vegetable Center, Shanhua, TW.  
Ссылка на источник: [www.avrdc.org](http://www.avrdc.org)
- Pescod, M. B. (1992). Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 47. FAO, Rome, IT.  
Ссылка на источник: [www.fao.org](http://www.fao.org)
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 2: Wastewater Use in Agriculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)  
(Обсуждение аспектов охраны сточных вод и хорошего орошения практика в Приложении 1)
- Winpenny, J., Heinz, I. and Koo-Oshima, S. (2010). The Wealth of Waste. The Economics of Wastewater Use in Agriculture. FAO Water Reports 35. FAO, Rome, IT  
Ссылка на источник: [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Zandee, M. (2012). Risk of Clogging of Drip-Line Emitters during Urine Fertilization through Drip Irrigation Equipment. Eawag, Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.eawag.ch/stun](http://www.eawag.ch/stun)

## Уровень применения:

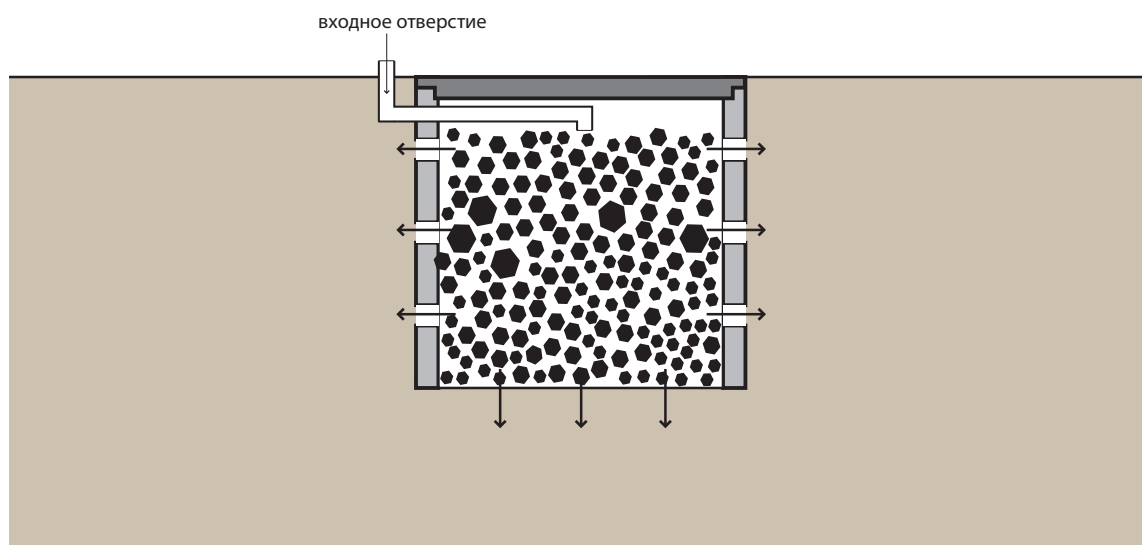
- Домохозяйство
- Микрорайон
- Город

## Уровень управления:

- Домохозяйство
- Совместное управление
- Общественное управление

## Входящие ресурсы:

- Сточные воды
- Серые сточные воды
- Моча
- Выдержанная моча
- Вода для подмывания



**Инфильтрационный колодец**, который также называется канализационным или поглотительным колодцем а также ямой для просачивания, представляет собой закрытую камеру с пористыми стенками, через которые влага медленно просачивается в землю. Заранее осажденный сток, полученный с помощью технологии сбора и хранения/обработки или технологии (полу-) централизованной очистки, сливается в подземную камеру, из которой просачивается в окружающую почву.

По мере того, как сточная вода (серая или черная сточная вода, прошедшая первичную обработку) просачивается сквозь почву из инфильтрационного колодца, небольшие частицы отфильтровываются структурой почвы, а органические вещества перерабатываются микроорганизмами. Таким образом, инфильтрационные колодцы лучше всего подходят для почвы с хорошей впитывающей способностью. Для районов с уплотненным или скалистым грунтом или глинистой почвой эта технология не подходит.

**Особенности конструкции.** Глубина инфильтрационного колодца должна составлять 1,5-4 м, однако, как правило, он должен быть расположен не менее, чем на 2 м выше уровня подземных вод. Этот колодец должен быть расположен на безопасном расстоянии от источника питьевой воды (оптимально: на расстоянии более 30 м). Инфильтрационный колодец необходимо сооружать вдали от зон с интенсивным транспортным движением так, чтобы слой почвы, расположенный над колодцем и вокруг него, не был уплотнен. Колодец может быть

оставлен пустым и облицован пористым материалом для обеспечения опоры и предотвращения обрушения, либо его можно оставить без облицовки и заполнить крупным щебнем и гравием. Щебень и гравий защищают стенки колодца от обрушения, однако при этом обеспечивают достаточное пространство для сточной воды. В обоих случаях слой песка и мелкого гравия необходимо разместить на дне для распределения потока. В целях обеспечения доступа необходимо использовать съемную (желательно сделанную из бетона) крышку для того, чтобы запечатать колодец до проведения технического обслуживания.

**Приемлемость.** Инфильтрационный колодец не обеспечивает достаточный уровень обработки неочищенной сточной воды, в связи с чем колодец может быстро засориться. Его следует использовать для слива заранее осажденной черной или серой сточной воды.

Инфильтрационные колодцы подходят для сельских и пригородных районов, в которых почва обладает высокой впитывающей способностью. Эти колодцы не должны применяться на участках, подверженных наводнениям, либо в зонах с высоким уровнем залегания подземных вод.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Поскольку инфильтрационный колодец не используется для слива неочищенных сточных вод, а также ввиду эффективного функционирования предварительной технологии сбора и хранения/обработки, угроза здоровью является минимальной. Данная технология размещается под землей, в связи с чем люди и жи-



вотные лишены доступа к стоку.

Поскольку инфильтрационный колодец не производит неприятного запаха и скрыт под землей, эта технология может стать популярной даже в районах с самыми требовательными жителями.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Срок службы инфильтрационного колодца достаточного размера составляет 3-5 лет при отсутствии технического обслуживания. Чтобы продлить срок службы инфильтрационного колодца, необходимо убедиться в том, что сток очищается и (или) отфильтровывается во избежание формирования избыточного слоя твердых частиц. Твердые частицы и биомасса в конечном итоге забивают и засоряют колодец, в результате чего его необходимо очистить, либо переместить. При снижении эффективности функционирования инфильтрационного колодца материал, содержащийся в нем, можно выкопать и заменить новым материалом.

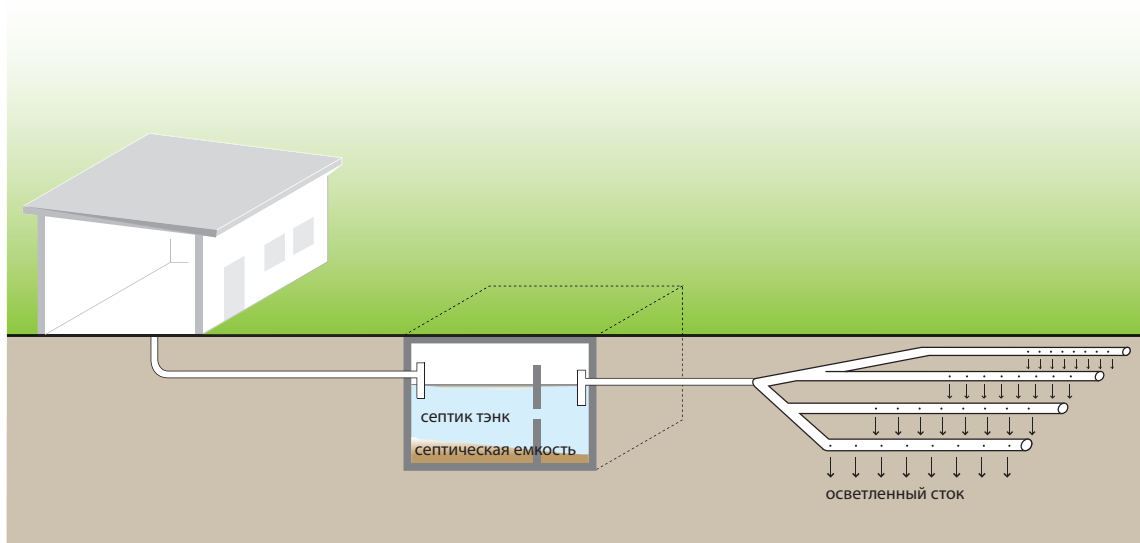
#### Плюсы и минусы

- + Возможность строительства и ремонта с использованием доступных материалов
- + Простая технология, которой могут пользоваться все
- + Потребность в небольшой площади
- + Низкий уровень капитальных и эксплуатационных расходов
- Необходимость в первичной обработке для предотвращения засоров
- Технология может оказать негативное влияние на свойства почвы и подземных вод

#### Список литературы и дополнительные источники

- Ahrens, B. (2005). A Comparison of Wash Area and Soak Pit Construction: The Changing Nature of Urban, Rural, and Peri-Urban Linkages in Sikasso, Mali. Peace Corps, US.  
Ссылка на источник: [www.mtu.edu/peacecorps/programs/civil/theses](http://www.mtu.edu/peacecorps/programs/civil/theses)  
(Подробные инструкции по строительству)
- Mara, D. D. (1996). Low-Cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK. pp. 63-65.  
(Расчет размеров)
- Oxfam (2008). Septic Tank Guidelines. Technical Brief. Oxfam GB, Oxford, UK. p. 4.  
Ссылка на источник: [policy-practice.oxfam.org.uk](http://policy-practice.oxfam.org.uk)
- Polprasert, C. and Rajput, V. S. (1982). Environmental Sanitation Reviews. Septic Tank and Septic Systems. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, TH. pp. 31-58.

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Микрорайон <input type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input type="checkbox"/> Совместное управление <input type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды
---	--	---



**Площадка для инфильтрации, или дренажная площадка, представляет собой сеть труб с отверстиями, которые прокладываются по подземным траншеям, заполненным гравием, с целью рассеивания стока. Сток поступает либо из технологии сбора и хранения/обработки на водной основе либо технологии (полу-) централизованной очистки.**

Заранее осажденный сток подается в трубопроводную систему (распределительная камера и несколько параллельных каналов), которая направляет поток в подпахотный слой почвы для впитывания и последующей очистки. Можно использовать систему дозирования или систему распределения стока под напором для того, чтобы задействовать всю длину площадки для инфильтрации и обеспечить возможность восстановления аэробной среды в интервалах между дозированием. Такая система дозирования выводит сток под давлением на площадку для инфильтрации через определенные временные интервалы (обычно 3-4 раза в день).

**Особенности конструкции.** Глубина траншеи должна составлять 0,3-1,5 м, а ширина – 0,3-1 м. Дно траншеи заполняется 15 см слоем чистой горной породы, поверх которого укладывается распределительная труба с отверстиями. Дополнительное количество горной породы укладывается поверх трубы. Слой геоткани размещается на слое горной породы для того, чтобы предотвратить закупорку трубы мелкими частицами. Последний слой песка и (или) почвенного покрова должен покрывать геоткань и заполнять траншею до уровня поверхности. Трубы необходимо размещать на расстоянии, по крайней мере, 15 см от поверхно-

сти, чтобы предотвратить выход стока на поверхность. Длина выкопанных траншей должна составлять не более 20 м в длину, при этом они должны находиться на расстоянии по крайней мере 1-2 м друг от друга. Во избежание загрязнения, площадка для инфильтрации должна быть расположена на расстоянии, по крайней мере, 30 м от источника питьевой воды. Площадка для инфильтрации должна быть размещена таким образом, чтобы не пересекаться с канализационной сетью и не мешать подсоединению к ней в случае, если она будет построена в будущем. Технология сбора, которая предшествует площадке для инфильтрации (например, септическая емкость, С.9), должна быть оснащена канализационным отводом, который нужен для того, чтобы обеспечить замену площадки для инфильтрации в случае необходимости с минимальными затратами.

**Приемлемость.** Для сооружения площадки для инфильтрации требуется значительная площадь и наличие слоя ненасыщенной почвы с хорошей впитывающей способностью для эффективного распределения стока. В связи с риском перенасыщения почвы площадки для инфильтрации нельзя применять в густонаселенных городских районах. Эта технология может применяться практически при любой температуре, несмотря на то, что при ее использовании в зонах с замерзающим грунтом могут наблюдаться проблемы, связанные со скапливанием стоков. Домовладельцы, пользующиеся площадками для инфильтрации, должны быть проинформированы о принципах функционирования этой технологии, а также о своих обязанностях, связанных с техническим обслуживанием. Деревья и растения с глубокой корневой системой должны находиться на удалении

от площадки для инфильтрации, поскольку они могут вызвать растрескивание и разрушение облицованного дна.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Поскольку эта технология размещается под землей и не требует большого ухода, пользователи редко контактируют со стоком, в связи с чем в данном случае отсутствует риск для здоровья. Площадки для инфильтрации необходимо размещать как можно дальше (на расстоянии, по крайней мере 30 м) от источников питьевой воды во избежание загрязнения.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** С течением времени происходит засорение площадки для инфильтрации, хотя этот процесс может занять 20 или более лет при использовании хорошо обслуживаемой и хорошо функционирующей технологии первичной очистки. Фактически, площадка для инфильтрации требует минимального объема технического обслуживания, однако если система прекращает эффективно функционировать, трубы необходимо прочистить и (или) удалить и заменить. Для поддержания площадки для инфильтрации в рабочем состоянии на нее запрещается высаживать растения или деревья. Кроме того, над ней не должна располагаться зона с интенсивным транспортным потоком, поскольку это может привести к сдавливанию труб или уплотнению грунта.

#### Плюсы и минусы

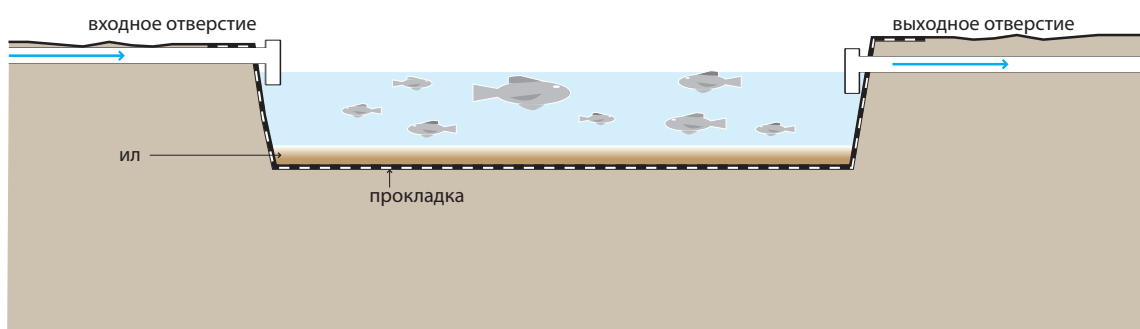
- + Возможность эксплуатации в целях комбинированной очистки и утилизации стока
- + Длительный срок эксплуатации (в зависимости от условий)
- + Минимальный объем технического обслуживания при эксплуатации технологии без использования механического оборудования
- + Относительно низкий уровень капитальных расходов; низкий уровень эксплуатационных расходов

- Необходимость в привлечении профессионалов для проектирования и строительства
- Недоступность некоторых деталей и материалов
- Потребность в большой площади
- Требуется технология первичной очистки для предотвращения засоров
- Технология может оказать негативное влияние на свойства почвы и подземных вод

#### Список литературы и дополнительные источники

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US. pp. 905-927.
- Morel, A. and Diener, S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Review of Different Treatment Systems for Households and Neighborhoods. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Polprasert, C. and Rajput, V. S. (1982). Environmental Sanitation Reviews: Septic Tank and Septic Systems. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, TH.
- U.S. EPA (1980). Design Manual. Onsite Wastewater Treatment and Disposal Systems. EPA 625/1-80-012. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH, US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Сточные воды
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Биомасса



Рыбу можно выращивать в прудах, в которые поступает сток или ил/шлам, где рыба может питаться водорослями и другими микроорганизмами, которые развиваются в воде с высоким содержанием питательных веществ. Рыба, таким образом, удаляет питательные вещества из сточной воды и, в конечном итоге, используется для употребления в пищу.

Существует три типа ведения аквакультурного хозяйства для разведения рыбы:

- 1) удобрение прудов для разведения рыбы с помощью стока;
- 2) удобрение прудов для разведения рыбы с помощью экскрементов/ила/шлама; и
- 3) выращивание рыб непосредственно в аэробных прудах (0.5 или 0.6).

Рыба, введенная в аэробный пруд, позволяет эффективно снизить объем водорослей и контролировать численность комаров. В рамках одного пруда также можно объединять и рыбу, и плавающие водные растения (И.10). Рыба, сама по себе, незначительно улучшает качество воды, однако в связи с ее экономической ценностью, разведение рыбы позволяет покрыть расходы на эксплуатацию станции очистки. При оптимальных условиях эксплуатации можно получить до 10 000 кг/га рыбы. Если рыба является непригодной для употребления в пищу человеком, она может служить ценным источником белка для других высокоценных плотоядных животных (например, креветок), либо ее можно переработать в рыбную муку для кормления свиней и кур.

**Особенности конструкции.** Характеристики конструкции должны быть основаны на количестве питательных веществ, которые необходимо удалить, объеме питательных веществ, необходимых для рыбы, и требованиях к качеству воды для

обеспечения здоровых условий для существования (например, низкий уровень аммония, необходимая температура воды и т.д.). При введении питательных веществ в виде стока или ила/шлама необходимо ограничить объем добавок для сохранения аэробных условий. Уровень БПК не должен превышать 1 г/кв. м /день, а уровень кислорода должен составлять, по крайней мере, 4 мг/л.

Необходимо выбирать только ту рыбу, которая устойчива к низкой концентрации растворенного кислорода. Эта рыба не должна относиться к отряду плотоядных животных и должна быть устойчивой к заболеваниям и неблагоприятным условиям окружающей среды. В этих целях с успехом применялись разные виды карпов, молочной рыбы (ханос) и тиляпии, однако выбор конкретного вида зависит от местных предпочтений и пригодности.

**Приемлемость.** Пруд для разведения рыбы может применяться только в районах с достаточной для этого площадью (или в районах, где раньше использовался пруд), где присутствует пресная вода и подходящие климатические условия. Вода, которая используется для разведения стока, не должна быть слишком теплой, при этом уровень аммония должен быть низким, либо незначительным, в связи с тем, что это вещество является токсичным для рыбы.

Данную технологию можно использовать в условиях теплого или тропического климата, где не наблюдаются минусовые температуры, желательно в районах с большим количеством осадков и минимальным объемом испарения.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Эту технологию следует использовать при отсутствии другого источни-

ка легкодоступного белка.. Качество и условия существования рыбы также влияют на уровень местного признания этой технологии. Могут возникнуть опасения, связанные с риском загрязнения рыбы, особенно при ее вылове, очистке и подготовке. При качественном приготовлении рыба должна быть безопасной, однако при этом рекомендуется перемещать рыбу в пруд с чистой водой на несколько недель до ее вылова в целях употребления в пищу. Для получения подробной информации и специфических указаний необходимо изучить руководство ВОЗ по использованию сточных вод и экскрементов для ведения аквакультурного хозяйства.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Рыбу необходимо выловить, когда она достигнет соответствующего возраста/размера. Иногда после вылова рыбы из пруда откачивают воду для того, чтобы (а) его можно было очистить от ила/шлама и (b) его можно было высушить под солнечными лучами в течение 1-2 недель для уничтожения болезнетворных микроорганизмов, которые живут на дне или стенках пруда. Рабочие обязаны носить соответствующую защитную одежду.

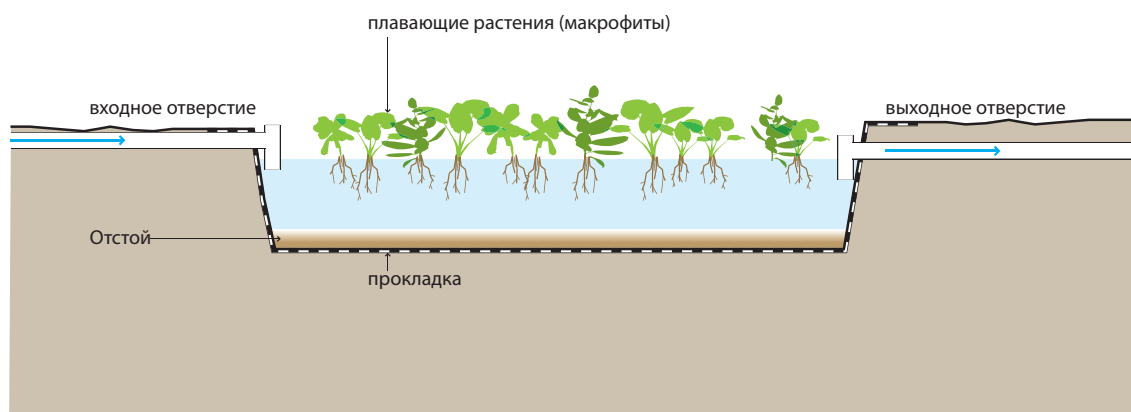
#### Плюсы и минусы

- + Получение дешевого, доступного источника белка
- + Возможность создания рабочих мест для местных жителей и получения дохода
- + Относительно низкий уровень капитальных расходов; уровень эксплуатационных расходов можно снизить за счет получения прибыли
- + Возможность строительства и технического обслуживания с использованием доступных материалов
- Требуется большое количество пресной воды
- Потребность в большой площади (пруда)
- Могут потребоваться услуги профессионалов для проектирования и монтажа
- Рыба может представлять риск для здоровья при некачественной подготовке или приготовлении
- Уровень общественного признания может быть низким в некоторых районах

#### Список литературы и дополнительные источники

- Cross, P. and Strauss, M. (1985). Health Aspects of Nightsoil and Отстой Use in Agriculture and Aquaculture. International Reference Centre for Waste Disposal, Dübendorf, CH.
- Edwards, P. and Pullin, R. S. V. (Eds.) (1990). Wastewater-Fed Aquaculture. Proceedings: International Seminar on Wastewater Reclamation and Reuse for Aquaculture, Calcutta, IN. (Compilation of topical papers)
- Iqbal, S. (1999). Duckweed Aquaculture. Potentials, Possibilities and Limitations for Combined Wastewater Treatment and Animal Feed Production in Developing Countries. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Johnson Cointreau, S. (1987). Aquaculture with Treated Wastewater: A Status Report on Studies Conducted in Lima, Peru. Technical Note No. 3, Integrated Resource Recovery Project. The World Bank, Washington, D.C., US. 1987.  
Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](http://documents.worldbank.org/curated/en/home)
- Joint FAO/NACA/WHO Study Group (1999). Food Safety Issues Associated with Products from Aquaculture. WHO Technical Report Series 883. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)
- Mara, D. D. (2003). Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. Earthscan, London, UK. pp. 253-261.
- Rose, G. D. (1999). Community-Based Technologies for Domestic Wastewater Treatment and Reuse: Options for Urban Agriculture. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, CA.  
Ссылка на источник: [www.sswm.info/library](http://www.sswm.info/library)
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 3: Wastewater and Excreta Use in Aquaculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)

<b>Уровень применения:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон <input checked="" type="checkbox"/> Город	<b>Уровень управления:</b> <input type="checkbox"/> Домохозяйство <input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление <input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Вытекающий
		<b>Исходящие ресурсы:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Биомасса



**Пруд для разведения плавающих водных растений представляет собой модифицированный пруд-отстойник с плавающими водными растениями (макрофитами). Такие растения, как водные гиацинты или ряска, присутствуют на поверхности, при этом их корни опущены в воду для поглощения питательных веществ и инфильтрации потока воды.**

Водные гиацинты представляют собой многолетние, пресноводные, водоплавающие макрофиты, которые особенно быстро развиваются в сточной воде. Растения могут достигать крупных размеров: 0,5-1,2 м от верхушки до корней. Длинные корни формируют фиксированную среду для развития бактерий, которые, в свою очередь, переваривают органические вещества, содержащиеся в воде.

Ряска – это быстро развивающееся растение с высоким содержанием белка, которое можно использовать как в свежем, так и в высушенном виде в качестве корма для рыб или домашней птицы. Это растение проявляет устойчивость к различным условиям и способно удалять значительное количество питательных веществ из сточной воды.

**Особенности конструкции.** Выбор подходящих растений для местных условий зависит от их доступности и характеристик сточной воды.

Для повышения содержания кислорода в технологии разведения плавающих водных растений можно применять систему механической аэрации воды, однако при этом возникнут расходы, связанные с использованием энергообеспечения и машинного оборудования. Аэрируемые пруды способны выдерживать более высокие

нагрузки, и для их сооружения требуется меньшая площадь. Пруды без аэрации не должны быть слишком глубокими, поскольку, в противном случае, это приведет к сокращению контакта между корнями, на которых обитают бактерии, и сточной водой.

**Приемлемость.** Пруд для разведения плавающих водных растений можно использовать только при наличии достаточной площади (или ранее использовавшегося пруда). Эта технология подходит для теплого или тропического климата, где отсутствуют минусовые температуры, желательно в зонах с большим количеством осадков и минимальным объемом испарений. С помощью этой технологии можно добиться высокого уровня сокращения БПК и количества взвешенных твердых частиц, хотя при этом объем удаления патогенных микроорганизмов незначителен.

Собранные гиацинты можно использовать в качестве источника волокон для создания веревок, текстильных изделий, корзин и т.д. В зависимости от уровня полученного дохода эта технология может быть самоокупающейся. Ряску можно использовать в качестве единственного источника пищи для некоторых травоядных рыб.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Водный гиацинт имеет привлекательные цветки лавандового цвета. При хорошем проектировании и обслуживании эта система может увеличить ценность участка земли, который без использования этой системы представлял бы собой бесплодную землю. Установка соответствующих указательных знаков и забора необходима для того, чтобы предотвратить контакт людей и животных с водой. Рабочие обязаны носить соответствующую



ющую защитную одежду. Для получения подробной информации и специфических указаний необходимо изучить руководство ВОЗ по использованию сточной воды и экскрементов при ведении аквакультурного хозяйства.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Плавающие водные растения необходимо регулярно собирать. Собранную биомассу можно использовать в рамках небольшого кустарного производства, либо подвергать компостированию. Проблемы, связанные с появлением комаров, могут возникнуть при нерегулярном сборе растений. В зависимости от объема твердых частиц, которые попадают в пруд, его необходимо периодически очищать от шлама/ила. Для эксплуатации и обслуживания этой технологии необходимо привлекать квалифицированный персонал.

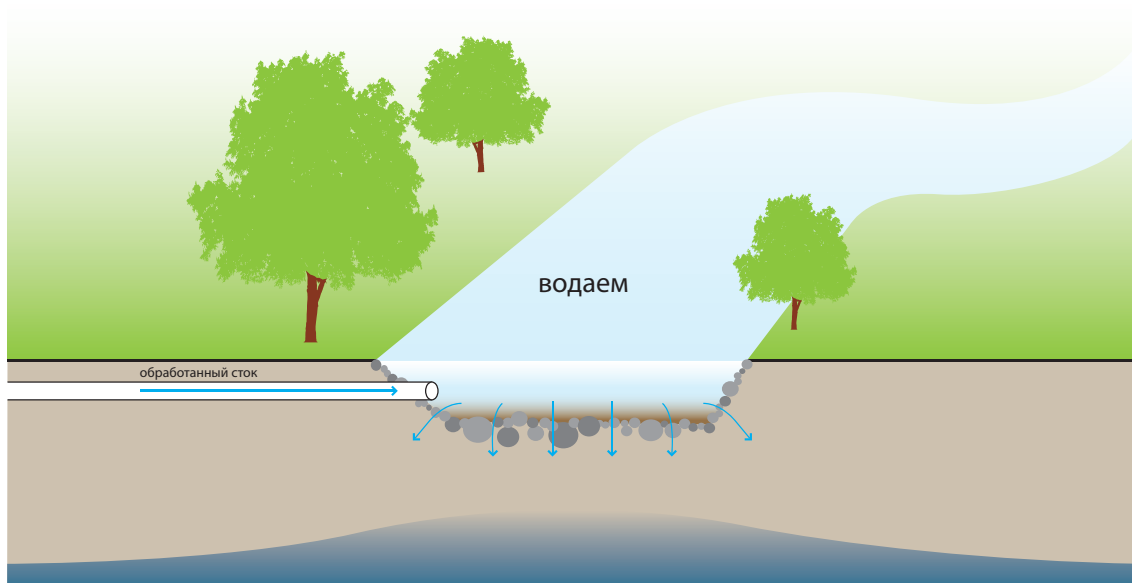
#### Плюсы и минусы

- + Водные гиацинты быстро растут и имеют привлекательный внешний вид
- + Возможность создания рабочих мест для местных жителей и получения дохода
- + Относительно низкий уровень капитальных расходов; уровень эксплуатационных расходов можно сократить за счет полученной прибыли
- + Высокий уровень снижения БПК и объема твердых частиц; низкий уровень сокращения числа патогенных микроорганизмов
- + Возможность строительства и обслуживания без использования доступных материалов
- Потребность в большой площади (пруде)
- Некоторые растения могут превратиться в паразитные виды, если допустить их распространение в естественной окружающей среде

#### Список литературы и дополнительные источники

- Crites, R. and Tchobanoglous, G. (1998). *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. WCB/McGraw-Hill, New York, US. pp. 609-627.  
(Comprehensive summary chapter including solved problems)
- Iqbal, S. (1999). *Duckweed Aquaculture. Potentials, Possibilities and Limitations for Combined Wastewater Treatment and Animal Feed Production in Developing Countries*. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- McDonald, R. D. and Wolverton, B. C. (1980). *Comparative Study of Wastewater Lagoon with and without Water Hyacinth*. *Economic Botany* 34 (2): 101-110.
- Reddy, K. R. and Smith, W. H. (Eds.) (1987). *Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery*. Magnolia Publishing Inc., Orlando, FL, US.
- Skillicorn, P., Spira, W. and Journey, W. (1993). *Duckweed Aquaculture. A New Aquatic Farming System for Developing Countries*. The World Bank, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [documents.worldbank.org/curated/en/home](http://documents.worldbank.org/curated/en/home)  
(Comprehensive manual)
- U.S. EPA (1988). *Design Manual. Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Water Treatment*. EPA/625/1-88/022. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH, US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- WHO (2006). *Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 3: Wastewater and Excreta Use in Aquaculture*. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)

<b>Уровень применения:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Микрорайон ♦♦ Город	<b>Уровень управления:</b> ♦♦ Домохозяйство ♦♦ Совместное управление ♦♦ Общественное управление	<b>Входящие ресурсы:</b> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 10px; background-color: #808080; margin-right: 5px;"></div> <span>Сточные воды</span> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 10px; background-color: #4682B4; margin-right: 5px;"></div> <span>Ливневые стоки</span> </div>
---	--	---



**Обработанный сток и (или) ливневую воду можно сливать непосредственно в принимающие водные объекты (например, реки, озера и т.д.), либо под грунт для пополнения водоносного слоя.**

Использование поверхностных водоемов в промышленных целях, в качестве объектов рекреации, среды для нереста и т.д. влияет на качество и объем обработанных сточных вод, которые можно вводить без вредных последствий.

Другая возможность предполагает слив воды в водоносный слой. Технология пополнения грунтовых вод приобретает все большую популярность ввиду истощения запасов подземных вод и ввиду того, что проблема вторжения соленых вод начинает представлять все большую угрозу для жителей прибрежных районов. Несмотря на то, что почва действует в качестве фильтра для большинства видов загрязнителей, технологию пополнения подземных вод нельзя рассматривать в качестве метода очистки. При загрязнении водоносного слоя его восстановление становится практически невозможным.

**Особенности конструкции.** Необходимо убедиться в том, что ассимилирующая способность принимающего водного объекта не превышена, т.е. в том, что в принимающий объект попадает ограниченное количество питательных веществ, не вызывающее перегрузки. Такие параметры, как мутность, температура, объем взвешенных твердых частиц, уровень БПК, азота и фосфора (и других веществ), необходимо тщательно контролировать и отслеживать перед тем, как сливать воду в природный объект. Необходимо проконсультироваться с местными органами власти при определении ограничений на сброс сточных вод с учетом соответствующих параметров, поскольку

они могут в значительной степени отличаться. В отношении особенно чувствительных зон может возникнуть необходимость в использовании технологии последующей обработки (например, хлорирование, см. технологии последующей обработки, стр. 136) для соблюдения параметров микробиологической чистоты.

Качество воды, извлекаемой из пополненного водоносного слоя, зависит от качества вводимой сточной воды, метода пополнения, характеристик водоносного слоя, времени выдерживания, объема смешивания с другими видами вод и истории использования системы. Тщательный анализ этих факторов должен производиться до реализации проекта по пополнению.

**Приемлемость.** Качество сброса сточных вод в водный объект или в грунтовые воды полностью зависит от местных условий окружающей среды и правовых норм. Обычно сброс сточных вод в водный объект допускается только при наличии безопасного расстояния между точкой сброса и ближайшей точкой использования вод. Аналогичным образом, пополнение грунтовых вод в большей степени применимо в районах, подверженных риску вторжения соленых вод, либо в районах, где водоносный слой характеризуется длительным периодом удерживания. В зависимости от объема, точки сброса сточных вод и (или) качества воды, может возникнуть необходимость в получении специального разрешения.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Как правило, катионы ( $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ) и органические вещества удерживаются внутри твердого вещества, при этом другие загрязнители

(например, нитраты) остаются в воде. Существует множество моделей, которые рассчитывают эффективность удаления загрязнений и микроорганизмов, однако при этом почти невозможно предсказать качество поверхностной воды после сброса обработанных сточных вод или качество пополненных грунтовых вод с учетом различных параметров. Таким образом, необходимо четко определять источники питьевой воды и воды для технических нужд, моделировать наиболее важные параметры и проводить оценку риска.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Постоянный контроль и отбор проб необходимо осуществлять в целях соблюдения соответствующих правил и требований, касающихся здоровья населения. В зависимости от метода пополнения грунтовых вод может возникнуть необходимость в техническом обслуживании механического оборудования.

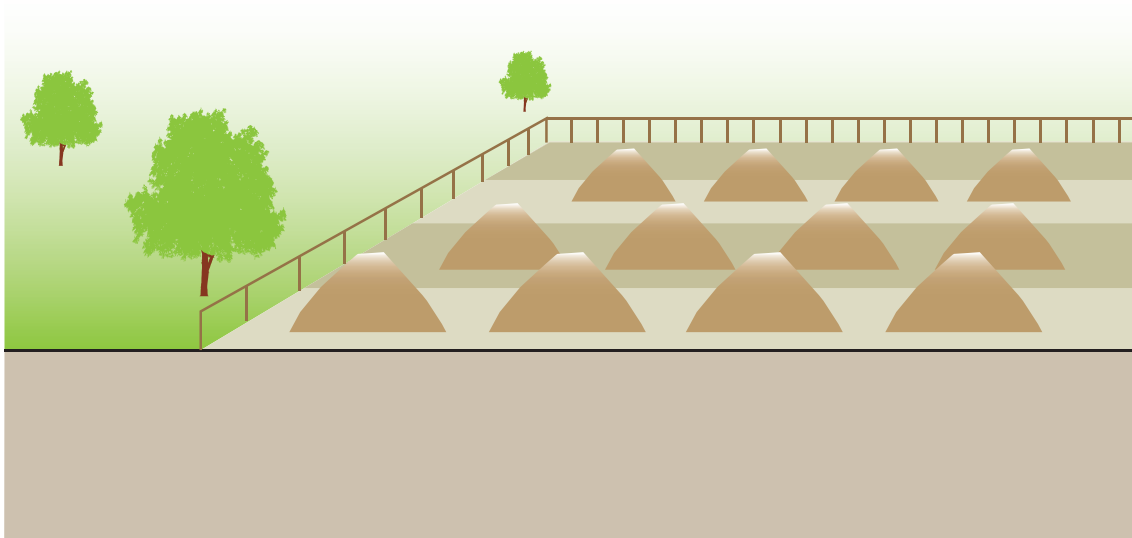
#### Плюсы и минусы

- + Возможность создания «засухоустойчивого» источника водоснабжения (грунтовые воды)
- + Возможность увеличения продуктивности водных объектов путем поддержания постоянного уровня
- Сброс биогенных веществ и микрозагрязнителей может негативно повлиять на состояние природных водных объектов и (или) источники питьевой воды
- Попадание загрязнителей может вызвать развитие долгосрочных последствий
- Технология может оказывать негативное влияние на свойства почвы и подземных вод

#### Список литературы и дополнительные источники

- ARGOSS (2001). Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from on-Site Sanitation. British Geological Survey Commissioned Report, CR/01/142, Keyworth, UK.  
Ссылка на источник: [www.bgs.ac.uk](http://www.bgs.ac.uk)
- Seiler, K. P. and Gat, J. R. (2007). Groundwater Recharge from Run-off, Infiltration and Percolation. Springer, Dordrecht, NL.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L. and Stensel, H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, 4<sup>th</sup> Ed. (Internat. Ed.). McGraw-Hill, New York, US.
- WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 3: Wastewater and Excreta Use in Aquaculture. World Health Organization, Geneva, CH.  
Ссылка на источник: [www.who.int](http://www.who.int)

<p><b>Уровень применения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Домохозяйство</li> <li><input type="checkbox"/> Микрорайон</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Город</li> </ul>	<p><b>Уровень управления:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Домохозяйство</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление</li> </ul>	<p><b>Входящие ресурсы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Отстой</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Органика</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Компост</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Сухие фекалии</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Гигиенические материалы</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Ресурсы предочистки</li> </ul>
--	--	--



**Поверхностная утилизация** – это накопление шлама/ила, фекалий или других материалов, которые нельзя использовать иным образом. После доставки материала в зону поверхностной утилизации в дальнейшем он не используется. Хранение – это процесс временного накопления. Эта технология применяется в случае, если отсутствует срочная необходимость в использовании материала, однако при этом предполагается его использование в дальнейшем, либо в случае, если требуется дополнительное сокращение числа болезнетворных микроорганизмов и высушивание материала перед его использованием.

Эта технология используется в первую очередь для обработки шлама/ила, несмотря на то, что она также подходит для обработки любого типа сухого непригодного материала. Одним из методов применения технологии поверхностной утилизации является утилизация сухих гигиенических материалов, например, туалетной бумаги, кукурузных початков, камней, газет и (или) листьев. Эти материалы не всегда используются в некоторых технологиях вместе с другими продуктами на водной основе и подлежат отделению. Рядом с туалетом должно быть установлено мусорное ведро для сбора гигиенических материалов и предметов женской гигиены. Сухие материалы можно сжигать (например, кукурузные початки) или утилизировать вместе с хозяйственно-бытовыми отходами. Для простоты, оставшаяся часть настоящего информационного листа о технологии посвящена обработке шлама/ила, поскольку описание стандартных методов обработки твердых отходов не входит в список задач настоящего Справочника.

При отсутствии потребности в использовании шлама/ила, либо отсутствии признания преимуществ шлама/ил, его можно хра-

нить на монополигонах (полигоны, которые используются только для хранения шлама), либо складировать в кучи на длительный срок. Временное хранение способствует дальнейшему высушиванию продукта и вымиранию патогенов до его использования.

**Особенности конструкции.** Не рекомендуется проводить полигонное захоронение шлама/ила вместе с твердыми бытовыми отходами (ТБО), поскольку это сократит срок эксплуатации полигона, специально разработанного для хранения более вредных материалов. В отличие от более централизованных полигонов ТБО, зоны поверхностной утилизации могут располагаться рядом с участками обработки шлама/ила, что позволяет сократить потребность в перевозке отходов на большие расстояния.

Основное отличие между технологией поверхностной утилизации и захоронения отходов состоит в норме внесения отходов. По количеству шлама/ила, сбрасываемого на поверхность, отсутствуют какие-либо ограничения, поскольку в данном случае нагрузка по биогенным веществам или соблюдение агрономических показателей не представляет собой проблему. Однако, при этом необходимо обращать внимание на уровень загрязнения подземных вод и инфильтрации. Более усовершенствованные системы поверхностной утилизации могут быть оснащены защитным слоем и системой сбора щелока, которые препятствуют просачиванию биогенных веществ и загрязнителей в подземные воды.

Зоны временного хранения продуктов должны быть закрыты, чтобы избежать их повторного увлажнения дождевой водой и формирования фильтрата.

**Приемлемость.** В связи с тем, что система поверхностной утилизации не имеет преимуществ, ее не следует рассматривать в качестве основного варианта. Однако в районах, где население не приветствует использование шлама/ила, хранение и контролируемое накопление твердых отходов является гораздо более предпочтительной опцией в сравнении с неконтролируемым сбросом отходов.

В ряде случаев хранение отходов может представлять собой хороший вариант для дальнейшего высушивания и санитарной обработки материала, а также получения безопасного приемлемого продукта. Технология хранения может также потребоваться для устранения расхождений между предложением и спросом. Технологии поверхностной утилизации и хранения могут применяться практически в любых климатических условиях, несмотря на то, что их использование может быть невозможным в зонах, подверженных частым затоплениям, или в районах с высоким уровнем залегания грунтовых вод.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** Если зона поверхностной утилизации и хранения защищена (например, изгородью) и расположена вдали от общественных мест, риск контакта с отходами или вредного воздействия отсутствует. Необходимо избегать загрязнения грунтовых вод продуктами инфильтрации за счет правильного размещения и проектирования технологии. Необходимо следить за тем, чтобы защитить зону утилизации или хранения от вредителей и скопления воды, поскольку эти факторы могут вызвать усиление неприятного запаха и привести к появлению переносчиков инфекции.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Персонал обязан убедиться в том, что на участке утилизируются только подходящие материалы, и контролировать движение транспорта и режим работы. Рабочие обязаны носить соответствующую защитную одежду.

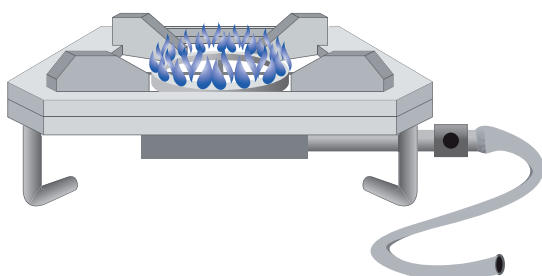
#### Плюсы и минусы

- + Возможность предотвращения неконтролируемой утилизации
- + В процессе хранения продукт может стать более гигиеничным
- + Возможность использования бесхозных или заброшенных земель
- + Требуются незначительные навыки для эксплуатации или технического обслуживания
- + Низкий уровень капитальных и эксплуатационных расходов
  - Потребность в большой площади
  - Риск просачивания биогенных веществ и загрязнителей в грунтовые воды
  - Поверхностная утилизация препятствует выгодному использованию ресурса
  - Неприятный запах может представлять собой проблему в зависимости от технологии предочистки
  - Может возникнуть необходимость в использовании специального разбрызгивающего оборудования

#### Список литературы и дополнительные источники

- Strande, L., Ronteltap, M. and Brdjanovic, D. (Eds.) (2014). Faecal Sludge Management. Systems Approach for Implementation and Operation. IWA Publishing, London, UK.  
Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)  
(Подробная книга, обобщающая текущее состояние знаний по всем аспектам связанные с (FSM))
- U.S. EPA (1999). Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States. EPA-530/R-99-009. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- U.S. EPA (1994). A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule. EPA832-R-93-003. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.  
Ссылка на источник: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

<p><b>Уровень применения:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Микрорайон</p> <p><input type="checkbox"/> Город</p>	<p><b>Уровень управления:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Домохозяйство</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Совместное управление</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Общественное управление</p>	<p><b>Входящие ресурсы:</b> <span style="color: red;">■</span> Биогаз</p>
--	--	---



В целом, биогаз можно использовать так же, как и другие виды топливного газа. Если биогаз производится в биогазовом реакторе на уровне домохозяйства, этот ресурс лучше всего подходит для приготовления пищи. Кроме того, если биогаз производится в крупных анаэробных ферментерах, производство электроэнергии также представляет собой ценное преимущество.

Уровень потребления электроэнергии на уровне домохозяйства может сильно отличаться и зависит от объемов приготовления пищи и пищевых привычек (т.е., для приготовления твердых сортов и кукурузы требуется значительное количество времени, а следовательно – большее количество энергии, чем при приготовлении свежих овощей и мяса). В среднем, содержание метана в биогазе составляет 55-75 %, из чего можно сделать вывод, что энергосодержание составляет 6-6,5 кВтч/м<sup>3</sup>.

**Особенности конструкции.** Уровень потребления газа определяется с учетом ранее потребленной энергии. Например, 1 кг топливной древесины соответствует примерно 200 л биогаза, 1 кг сухого коровьего навоза соответствует 100 л биогаза, а 1 кг древесного угля соответствует 500 л биогаза.

Уровень потребления газа в целях приготовления пищи в расчете на человека и блюдо составляет 150-300 л биогаза. Примерно 30-40 л биогаза требуется для того, чтобы вскипятить один литр воды, 120-140 л – чтобы приготовить 0,5 кг риса, 160-190 л – чтобы приготовить 0,5 кг овощей.

По результатам испытаний, проведенных в Непале и Танзании,

было установлено, что норма расхода биогаза в домашней плите составляет около 300-400 л/ч. Тем не менее, этот показатель зависит от конструкции плиты и содержания метана в биогазе. Можно предположить следующие нормы расхода биогаза в литрах на час (л/ч):

- Домашние горелки: 200-450 л/ч
- Промышленные горелки: 1 000-3 000 л/ч
- Холодильник (100 л) в зависимости от наружной температуры: 30-75 л/ч
- Газовая лампа, которая соответствует электрической лампе 60 Вт: 120-150 л/ч
- Двигатель на биогазе/дизельный двигатель в расчете на в.л.с.: 420 л/ч
- Производство 1 кВт/ч. электричества с использованием смеси биогаза/дизеля: 700 л/ч
- Эксплуатация пресса для формования пластика (15 г, 100 единиц) с использованием смеси биогаза/дизеля: 140 л/ч

В отличие от других видов газа, для сжигания биогаза требуется меньшее количество воздуха. В связи с этим, традиционные газовые приборы необходимо модифицировать в случае их использования для сжигания биогаза (например, путем увеличения газовых рожков и отверстий горелок).

Расстояние, которое должен пройти газ, необходимо сократить, поскольку в противном случае могут возникнуть повреждения и утечки. Необходимо установить капельные клапаны для отвода конденсированной воды, которая накапливается в нижней точке газопровода.



**Приемлемость.** Теплотворность биогаза составляет 55 % при использовании плит, 24 % - при использовании двигателей и лишь 3 % - при использовании ламп. Эффективность биогазового светильника наполовину меньше эффективности керосиновой лампы. Наиболее эффективным методом использования биогаза является его применение в рамках технологии, сочетающей производство тепла и электроэнергии, поскольку в этом случае эффективность может составлять 88 %. Однако этот метод подходит только для крупных установок при условии выгодного использования тепла отработанного газа. В домашних условиях, наиболее эффективно биогаз можно использовать для приготовления пищи.

**Аспекты, связанные со здоровьем/популярность.** В целом, пользователям нравится использовать биогаз для приготовления пищи, поскольку его можно незамедлительно включить и отключить (в отличие от ситуации, которая наблюдается при использовании дерева и угля). Кроме того, этот газ сгорает без образования дыма, в результате чего воздух внутри помещения не загрязняется. Биогаз, полученный с использованием фекалий, может оказаться неподходящим в определенной культурной среде. При условии, что установка для получения биогаза имеет качественную конструкцию, а также правильно эксплуатируется и обслуживается (например, используется функция отвода воды), риск утечки, взрыва или возникновения других угроз для здоровья человека является незначительным.

**Эксплуатация и техническое обслуживание.** Биогаз обычно полностью насыщается водяным паром, что приводит к конденсации. Во избежание закупорки и коррозии накопленную воду необходимо время от времени сливать из установленных водоотделителей. Состояние газопроводов, арматуры и газовых приборов должно регулярно оцениваться квалифицированным персоналом. При использовании биогаза для двигателя необходимо сначала сократить уровень сероводорода, поскольку он формирует агрессивные кислоты в сочетании с конденсирующейся водой.

Для сокращения содержания углекислого газа требуются дополнительные эксплуатационные и финансовые ресурсы. Ввиду отсутствия необходимости в «очистке» от  $\text{PO}_2$  при использовании биогаза для приготовления пищи, его редко рекомендуют к использованию в развивающихся странах.

#### Плюсы и минусы

- + Открытый источник энергии
- + Снижение проблемы загрязнения воздуха в помещении и вырубки лесных насаждений (если ранее использовалась топливная древесина или уголь)
- + Требуются незначительные навыки для эксплуатации или технического обслуживания
- Риск неудовлетворения общих потребностей в энергоснабжении
- Эта технология не может заменить все виды энергии
- Отсутствие возможности простого хранения (низкая плотность энергии в расчете на объем), в связи с чем возникает потребность в постоянном использовании ресурса

#### Список литературы и дополнительные источники

- Deublein, D. and Steinhäuser, A. (2011). *Biogas from Waste and Renewable Resources*, 2<sup>nd</sup> Ed. Wiley-VCH, Weinheim, DE.
- Kossmann, W., Pönitz, U., Habermehl, S., Hoerz, T., Krämer, P., Klingler, B., Kellner, C., Wittur, T., von Klopotek, F., Krieg, A. and Euler H. (1999). *Biogas Digest Volumell – Application and Product Development*. GTZ, Eschborn, DE. Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Lohri, C. (2009a). *Research on Anaerobic Digestion of Organic Solid Waste at Household Level in Dar es Salaam, Tanzania*. Eawag (Department Sandec). Dübendorf, CH. Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)
- Lohri, C. (2009b). *Evaluation of Biogas Sanitation Systems in Nepalese Prisons*. Eawag (Department Sandec), Dübendorf and ICRC, Geneva, CH.
- Mang, H.-P. and Li, Z. (2010). *Technology Review of Biogas Sanitation*. Draft – *Biogas Sanitation for Blackwater, Brown Water, or for Excreta Treatment and Reuse in Developing Countries*. Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, DE. Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)
- Vögeli, Y., Lohri, C. R., Gallardo, A., Diener, S. and Zurbrugg, C. (2014). *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries. Practical Information and Case Studies*. Eawag (Department Sandec), Dübendorf, CH. Ссылка на источник: [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)

Помимо хорошо известных и проверенных технологий, которые описаны в Части 2 Сборника, в настоящее время продолжается исследование, разработка и испытание эксплуатационных условиях многочисленных инновационных санитарных технологий. К числу перспективных технологий относятся технологии, которые уже прошли испытания в лаборатории и испытания в рамках небольших экспериментальных исследований, и (начиная с июня 2014 года) используются в определенных условиях (т.е. в развивающейся стране), в масштабе, который подтверждает возможность их дальнейшего распространения (т.е. используется не одна установка).

Международный год санитарии (МГС) 2008 позволил возродить сектор санитарии за счет повышения наглядности и внимания, привлечения новых участников и открытия новых направлений финансирования. Привлечение новых источников финансирования, например, Фонда Билла и Мелинды Гейтс ([www.gatesfoundation.org](http://www.gatesfoundation.org)), а также Международной финансовой корпорации/Программы развития водоснабжения и санитарии ([www.ifc.org/sellingsanitation](http://www.ifc.org/sellingsanitation)), а также повышение уровня информирования и вовлечение политической власти позволило провести значительное увеличение финансирования и усовершенствование этого сектора за последние несколько лет.

В настоящее время исследуется и разрабатывается большое количество инновационных перспективных технологий; этих технологий слишком много, чтобы их можно было описать в рамках данного раздела. Тем не менее, большинство этих технологий в настоящее время являются слишком затратными, технически сложными и (или) ресурсоемкими, чтобы найти им широкое применение, либо эти технологии еще не были опробованы в значительном масштабе на территории развивающихся стран. Тем не менее, ряд недавно разработанных технологий уже применяются за пределами лаборатории, на территории развивающихся стран, в масштабе, который свидетельствует о возможности их распространения в долгосрочной перспективе. Некоторые из наиболее перспективных технологий, которые уже были опробованы на практике в различных условиях эксплуатации и в отношении отходов разного состава, перечислены ниже.

Многие инновации в сфере санитарии относятся к применению новых моделей ведения бизнеса и материально-технического обеспечения. Различные социальные предприятия стремятся развивать модели ведения бизнеса с учетом социально-экономических факторов, которые направлены на применение технологий и (или) предоставление услуг по сбору и (или) обработке по низкой стоимости в необслуживаемых сообществах, которые до этого считались слишком малообеспеченными, чтобы оплачивать санитарные услуги. В связи с этим возрастает внимание к пользователям, находящимся «внизу экономической пирамиды», с учетом их коллективных потребностей и потребительской способности.

В дальнейшем, мы надеемся дополнить Справочник новыми технологиями и моделями ведения бизнеса, когда большее количество технологий приобретет устойчивость в финансовом и техническом отношении. А пока, представляем краткое описание наиболее перспективных, распространенных инноваций, которые, как мы надеемся, станут привычными в бли-

жайшие годы.

**Реероо** Контейнер Реероо – это биологически разлагающийся пакет, спроектированный для сбора экскрементов при отсутствии постоянного туалета. Это одноразовый пакет, который можно держать в одной руке или поместить на небольшую опору (например, небольшое ведро или обрезанная пластиковая бутылка) и который оснащен 2 слоями. Внутренний слой оборачивается вокруг руки для защиты или вокруг небольшого контейнера. После дефекации или мочеиспускания во внутренний слой, внешний контейнер затягивается. Отличие между контейнером Реероо и обычным пластиковым пакетом состоит в том, что (а) внутренний контейнер покрыт слоем мочевины, которая дезинфицирует фекалии, и (б) контейнер сделан из биологически разлагающегося материала. Заполненный контейнер необходимо утилизировать в установку для компостирования отходов прежде, чем он начнет разлагаться (примерно через 4 недели). Эти контейнеры сделаны из биопластика и разрушаются в воде, в присутствии углекислого газа и биомассы. В связи с этим нет необходимости в удалении этих контейнеров из установки для компостирования, при этом они стимулируют процесс компостирования. Контейнеры являются безопасными при обращении и не пропускают неприятного запаха в течение, по крайней мере, 24 часов, что дает пользователю время, необходимое для безопасной транспортировки этих контейнеров на соответствующую станцию сбора отходов. Контейнеры являются легковесными (около 12 грамм) и могут выдерживать до 800 мл экскрементов. Они не предназначены для замены постоянной технологии (например, усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией, С.3), но их рекомендуется использовать в качестве санитарной технологии людям, которые не имеют доступа к туалету (например, при вынужденном переселении, в чрезвычайных обстоятельствах и т.д.). Эти контейнеры также могут использоваться людьми, которые не имеют доступа к ближайшему санитарному сооружению (например, если общественный туалет находится слишком далеко или закрыт в ночные часы). Тем не менее, проблему в данном случае, как и при использовании других переносных технологиях/санитарных технологиях контейнерного типа, представляет эффективное управление процессом сбора и компостирования емкостей. Контейнер Реероо широко применяется в Кении, на Филиппинах, в Южной Африке и Бангладеше, а также в других странах.

**Компостный фильтр.** Существует несколько разновидностей компостного фильтра. Эта технология основана на сочетании фильтрации и аэробного сбраживания твердых частиц. В отличие от септической емкости (С.9), в которой твердые вещества оседают на дно и распадаются в анаэробных условиях, в компостном фильтре твердые вещества отделяются от жидкости с помощью пористой среды (фильтрующий слой или рукавный фильтр). Эти вещества оседают на фильтре /внутри него, а впоследствии разлагаются под воздействием аэробных микроорганизмов, которые способны существовать в органическом веществе. Важное значение имеет поддержание низкого уровня воды в слое скопленных твердых веществ для обеспечения эффективного функционирования компостного фильтра. Таким образом, фильтр способен поддерживать аэробные условия без насыщения. Такого состояния можно достигнуть

путем регулярного добавления слоев соломы или древесной стружки в фильтр. Существуют фильтры с разными типами конструкции. Существует ряд долговечных фильтров, которые сделаны, например, из бетона, или съемные рукавные фильтры, которые можно использовать для поддержки органического фильтрующего материала. Кроме того, тип конструкции определяет периодичность удаления и последующей обработки накопленных твердых веществ, а также длительность функционирования фильтра без его замены. Двухкамерный фильтр функционирует по принципу чередования (так же, как работают дегидратационные камеры при добавлении в них фекалий, С.7, или сдвоенные выгребные ямы для туалета со смывом, С.6); каждая из секций фильтра может использоваться в течение года, после чего ее содержимое оставляют для отстаивания и декомпостирования, при этом задействуют вторую секцию. Кроме того, существует ряд технологий, которые способны длительное время функционировать при наличии единственной камеры (например, перегниватель Biofil, см. список литературы). Для обеспечения работы компостного фильтра важное значение имеет процесс вторичной обработки стока, например, в биоинженерных прудах (О.7-О.9) и (или) стабилизационных прудах (О.5). В зависимости от конечных целей может также возникнуть необходимость в обработке компостированного твердого вещества.

**Установка для гранулирования шлама/ила LaDePa.** Туалет с функцией гранулирования для высушивания и пастеризации (LaIePa) – это технология высушивания и пастеризации шлама/ила, которая предназначена для производства сухого, гра-

нулированного почвоулучшителя на основе шлама из выгребной ямы. Шлам/ил вводят со скоростью примерно 1 000 кг/ч (30-35 % содержания твердых частиц), при этом скорость получения продукта на выходе составляет 300 кг/ч сухих гранул (60-65 % содержания твердых частиц). Мусор, который попадает в выгребные ямы (пластиковые пакеты, обувь и т.д.), отделяется от шлама/ила с помощью винтового пресса: винт проталкивает шлам/ил через отверстия диаметром 6 мм на ленту из пористой сплошной стали, при этом отходы выталкиваются через отдельное отверстие в отделение, откуда производится их сбор и утилизация.

Выталкиваемый шлам/ил попадает в открытую структуру, состоящую из тонких нитей наподобие спагетти, в слой, толщина которого может составлять 25-40 мм, на ленту из пористого материала и сначала проходит через отделение предварительной сушки, в котором используется тепло, продуцируемое внутренним двигателем сгорания силовой установки. Частично высушенные гранулы шлама/ила затем пропускаются через запатентованную технологию «Parseps Dryer», в которой используется средневолновое инфракрасное излучение. Таким образом происходит пастеризация и высушивание гранул с использованием вытяжного вентилятора, который проталкивает горячий воздух через ленту из пористого материала и открытую структуру шлама/ила. Это повышает эффективность сушки без увеличения выходной мощности. Получаемые гранулы не содержат патогенных микроорганизмов и подходят для удобрения всех видов съедобных сельскохозяйственных культур. Весь процесс занимает 16 минут. Основной недостаток технологии LaIePa состоит в том, что

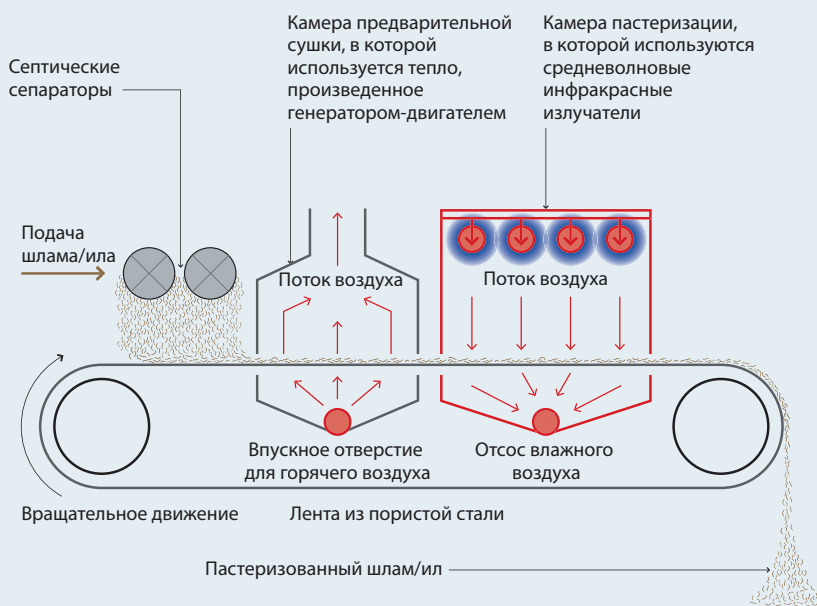


Рисунок 6: схема работы установки для гранулирования шлама/ила LaDePa

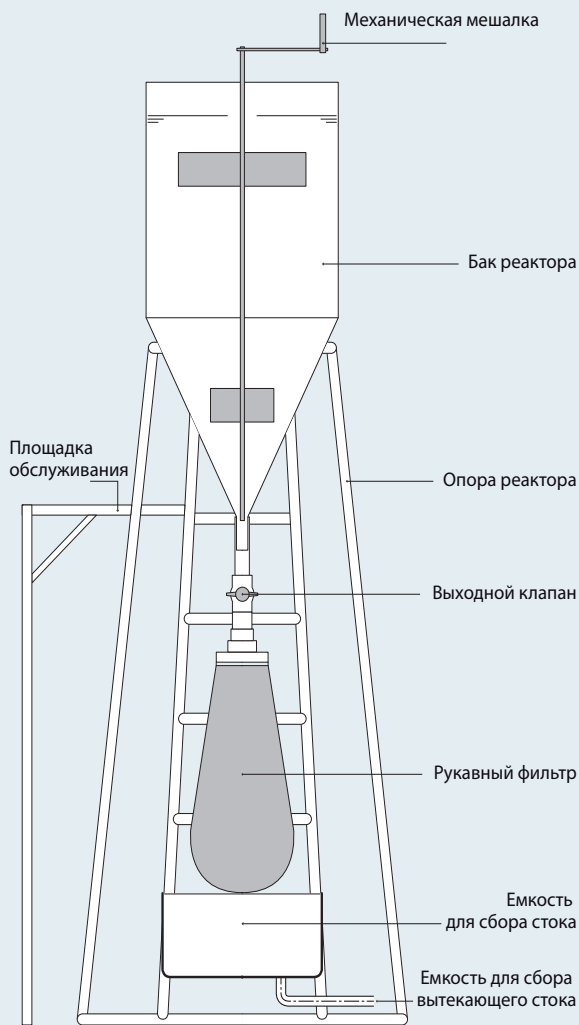
она является относительно энергоемкой, и ее функционирование зависит от наличия постоянного источника энергии (электричество/дизель).

На территории городского округа Этеквини, г. Дурбан, Южная Африка, технология LaDePa использовалась в режиме испытания в течение около 2 лет. Результаты испытаний, полученные параллельно с результатами тестирования программы опорожнения усовершенствованных выгребных ям с вентиляцией, показали, что одна такая установка способна обработать примерно 2 000 т шлама/ила, полученного из усовершенствованных выгребных ям с вентиляцией, в год. Продукт имеет зарегистрированный товарный знак (GrowEtheK), и после того, как продукт будет разрешен к применению в качестве удобрения с низким содержанием биогенных веществ, он будет упакован и допущен к продаже. Учитывая отпускную цену продукта GrowEtheK, технология LaIePa производит около 27 долларов США/ч, что позволяет сократить эксплуатационные расходы. Технология LaIePa была разработана компанией «Партикл Сепарейшн Системз» (PCC), которая предлагает оборудование на арендной основе или на продажу. При выборе аренды необходимо внести плату за предоставление оборудования и заключить договор на техническое обслуживание. При покупке оборудования с безотлагательной оплатой необходимо заключить договор на обслуживание, однако при этом нет необходимости во внесении платы за предоставление оборудования.

**Технология производства струвита на основе мочи.** Моча содержит большинство избыточных питательных веществ, которые выводятся из организма. Азот и фосфор представляют собой два элемента, необходимых для роста растений, и в большом количестве содержатся в моче (их концентрация может в значительной степени отличаться, однако содержание около 250 мг/л  $\text{PO}_4\text{-P}$  и 2 500 мг/л  $\text{NH}_4\text{-N}$  является типичным). Для того, чтобы воспользоваться преимуществами питательных веществ, в том числе калия, серы и т.д., собранную мочу можно использовать непосредственно для удобрения сельскохозяйственных культур и на полях (см. И.2), либо подвергнуть обработке для превращения в твердое удобрение под названием «струвит» ( $\text{NH}_4\text{MgPO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Струвит производится путем добавления в мочу определенного растворимого источника магния (хлорида магния, рассола или древесной золы). Магний связывается с частицами фосфора и азота и выпадает в осадок в виде белого кристаллического вещества. Кристаллы струвита отфильтровывают из раствора, высушивают, а затем перерабатывают в пригодную для использования форму. В настоящее время струвит производится в г. Дурбан, Южная Африка, из расчета 1 000 литров мочи в день, которая собирается из домашних сухих туалетов с механизмом отделения мочи. При отсутствии необходимости или мотивации в использовании биогенных веществ, полученных из мочи (например, в густонаселенных городских районах) струвит может служить удобным средством для производства компактного биогенного продукта, который можно легко хранить, транспортировать или использовать при необходимости. Недостаток этой технологии заключается в том, что при производстве

струвита образуется аналогичный объем стока с высоким уровнем pH и концентрацией аммония, который нуждается в дальнейшей очистке. Другие значимые элементы, например, калий, также остаются в растворе. Тем не менее, процесс производства струвита является простым, требует незначительное количество оборудования, помимо смесительной камеры и фильтра, и его эффективность была проверена на территории многих стран и в различных условиях. В качестве начального этапа в рамках стратегии восстановления питательных веществ эта технология отличается эффективностью, однако ее не следует применять при отсутствии технологии последующей обработки стока. К числу систем эффективного управления стоком относятся системы капельного орошения, которые распределяют жидкость непосредственно на корни сельскохозяйственных культур, несмотря на то, что при этом объем распределения ограничен напором и доступной площадью, либо системы нитрификации мочи (эта технология до сих пор находится в стадии разработки).

Струвит также можно получать на основе сточных вод, особенно на основе надосадочной жидкости из сбраживателя, с более высоким содержанием фосфора, чем в черной сточной воде, хотя при этом используется более сложная технология смешивания и дозирования. Компания «Остара» (см. список литературы) представляет собой одну из компаний, которая внедрила свою запатентованную технологию в крупные предприятия по обработке сточных вод.



**Рисунок 7:** Схема реактора для производства струвита, оснащенного механической мешалкой и рукавным фильтром

#### Список литературы и дополнительные источники

##### Peepoo:

- Peepoo. [www.peepoo.com](http://www.peepoo.com) (last accessed April 2014)

- Vinnerås, B., Hedenkvist, M., Nordin, A. and Wilhelmson, A. (2009). Peepoo Bag: Self-Sanitising Single Use Biodegradable Toilet. *Water Science & Technology* 59 (9): 1743-1749.

##### Compost Filter:

- Biofil (n.d.). The Biofil Toilet System. The Toilet Facility that Makes Good Sanitation Sense.

- Biofilcom. [www.biofilcom.org](http://www.biofilcom.org) (last accessed April 2014)

- Gajurel, D. R., Li, Z. and Otterpohl, R. (2003). Investigation of the Effectiveness of Source Control Sanitation Concepts Including Pre-Treatment with Rottebehalter. *Water Science & Technology* 48 (1): 111-118.

- Hoffmann, H., Rüd, S. and Schöpe, A. (2009). Blackwater and Greywater Reuse System Chorrillos, Lima, Peru – Case Study of Sustainable Sanitation Projects. Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA), Eschborn, DE. Ссылка на источник: [www.susana.org/library](http://www.susana.org/library)

##### LaDePa Sludge Pelletizer:

- Harrison, J. and Wilson, D. (2012). Towards Sustainable Pit Latrine Management through LaDePa. *Sustainable Sanitation Practice* 13: 25-32. Ссылка на источник: [www.ecosan.at/ssp](http://www.ecosan.at/ssp)

- Particle Separation Systems. [www.parsep.co.za](http://www.parsep.co.za) (last accessed April 2014)

- Wilson, D. and Harrison, J. Personal communication (February 2014)

##### Struvite Production from Urine:

- Etter, B., Tilley, E., Khadka, R. and Udert, K. M. (2011). Low-Cost Struvite Production Using Source-Separated Urine in Nepal. *Water Research* 45 (2): 852-862.

- Grau, M. G. P., Rhoton, S. L., Brouckaert, C. J. and Buckley, C. A. (2013). Development of a Fully Automated Struvite Reactor to Recover Phosphorus from Source Separated Urine Collected at Urine Diversion Toilets in eThekweni. WEF/IWA International Conference on Nutrient Removal and Recovery 2013, 28-31 July, Vancouver, CA. Ссылка на источник: [www.eawag.ch/vuna](http://www.eawag.ch/vuna)

- Nutrient Valorization from Urine in Nepal (STUN). [www.eawag.ch/stun](http://www.eawag.ch/stun) (last accessed April 2014)

- Ostara Nutrient Recovery Technologies Inc. [www.ostara.com](http://www.ostara.com) (last accessed April 2014)

---

## Глоссарий

---

**Активированный ил:** см. О.12

**Аэрируемый пруд:** см. О.6

**Аэробный процесс:** биологический процесс, который протекает в присутствии кислорода.

**Аэробный пруд:** отстойный пруд, который представляет собой третью по порядку технологию обработки в системе биоинженерных прудов. См. О.5 (синонимы: пруд-накопитель, пруд для доочистки сточных вод)

**Анаэробный процесс:** биологический процесс, который протекает в отсутствие кислорода.

**Анаэробный реактор с перегородками (АРП):** см. С.10 и Т.3

**Анаэробный ферментер:** см. С.12 и О.17 (синоним: биогазовый реактор)

**Анаэробное сбраживание:** процесс распада и стабилизации органических соединений микроорганизмами в отсутствие кислорода, который приводит к производству биогаза.

**Анаэробный фильтр:** см. С.11 и О.4

**Анаэробный пруд:** отстойный пруд, который представляет собой первую по порядку технологию в системе биоинженерных прудов. См. О.5

**Аквакультура:** процесс контролируемой культивации водных растений и животных. См. «Пруд для разведения рыбы (И.9)» и «Пруд для разведения плавучих водных растений (И.10)»

**Аноксический процесс:** процесс, в рамках которого происходит биологическое преобразование азота в газообразный азот при отсутствии кислорода. Этот процесс также называется «денитрификацией».

**Анаэробный реактор с придонным слоем микроорганизмов и восходящим потоком жидкости (АРСПСМ):** см. Т.11

**Аэробно-анаэробный накопитель:** отстойный пруд, который представляет собой технологию вторичной очистки в системе стабилизационных прудов. См. О.5

**Биологический фильтр:** см. О.10

**Биоинженерный пруд с вертикальным потоком:** см. О.9

**Бактерии:** простые, одноклеточные микроорганизмы, которые распространены во всех частях планеты. Они играют важную роль в поддержании жизни и участвуют в важных процессах, например, в процессе компостирования, аэробного распада отходов и расщепления пищи в кишечнике. Тем не менее, некоторые виды бактерий могут быть патогенными и вызывать заболевания от слабой до тяжелой степени выраженности. Бактерии получают питательные вещества из окружающей среды путем выделения энзимов, которые разделяют сложные молекулы на более простые, которые в дальнейшем могут проникать через клеточную мембрану.

**Биогаз:** см. раздел «Ресурсы», стр. 10

**Бак/бассейн-отстойник:** см. О.1 (синоним: емкость для отстаивания, осветлитель, бак/бассейн для отстаивания, отстойник)

**Бытовые сточные воды:** исторический термин для обозначения серой воды.

**Биохимическое потребление кислорода (БПК):** показатель количества кислорода, использованного микроорганизмами, для разложения органического вещества в воде с течением времени (выражается в мг/л и обычно измеряется через пять дней в качестве БПК<sub>5</sub>). Это также косвенный показатель количества биологически разлагаемого органического вещества, содержащегося в воде или сточной воде: чем выше содержание органического вещества, тем больше кислорода требуется для его распада (высокий уровень БПК).

**Биоинженерный пруд:** технология обработки сточной воды, которая спроектирована для имитации естественных процессов, протекающих на заболоченной местности. См. О.7-О.9

**Биологический распад:** биологическое преобразование органического материала в более простые соединения и элементы (например, в углекислый газ, воду) под воздействием бактерий, грибов и других микроорганизмов.

**Биогазовый реактор:** см. С.12 и О.17 (синоним: анаэробный ферментер)

**Биомасса:** см. раздел «Ресурсы», стр. 10

**Биоинженерные пруды с горизонтальным подземным потоком:** см. Т.8

**Бурая сточная вода:** см. раздел «Ресурсы», стр. 10

**Вирус:** возбудитель инфекции, который состоит из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белковой оболочки. Вирусы могут воспроизводиться только в клетках живого хозяина. Ряд патогенных вирусов могут содержаться в воде (например, ротавирус может вызывать острую кишечную инфекцию).

**Вода для подмывания:** см. раздел «Ресурсы», стр. 10

**Водоносный слой:** подземный слой проницаемой горной породы или осадка (обычно гравия или песка), который удерживает или переносит грунтовые воды.

**Высушенные фекалии:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11 (синоним: сухие фекалии)

**Вода для смыва:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11

**Время гидравлического удержания (ВГУ):** среднее количество времени, в течение которого жидкость и растворимые соединения сохраняются в реакторе или емкости (синоним: время выдерживания)

**Вторичная обработка:** этап, который следует за этапом первичной обработки, необходимый для удаления биологически разлагаемого органического вещества и взвешенных твердых частиц из стока. Процесс удаления биогенных элементов (например, фосфора) и дезинфекции может быть включен в понятие вторичной или третичной обработки в зависимости от конфигурации системы.



**Водоотвод:** см. И.11

**Горизонт грунтовых вод:** см. «Уровень грунтовых вод» (синоним)

**Глист:** паразитический червь, т.е. червь, который обитает в организме хозяина или на нем и вызывает повреждения. К числу разновидностей, которые вызывают инфекцию у человека, относятся круглые черви (например, аскариды и анкилостомы) и ленточные черви. Инфекционные яйца глистов могут содержаться в экскрементах, сточной воде и шламе/иле. Они очень устойчивы к процессу инактивации и могут сохранять жизнеспособность в фекалиях и шламе/иле в течение нескольких лет.

**Гумус:** стабильный остаток разложившегося органического материала. Этот материал улучшает структуру почвы и повышает свойство удержания воды, однако не имеет питательной ценности.

**Грунтовые воды:** вода, расположенная под поверхностью земли.

**Гумус из компостных ям:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11 (синоним: экогумус)

**Децентрализованная система обработки сточной воды (ДСОСВ):** мелкомасштабная система, которая используется для сбора, обработки, сброса и (или) восстановления сточной воды, поступающей из небольшого сообщества или обслуживаемой зоны.

**Дегидратационные камеры:** см. С.7

**Дигестат:** твердый и (или) жидкий материал, который остается после анаэробного сбраживания.

**Дезинфекция:** удаление (патогенных) микроорганизмов путем их инактивации (с помощью химических веществ, излучения или тепла) или путем физического разделения (например, мембраны). См. технологии последующей обработки, стр. 136

**Двойная усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией (ДУВВЯСВ):** см. М.4

**Емкость для хранения мочи:** см. С.1

**Жироуловитель:** см. «Технологии предочистки», стр. 100

**Испарение:** фазовый переход из газообразного в жидкое состояние, который наблюдается при температуре ниже температуры кипения, как правило, на жидкой поверхности.

**Иловые площадки с растениями:** см. О.15

**Ирригация:** см. И.6

**Искусственные биоинженерные пруды с открытой водной поверхностью:** см. О.7-

**Иловые площадки без растений:** см. О.14

**Инфильтрационный колодец:** см. И.7 (синоним: фильтрационная яма)

**Известь:** общее название оксида кальция (негашеная известь, CaO) или гидроксида кальция (гашеная или едкая известь, Ca(OH)<sub>2</sub>). Представляет собой белый, каустический и щелочной

порошок, получаемый путем нагревания известняка. Гашеная известь является менее каустической, чем негашеная известь и широко применяется в процессе обработки воды/сточной воды и в строительстве (для получения строительных растворов и штукатурки).

**Использование и (или) утилизация:** см. «Функциональная группа И», стр. 138

**Капитальные расходы:** средства, потраченные на приобретение фиксированных активов, например, объектов санитарной инфраструктуры.

**Коагуляция:** дестабилизация частиц в воде в связи с добавлением химикатов (например, сульфата алюминия или хлорида железа), в результате чего они могут объединяться и формировать более крупные хлопья.

**Компост:** см. раздел «Ресурсы», стр. 10

**Компостирование:** процесс, в ходе которого происходит биологический распад биологически разрушаемых компонентов под воздействием микроорганизмов (главным образом, бактерий и грибов) в контролируемой аэробной среде.

**Компостирующая камера:** см. С.8

**Канализация жилого комплекса:** см. П.4 (синоним: упрощенная система канализации)

**Канализационная яма:** многозначный термин, который используется для описания инфильтрационного колодца (фильтрационная яма) или бака-сборника (синоним: сточный колодец)

**Конечное использование:** использование продуктов, полученных из системы канализации (синоним: использование)

**Канистра:** см. П.1

**Канализация малого диаметра:** см. П.5 (синоним: канализация для жидкостей без твердых веществ, канализация-отстойник)

**Канализационные отходы:** отходы, которые перемещаются через систему канализации.

**Канализационный коллектор:** открытый канал или закрытая труба для перемещения канализационных отходов. см. П.4-П.6

**Канализационные сети:** физическая канализационная инфраструктура (иногда вместо этого термина используется термин «канализация»).

**Канализация для жидкостей без твердых веществ:** см. П.5 (синоним: канализация малого диаметра, канализация-отстойник)

**Кишечная палочка:** бактерии рода *Escherichia coli*, которые обитают в кишечнике человека и теплокровных животных. Является показателем фекального загрязнения воды.

**Ливневая вода:** см. раздел «Ресурсы», стр. 12

**Логарифмическое уменьшение:** показатель эффективности удаления микроорганизмов. 1 логарифмическая единица = 90 %, 2 единицы = 99 %, 3 единицы = 99,9 % и т.д.

**Микроорганизм:** микробиологическая единица, имеющая клеточное или неклеточное строение, которая способна копировать или переносить генетический материал (например, бактерии, вирусы, простейшие, водоросли или грибы).

**Микрозагрязнитель:** загрязнитель, который представлен в чрезвычайно низких концентрациях (например, следовое органическое соединение).

**Механизированная технология для опорожнения и транспортировки отходов:** см. П.3

**Макрофит:** водное растение, которое является достаточно крупным, чтобы его можно было заметить невооруженным глазом. При этом его корни и дифференцированные ткани могут выступать на поверхности воды (тростник, рогоз, камышевидник и водяной рис), находиться под водой (уруть, пузырчатка) или в плавучем состоянии (ряска, кувшинки).  
**Местная санитарная система :** система, в которой сбор, хранение или обработки экскрементов и сточной воды осуществляется на участке, где образуются эти отходы.

**Метан:** бесцветный, лишенный запаха, горючий, газообразный углеводород с химической формулой  $CH_4$ . Метан содержится в природном газе и является основным компонентом (50-75 %) биогаза, который формируется в результате анаэробного разложения органического вещества.

**Мочевина:** органическая молекула  $(NH_2)_2CO$ , которую получают на основе мочи и которая содержит питательный азот. С течением времени мочевина распадается на углекислый газ и аммоний, который употребляется микроорганизмами, содержащимися в почве.

**Мусороуловитель:** см. «Технологии предочистки», стр. 100 (синоним: сито, решетка)

**Моча:** см. раздел «Ресурсы», стр. 12

**Надземная конструкция:** стены и крыша, сооруженные вокруг туалета или помывочного оборудования для уединения и защиты пользователя.

**Нечистоты:** исторический термин для обозначения фекального шлама.

**Ооцисты:** см. «Циста»

**Отстойник для песка:** см. «Технология предочистки», стр. 100 (синоним: пескоуловитель)

**Отстойник:** см. О.1 (синоним: отстойный резервуар, бак/бассейн-отстойник)

**Оборудование для опорожнения и транспортировки людской силой:** см. С.2

**Отстойник Имгоффа:** см. О.2

**Очистка от шлама/ила:** процесс удаления накопленного шлама/ила со станции хранения или обработки.

**Обычная самотечная канализация:** см. П.6

**Обезвоживание:** процесс сокращения уровня влагосодержания в шламе/иле или жиже. Обезвоженный ил может сохранять значительный уровень влагосодержания, однако обычно он является достаточно сухим для того, чтобы его можно было перемещать в качестве твердого вещества (например, с помощью лопаты).

**Оздоровление окружающей среды (санитария окружающей среды):** комплекс мер, которые позволяют снизить уровень воздействия на организм человека болезней за счет формирования чистой среды для жизни, с проведением мероприятий, направленных на разрушение цикла заболеваний. Обычно эти меры включают контроль утилизации экскрементов человека и животных, твердых отходов, сточной воды и ливневой воды с учетом гигиенических требований; контроль переносчиков инфекции; предоставление оборудования для мытья в целях личной и бытовой гигиены. Оздоровление окружающей среды (санитария окружающей среды) подразумевает комплекс норм поведения и учреждений, общее функционирование которых приводит к созданию гигиенически здоровой среды.

**Отстаивание:** гравитационное осаждение частиц в жидкости, которое приводит к их скоплению (синоним: осаждение)

**Осадок из септической емкости:** исторический термин для обозначения шлама/ила, извлеченного из септической емкости.

**Одинарная выгребная яма:** см. С.2

**Общее количество твердых веществ (ТВ):** осадок, который остается после фильтрации пробы воды или ила и его высушивания при температуре 105 °C (выражается в мг/л). Этот показатель отображает сумму Общего количества растворенных твердых веществ (ОКРТВ) и Общее количество взвешенных твердых веществ (ОКВТВ).

**Одинарная усовершенствованная выгребная яма с вентиляцией (ОУВЯсВ):** см. С.3

**Отстоянная Канализация:** см. П.5 (синоним: канализация для жидкостей без твердых веществ, канализация малого диаметра)

**Отстойник:** см. О.1 (синоним: осветлитель, бак/бассейн-отстойник)

**Осаждение:** см. «Отстаивание» (синоним)

**Органика:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11

**Паразит:** микроорганизм, который обитает на другом живом организме или в нем и наносит ему повреждения.

**Патоген:** микроорганизм или другой возбудитель, вызывающий развитие заболеваний.

**Перспективная технология:** технология, которая уже прошла испытания в лаборатории и испытания в рамках небольших экспериментальных исследований и используется в масштабе, который свидетельствует о возможности ее дальнейшего распространения. См. стр. 166

**Пруды-отстойники:** см. О.13

**Поверхностная утилизация и хранение:** см. И.12

**Поверхностный сток:** часть осадков, которая не просачивается в землю, а течет по поверхности.

**Поверхностные воды:** естественный или искусственный водный объект, который образовался на поверхности, например, ручей, река, озеро, пруд или резервуар.

**Перемещение:** см. раздел «Функциональная группа П», стр. 82

**Питательное вещество (синоним: биогенное вещество):** вещество, которое стимулирует рост. Азот (N), фосфор (P) и калий (K) представляют собой основные питательные вещества, содержащиеся в сельскохозяйственных удобрениях. N и P также являются основными элементами, отвечающими за эвтрофикацию водных объектов.

**Пруд для разведения плавучих растений:** см. И.10 (синоним: пруд для разведения макрофитов)

**Писсуар:** см. Т.3

**Поступающий поток:** общее название жидкости, которая попадает в систему или используется в процессе (например, сточная вода).

**Приседающий над унитазом пользователь:** пользователь, который предпочитает присесть на унитазом, а не садиться на него.

**Площадка для просачивания:** см. И.8

**Пруд для разведения макрофитов:** см. И.10 (синоним: пруд для разведения плавучих растений)

**Пруд-отстойник:** см. «Аэробный пруд» (синоним)

**Подземная емкость для хранения:** см. П.7 (синоним: станция для перекачки отходов)

**Применение сухих фекалий:** см. И.3

**Применение гумуса из компостных ям и компоста:** см. И.4

**Период выдерживания:** см. время гидравлического удержания (синоним)

**Пруд для разведения рыбы:** см. И.9

**Применение шлама/ила:** см. И.5

**Применение собранной мочи:** см. И.2

**Пополнение грунтовых вод:** см. И.11

**Пена:** слой твердых веществ, сформированный компонентами сточной воды, которые всплывают на поверхность емкости или реактора (например, масло и жир).

**Пруды-отстойники:** см. О.13

**Просачивание:** движение жидкости через фильтрующий слой за счет силы гравитации.

**(Полу-) централизованная очистка:** см. «Функциональная группа О», стр. 98

**Повторное использование:** использование возвратной воды.

**Пруд для доочистки:** см. «Аэробный пруд» (синоним)

**Последующая обработка:** см. «Технология последующей обработки», стр. 136 (синоним: третичная очистка)

**Первичная очистка:** первый основной этап обработки сточной воды, в ходе которого происходит удаление твердых частиц и органических веществ, в основном благодаря процессу отстаивания или флотации.

**Продукт:** см. «Терминология Справочника», стр. 10

**Простейшие:** неоднородная группа одноклеточных эукариотов, которая включает амёб, инфузорий и жгутиков. Некоторые из простейших могут относиться к патогенным микроорганизмам и вызывать заболевания со степенью выраженности от незначительной до тяжелой.

**Предочистка:** см. «Технология предочистки», стр. 100

**Песколовка:** см. «Технология предочистки», стр. 100 (синоним: отстойник для песка)

**Переносчик инфекции:** живой организм (чаще всего насекомое), который переносит заболевание в организм хозяина. Например, мухи являются переносчиками инфекций, поскольку они могут переносить патогенные микроорганизмы из фекалий в организм человека.

**Ресурсы предочистки:** см. раздел «Ресурсы», стр. 12

**Ресурсо-ориентированная система канализации:** см. «Экологическая система канализации» (синоним)

**Решетка:** см. технологии предочистки, стр. 100 (синоним: сито, мусороуловитель)

**Сточная вода:** отработанная вода, полученная в результате любых сочетаний воды полученной при бытовой, промышленной, коммерческой или сельскохозяйственной деятельности, а также поверхностного стока/ливневой воды и стока, поступающего или просачивающегося в канализацию.

**Сжигание биогаза:** см. И.13

**Сточный колодец:** см. определение «канализационной ямы» (синоним)

**Соотношение С:Н:** соотношение массы угля и массы азота в субстрате.

**Серая сточная вода:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11

**Сток:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11

**Совместное компостирование:** см. О.16

**Сбор и хранение/обработка:** см. раздел «Функциональная группа С», стр. 56

**Сухие фекалии:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11 (синоним: высушенные фекалии)

**Сухие гигиенические материалы:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11

**Сухой туалет:** см. И.1

**Система экологической канализации (СЭК):** подход, направленный на безопасную переработку питательных веществ, воды и (или) энергии, содержащейся в экскрементах и сточной воде таким способом, который позволяет сократить потребность в использовании невозобновляемых ресурсов (синоним: ресурсо-ориентированная система канализации).

**Сток:** см. «Поверхностный сток»

**Санитария:** комплекс средств для безопасного сбора и гигиенической утилизации экскрементов и жидких отходов для защиты здоровья населения и сохранения качества водных объектов общественного пользования и, в более широком смысле, окружающей среды.

**Санитарная система:** см. «Терминология Справочника», стр. 10

**Санитарная технология:** см. «Терминология Справочника», стр. 13

**Сито:** см. «Технология предочистки», стр. 100 (синоним: решетка, мусороуловитель)

**Септические условия:** условия, в которых протекает процесс перегнивания и анаэробного сбраживания.

**Септическая емкость:** см. С.9

**Станция сброса канализационных отходов:** см. П.7

**Стабилизация:** разложение органического вещества с целью снижения объема биологически разрушаемых соединений для сокращения воздействия на окружающую среду (например, кислородное истощение, вымывание питательных веществ).

**Собранная моча:** см. раздел «Ресурсы», стр. 12

**Сидящий пользователь:** пользователь, который предпочитает сидеть на унитазе, а не присесть над ним.

**Станция для перекачивания отходов:** см. П.7 (синоним: подземная емкость для хранения; станция временного хранения)

**Сдвоенная выгребная яма для туалета со смывом:** см. С.6

**Сухой туалет с механизмом отделения мочи (ТСМММ):** см. Т.2

**Технология Arborloo:** см. И.1

**Туалет со сливным бачком:** см. Т.5

**Туалет со смывом:** см. Т.4

**Третичная очистка:** этап, который следует за этапом вторичной обработки, необходимый для удаления загрязнителей из стока. Процесс удаления питательных веществ (например, фосфора) и дезинфекции может быть включен в определение вторичной или третичной очистки в зависимости от конфигурации системы. См. «Технологии последующей обработки», стр. 136 (синоним: последующая обработка)

**Туалет со смывом и механизмом отделения мочи (ТСМММ):** см. Т.6

**Туалет:** см. «Функциональная группа П», стр. 42

**Туалет:** туалет для мочеиспускания и дефекации (синоним: уборная).

**Третичная фильтрация:** использование процесса фильтрации в целях третичной очистки стока. См. «Технологии последующей обработки», стр. 136

**Технология заполнения и покрытия:** см. И.1

**Утилизация:** см. раздел «Функциональная группа Т», стр. 138

**Уровень грунтовых вод:** уровень ниже поверхности земли, который наполнен водой. Этот термин соответствует уровню обнаружения воды при раскопках или бурении. Уровень грунтовых вод не является статическим и может изменяться в зависимости от сезона, года или характера эксплуатации (синоним: горизонт грунтовых вод).

**Усовершенствованная санитария:** сеть объектов, которые препятствуют контакту человека с человеческими экскрементами с учетом гигиенических требований.

**Упрощенная канализация:** см. П.4 (синоним: канализация жилого комплекса)

**Удаленная санитарная система:** санитарная система, в которой сбор и перемещение экскрементов и сточной воды осуществляется за пределами участка, на котором они образуются. Функционирование удаленной санитарной системы зависит от технологии санитарии (см. П.4-П.6), используемой для перемещения отходов.

**Фекальный шлам:** см. раздел «Ресурсы: шлам/ил», стр. 12

**Фекалии:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11

**Фильтрат:** жидкость, которая прошла через фильтр.

**Фильтрация:** процесс механической сепарации, который осуществляется с использованием пористой среды (например, ткани, бумаги, песчаного слоя или смешанного слоя), которая задерживает зернистый материал и пропускает жидкость или газообразное вещество. Размер пор в этой среде определяет характеристики задерживаемого и пропускаемого материала.

**Флотация:** процесс, в ходе которого более легкие фракции сточной воды, включая масло, жир, мыло и т.д., поднимаются на поверхность, откуда происходит их разделение.

**Флокуляция:** процесс, в ходе которого размер частиц увеличивается в результате их столкновения. Частицы образуют комплексы или хлопья в результате объединения мелкодисперсных частиц и химически дестабилизированных частиц, при этом впоследствии происходит их удаление путем отстаивания или фильтрации.

**Фосса Альтерна:** см. С.5

**Функциональная группа:** см. «Терминология Сборника», стр. 12

**Фильтрат:** жидкая фракция, которая отделяется от твердого вещества путем гравитационной фильтрации через среду (например, жидкость, которая вытекает из слоя осушителя).

**Фильтрационная яма:** см. «Инфильтрационный колодец» (синоним)

**Химическое потребление кислорода (ХПК):** показатель количества кислорода, которое требуется для химического окисления органического материала в воде под воздействием сильноедействующего химического окислителя (выражается в мг/л). Показатель ХПК всегда аналогичен показателю БПК или превышает его, поскольку он отображает общее количество кислорода, необходимое для полного окисления. Это также косвенный показатель количества органического материала, содержащегося в воде или сточной воде: чем выше содержание органического вещества, тем больше кислорода требуется для его химического окисления (высокий уровень ХПК).

**Черная сточная вода:** см. раздел «Ресурсы», стр. 10

**Человек, пользующийся сухими материалами:** пользователь, который предпочитает использовать сухой материал (например, туалетную бумагу или газету) для подтирания после дефекации, а не подмываться водой.

**Человек, пользующийся подмыванием:** пользователь, который предпочитает использовать воду для подмывания после дефекации, а не подтираться сухим материалом.**Отстойник для стабилизации осадко (ОСО):** см. О.5

**Централизованная обработка:** см. раздел «Функциональные группа О», стр. 98

**Циста:** форма существования микроорганизмов, устойчивая к воздействию окружающей среды, которая позволяет микроорганизмам выживать в суровых условиях окружающей среды. Некоторые простейшие паразиты образуют инфекционные, высокоустойчивые цисты (например, лямблии) и ооцисты (толстоственные споры, например, криптоспоридия) в течение своего жизненного цикла.

**Шлам/ил:** см. раздел «Ресурсы», стр. 12.**Структурообразователь:** продукт, который улучшает свойства почвы по удерживанию влаги и питательных веществ.**Удельная поверхность:** отношение площади поверхности к объему твердого вещества (например, фильтровальная среда).

**Шаблон системы:** см. стр. 15

**Экогумус:** см. «гумус из компостных ям» (синоним)

**Эвтрофикация:** насыщение пресной и соленой воды питательными веществами (в частности, соединениями азота и фосфора), которые усиливают рост водорослей и высших форм растений, а также способствуют кислородному истощению.**Эвапотранспирация:** общая потеря влаги с поверхности в результате испарения и транспирации в растениях.

**Экскременты:** см. раздел «Ресурсы», стр. 11

**Эксплуатация и техническое обслуживание (Э и ТО):** ежедневные или периодические задачи, выполнение которых необходимо для поддержания процесса или функционирования системы в соответствии с эксплуатационными требованиями, а также для предотвращения отсрочек, ремонта или простоя.

**pH:** показатель кислотности или щелочности вещества. Значение pH менее 7 свидетельствует о кислотности вещества, а показатель pH выше 7 – о том, что вещество является щелочным.

#### **Библиография:**

Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph., Schertenleib, R. and Zurbrügg, C., 2014. Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2<sup>nd</sup> Revised Edition. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Dübendorf, Switzerland.

**ISBN: 978-3-906484-65-5**

© Eawag: Швейцарский федеральный институт науки и технологии воды,  
Отдел санитарии, воды и отходов для развития (Sandec)  
г. Дюбендорф, Швейцария, [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)

Настоящий документ опубликован организацией Eawag, которая является партнерским центром ВОЗ; этот документ не является публикацией Всемирной организации здравоохранения. Организация Eawag несет ответственность за точку зрения, выраженную в настоящем документе, при этом указанная точка зрения необязательно должна отражать решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

Бесплатную PDF-копию настоящей публикации можно загрузить с веб-сайта: [www.sandec.ch/compendium](http://www.sandec.ch/compendium)

#### **Графический дизайн и технический чертеж:**

Пиа Тюр, г. Цюрих и Паоло Монако, компания «Designport GmbH», г. Цюрих

**Редактирование текста:** Марина Петер

**Фотографии:** организация Eawag (Sandec) и СКАТ

**Второе издание:** 1000 экземпляров

**Напечатано:** компания «Imprimerie Nouvelle Gonnet, Belley, France»







Eawag  
Department Sandec  
Überlandstrasse 133  
8600 Dübendorf  
Switzerland  
Phone +41 (0)58 765 52 86  
info@sandec.ch  
www.eawag.ch  
www.sandec.ch

Water Supply & Sanitation  
Collaborative Council  
15 Chemin Louis-Dunant  
1202 Geneva  
Switzerland  
www.wsscc.org

International Water Association (IWA)  
Alliance House  
12 Caxton Street  
London SW1H 0QS  
United Kingdom  
www.iwahq.org

**В этом втором переработанном издании Справочника собрано большое количество информации о санитарных системах и технологиях в рамках одного краткого тома. Благодаря четкой структуре и организации проверенных многолетним опытом технологий, в распоряжение читателя поступает полезный руководящий документ сопутствующий принятию более осмысленных решений в процессе планирования санитарных систем.**

**В части 1 описаны различные конфигурации санитарных систем, приемлемые в различных условиях.**

**Часть 2 содержит 57 информационных листов о различных технологиях, в которых описаны основные преимущества, недостатки, способы и области применения технологий, необходимых для создания комплексной санитарной системы. К каждому информационному листу о технологиях прикреплены наглядные изображения.**