

**СРГ ПДООС**



**СОВМЕСТНАЯ ВСТРЕЧА**

**ГРУППЫ СТАРШИХ ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ ПО РЕФОРМИРОВАНИЮ СЕКТОРА ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
И КАНАЛИЗАЦИИ В СТРАНАХ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ, КАВКАЗА И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ СРГ  
ПДООС**

**СЕТИ ПРИРОДООХРАННОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ СРГ ПДООС**

**РАБОЧЕЙ ГРУППЫ ПО СТРАНАМ ВЕКЦА ВОДНОЙ ИНИЦИАТИВЫ ЕС**

**Документ 14**

**ФУНКЦИИ ЗАТРАТ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, СБОРА И  
ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ  
ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И ФУНКЦИЙ ЗАТРАТ**

*Настоящий документ представляет своего рода базу данных по техническим решениям, применяемым или потенциально применимым в сельском водоснабжении и водоотведении (санитарии), как в странах ВЕКЦА, так и в других регионах мира, и связанных с ними функциями капитальных и текущих затрат. Эта база данных подготовлена, с целью помочь сельским муниципалитетам, общинам и ассоциациям водопользователей при оценке и выборе ими таких вариантов развития водоснабжения и водоотведения (санитарии) в своих поселениях, которые были бы реалистичными, как с финансовой точки зрения (объем капитальных и текущих затрат), так и с точки зрения возможностей этих общин или ассоциаций обеспечить надлежащую эксплуатацию и техническое обслуживание имеющихся и вводимых сооружений.*

*Потребность в таком документе была в очередной раз подчеркнута экспертами из Армении, Грузии, Молдовы, России и Кыргызской республики на семинаре по сельскому водоснабжению и водоотведению, который состоялся в мае 2005 года в городе Тбилиси и был организован совместно Секретариатом СРГ ПДООС и Кавказским РЭЦ.*

*Необходимое действие: Для информации и обсуждения.*

## ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ПЕРЕВОДУ

Настоящий документ представляет своего рода базу данных по **техническим решениям**, применяемым или потенциально применимым в сельском водоснабжении и водоотведении (санитарии), как в странах ВЕКЦА, так и в других регионах мира, **и связанных с ними функциями капитальных и текущих затрат**.

Эта база данных подготовлена, с целью помочь **сельским муниципалитетам, общинам и ассоциациям водопользователей** при оценке и выборе ими таких вариантов развития водоснабжения и водоотведения (санитарии) в своих поселениях, которые были бы реалистичными, как с финансовой точки зрения (объем капитальных и текущих затрат), так и с точки зрения возможностей этих общин или ассоциаций обеспечить надлежащую эксплуатацию и техническое обслуживание имеющихся и вводимых сооружений.

Потребность в таком документе была в очередной раз подчеркнута экспертами из Армении, Грузии, Молдовы, России и Кыргызской республики на семинаре по сельскому водоснабжению и водоотведению, который состоялся в мае 2005 года в городе Тбилиси и был организован совместно Секретариатом СРГ ПДООС и Кавказским РЭЦ.

С помощью партнеров СРГ ПДООС в странах ВЕКЦА (Госкомитеты водного хозяйства, Госкомитеты по строительству и ЖКХ, Министерства экологии и сельского хозяйства и т.д.) предполагается распространить данный документ и довести его до сведения указанной целевой группы (сельские муниципалитеты и общины, ассоциации водопользователей) и других заинтересованных лиц, включая организации, финансирующие проекты реабилитации и развития систем сельского водоснабжения и водоотведения (санитарии).

Новизной данного документа является то, что в нем представлены **функции затрат**, связанные с той или иной технологией (техническим решением). Эти функции затрат дают оценки соответствующих капитальных и текущих затрат в Евро, в (усредненных) ценах Западной Европы и для пользователей базы данных из стран ВЕКЦА встает вопрос о том, как перевести полученные оценки в местные цены. Для решения этой задачи разработчик документа – датская консалтинговая фирма COW IAS – кроме функций затрат приводит также **структуру затрат** (см. Приложения 2 и 3). Например, в ценах Западной Европы, капитальные затраты на создание системы сбора (с крыши строения) дождевой воды для хозяйственной-питьевых нужд с указанными в документе характеристиками, в размере **300 евро** имеют следующую структуру: 15% – стоимость затраченного труда, 30% – затраты на оборудование (бак, резервуар с краном) и 55% – стоимость строительных материалов (фундамент, крепеж и т.п.). При этом, конечно, средние цены труда, металла, цемента и армированного бетона и т.д. в Западной Европе и цены в данном конкретном сельском поселении могут весьма заметно отличаться.

Для пересчета капитальных затрат в местные цены нужно, во-первых, сравнить эти цены со средними ценами аналогов в Западной Европе, и рассчитать так **называемые коэффициенты пересчета цен**. Пусть, например, в местных ценах оплата соответствующих видов труда будет в 10 раз меньше (коэфф=0.1), а оборудование и материалы вдвое дешевле (коэфф=0.5), по сравнению со средними ценами Западной Европы. Тогда капитальные затраты на создание этой системы **в местных ценах** нужно пересчитать следующим образом:

$$300 \text{ евро} * (15\% * 0.1 + 30\% * 0.5 + 55\% * 0.5) = 132 \text{ евро}.$$

Аналогично, можно пересчитать в местные цены капитальные и текущие затраты, связанные со всеми прочими техническими решениями, приведенными в базе данных. Отметим, что функции затрат из этой базы данных были заложены в компьютерную модель ФИЗИБЛ (FEASIBLE), где для облегчения пересчета приведены средние европейские цены некоторых ресурсов.

## Содержание

1	<b>Введение</b>	4
2	<b>Общее описание технологий</b>	7
2.1	Введение	7
	Варианты технологий и соответствующие сооружения	8
3	<b>Технологии – водоснабжение</b>	11
3.1	Введение	11
3.2	Технологии	14
4	<b>Технологии – канализация</b>	35
4.1	Введение	35
4.2	Технологии	39
5	<b>Список использованной литературы</b>	57

## Приложения

Приложение 1 Словарь терминов

Приложение 2 Документация по Функциям затрат – Водоснабжение в сельских территориях

Приложение 3 Документация по Функциям затрат – канализация в сельских территориях

## Список сокращений и аббревиатур

БПК <sub>5</sub>	Биологическая потребность в кислороде за 5 дней
ДЕРА	Датское агентство по охране окружающей среды
ФС	Финансовая стратегия
ВЕКЦА	Восточная Европа ,Кавказ и Центральная Азия
ЕВРО	Единая европейская валюта
г/сут	Грамм в сутки
Га	Гектар
ВП	Внутридомовое подключение
МФО	Международная финансирующая организация
км	Километр
л	Литр
л/чел./сут.	Литр на человека в сутки
м	Метр
мг	Миллиграмм
мм	Миллиметр
м <sup>2</sup>	Квадратный метр
м <sup>3</sup> /сут.	Кубических метров в сутки
м <sup>3</sup> /мес.	Кубических метров в месяц
М	Механическая очистка сточных вод
М Б	Механико-биологическая очистка сточных вод
М Х	Механико-химическая очистка сточных вод
N	Азот
ЭиТО	Эксплуатация и техническое обслуживание
ø75 мм	Диаметр трубы 75 мм
P	Фосфор
у ж.	Условный житель
ПВХ	Поливинилхлорид
Q	Производительность установки/спрос
УК	Уличная водоразборная колонка
ВВ	Взвешенные вещества
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
ВиК	Водоснабжение и канализация
ДК	Дворовый кран

# 1 Введение

Данный документ подготовлен в связи с составлением базы данных технологий водоснабжения и водоотведения для сельских территорий, которые потенциально могут быть применены в странах ВЕКЦА. Однако, представленные здесь технологии широко используются во всем мире, поэтому могут считаться пригодными для применения в любой стране.

Подробное описание всех имеющихся технологий в сфере водоснабжения и канализации не являлось целью написания этого документа. Мы представим лишь некоторые из имеющихся технологий, с тем, чтобы получить функцию стоимости для оценки уровня капитальных затрат, затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание (ЭиТО) и общих затрат, необходимых для финансирования мер по модернизации систем водоснабжения, сбора и очистки сточных вод. Эти функции затрат используются для разработки нового модуля, касающегося водоснабжения, сбора и очистки стоков, для включения его в расширенную версию модели FEA SIBLE, зарекомендовавшей себя в качестве эффективного механизма разработки устойчивой финансовой стратегии для сектора водоснабжения и канализации (ВиК).

Рассматриваемые технологии включают только технологии, которые могут быть классифицированы как «усовершенствованное водоснабжение и водоотведение», в соответствии с определением, принятым ООН:

- **Водоснабжение** : "усовершенствованные" технологии включают : внутрисанитарное подключение, общественная водоразборная колонка, скважина, защищенный колодец, защищенный источник /родник, сбор дождевой воды. "Несовершенные" технологии подразумевают : незащищенный колодец, незащищенный источник /родник, привозная вода, все типы бутылкированной воды (в отношении неуверенности касательно гарантированного объема поставляемой воды, а не ее качества), вода, привозимая в автоцистернах. Предполагается, что потребитель имеет доступ к усовершенствованному источнику водоснабжения, если из этого источника он может получить не менее 20 литров в день, при условии, что источник расположен на расстоянии не более 1000 метров ;
- **Канализация** : "усовершенствованные" технологии включают : подключение централизованной канализационной сети, подключение к системе септиков, простые дачные туалеты с ручным смывом, туалеты с выгребными ямами, улучшенные туалеты с выгребными ямами, оборудованные вытяжной вентиляцией. Система сбора и отведения экскретов считается приемлемой, если она представляет собой частную или совместную уборную (но не общественную), и в случае, если она подразумевает соблюдение гигиенических норм, т.е. отсутствие контактов человека с экскретами. К "Несовершенным" технологиям относятся : уборные с установленными в них емкостями (в т.ч. ведрами), из которых экскреты удаляются вручную, общественные туалеты, туалеты с открытыми выгребными ямами.

В таблице 1-1 представлена категоризация технологий водоснабжения и канализации, в соответствии с официально принятым определением.

**Таблица 1-1 Категоризация технологий водоснабжения и канализации , в соответствии с определением ООН**

	<b>Водоснабжение</b>	<b>Канализация</b>
<b>"Усовершенствованные" технологии</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• внутридомовое подключение</li> <li>• общественная водоразборная колонка ,</li> <li>• скважина ,</li> <li>• защищенный колодец ,</li> <li>• защищенный источник ,</li> <li>• сбор дождевой воды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• подключение к централизованной канализационной сети ,</li> <li>• подключение к системе септиков ,</li> <li>• простые дачные туалеты с ручным смывом ,</li> <li>• туалеты с выгребными ямами ,</li> <li>• улучшенные уборные с выгребными ямами , оборудованные вытяжной вентиляцией .</li> </ul>
<b>"Несовершенные" технологии</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• незащищенный колодец ,</li> <li>• незащищенный источник ,</li> <li>• привозная вода ,</li> <li>• бутылированная вода ,</li> <li>• вода ,привозимая в автоцистернах</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уборные с установленными в них емкостями , из которых экскреты удаляются вручную ,</li> <li>• общественные туалеты ,</li> <li>• туалеты с открытыми выгребными ямами (имеется в виду не отсутствие верхней части сооружения (платформы ) , а само отверстие )</li> </ul>

*Источник : Всемирная организация здравоохранения*

На основе длинного списка технологий водоснабжения и сбора и очистки сточных вод был составлен короткий список усовершенствованных технологий<sup>1</sup> для получения функций затрат , которые будут включены в модель FEASIBLE . Короткий список представлен в разделе 2 и включает , главным образом , технологии водоснабжения , сбора и очистки сточных вод , применяемых в сельских территориях . Однако в различных странах применяется большое количество комбинированных технологий . Выбор технологий часто зависит от наличия водных ресурсов , особенностей топографии местности , количества и типа потребителей и т д .

Данный документ нацелен на представление общего описания технологий и связанных с ними затрат , для того , чтобы разработать Функции затрат для расчета общих затрат на улучшение состояния систем водоснабжения и канализация на региональном и национальном уровнях .

Расчет затрат производится на основе данных официальной документации и проектных отчетов из различных стран , что позволяет получить "международный " уровень затрат для последующей его корректировки до местного уровня цен .

С тем , чтобы учесть специфические условия конкретной местности , выбран ряд значений по умолчанию , которые пользователь может задавать с корректировкой к местным

<sup>1</sup> Согласно определению ООН

условиям. Основные элементы методологии расчета затрат представлены на рисунке 1-1. Оцениваемые затраты, необходимые для улучшения состояния систем водоснабжения и канализации были рассчитаны на основе показателей уровня обслуживания (входные данные), значений по умолчанию и функций затрат.

В настоящем документе содержится обзор технологий с указанием информации по затратам. Функции затрат, используемые в модели, подробно представлены в приложениях 2 и 3.

В данном случае "сельскими" населенными пунктами считаются поселки, деревни и поселки городского типа с числом жителей менее 5000 человек.

Определение других терминов можно найти в словаре в Приложении 1.

**Рисунок 1-1 Общая структура модели затрат**



## 2 **Общее описание технологий**

### 2.1 **Введение**

В данном разделе представлено краткое описание технологий водоснабжения и сбора и очистки сточных вод для сельских территорий, которые потенциально могут быть применены в странах ВЕКЦА.

В каждом поселке, деревне или городе могут использоваться различные технологии (различные уровни услуг), в зависимости от численности населения, структуры и уровня развития населенного пункта. Более того, выбор методов сбора и очистки стоков в некоторой степени зависит от выбранных технологий водоснабжения. Например, если водоснабжение некоторой территории осуществляется с использованием централизованного водопровода, то, как правило, в таком случае выгребные ямы используются не часто.

Решение о том, какую технологию внедрить тесно связано с выбранным уровнем обслуживания, а также с тем, кто будет покрывать капитальные затраты развертывания систем. Целесообразно использовать подход, учитывающий существующие потребности, поскольку предпочтительный уровень обслуживания выбранный потребителями на основе "готовности платить за услуги" для "полного возмещения затрат" позволит повысить устойчивость функционирования систем.

**Тщательная и точная оценка стоимости** внедрения рассматриваемых технологий /решений является важным условием успешного применения данного подхода. Недавний опыт Киргизии показывает, что там, где удельные затраты (на человека) существенно недооцениваются, сельские населенные пункты могут совершать серьезные ошибки при выборе вариантов технологий, которые представляются приемлемыми при недооцененных удельных затратах, но в реальности оказываются неприменимыми, после определения фактических удельных затрат (которые на практике гораздо выше). Это может привести к появлению финансовых проблем на стадии инвестирования или на этапе эксплуатации и обслуживания инфраструктуры ВиК.

Ориентирование на уровни обслуживания означает, что варианты технологий должны соответствовать конкретному уровню водопотребления и улучшенному доступу к услугам водоснабжения и канализации. Повышение качества обслуживания означает переход от устаревших технологий к более современным, что часто подразумевает увеличение объемов водопотребления, но это не является гарантией безопасности доставляемой воды для здоровья, так как качество воды зависит от принимаемых мер по охране водных объектов и методов водоподготовки.

Уровень обслуживания зависит от учета следующих факторов:

- Численность населения;
- Душевой доход жителей населенного пункта;
- Готовность платить за услуги и уровень собираемости платежей;
- Наличие источника сырой воды.



А также :

- Имеющиеся варианты технологий ;
- Варианты финансирования ;
- Политические соображения

С точки зрения модели затрат , в параметры уровня обслуживания следует включить технические характеристики водоснабжения или канализации , представленные в следующем разделе .

### **Варианты технологий и соответствующие сооружения**

Различные варианты технологий для сооружений водопровода и канализации , подлежащие внедрению , представлены на рисунке 2-1 . Рисунок представляет ряд вариантов технологий , доступный для сектора водоснабжения и водоотведения для сельских территорий . Варианты , рассматриваемые и описываемые в настоящем документе , выделены жирным шрифтом .

Технологии водоснабжения включают водоснабжение без использования трубопровода , малые водопроводы и соответствующее отведение стоков непосредственно на площадке , и водоснабжение посредством водопровода при отведении стоков за пределы площадки .

Каждый вариант предусматривает наличие определенных сооружений /объектов , что влияет на стоимость технологии . Некоторые составные части установок могут заменяться пользователем модели в зависимости от их влияния на общую стоимость проекта .

В следующих разделах представлены варианты технологий для систем водоснабжения и водоотведения .

**Рисунок 2-1 Обзор вариантов организации водоснабжения и водоотведения применяемых в сельских территориях**

Канализация		Системы водоснабжения				Системы водоотведения		
Варианты уровня обслуживания		Необходимые сооружения /установки				Необходимые сооружения /установки		
Обычный туалет с ямой	Вентилируемый туалет с ямой	Водосточный желоб , накопление воды				Ямы с изолирующим слоем?		
Туалет с гидрозатвором	Туалет со смывом							
<b>Улучшенный вариант</b>								
да-		Защищенный источник /родник				Вентилируемая надземная часть		
		Колодец , вырытый вручную	Ручной насос	Резервуар				Колонка
		Колодец (шнек бур)						
Скважина								
да-		Колодец , вырытый вручную	Насос	Труба	Резервуар	Колонка		
		Колодец (шнек бур)						
		Скважина						
да-		Защищенный источник /родник	Насос	Труба	Резервуар	Колонка		
		Колодец , вырытый вручную						
		Колодец (шнек бур)						
		Скважина						

-да - плюс	Короб родника		Трубы	Резервуар	Колонка с несколькими ответвлениями	Кран на участке	Внутридомовое подключение		
Септик-тенк на территории	Ручей, река, без очистки							Септик-тенки	Очистка
Упрощенный вариант канализации	Скважина	Насос						Малая трубопроводная сеть	
	с очисткой								
	Трубопроводное водоснабжение, поверхностный водоисточник	Трубопроводная сеть							
Перехватывающие отстойники-накопители	с предварительной очисткой		Резервуар и трубы						
Типовая канализация			Трубопроводная система и смотровые колодцы						

## 3 Технологии водоснабжение

### 3.1 Введение

#### 3.1.1 Ключевые факторы, влияющие на выбор вариантов водоснабжения

Существует множество вариантов совершенствования систем водоснабжения, от колодцев до водопроводных систем с водоподготовкой.

Технологии водоснабжения часто подразделяются на две основные категории систем:

- Система водоснабжения без использования водопровода (децентрализованные);
- Системы водоснабжения с использованием водопровода (централизованные).

Система без водопровода – это отдельная система для одного или нескольких домохозяйств, где водоразборный кран установлен непосредственно на установке производства воды. К таким системам относятся колодцы, ручные насосы, а также защищенные источники (родники), которые просты в обслуживании, а капитальные затраты часто приемлемы для большинства сельских жителей в случае, если источник воды расположен достаточно близко. Эти варианты гораздо дешевле, чем технологии с применением водопровода, и особенно подходят для населенных пунктов с небольшим количеством жителей и/или для потребителей, которые имеют ограниченные средства на оплату услуг по водоснабжению.

Система водоснабжения, предусматривающая водопровод является более совершенной системой, т.к. предполагается транспортировка воды через распределительную сеть от источников или сооружений по производству воды до потребителя. В данном документе рассматриваются три варианта водопроводного водоснабжения: внутридомовые подключения (ВП), дворовые краны (ДК) и уличные водоразборные колонки (УК) – см. таблицу 3-1. Первые два варианта принадлежат к разряду индивидуальных подключений, а третий считается вариантом улучшенного общественного водоснабжения населенного пункта.

**Таблица 3.1 Терминология видов услуг по водоснабжению**

Водоснабжение посредством водопровода			Водоснабжение без водопровода	
Внутридомовые подключения	Кран во дворе	Колонка	Ручной насос	Источник, родник, ключ
Индивидуальные подключения		Улучшенное водоснабжение		

Выбор вариантов водоснабжения зависит от разнообразных факторов, ключевыми из которых являются :

- Наличие источника воды (с точки зрения мощности и качества) на небольшом расстоянии от населенного пункта /конечных потребителей ;
- Топография местности ;
- Плотность населения в населенном пункте ;
- Принятый уровень обслуживания (спрос на воду, тип подключения и т.д.) в зависимости от готовности и возможности населения платить за услуги ;
- Институциональные факторы, в частности вопросы ответственности .

### **Наличие ресурсов воды**

Выбор варианта водоснабжения с технической точки зрения существенно зависит от наличия защищенных /безопасных источников на территории или в непосредственной близости от зоны обслуживания . В большинстве сельских населенных пунктов водоснабжение главным образом осуществляется путем подъема подземных вод различными способами, каждый из которых имеет свои преимущества и свои недостатки . Прежде всего, учитывается возможность отказа от водоподготовки для подземных вод или применения относительно простой технологии очистки, которая чаще всего подразумевает лишь удаление железа .

Источники (ключи, родники) дороги в обустройстве и использовании . На дебет такого источника могут влиять сезонные колебания уровня воды, кроме того, существует риск их загрязнения из-за тонкого слоя почвы, прикрывающего источник .

Колодцы, вырытые или пробуренные вручную, подходят для водоносных горизонтов низкого залегания . Это преимущественно верхние слои грунта, тогда как скважины могут проникать в водоносные горизонты, расположенные в твердых породах и на большей глубине . Риск загрязнения водоносного горизонта уменьшается с увеличением глубины его залегания, но стоимость разработки увеличивается .

Вода в роднике /источнике и скважине может часть подвергаться бактериологическому загрязнению из-за плохой защиты источника воды . В большинстве случаев этого можно избежать за счет правильного строительства и обслуживания водозабора и соответствующего выбора источника, с учетом расположения источников его потенциального загрязнения, в частности необходимо решить проблему отвода сточных вод на площадке, находящейся вблизи источника .

Водоснабжение из поверхностных источников предлагается только в случае, если невозможны другие варианты, так как данный вариант требует предварительной водоподготовки, а также сопряжен с существенными затратами и сложностями, связанными с эксплуатацией станции очистки поверхностей воды. Сбор дождевой воды предусматривает забор воды находящейся в гидрологическом цикле для целей водоснабжения (во время или сразу после дождя) и ее хранение под контролем пользователей, предотвращая воде «утекать», испаряться или накапливаться естественным образом в грунте или естественных водных объектах.

Сбор дождевой воды в данном документе предполагает лишь улавливание атмосферных осадков с крыш. Такой способ улавливания дождевой воды может оказаться затрудненным в местностях с холодным климатом или местах с сильным загрязнением воздуха.

### **Топография**

Расположение водного источника и топография местности часто оказывают существенное влияние на выбор и расположение системы водоснабжения и водоотведения, особенно, если рассматриваются самотечные и напорные системы или их комбинация. Самотечные системы менее дорогостоящие, учитывая стоимость обслуживания на протяжении срока их службы.

### **Плотность населения в поселке / деревне**

Плотность населения часто определяет выбор технологии водоснабжения. Зачастую это трубопроводное водоснабжение на основной территории населенного пункта и более простые технологии на окраинах. Вариант водоснабжения часто зависит от выбранной системы сбора и отведения стоков.

### **Принятый уровень обслуживания**

Уровень обслуживания, принятый потребителями или органами власти, очень важен не только в отношении общих капитальных затрат, но и в отношении ежегодных затрат на эксплуатацию и обслуживание. Если выбор уровня обслуживания не основан на показателях платежеспособности потребителей, то он не будет устойчивым в долгосрочной перспективе. Более того, высокий уровень обслуживания в сфере водоснабжения часто подразумевает водоотведение за пределы территории.

### **Институциональные факторы**

Водоснабжение часто является общественно значимой проблемой, поскольку качество воды, предназначенной для потребления людьми, должно соответствовать определенным стандартам. В некоторых случаях, выбор вариантов водоснабжения осуществляется без учета готовности и возможности потребителей платить за предлагаемый уровень услуг. Поэтому необходимо с ответственностью подходить к обеспечению качества воды, с тем, чтобы избежать негативного воздействия на здоровье потребителей.

### 3.1.2 Спрос на воду

Спрос на воду может быть выражен в среднем показателе водопотребления в литрах на душу населения в сутки, в м<sup>3</sup>/час и м<sup>3</sup>/сутки. Оценка настоящего и будущего спроса на воду имеет большое значение для проектирования систем водоснабжения, особенно с использованием водопровода. Спрос на воду (водопотребление) зависит от применяемой технологии и расстояния «до крана». Другим фактором являются рекомендации по проектированию, которые зависят от типа потребления, инженерных стандартов, безопасности и т.д.

### 3.1.3 Варианты водоснабжения

Для описания и оценки были выбраны следующие варианты водоснабжения:

- Сбор дождевой воды;
- Защищенные колодцы;
- Защищенные источники/родники с установленным краном;
- Скважины с ручными насосами;
- Защищенные родники с самотечной системой и резервуаром для хранения;
- Скважины с погружными насосами с водопроводом, с системой водоподготовки и резервуаром для хранения и без таковых;
- Поверхностные водозаборы с самотечным водопроводом, с системой водоподготовки и резервуаром для хранения и без таковых;
- Поверхностные водозаборы с напорной системой, с системой водоподготовки и резервуаром для хранения и без таковых.

Точная стоимость каждой технологии зависит от ряда местных особенностей и условий, таких как расстояние между источником сырой воды и населенным пунктом, плотность населения, глубина залегания подземных/грунтовых вод, спрос на воду (л/ч/сут) и т.д. В целом можно сказать, что первые три системы (без трубопровода) дешевле трубопроводных систем. Использование поверхностных вод, требующих полной предварительной подготовки, если забор не производится из «защищенного» источника и не подается через напорный трубопровод, часто является более дорогим вариантом.

## 3.2 Технологии

Далее представлено подробное описание технологий водоснабжения, перечисленных в разделе 3.1.3, в следующем порядке: краткое представление, опыт применения, Эксплуатация и техническое обслуживание, ожидаемый срок службы, стоимость и заключительные выводы.

### 3.2.1 Сбор дождевой воды с крыш

#### Описание

Сбор дождевой воды с крыш жилых домов, школ и прочих зданий, осуществляется посредством водосточных желобов (выполненных из дерева, оцинкованного железа или ПВХ), по которым воды стекает в один или несколько емкостей/резервуаров: от обычных

бочек до больших баков-накопителей. При правильном проектировании, устройства для отвода загрязненных стоков или приставные водосточные трубы установлены таким образом, чтобы во время дождя первые 20 литров дождевой воды (содержащие пыль, листья, насекомых и птичий помет) не попадали в водосборные емкости. Иногда стекающая вода до попадания в резервуар проходит через небольшой фильтр, состоящий из гравия, песка и древесного угля. Вода из накопительного резервуара может извлекаться через кран, с использованием ручного насоса, или ведра и веревки.

Абсолютный максимум, который можно собрать с крыш, в среднем составляет:

Объем воды ( $\text{м}^3/\text{мес.}$ ) =  $1/1000 \times$  среднемесячное количество осадков (мм в мес.)  $\times$  коэффициент стока  $\times$  площадь крыши ( $\text{м}^2$ ). Для приблизительных подсчетов может быть использован коэффициент стока равный 0,8.

### **Опыт применения**

Могут возникать ситуации (обусловленные частотой выпадения осадков в данной местности и площадью крыши), когда в резервуарах не будет накапливаться достаточно воды, для того, чтобы удовлетворить нужды, аналогичные существующим в домах с другими видами водоснабжения. При таких обстоятельствах, необходим поиск компромиссных решений, таких как сокращение нормы водоснабжения или наличие запасных вариантов.

В случае отсутствия устройства для смыва загрязненных стоков, хозяину или представителю соответствующих служб приходится каждый раз после начала дождя сливать первые 20 литров. Полностью автоматизированные устройства для смыва загрязненных стоков не очень надежны. Забор воды из резервуара осуществляется посредством трубопроводной системы, откачивания или с использованием ведра. Из гигиенических соображений, первые два метода являются более предпочтительными. До начала сезона, когда могут идти дожди, необходимо проверить состояние всей системы на наличие дыр и поврежденных участков и выполнить необходимые ремонтные работы. Затем систему необходимо периодически проверять, очищать по мере загрязнения и в случае отсутствия дождя более чем в течение 1 месяца. Фильтры следует чистить один раз в течение нескольких месяцев, песок – промывать не реже одного раза в полгода, внешнюю поверхность резервуаров-накопителей необходимо подкрашивать раз в год. Также необходимо регулярно устранять утечки, особенно это касается текущих кранов и протекающих емкостей, поскольку они могут представлять риск для здоровья. В некоторых случаях также может понадобиться подхлорирование воды.

Если резервуар закрыт негерметично, он может стать средой для размножения комаров, которые в некоторых регионах становятся разносчиками такой опасной болезни как малярия, а также стать причиной протечки крана, установленного на резервуаре, и создать проблемы при использовании ручных насосов.

Самая чистая вода стекает с черепичных и железных крыш. Не рекомендуется собирать воду с рубероидных крыш, т.к. существует опасность попадания в воду фенола и других органических соединений, которые ухудшают вкус воды. Приемлемость использования воды крыш может зависеть от индивидуального восприятия вкуса воды.



## Ожидаемый срок службы

При правильной конструкции и хорошем качестве используемых материалов средний период использования такой системы составляет 15 лет .

## Эксплуатация и техническое обслуживание

Все работы по эксплуатации и обслуживанию данной системы могут производиться пользователями самостоятельно .Для крупного ремонта ,например починки сломанной крыши или резервуара ,обычно вызываются мастера с соответствующими навыками и набором инструментов и материалов .

Периодические затраты на покупку необходимых материалов и запчастей очень незначительны .В большинстве случаев они считаются даже минимальными .Но при этом не следует забывать об опасности коррозии металлических крыш ,водосточных желобов ,баков-накопителей и пр .

Так как собираемой таким образом воды может не хватить для удовлетворения всех потребностей в определенное время года ,следует продумать о других источниках воды или использовании традиционных методов водоснабжения в такие периоды .Финансовые возможности домохозяйств и отдельных населенных пунктов обычно не позволяют покрыть затраты на инвестиции ,необходимые для установки резервуара и оборудования крыши .

## Стоимость

Основную долю расходов на организацию системы сбора дождевой воды с крыш составляют приобретение резервуара-накопителя ,объем которого зависит от периодичности дождя и необходимого количества воды .Железобетонные резервуары в Африке стоят примерно 30-50 ЕВРО за м<sup>3</sup> .Далее в таблице приведена общая стоимость из расчета на одну семью состоящую из 6 человек :

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	300	6	20
<b>Стоимость на человека</b>	50	1	3.3

## Заключение

Сбор атмосферных осадков с крыш является относительно дешевым вариантом ,но его применимость зависит от количества осадков ,и может рассматриваться в качестве дополнения к основной системе водоснабжения .

### 3.2.2 Защищенные колодцы

#### Описание

Защищенный колодец – это колодец, вырытый вручную или при помощи механизмов. Он включает следующие компоненты:

- Бетонный фартук;
- Подпорная стена из кирпича, камня или бетона (облицовка части колодца, находящейся над землей), сооруженная на высоте, удобной для отбора воды;
- Облицовка, предотвращающая разрушение колодца.

Одним из основных условий безопасности колодезной воды является недопущение попадания в колодец поверхностных вод, хранения или разлива загрязняющих веществ в непосредственной близости от колодца, проникновения животных в "охранную зону" колодца.

Облицовка части колодца между уровнем земли и уровнем воды выполняется при помощи железобетонных колец, каменной, кирпичной или бетонной кладки, что предотвращает колодец от разрушения. Облицовка колодца ниже уровня воды должна обеспечивать проникновение грунтовых вод в колодец и поэтому обычно перфорируется небольшими отверстиями, или состоит из материалов (например, водопроницаемого бетона) отличных от материалов, использованных для облицовки колодцев выше уровня грунтовых вод.

Осадка опускного колодца – это метод безопасного углубления колодца (колец колодца) в нестабильном грунте. Он также может применяться в устойчивых грунтах, и наиболее эффективен, если осуществляется до начала эксплуатации и возможного появления проблем, связанных с нестабильностью. Помимо обеспечения эффективного, долговременного, приемлемого с точки зрения затрат облицовочного материала, это позволяет укрепить ствол колодца и защитить рабочих и сам колодец во время земляных работ от обсыпания грунта.

Пролитая (разлитая) вода, образующаяся при пользовании колодцем, должна уходить по отстойке от колодца через дренаж, заполненный крупными камнями.

Качество конечного результата, однако, зависит от наличия необходимых технических устройств и оборудования, качества осадки колец колодца и навыков землекопов.

Диаметр колодца обычно должен быть не менее 1 метра.

#### Опыт применения

Строительство колодцев наиболее часто применимый способ для забора грунтовых вод, в том случае если уровень подземных вод и их качество позволяют производить отбор.

Глубина колодцев обычно составляет от нескольких метров до 10-15 метров (в пустынях до 50 м). Объемы извлекаемой воды зависят от типа водоносного горизонта и глубины расположения уровня подземных вод.

По причине большого диаметра, колодцы могут использоваться там, где нет возможности использовать насосы. При правильном проектировании, вместо ручных насосов могут использоваться ворот, поршневые насосы и прочие простые технические решения.

Туалеты и источники загрязнения должны располагаться не ближе, чем за 30 м от колодца, в противном случае, как показывают гидрогеологические исследования, это создает угрозы для безопасности воды в колодце.

### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

Строительство колодцев позволяет развивать предпринимательскую активность на местном уровне, благодаря очень низким капитальным затратам. Поскольку этот вариант довольно легко тиражируется, существует возможность контроля результатов проекта.

Техническое обслуживание включает:

- Ежедневную проверку и удаление мусора из колодца (для предотвращения загрязнения и несчастных случаев рекомендуется накрывать колодцы);
- Чистку бетонного фартука /отмостки;
- Проверку ограждения и дренажа, ремонт и очистка при необходимости;
- Необходимый ремонт и дезинфекция, если требуется.

Техническое обслуживание может осуществляться пользователями колодца или, например, мастером, ответственным за данный вид работ. Крупный ремонт может потребовать квалифицированной рабочей силы, т.е. привлечения бригады мастеров.

### **Ожидаемый срок службы**

Ожидаемый срок службы современного колодца составляет не менее 25 лет, с учетом применения ручного насоса. Срок службы самого колодца – около 50 лет.

### **Стоимость**

Стоимость строительства колодца на глубину 15 метров, оборудованного ручным насосом, по оценкам составляет 3850 ЕВРО.

Колодец с хорошим дебитом 5 м<sup>3</sup>/сут. может обслужить до 100 человек в сутки при потреблении воды 50 л/чел/сут., или примерно 10-20 домов.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	3850	77	154
<b>Стоимость на человека</b>	39	0.8	1.54

Примечание : колодец на 100 человек , 50 л /чел /сут .

### **Заключение**

Современный колодец – это надежный , проверенный временем способ водоснабжения , при условии соблюдения границ охранной зоны , использования высококачественных материалов и квалифицированной рабочей силы . Колебания уровня грунтовых вод является важным фактором , влияющим на глубину колодца и объем водоотбора .

### **3.2.3 Скважины с ручными насосами**

#### **Описание**

Ручной насос обеспечивает базовый уровень обслуживания , но имеет преимущество перед защищенным родником , заключающееся в том , что может быть установлен в любом удобном для пользователей месте , при определенных ограничениях . Система достаточно недорогая и проста в обслуживании . Основным недостатком ее является необходимость регулярного технического обслуживания и наличие риска загрязнения при неправильном строительстве и ненадлежащем обслуживании .

Данная технология включает следующие конструкции :

- Скважина , пробуренная с использованием механических приспособлений или вручную , например при помощи шнекового бура (или колодец с ручным насосом , см . раздел 3.2.2);
- Ручной насос и платформа ;
- Соответствующие сооружения на объекте .

Технология предусматривает два варианта , в зависимости от способа водозабора :

- 1 Ручной насос в колодце , пробуренном вручную , например шнековым буром ;
- 2 Ручной насос в скважине .

Данные варианты не являются полностью взаимозаменяемыми ; выбор технологии делается с учетом технических и экономических условий .

### **А ) Колодцы ,пробуренные вручную**

Колодцы ,пробуренные вручную ,часто имеют глубину примерно до 20 м в зависимости от типа бурового устройства .Законченный колодец оборудован сетчатым фильтром на уровне водоносных пластов и загерметизирован на оставшуюся высоту .Сетчатый фильтр обсыпан фильтром из гравия ,а обсадная труба засыпкой из грунта или глины .

Санитарная изоляция между обсадной трубой и постоянным грунтом вокруг расположена над гравийным фильтром и ниже уровня земли ,с тем ,чтобы предотвратить загрязнение водоносного горизонта водой с поверхности земли ,а также верхними водоносными слоями (верховодкой ) .

Вокруг и над колодцем устанавливается литая железобетонная платформа ,на которой крепится ручной насос .Платформа имеет откосы в стороны от ручного насоса ,для того чтобы переливы воды могли стекать в грунт в сторону от насоса .

### **В ) Скважина**

Глубина скважины составляет от 30 до 130 метров (обычно от 60 до 100 м ).Законченная скважина ,как правило ,имеет обычную обсадку верхней части через рыхлые или малодобитные верхние слои грунта и оборудована фильтром /сеткой на уровне водоносных горизонтов .

Скважина ,пробуренная при помощи механизированной буровой установки ,может быть приемлемым вариантом на территориях с мощными водоносными горизонтами .

Санитарная изоляция между обсадной трубой и постоянным грунтом вокруг расположена ниже уровня земли с тем ,чтобы предотвратить загрязнение водоносного горизонта поверхностными водами .

Вокруг и над скважиной устанавливается литая железобетонная платформа ,на которой крепится ручной насос .Платформа имеет откосы в стороны от ручного насоса ,для того чтобы переливы воды могли стекать в грунт в сторону от насоса .

### **Ручные насосы**

В мире существует множество типов ручных насосов .Наиболее часто применимые типы насосов включают :

- Низконапорные насосы (применяются при уровне подземных вод мене 7 метров ниже уровня земли ) ,
- Насосы прямого действия (для подъемов более 25 м );
- Возвратно-поступательные насосы для глубоких скважин (ниже 45 м ) .

Насосы регулируются к условиям низкого ,нормального и высокого подъема при помощи различных рычагов и т д .,но в целом принцип их работы одинаков .

Для ручных насосов применяются трубы из оцинкованного железа ,нержавеющей стали или ПВХ/ПЭ .Цилиндры насосов выполнены из нержавеющей стали ,стали ,ПВХ и стеклопластика .

Производительность ручных насосов от 0,5 до 2 м<sup>3</sup>/час или от 5 до 30 л/мин., в зависимости от глубины подъема и типа насоса.

### **Необходимые сооружения на объекте**

Участок, на котором установлен ручной насос, должен быть огорожен от проникновения животных. Вокруг скважины необходимо устроить откосы на расстоянии 3 м, в связи с этим может потребоваться перепланировка территории до нужного уровня.

Установка ручного насоса требует организации приемлемой дренажной системы для отвода переливов воды от площадки с насосом и прилегающего участка земли, для того, чтобы избежать застаивания воды и поддержания чистоты на участке. Через дренажное устройство вода может поступать в естественный водоток, в канаву, в огород или сад.

### **Опыт применения**

Применение ручных насосов является относительно дешевым вариантом улучшения качества потребляемой воды в сельских территориях. Тем не менее, следует помнить, что от выбора вариантов строительства скважины, типа ручных насосов и их последующего обслуживания существенно зависят эксплуатационные затраты и стоимость замены. Кроме того, важно изучить наличие запасных частей, особенно это касается сифонов и поршней насосов.

### **ЭиТО**

Варианты эксплуатации и технического обслуживания ручного насоса главным образом зависят от институциональных условий. Если ручной насос используется для водоснабжения участка, находящегося в коллективной собственности, деревни или группы домов, как правило, трудно найти ответственных за техническое обслуживание сооружений. Если насос установлен на участке земли, находящемся в частной собственности, ответственность за ЭиТО соответствующих сооружений лежит на собственнике данного участка, что является определенным залогом адекватного технического обслуживания.

### **Ожидаемый срок службы**

Ожидаемый срок службы всех компонентов системы составляет 15-30 лет, при этом долговечность основных элементов может быть следующей:

- Скважина : 30 лет ;
- Ручной насос : 15 лет ;
- Площадка /платформа : 20 лет ;
- Сооружения на объекте : 20 лет .

### **Стоимость использования скважины, построенной посредством механического бурения**

В таблице ниже представлен расчет капитальных и периодических затрат, связанных с упомянутыми вариантами использования ручных насосов.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО/год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	14875	279	744
<b>Стоимость на человека</b>	149	3	7

Примечание : рассчитано на 100 человек (глубина – 40 и , потребность – 10 м<sup>3</sup>/сут )

## **Заключение**

Применение ручных насосов является достаточно приемлемым и испытанным вариантом улучшения децентрализованного водоснабжения в сельских территориях . При этом установка ручных насосов на участках коллективной собственности требует , чтобы потребители были непосредственно заинтересованы в выборе такого варианта и взяли на себя ответственность за эксплуатацию и техническое обслуживание системы .

### **3.2.4 Защищенные родники**

#### **Описание**

Родник – это участок земли , где грунтовые воды выходят на поверхность естественным образом . Водоснабжение с использованием родника обычно осуществляется через систему самотечных водопроводов . Водоснабжение из родника может обеспечить достаточно высокое качество подаваемой воды , если позволяет его дебит . Кроме того , строительные работы не требуют больших затрат .

Родники бывают как локально выходящими (текущими вдоль склона) , так и просачивающимися источниками (т.е. вода просачивается из грунта на большой площади) . Защищенный родник может иметь специально установленный короб (вода собирается в резервуар) или не иметь такового (в таких случаях строится откосная стенка оголовка для сбора воды) . В данном случае под защитой понимается защита родника непосредственно на месте его образования , а также меры по предотвращению загрязнения воды на водосборной территории .

Установка короба целесообразна в тех местах , где требуется отстаивание воды и ее хранение , а также в тех случаях , если где пиковый спрос превышает дебит . Это облегчает защиту родника , но при этом его обустройство становится более затратным .

#### **Опыт применения**

Использование родников для водоснабжения при наличии или отсутствии самотечного водопровода (или напорного трубопровода) является надежным вариантом , если производимые объемы и качество воды (охрана инфильтрационной зоны) позволяют удовлетворить существующий спрос . Основными недостатками являются риск загрязнения

и возможность сезонного колебания производительности, засорение труб, утечки воды и другие, часто встречающиеся проблемы.

Необходимо, чтобы вода из родника все время была проточной для того, чтобы избежать смещения места водовыпуска.

### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

ЭиТО родника включает предотвращение загрязнения, очистку/промывку короба, контроль качества воды. Текущие расходы обычно очень низки и включают в основном затраты на оплату труда и проверку качества воды.

### **Ожидаемый срок службы**

Срок использования родника зависит от его специфических особенностей и качества работ по его обустройству. Можно ожидать, что родник будет служить 40–50 лет. Тем не менее, период нормальной эксплуатации может быть сокращен из-за колебаний минимального расхода.

### **Стоимость**

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при использовании защищенного родника для водоснабжения.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО/год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО/год</b>
<b>Общая стоимость</b>	5317	106	133
<b>Стоимость на человека</b>	53	1	1,3

Примечание: рассчитано на 100 человек

### **Заключение**

Защищенный родник при стабильном минимальном расходе является идеальным источником для организации водоснабжения водой хорошего качества при минимальных расходах.



### **3.2.5 Трубопроводная система с использованием защищенного родника с самотечным водоснабжением**

#### **Описание**

Система водоснабжения, основанная на использовании защищенного родника, обычно включает самотечный водопровод (транспортировка воды), систему распределения, один или несколько резервуаров и точки подключения потребителей в виде водоразборных колонок, кранов на участках и внутридомовых подключений. Как правило, вода не требует очистки, а если водоподготовка все же требуется, то соответствующие сооружения располагаются на достаточно высокой точке для того, чтобы использовать преимущество гравитационной подачи воды.

#### **Опыт применения**

Трубопроводная система для самотечной доставки родниковой воды является относительно дешевой, при не очень большой длине водопровода. При большой геометрической разнице высотных отметок между источником и районом водоснабжения, необходимо устанавливать резервуары гашения напора (разрыва струи) для избегания порывов трубопроводов и избыточного напора у потребителей. Такие резервуары часто выполнены из бетона.

Самотечная система, посредством которой вода подается в несколько деревень/поселков, должна быть правильно спроектирована. Она также требует соответствующей организационно-институциональной структуры.

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

Текущие расходы на приобретение материалов и запасных частей незначительны, эксплуатационные затраты также минимальны, при правильном проектировании системы и высоком качестве строительных работ.

Единственным, довольно часто встречающимся недостатком данной системы, является проблема с техническим обслуживанием источника, в случае если он расположен далеко от зоны обслуживания.

#### **Ожидаемый срок службы**

Ожидаемый срок службы всех компонентов системы – 30-50 лет. Длительность использования отдельных компонентов:

- Родник – 25-30 лет;
- Транспортный трубопровод – 40-50 лет, в зависимости от топографии местности и т.д.;
- Распределительный трубопровод – 40-50 лет, в зависимости от материала труб и т.д.;
- Резервуар – 30-50 лет.

## Стоимость

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта .

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	1,304,242	26,805	32,606
<b>Стоимость на человека</b>	261	5	7

Примечание : рассчитано на 5000 человек , в среднем 108 л /чел /сут , транспортная магистраль – 1000 м , распределительный трубопровод – 20 км , резервуар , 20% УК , 40% ДК , 40% ВП – без очистки . 100 жит /км<sup>2</sup> на основной территории и 40 на остальной части территории .

## Заключение

Защищенный родник с самотечной системой водоснабжения является относительно дешевым и надежным вариантом , не требующим больших текущих расходов .

### 3.2.6 Трубопроводная система со скважинами и погружными насосами

#### Описание

Система водоснабжения , основанная на использовании подземных вод , включает , как правило , несколько скважин различной глубины с оголовками , водопроводную магистраль (трубопровод) , станцию водоподготовки (если необходимо) , один или несколько резервуаров , распределительную сеть , участки подключения потребителей (водоразборные колонки , краны во дворах и внутридомовые подключения) . Подземные воды без предварительной очистки перекачиваются либо непосредственно в распределительную сеть , либо в резервуар . При необходимости водоподготовки воды , требуется насосная установка 2-го подъема для подачи очищенной воды при соответствующем напоре потребителям .

#### Опыт применения

Подземные воды , как правило , являются надежным источником водоснабжения , который располагается рядом с зоной обслуживания . Подземные воды обычно характеризуются повышенным содержанием железа , которое необходимо удалять . Водоподготовка в условиях сельских территорий может быть затруднена в связи со сложностями в техническом обслуживании , а также с затратами на строительство и эксплуатацию установок . Забор подземных вод должен осуществляться при стабильном энергоснабжении или наличии резервуара достаточного объема .

Качество подземных вод ,как правило ,выше качества поверхностных вод рек и ручьев .

Очистка воды может осуществляться различными способами ,например ,с применением напорных (стальных резервуаров ) и безнапорных фильтров .Использование напорных фильтров может осуществляться только квалифицированным персоналом и на 100% зависит от стабильности энергоснабжения .

### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

Затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание соответствующих сооружений относительно высоки ,при этом большая часть эксплуатационных расходов приходится на энергоснабжение .Объемы потребления энергии зависят от необходимой высоты подъема воды (зависит от уровня подземных вод и топографии местности ).

### **Ожидаемый срок службы**

Ожидаемый срок службы всех компонентов системы составляет 30-50 лет ,при этом срок службы отдельных ее компонентов следующий :

- Скважина –30 лет ;
- Погружные насосы –10-15 лет ;
- Резервуары – 30-50 лет ;
- Трубопроводная сеть– 40-50 лет ,в зависимости от качества материалов и работ ;
- Распределительный трубопровод –40-50 лет ,в зависимости от материалов труб ;
- Станция водоподготовки – 35-40 лет ;
- Водоразборная колонка ,кран на участке и внутримановое подключение –20 лет .

### **Стоимость**

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта .

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	1 309 885	45 763	32 747
<b>Стоимость на человека</b>	262	9	7

Примечание :рассчитано на 5000 человек ,в среднем 108 л /чел./сут .,транспортный водовод –500 м ,распределительная сеть –20 км ,резервуар ,20% УК ,40% –краны во дворах ,40% ВП – без очистки .

## **Заключение**

Система трубопроводного водоснабжения из подземных источников является надежной при стабильном качестве воды. Однако инвестиционные и эксплуатационные затраты выше, по сравнению с безнапорными вариантами.

### **3.2.7 Трубопроводная безнапорная система водоснабжения из поверхностных источников**

#### **Описание**

Трубопроводная безнапорная система водоснабжения из поверхностных источников является дешевой, но основной проблемой является качество сырой воды, которое зависит от типа источника и типа водозабора. Предпочтительным вариантом являются чистые горные водотоки. Кроме того, целесообразно изучить возможности использования инфильтрационных галерей.

Очистка поверхностных вод может осуществляться различными способами, с учетом качества сырой воды. В сельских территориях для очистки поверхностных вод традиционно используются гравитационные песчаные фильтры (ГПФ) – предварительная очистка, коагуляция/флокуляция, осаждение, фильтрация и дезинфекция. Этот вариант является дорогостоящим для небольших деревень и поселков, и не рекомендуется, если у жителей нет желания и возможностей осуществлять управление и эксплуатацию этой довольно сложной в технологическом отношении системы.

При использовании данной модели гравитационного песчаного фильтра, может быть выбран традиционный вариант очистки. Например, если мутность воды выше 25–30 градусов, то перед медленной фильтрацией требуется предварительная очистка.

#### **Опыт применения**

Система трубопроводного безнапорного водоснабжения, основанная на поверхностных источниках, является приемлемой, если качество воды позволяет не производить традиционную очистку, так как она «не по карману» малым населенным пунктам.

Гравитационные песчаные фильтры работают при постоянном расходе, скорость которого составляет 0,1 – 0,3 м/ч.

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

Затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание относительно невысоки, если используются только гравитационные песчаные фильтры. ГПФ требуют специальных процедур эксплуатации и обслуживания, но текущие расходы в основном включают оплату труда мастера.

#### **Ожидаемый срок службы**

Ожидаемый срок службы всех компонентов системы составляет 30–50 лет. Срок службы отдельных компонентов может составлять:

- Водозабор – 50 лет ;
- Резервуары – 30-50 лет ;
- Трубопроводная сеть – 40-50 лет , в зависимости от качества материалов и работ ;
- Распределительный трубопровод – 40-50 лет , в зависимости от материалов труб т д .;
- Установка водоподготовки – 35-40 лет ;
- Водоразборная колонка , кран на участке и внутридомовое подключение – 20 лет .

### Стоимость

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта .

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	1 579 551	42 420	39 489
<b>Стоимость на человека</b>	316	8	9

Примечание : рассчитано на 5000 человек , в среднем 108 л /чел./сут ., транспортный трубопровод – 1000 м , распределительный трубопровод – 20 км , резервуар , 20% УК , 40% – краны во дворах , 40% ВП – очистка с использованием гравитационных песочных фильтров .

### Заключение

Система безнапорного водоснабжения из поверхностных источников является надежной при условии надлежащего проектирования сооружений и применения предварительной очистки воды . Традиционная очистка является дорогостоящей для небольших деревень и поселков , и поэтому не рекомендуется .

### 3.2.8 Система водоснабжения с применением напорных трубопроводов из поверхностных источников

#### Описание

Принцип работы системы водоснабжения с применением напорных трубопроводов из поверхностных источников примерно такой же , как и у системы безнапорного водоснабжения , описанной выше . Разница заключается лишь в том , что вода подается насосами , а не поступает самотеком .

#### Опыт применения , Эксплуатация и техническое обслуживание сооружений

При использовании системы водоснабжения через напорные трубопроводы инвестиционные затраты и затраты ЭиТО возрастают .

## Ожидаемый срок службы

Такой же, как у сооружений самотечной системы.

## Стоимость

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	2 103,752	85,049	52,594
<b>Стоимость на человека</b>	421	17	11

Примечание: рассчитано на 5000 человек, в среднем 108 л/чел./сут., транспортный трубопровод – 1000 м, распределительный трубопровод – 20 км, резервуар, 20% УК, 40% – краны во дворах, 40% ВП – традиционная очистка.

## Заключение

Снабжение потребителей водой из поверхностных источников по напорным трубопроводам может быть единственной технологией, которую можно рекомендовать, но эта технология не является предпочтительной для небольших деревень и поселков. Необходимо изучить другие варианты.

### 3.2.9 Очистка воды

В данном случае выбраны следующие технологии очистки воды:

- Гравитационные песчаные фильтры (ГПФ);
- Скорые фильтры для грунтовых вод;
- Традиционный метод очистки поверхностных вод.

#### Гравитационные песчаные фильтры (медленные фильтры)

##### Описание

Гравитационный песчаный фильтр (ГПФ) состоит из слоя фракционированного песка, располагающегося на слое гравия. Эта загрузка фильтра заключена в короб с отверстиями с двух сторон, через которые проходит вода, при работе в нисходящем самотечном режиме. Процесс фильтрации представляет собой естественную, биологическую очистку воды, применяемую для удаления твердых частиц, осадений, грязевых примесей (мутности) и в некоторых случаях бактерий, являющихся причиной неприятного вкуса и запаха воды.

ГПФ функционирует по принципу комбинации биологического действия, адсорбции и процеживания. ГПФ состоит из следующих элементов:

- Впускные устройства и корпус фильтра;
- Фильтр, состоящий из поддерживающего слоя и слоя мелкого песка;
- Дренажная система;
- Выпускные устройства.

При наличии большого количества взвешенных веществ (ВВ), перед ГПФ можно использовать резервуар-отстойник или горизонтальный фильтр предварительной очистки (ГФПО)<sup>2</sup> для удаления более крупных частиц. ГПФ обычно предусматривает очень низкую скорость фильтрации – от 0,1 до 0,3 м/час ( $\text{м}^3/\text{м}^2/\text{час}$ ). Фильтрующая загрузка обычно состоит из слоя мелкого песка толщиной 1 метр, над которым находится вода (1 м) для обеспечения фильтрации потока через фильтр. Верхний слой фильтрующего песка часто называется "schutzdecke". В нем бактерии и микроорганизмы размножаются и образуют фильтрующий слой, улучшающий качество воды. Этот верхний слой необходимо удалять при падении напора до определенного уровня, поэтому предпочтительно иметь несколько фильтров. После обработки на фильтрах необходимо осуществлять дезинфекцию воды.

### **Опыт применения**

ГПФ широко используются во всем мире для очистки поверхностных вод. При мутности исходной воды свыше 10-20 градусов, перед ГПФ рекомендуется установить фильтр дополнительной очистки. Недостатком использования ГПФ является необходимость наличия большого участка земли для обеспечения значительных объемов очищаемой воды, т.к. скорость фильтрации очень мала по сравнению со скорыми фильтрами.

### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

ГПФ прост в эксплуатации и обслуживании. Необходимо, главным образом, контролировать процесс фильтрации и периодически менять песчаную загрузку.

### **Ожидаемый срок службы**

Ожидаемый срок службы всей установки – 30 лет.

### **Стоимость**

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта.

---

<sup>2</sup> В горизонтальном фильтре предварительной очистки (ГФПО), скорость фильтрации составляет от 0,3 до 1,5 м/ч. Длина фильтра зависит от мутности сырой воды. Периодически производится очистка фильтра быстрым потоком воды, что позволяет удалять накопленные частицы из загрузки фильтра. Гидравлическая очистка фильтра является залогом долговременной эксплуатации ГФПО. Мутность воды может быть снижена на 70-90%, а в некоторых случаях до 98%, в зависимости от свойств сырой воды. ГФПО имеет простую конструкцию, что позволяет использовать имеющиеся материалы и навыки местных специалистов для эксплуатации. ГФПО не требуют ни механических деталей, ни реагентов.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	125,713	2,514	4,190
<b>Стоимость на человека</b>	35	0,5	0,8

## **Заключение**

Применением ГПФ является относительно дешевым вариантом очистки, по сравнению с традиционной очисткой поверхностных вод.

## **Скорые фильтры для грунтовых вод**

Выбраны следующие технологии очистки подземных вод:

- Безнапорные скорые фильтры;
- Напорные фильтры.

## **Описание**

**Безнапорные фильтры** Безнапорные фильтры наиболее часто применяются для очистки подземных вод, а именно удаления железа, марганца и аммония. Марганец создает примерно те же проблемы, что и железо, но оба эти вещества не причиняют серьезного вреда здоровью при нормальной концентрации в воде. Аммоний может вызвать размножение бактерий в трубопроводной сети и увеличить коррозию.

Железо<sup>3</sup> в воде, подаваемой потребителю, может причинять эстетический дискомфорт и создавать проблемы для эксплуатации системы (неприятный привкус, изменение цвета воды, образование ржавчины, отложения в распределительной системе), что приводит к нежелательным последствиям и возникновению высокой мутности.

Безнапорный скорый фильтр может состоять из следующих компонентов:

- Входное отверстие, часто со ступенчатой открытой аэрацией, когда вода падает со ступенек;
- Камера реакции перед песчаными фильтрами;
- Песчаные фильтры (предварительный фильтр или фильтр доочистки, в зависимости от концентрации железа – обычно при концентрации более 2 – 3 мг/л требуется двойная

---

<sup>3</sup> В анаэробных подземных водах (обычно с очень небольшим содержанием кислорода), железо обычно присутствует в растворимой форме (II). Растворимое железо (II) сначала окисляется, образуя нерастворимое железо (III) посредством аэрации или химического окисления, а образованные хлопья впоследствии удаляются при прохождении через скорый песчаный фильтр.



фильтрация – аммоний требует больше кислорода, чем железо (3,7 мг O<sub>2</sub> на мг/л аммония, против 0,14 мг O<sub>2</sub> на мг/л железа (II));

- оборудование для обратной промывки.

Скорость фильтрации – обычно около 4-7 м/ч.

**Напорные фильтры** Напорные фильтры выполнены в виде стальных резервуаров, в которых происходит фильтрация. Вода подается насосами в резервуары и аэрируется при помощи компрессоров, фильтрованная вода поступает в резервуар чистой воды. Весь процесс фильтрации происходит в стальных резервуарах, фильтрующий материал в которых такой же, как и у безнапорных фильтров, при этом скорость фильтрации обычно составляет 10-15 м/час.

### **Опыт применения**

Применение безнапорных фильтров является достаточно простой технологией, применяемой во всем мире. Требования по аэрации и состав фильтров зависят от концентрации железа, марганца и аммония. Загрузка фильтра, как правило, – просеянный песок.

Напорные фильтры требуют большего знания технологии и практического опыта, так как процесс фильтрации не виден и должен происходить при помощи сжатого воздуха (если перед фильтрами не производится аэрация).

### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

Безнапорные фильтры относительно просты в эксплуатации и обслуживании. Необходима только периодическая обратная промывка фильтров, которая может производиться автоматически.

Напорные фильтры должны обслуживаться опытным квалифицированным техническим персоналом.

### **Ожидаемый срок службы**

Ожидаемый срок службы всего фильтра – 45 лет для безнапорных и 35 лет для напорных фильтров.

### **Стоимость**

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	1 295,049	90,653	28,779
<b>Стоимость на человека</b>	259	18	5,8

## **Заключение**

Скорые безнапорные фильтры рекомендуется использовать для очистки подземных вод в сельских населенных пунктах, за исключением самых маленьких, поскольку они должны обслуживаться опытными техническими специалистами. Напорные фильтры могут использоваться только, если есть опыт применения аналогичных технологий в близлежащих городах или на промышленных предприятиях, и если уровень оплаты услуг приемлем для местного населения.

## **Традиционная очистка поверхностных вод**

### **Описание**

Принцип очистки поверхностных вод отличается от принципа очистки подземных вод по ряду причин. Поверхностные воды не имеют "естественной защиты", которую имеют грунтовые воды, за счет более высокой температуры, большего количества органических веществ, биогенных элементов (соединения азота и фосфора), и водорослей – при этом качественные показатели также зависят от водоисточника и сезонных колебаний. Очистка поверхностных вод может быть более сложной по сравнению с очисткой подземных вод, а в случае загрязнения водного объекта может потребоваться применение более сложных и современных технологий очистки.

Традиционная очистка, принятая в расчетах затрат, включает:

- Предварительную очистку с применением обработки реагентами (хлор, сульфат алюминия и пр. вещества, которые уничтожают микроорганизмы и улучшают процесс очистки). Реагенты добавляются в камере смешивания для обеспечения происхождения реакции с растворенными и взвешенными соединениями (коагуляция), после чего происходит процесс хлопьеобразования (для усиления процесса хлопьеобразования могут добавляться полимеры);
- Осаждение хлопьев в отстойнике;
- Фильтрацию отстоявшейся воды в фильтрующих слоях, состоящих из песка /гравия /антрацита, для удаления оставшихся примесей;
- Дезинфекцию /хлорирование в резервуаре чистой воды для предотвращения размножения бактерий в водопроводной сети.

### **Опыт применения**

Традиционная очистка поверхностных вод используется во всем мире, но обычно представляет определенные сложности при строительстве и техническом обслуживании

сооружений ,а также требует привлечения квалифицированного эксплуатирующего персонала ,поскольку изменения качества воды подразумевают частый отбор проб и корректировку состава и дозировки применяемых реагентов .

### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

Эксплуатация и техническое обслуживание сооружений традиционной очистки поверхностных вод должны осуществляться специально подготовленным квалифицированным персоналом .Эксплуатация сооружений более сложная ,по сравнению с простой очисткой подземных вод .В большинстве случаев затраты на ЭиТО более высокие .

### **Ожидаемый срок службы**

Ожидаемый срок службы всей установки – около 45 лет .

### **Стоимость**

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта .

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	546,716	43,737	12,149
<b>Стоимость на человека</b>	109	8,7	2,4

### **Заключение**

Традиционный метод очистки поверхностных вод не может быть применим в небольших деревнях и поселках ,поскольку он является технологически сложным ,дорогостоящим и требует привлечения квалифицированного персонала .

## 4 Технологии канализация

### 4.1 Введение

#### 4.1.1 Ключевые факторы, влияющие на выбор вариантов сбора и отведения стоков

Существует множество вариантов улучшенных канализационных систем – от простых выгребных ям до канализационных систем с современными очистными сооружениями.

Обычно канализационные системы подразделяются на две категории :

- Системы водоотведения на площадке (локальная канализация);
- Системы отведения стоков за пределы площадки.

Система сбора стоков на площадке подразумевает, что основные сооружения установлены непосредственно на земельном участке домохозяйства (или в непосредственной близости от него). Для сельских территорий, локальная канализация является предпочтительным вариантом с технической, финансовой и институциональной точек зрения, если такой вариант может быть применим в принципе. При локальном водоотведении, эксплуатация и техническое обслуживание сооружений осуществляется домовладельцами самостоятельно. Системы отведения стоков за пределы площадки более сложны и требуют четкой организации управления, а мероприятия по эксплуатации и обслуживанию сооружений более затратны. Однако использование локальной канализации имеет свои ограничения. Особенности грунтов и уровень грунтовых вод могут осложнить локальный сбор стоков или сделать его невозможным. Кроме того, ограничивающим фактором может быть высокая плотность населения, когда эксплуатация местной канализации также может представлять угрозу для окружающей среды, если забор воды осуществляется ниже по течению или на возможном пути эксфильтрации сточных вод.

При выборе наиболее подходящего варианта канализации для конкретной местности, следует рассматривать наиболее дешевый вариант, отвечающий санитарно-гигиеническим, социально-культурным критериям. Он должен быть приемлемым с финансовой, технической и институциональной точек зрения. На выбор технологии влияют многие факторы, некоторые из которых упомянуты выше. Ключевые факторы включают :

- Соответствующий уровень услуг по водоснабжению и водоотведению;
- Характеристика грунтов;
- Плотность населения;
- Проблемы коммунально-бытовых стоков;
- Институциональные факторы, в частности вопрос распределения ответственности;
- Социально-экономические факторы, в частности платежеспособность потребителей.

#### **Соответствующий уровень услуг по водоснабжению и водоотведению**

Приемлемость уровня обслуживания в области сбора и отведения стоков тесно связана с существующим уровнем услуг в области водоснабжения (см. табл. 4.1). Например, если потребители получают воду через водопровод непосредственно в дома, объемы водопотребления обычно более высоки, что подразумевает необходимость в такой системе,

которая могла бы справиться с отводом этих объемов (при наличии достаточного количества водных ресурсов), т.е. имеется в виду один из типов канализации, предусматривающий отведение сточных вод.

**Таблица 4-1 Соответствие уровня услуг водоснабжения и уровня услуг канализации**

Уровень обслуживания в сфере водоснабжения	Варианты уровня обслуживания в сфере канализации
Водопроводные краны в домах (внутридомовые подключения)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Централизованные системы водоотведения, предусматривающие отвод стоков за пределы территории</li> <li>• Местная канализация, предусматривающая отвод стоков</li> </ul>
Водоснабжение на участке (краны во дворах, отдельный кран, установленный внутри дома)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Централизованные канализационные системы, предусматривающие отведение стоков за пределы территории</li> <li>• Локальная канализация, предусматривающая отведение стоков</li> <li>• Локальная канализация, без системы водоотведения (выгребные ямы)</li> </ul>
Вода для санитарных нужд	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Централизованные канализационные системы, предусматривающие отведение стоков за пределы территории</li> <li>• Локальная канализация, без системы водоотведения (выгребные ямы)</li> </ul>

### **Характеристика почв и грунтов**

Применение местной канализации требует адекватных фильтрационных/поглочительных свойств грунтов. В странах ВЕКЦА существует большое разнообразие типов грунтов в сельских районах, нуждающихся в организации системы сбора и отведения стоков. Тем не менее, некоторые варианты (фильтрация) возможны только при определенном типе грунтов.

## Плотность населения

Система сбора стоков на площадке, по своим физическим параметрам, требует пространства, и, следовательно, относительно низкой плотности населения. Кроме того, охрана подземных вод – особенно, в случае наличия колодцев и скважин, – требует соблюдения минимального расстояния между сооружениями местной канализации и источниками водоснабжения. Третий вопрос, который следует учесть, – затраты. Системы отведения стоков за пределы территории являются относительно затратными для сельского населения. Одно из самых широких исследований, направленных на сравнение затрат при использовании традиционной системы отведения стоков, других типов водоотведения и систем канализации, не предусматривающих отведение стоков (выгребные ямы)<sup>4</sup>, проведенное в Северной Бразилии, показало, что при плотности населения более 160 чел./га, упрощенные (централизованные) системы канализации сравнимы по расходам или обходятся дешевле, чем варианты местной канализации.

Плотность населения в странах ВЕКЦА может очень сильно различаться, в зависимости от степени экономического развития и благоустройства конкретной территории, – от 20 до 300 и более чел./га в центральной части территории.

## Проблема серых стоков<sup>5</sup>

Бытовые сточные воды без фекальных вод, это стоки от мытья посуды, стирки, из ванн, бань и пр., т.е., так называемые, *серые стоки*. Они отличаются от другого типа бытовых стоков, которые содержат фекальные воды (*черные стоки*).

Семья, получающая воду только с отдельно стоящей колонки или посредством ручного насоса, образует серых стоков менее 10 л на человека ежедневно, тогда как объем сточных вод из домов, оснащенных различным сантехническим оборудованием, может составлять 200 и более литров на человека в сутки.

Специфика серых стоков существенно зависит от таких факторов как режим и рацион питания, используемые методы стирки одежды и мытья посуды, личная гигиена, наличие ванной комнаты и других удобств.

Существует несколько причин необходимости отделения серых стоков от черных стоков, содержащих фекальную составляющую. Прежде всего, возможна ситуация, при которой система местного сбора экскрементов не может принять большие объемы воды. В качестве альтернативы, серые стоки могут отводиться за пределы территории через трубопроводы небольшого диаметра, не предназначенные для сбора фекальных вод. Еще одной причиной может быть необходимость сокращения гидравлической нагрузки на септики, за счет отдельного отведения серых стоков.

Отведение/удаление бытовых вод, не содержащих фекальную составляющую, осуществляется различными способами. Часто их просто выливают на землю во дворе или

---

<sup>4</sup> «Проектирование канализационных коллекторов неглубокого заложения», Sinnathamby 1986, UNCHS, Habitat

<sup>5</sup> Руководство по организации системы локальной канализации, ВОЗ, 1992

за его пределами , после чего происходит испарение или просачивание в почву . Кроме того , эта вода может использоваться для полива огорода , сада и цветочных клумб . Она также может отводиться через открытые или подземные естественные или искусственно созданные дренажные каналы . Для отведения серых стоков могут использоваться сточные ямы или дренажные поля . В некоторых случаях , серые стоки , по ряду причин и в зависимости от состава , собираются , фильтруются и очищаются в прудах -отстойниках , перед сбросом или повторным использованием .

### **Институциональные аспекты**

Вопросы организация канализации обычно решаются частным образом в каждом конкретном случае , т . е . строительство , эксплуатация местных канализационных сооружений осуществляется самими жителями , которые являются собственниками этих сооружений . В случае необходимости удаления ила , хозяева привлекают государственные или частные специализированные компании . Что касается системы отведения стоков за пределы территории , институциональная ответственность распределяется между владельцами участка и соответствующими организациями . При реализации программ сбора и отведения сточных вод в сельских территориях , необходимо , чтобы все стороны заранее определили рамки личной и общественной ответственности .

Для обеспечения максимально эффективного вклада всех сторон в эксплуатацию и техническое обслуживание канализационных сооружений и предоставления приемлемого уровня санитарно -гигиенической безопасности , необходимо привлечение одного соответствующего органа , круг обязанностей которого обычно включает определение целей , ответственности домохозяйств и местных органов власти , обучение , проверка и контроль .

### **Социально-экономические и социально-культурные факторы**

Здесь важность представляют два вопроса :

- Приемлемость вариантов канализации для населения ;
- Готовность и способность населения возмещать затраты , по крайней мере на эксплуатацию и техническое обслуживание канализационных сооружений .

Необходимо предусмотреть различные уровни обслуживания . У различных слоев населения разная платежеспособность , поэтому , за исключением случаев полного перекрестного субсидирования , беднейшие слои населения не могут позволить себе платить за сооружения , отвечающие всем гигиеническим и техническим требованиям . Жители , пользующиеся водой из водоразборных колонок и колодцев и вынужденные носить воду в ведрах , вряд ли могут быть обеспечены современными системами канализации , предусматривающими отведение стоков , хотя эти варианты могут выбрать другие домохозяйства . Поэтому , в каждой конкретной деревне могут применяться различные варианты сбора и отведения стоков .

Уровень услуг в сфере водоснабжения в деревнях может быть повышен либо в результате экономического развития района или реализации проектов при финансовой поддержке государства или МФО . Проблему может представлять ситуация , при которой сельские жители удовлетворены тем вариантом канализации , который имеют . В этом случае они будут оказывать противодействие переменам . Возможно , людей , привыкших к устаревшим

технологиям и вариантам канализации, неприемлемым для типа грунтов в данной местности, будет трудно убедить в необходимости внедрении технологий, предусматривающих улучшение или изменение существующего способа сбора и отведения стоков. Неприятие перемен может привести к возникновению риска для здоровья населения и повреждению строений, в случае увеличения объемов подачи воды.

#### 4.1.2 Варианты канализации

Для описания и оценки были выбраны следующие варианты канализации:

- Туалеты с обычными выгребными ямами;
- Улучшенные туалеты с выгребными ямами;
- Простые дачные туалеты с ручным смывом;
- Небольшая муниципальная канализация с септиком, лагуны с тростником / камышом, биологическим песчаным фильтром и прудами-стабилизаторами;
- Перехватывающие резервуары-накопители;
- Упрощенный вариант канализации;
- Традиционная канализация с отведением стоков.

Вышеупомянутые варианты, кратко рассмотрены в разделе 2.1 настоящего документа. Далее приводится подробное описание каждого из этих вариантов.

Ниже наглядно представлены взаимосвязи между уровнями услуг водоснабжения и водоотведения.

Уровень услуг водоснабжения	Варианты уровня услуг в области канализации
Внутридомовые подключения	Канализационная система, предусматривающая отведение стоков (только в крупных городах) Септики
Краны во дворах	Септики Туалеты с выгребными ямами (традиционные или улучшенные)
Водоразборные колонки	Туалеты с выгребными ямами (традиционные или улучшенные)
Ручные насосы / Защищенные родники / источники	Туалеты с выгребными ямами (традиционные или улучшенные)

#### 4.2 Технологии

Описание технологий водоотведения в разделе 4 представлено в следующем порядке: краткое описание, опыт применения, эксплуатация и техническое обслуживание, ожидаемый срок службы, затраты, выводы.



#### 4.2.1 Туалет с обычной выгребной ямой

##### Описание

Это наиболее примитивный вариант туалетов с выгребными ямами, которые не опорожняются (яма выкапывается в земле и сверху накрывается соответствующим настилом с отверстием). В эту яму должна попадать только вода, предназначенная для отправления гигиенических нужд. Она не предназначена для серых стоков. Такой туалет, яма в котором не имеет какой-либо изоляции, служит обычно 10 лет до полного наполнения, сверху ямы устанавливается бетонная плита для сидения «на корточках» обычно заводского изготовления. В соответствии со стандартными критериями проектирования<sup>6</sup> яма, рассчитанная на семью из 6 человек, с предполагаемым сроком службы – 10 лет, должна иметь объем не менее 2,9 м<sup>3</sup>.

##### Опыт применения

Туалеты с обычными выгребными ямами, как правило, используются в сельских территориях в развивающихся странах, как дешевый, надежный и гигиеничный вариант. Такие туалеты не считаются гигиенически приемлемыми в более густонаселенных местах (поселках городского типа), где, например, образуются серые стоки. Во многих странах предпочтение отдается улучшенным вентилируемым туалетам с выгребными ямами, особенно, в местах, где существуют серьезные проблемы с запахом из туалетов, размножением комаров и мух в ямах.

##### ЭИТО

Не требуется никаких затрат. Однако при заполнении ямы ее необходимо засыпать, либо герметично накрыть бетонной плитой, и вырыть другую яму с новым настилом.

##### Ожидаемый срок службы

При использовании керамической или бетонной плиты для сидения (не пластик), срок службы туалета довольно продолжителен (15 лет).

##### Стоимость

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта.

---

<sup>6</sup> Проектирование и строительство санитарных сооружений в тропиках, Сэнди Кайросс и Ричард Фэчем, 1993 г.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	400	8	40
<b>Стоимость на человека</b>	67	1.3	6.7

Примечание : рассчитано на 6 человек .

## **Заключение**

Туалеты с обычными выгребными ямами из санитарно-гигиенических соображений не могут рассматриваться в качестве приемлемого варианта будущей канализации . Однако туалеты с обычными выгребными ямами могут оставаться как временная мера , если свойства грунта позволяют их использовать .

### **4.2.2 Улучшенный туалет с выгребной ямой**

#### **Описание**

Это более совершенный тип туалета с выгребной ямой –подразумевающий применение вентиляции ямы , которая создается для предотвращения появления запаха на поверхности земли и размножения насекомых . В данном случае используется вентиляционный короб (труба ) с противомоскитной сеткой на верхнем конце . Такой туалет должен быть оснащен бетонным полом , а также дополнительно оборудован фасонной частью (унитазом ) , или с напольным лотком для сидения заводского изготовления , которые должны быть выполнены из легкомоющихся материалов , иметь упор для ног . Подобные приспособления должны быть удобными для пользователя и исключать риск падения в яму . Для того , чтобы такой туалет был безопасным для детей , отверстия должны быть достаточно малы .

Желательно , чтобы ямы не доходили до уровня грунтовых вод и располагались не ближе , чем за 30-50 м от водозаборов .

#### **Опыт применения**

Улучшенный туалет с выгребной ямой является более надежным , но требует более высоких затрат .

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

Необходимы регулярное мытьё и санитарная обработка , проверка плиты на наличие трещин , проверка прочности стен , опорожнение ямы или перенос конструкции на новое место .

## Ожидаемый срок службы

При правильной установке срок службы может составлять 15 и более лет .

## Стоимость

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта .

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	800	16	53
<b>Стоимость на человека</b>	133	2.7	8.9

Примечание :рассчитано на 6 человек .

## Заключение

Наличие вентиляционной системы делает данный вариант более дорогостоящим по сравнению с туалетами с обычными выгребными ямами .Этот вариант рекомендуется использовать ,только в случае наличия проблем с запахами и насекомыми .

### 4.2.3 Простой дачный туалет с ручным смывом

#### Описание

Простой дачный туалет с ручным смывом состоит из надземного строения (домика), унитаза с водным затвором, или с одним или двумя соединенными посредством перепускной камеры фильтрующими ямами (используется при определении функции затрат). Другой вариант подразумевает наличие накопительного резервуара с подсоединенной к нему фильтрующей емкостью. И фильтрующие ямы, и накопительные резервуары требуют опорожнения.

Все фильтрующие ямы должны рассчитываться на 10 человек, даже несмотря на то, что для среднестатистической семьи из 6 человек 2-3 м<sup>3</sup> будет вполне достаточно. Размеры резервуара должны быть относительно большими для того, чтобы рабочие могли там расположиться во время проведения строительных работ. Предлагаемая толщина слоя воды – 1,5 м, площадь одной ямы – 0,8 м x 1,25 м. Система не предназначена для приема серых стоков.

Необходимые объемы воды зависят от конструкции унитаза и расстояния до ямы. В среднем на один смыв требуется около 2-5 литров воды.

## Опыт применения

Используется в деревнях и поселках городского типа ,при наличии достаточного количества воды и водопроницаемых грунтов .Накопительные резервуары используются там ,где затруднена прямая фильтрация стоков в грунт .

## ЭиТО

Напольную плиту и унитаз следует обследовать ежемесячно .Содержимое ям необходимо регулярно удалять (примерно каждые два года ).Система должна обслуживаться квалифицированной ассенизационной фирмой .

## Ожидаемый срок службы

10-15 лет в зависимости от качества строительства .

## Стоимость

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта .

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	1100	28	73
<b>Стоимость на человека</b>	183	4.6	12

Примечание :рассчитано на 6 человек .

## Заключение

Простой дачный туалет с ручным смывом с фильтрующими ямами /колодцами является идеальным вариантом для полуводопроницаемых грунтов ,как с технической ,так и с гигиенической точки зрения .

### 4.2.4 Септик во дворе

#### Описание

Септики обычно используются для обезвреживания санитарных стоков ,сбрасываемых с бытовых санузлов .В принципе ,в септиках осуществляется предварительная очистка с осаждением твердых частиц и холодным анаэробным сбраживанием осадений .Перелив очищенных стоков осуществляется через дренажные канавы .Осадок стоков должен

регулярно удаляться (1-2 раза в год) и вывозиться для окончательной переработки на канализационные очистные сооружения или стабилизироваться. При соответствующем проектировании, септик должен обслуживать несколько домохозяйств.

### **Опыт применения**

Септики и дренажные каналы широко применяются в сельских территориях во многих странах мира.

Существует три основных типа септиков для сбора канализационных стоков на площадке и их предварительной очистки, состоящих из 2-3 секций:

- Бетонные резервуары;
- Резервуары из стеклопластика;
- Резервуары из полиэтилена и пластика.

Резервуары (мокрая часть) должны быть спроектированы с учетом времени пребывания – 3-6 дней.

Чем больше площадь поверхности жидкости, тем больше сточных вод может вместить резервуар. По мере накопления твердых осадков в резервуаре, толщина слоя надильной воды уменьшается, сокращая, таким образом, время пребывания стоков в резервуаре. Если в резервуаре осаждается недостаточное количество твердых осадков, то имеет место их вынос вместе с отстоявшейся водой за пределы септика, что ухудшает общее качество очистки.

### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

Эксплуатация септика включает очистку, транспортировку и окончательное удаление/утилизацию осадка. Предусматривается несколько вариантов:

- Отсутствие сбора и размещения/удаления осадка;
- Сбор, транспортировка и утилизация осадка на канализационных очистных сооружениях;
- Сбор, транспортировка и размещение осадка на муниципальном полигоне отходов.

Ожидаемый объем образующегося осадка – 0,5 м<sup>3</sup> в год на человека.

### **Ожидаемый срок службы**

Срок службы септика – предположительно 30 лет, дренажных полей – примерно 10-15 лет.

### **Стоимость**

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты</b>	<b>Ежегодные затраты</b>	<b>Стоимость замены</b>
	<b>ЕВРО</b>	<b>ЭиТО</b>	
		<b>ЕВРО /год</b>	<b>ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	4552	148	228
<b>Стоимость на человека</b>	759	25	38

Примечание : рассчитано на 6 человек .

### **Заключение**

Септик во дворе является идеальным вариантом локальной канализации в деревнях и поселках городского типа .

#### **4.2.5 Перехватывающие отстойники-накопители /Система водоотведения с предварительным отстаиванием**

### **Терминология**

Определения терминов , касающихся нетрадиционных канализационных систем , а также данные , указанные в соответствующей специальной литературе , несколько противоречивые . Нет четкого определения терминов «малопроизводительной канализационной системы» и «канализационная система неглубокого заложения» . В последних исследованиях<sup>7</sup> предлагается следующая формулировка :

- *Система водоотведения с предварительным отстаиванием* : бытовые стоки проходят через резервуар (перехватывающий отстойник или септик) . Отстоянная сточная вода поступает в неглубокие самотечные коллекторы малого диаметра ;
- *Упрощенная система водоотведения* : бытовые стоки сбрасываются в коллекторы без предварительного отстаивания . Упрощенная канализация – это , в сущности , традиционная канализационная система без каких-либо консервативных требований к проектированию . Коллекторы чаще всего прокладываются на небольшой глубине и имеют малые диаметры .

### **Описание**

Система водоотведения с предварительным отстаиванием является одним из вариантов системы отведения стоков за пределы площадки . Она предусматривает прокладку коллекторов с учетом топографии местности до той степени , пока может быть обеспечен безнапорный отток , а возможный подпор воды в коллекторах не приводит к обратному переливу стоков в перехватывающие отстойники , подключенные к системе . Система водоотведения с предварительным отстаиванием , как уже было сказано , требует наличия перехватывающих отстойников-накопителей . Это значит , что данная система , в частности ,

<sup>7</sup> «Низкозатратные методы организации системы водоотведения» , Данкан Мара , 1996

применяется как один из методов улучшения системы септиков, так как выпускная труба из септика может быть подключена непосредственно к водосборным коллекторам. Минимальный диаметр обычно равен 75 мм – 100 мм. Система водоотведения с предварительным отстаиванием может принимать и серые стоки. Собранные сточные воды должны проходить обработку на канализационных очистных сооружениях. Стоимость системы водоотведения с предварительным отстаиванием составляет примерно третью часть или половину стоимости традиционной канализационной системы. Она впервые была разработана в южной Австралии для решения проблем плохо работающих септиков. Впоследствии она стала внедряться с этой же целью во многих странах мира.

## ЭиТО

Данная система требует наличия структурной единицы, ответственной за управление, эксплуатацию и техническое обслуживание сооружений, включающих коллекторы и канализационные очистные сооружения. При использовании перехватывающих отстойников, необходимо предусмотреть их регулярную чистку, которая должна производиться специализированной организацией (а не отдельными домохозяйствами), с тем, чтобы избежать засорения коллекторов.

Для сокращения затрат, можно обеспечить сброс стоков из нескольких домов в один перехватывающий отстойник-накопитель, который следует регулярно очищать от накопившегося осадка, как и в случае с использованием септика.

## Опыт применения

Система водоотведения с предварительным отстаиванием, главным образом, применяется в Австралии, США, Колумбии, Нигерии и Замбии<sup>8</sup>. Однако, следует заметить, что опыт не достаточно документирован. Наиболее полную информацию о подобных системах можно найти в руководствах по проектированию, которые датируются 1985 г.<sup>9</sup>.

В литературе авторов С. Кайрросса и Р. Фэчема представлено следующее обобщение результатов международного опыта применения системы<sup>10</sup>:

- *При отсутствии перехватывающих отстойников-накопителей, с учетом стоимости септика, затраты на организацию системы водоотведения с предварительным отстаиванием и традиционной системы водоотведения примерно одинаковы;*
- *Эффективность работы системы водоотведения с предварительным отстаиванием зависит от регулярности очистки септиков;*
- *Удаление осадка не должно производиться в последнюю минуту, либо когда перехватывающие отстойники-накопители начинают переполняться, либо по заявке собственника. Это необходимо*

<sup>8</sup> «Низкозатратные методы организации системы водоотведения», Данкан Мара, 1996

<sup>9</sup> «Проектирование малопроизводительных канализационных систем», UNCHS, Habitat, 1985 г., и «Проектирование канализационных систем неглубокого заложения», Ричард Отис и Дункан Мара, Техническая записка TAG № 14, 1985 г.

<sup>10</sup> Проектирование и строительство санитарных сооружений в тропиках, Сэнди Кайросс и Ричард Фэчем, 1993 г.

*осуществлять регулярно через установленные промежутки времени ,во избежание засорения коллекторов .*

При выборе варианта системы водоотведения с предварительным отстаиванием ,следует уделить внимание приемлемости затрат на местном уровне .

Стоимость системы водоотведения с предварительным отстаиванием меньше стоимости традиционной канализационной системы с отведением стоков посредством трубопроводов , из-за небольшой глубины заложения коллекторов (которая не предполагает возможности нагрузки от автотранспорта ) и использования малых диаметров .

Опыт США в этой области показывает ,что экономия затрат составляет 20 –50% .

### **Ожидаемый срок службы**

30 –40 лет в зависимости от проекта и качества строительных работ .

### **Стоимость**

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта .

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	3 461 675	64 666	86 542
<b>Стоимость на человека</b>	692	13	17

Примечание :рассчитано на 5000 человек ,в среднем 108 л /чел .сут .,один резервуар на домохозяйство , трубопровод –20 км ,20% УК ,40% краны во дворах ,40% ВП ;механико-биологическая очистка .

### **Заключение**

Система требует наличия септиков /перехватывающих отстойников-накопителей ,и в случае ,если они еще не установлены ,затраты на их установку ,делают этот вариант менее приемлемым .Это значит ,что система лучше всего подходит для мест ,где уже имеются септики ,в экономически развитых районах с внутридомовым водоснабжением и высоким водопотреблением .Система должна обслуживаться специализированной организацией , которая в том числе должна осуществлять очистку септиков /перехватывающих отстойников .



### Описание

Упрощенная система канализации – это один из вариантов системы отведения стоков за пределы территории. Она предусматривает прокладку коллекторов малого диаметра на небольшой глубине, обычно внутри жилых кварталов, т.о. уменьшается общая протяженность коллекторов. Обычно используются упрощенные варианты смотровых колодцев (меньше чем для традиционной системы водоотведения). С точки зрения гидравлики, упрощенная система работает со скоростью ниже минимальной проектной, что требует либо меньших диаметров, либо меньших уклонов. В результате для обеспечения пропускной способности и предотвращения засорения коллекторов требуется больше усилий (больше затрат на ЭиТО). Упрощенная система канализации больше всего подходит для густонаселенных территорий с низким и средним уровнем дохода населения, где варианты локальной канализации неприемлемы в силу специфики грунтов и нехватки свободного пространства. Для обеспечения работы системы необходимы значительные расходы воды, в том числе на начальном этапе, обычно при проектировании требуется степень подключения достигающая 90%.

Упрощенная система канализации может принимать и серые стоки. Сточные воды должны поступать на канализационные очистные сооружения. Эта система подразумевает наличие тех же проблем, что и система водоотведения с предварительным отстаиванием (см. выше).

Стоимость строительства упрощенной системы канализации может быть на 30-50 % ниже стоимости строительства традиционной системы в зависимости от местных условий.

### Опыт применения

Данная система была разработана в начале 1980-х гг. в Бразилии и применяется в основном в этой стране, а также в других странах Латинской Америки и в Азии. Некоторые пилотные схемы были опробованы в южной Африке. По некоторым данным, упрощенная система канализации обходится дешевле традиционной и применяется много лет. Но в некоторых случаях возникают правовые и институциональные проблемы, которые требуют решения совместно с техническими вопросами, такими как синхронизация, увеличение глубины и проблема очень плоского рельефа местности. В регионах с более холодным климатом, не рекомендуется неглубокая прокладка труб, по причине длинного зимнего периода.

### ЭиТО

Данная система требует наличия организации, ответственной за управление, эксплуатацию и техническое обслуживание сооружений, включающих коллекторы и канализационные очистные сооружения. Особое внимание следует уделить очистке коллекторов, так как упрощенная система канализации не предусматривает "самоочищения".

### Ожидаемый срок службы

Примерно 20 лет, в зависимости от проекта и качества строительных работ.

## Стоимость

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта .

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	3,349,392	37,134	167,470
<b>Стоимость на человека</b>	670	7	33

Примечание : рассчитано на 5000 человек , в среднем 108 л/чел .сут ., трубопровод – 20 км , 20% УК , 40% краны во дворах , 40% ВП ; механико-биологическая очистка .

## Заключение

Упрощенная система канализации может быть неподходящей для применения во многих странах ВЕКЦА в зимнее время из-за неглубокого залегания труб . В документации , касающейся систем водоснабжения в ВЕКЦА , не содержится информации о технической применимости данной системы в этих странах . Необходимость использования насосов и очистки стоков требует привлечения к работе квалифицированной эксплуатирующей организации .

### 4.2.7 Обычная канализационная система , предусматривающая отведение стоков

#### Описание

Обычная канализационная система , предусматривающая отведение стоков , является одним из вариантов водоотведения за пределы территории . Система предусматривает подключение домохозяйств через самотечные дренажи . Сточные воды поступают на канализационные очистные сооружения через коллекторы (самотечные или комбинированные самотечно-напорные) . Обычная канализационная система с отведением стоков лучше всего подходит для густонаселенных территорий , где водоснабжение осуществляется главным образом через внутридомовые подключения .

Такая система может принимать и серые стоки . Сточные воды подлежат очистке на канализационных очистных сооружениях .

#### Опыт применения

Традиционная канализационная система (предусматривающая один из вариантов водоотведения или их комбинацию) является дорогостоящей , т.к. требует прокладки коллекторов на большей глубине . На разных участках трубопроводной сети обычно применяются насосы , особенно при достаточно плоском рельефе . Чем больше количество

потребителей, обслуживаемых системой, и чем длиннее период планирования развития территории в связи с ожидаемым ростом населения, чем больше диаметр конечных труб. Следовательно стоимость труб, смотровых колодцев, насосов, оборудования насосных станций, затраты на их строительство /установку являются высокими.

## ЭиГО

Данная система требует наличия организации, ответственной за управление, эксплуатацию и техническое обслуживание сооружений, включающих коллекторы и канализационные очистные сооружения.

## Ожидаемый срок службы

50 лет, в зависимости от проекта и качества строительных работ, эксплуатации и технического обслуживания.

## Стоимость

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта.

Компоненты стоимости	Капитальные затраты ЕВРО	Ежегодные затраты ЭиГО ЕВРО /год	Стоимость замены ЕВРО /год
<b>Общая стоимость</b>	3 844 040	48 235	76 881
<b>Стоимость на человека</b>	769	10	15

Примечание: рассчитано на 5000 человек, в среднем 108 л/чел.сут., трубопровод – 20 км, 20% УК, 40% краны во дворах, 40% ВП; механико-биологическая очистка

## Заключение

Обычная канализационная система, предусматривающая отведение стоков, применима только в случае, если население деревни /поселка готово и может позволить себе платить за ее использование.

### 4.2.8 Очистка сточных вод

#### Небольшие канализационные очистные сооружения

В модели используются четыре варианта очистки сточных вод:

- Традиционная механико-биологическая очистка;
- Очистка с использованием тростниковых /камышевых фильтров;

- Очистка с использованием биологических песчаных фильтров ;
- Пруды-стабилизаторы .

### Традиционная станция очистки сточных вод (ОСК)

Основные компоненты – канализационные очистные сооружения и водовыпуск (при необходимости).

Функции затрат для очистки сточных вод были разработаны в рамках проекта , реализованного для ДЕРА<sup>11</sup>. Были собраны данные по 24-м недавно построенным очистным сооружениям . Затем эти данные были систематизированы , и проведен сравнительный анализ с моделью расчета затрат . В целом соотношение между моделированной ценой и фактической ценой составило 0,96 . Модель недооценивает затраты (0,89) на строительство сооружений менее чем на 10000 у ж . (условных жителей ) , в то время как соотношение по крупным сооружениям было близко к 1,0<sup>12</sup> .

Указанные эксплуатационные затраты на очистку сточных вод основаны на 10-ти летнем опыте консультанта в области эксплуатации очистных сооружений , отвечающих всем современным требованиям .

Рассматриваются следующие методы очистки на канализационных очистных сооружениях :

Механическая (М )

Категория 1

Механико-биологическая /химическая (МБ/МХ)

Категория 2

Инвестиционные затраты на строительство канализационных очистных сооружений , с учетом вышеупомянутых категорий , переставлены выше .

Предполагаемое качество входящего стока показано в таблице ниже .

**Таблица 4-2 Качество входящих стоков , мг /л (среднегодовые значения )**

БПК <sub>5</sub>	N	NH <sub>4</sub> -N	P	ВВ
250	50	30	8	300

Источник : оценка консультанта

Согласно указанным категориям ожидается следующее качество очистки стоков .

<sup>11</sup> ДЕРА : система расчета инвестиционных затрат на строительство сооружений для очистки сточных вод (на датском языке) , COW и Lønholst & Jans I-S , 1990 г . .

<sup>12</sup> Для двух станций производительностью более 100000 у ж модель завышала затраты на 24% . Однако обобщение или корректировка были невозможны из-за небольшого количества рассматриваемых станций .

**Таблица 4-3 Качество очищенного стока, в зависимости от способа очистки (мг/л, среднегодовые значения)**

Метод очистки	Категория затрат	Качество очищенных стоков, мг/л				
		БПК <sub>5</sub>	N	NH <sub>4</sub> -N	P	ВВ
М	1	175	45	35	7	25
М X	2	100	40	35	2	25
МБ	2	25	35	30	6	25

Источник : оценка консультанта

Примечание : Оценка качества очищенного стока дана на основе 24-часового отбора проб пропорционально расходу (например, не менее 12 проб через регулярные интервалы в течение одного года).

Органическое загрязнение является основным параметром для определения функций затрат для капиталовложений в строительство новых канализационных очистных сооружений.

Были сделаны следующие допущения :

- Параметр численности населения, используемый в определении функций затрат, – эквивалентные жители (у ж.). Количество условных жителей определяется следующим образом : общая нагрузка по БПК<sub>5</sub> в сутки (включая промышленные предприятия) деленная на 60 г/сут.
- Предполагаемый расход стоков – 200 л/у ж./сут.
- $BPK_{вход} / N_{вход} = 4,5$
- Пиковый расход<sub>дождь</sub> / Пиковый расход<sub>сухая погода</sub> – 2
- Проектная температура входящего стока – 7 °C<sup>13</sup>
- Используется проект обеспечивающий «достаточное качество», таким образом исключаются очень замысловатые и очень дешевые варианты.

### **Фильтр с тростниковой загрузкой**

#### **Описание**

Как правило, используются 2 фильтра с тростниковой загрузкой – вертикальный и горизонтальный. Сооружения с тростниковыми фильтрами включают первичные отстойники (септики), после которых следуют неглубокие почвенные фильтры, засаженные тростником. Сточные воды проходят через сооружения и подвергаются очистке путем осаждения, биологического разложения, фильтрации и адсорбции с переходом гумус и глину.

Проектная нагрузка фильтров с тростниковой загрузкой – обычно 4-7 м<sup>2</sup> на подключенного человека. В случае необходимости удаления азота и фосфора – необходимая площадь – 10-15 м<sup>2</sup> на человека.

<sup>13</sup> Мы понимаем, что температура на входе во многих городах СНГ в настоящее время достаточно высока (возможны значения до 12-17 °C), что существенно сокращает капитальные затраты. Тем не менее, мы полагаем, что температура стоков на входе очистных сооружений снизится до европейских уровней, по причине роста цен на энергоносители, и уменьшения потребления горячей воды в результате внедрения мер по эффективному расходованию энергии.

Очищенные сточные воды поступают в водоприемник .Осадок из септиков должен часто удаляться и переправляться на канализационные очистные сооружения для окончательной переработки или стабилизации .

### **Опыт применения**

Большинство сооружений с тростниковыми фильтрами подразумевают поступление сточных вод на поверхность фильтра (вертикальные фильтры), вместо фильтрации через корни (горизонтальные фильтры). Преимущества – относительно небольшие эксплуатационные затраты и хорошая эффективность удаления органики и бактерий. Недостатки – период эксплуатации 5-8 лет, высокие капитальные затраты, низкая эффективность удаления аммония. Не рекомендуется использование этой системы для населенных пунктов с населением выше 2000 у ж.

### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

Затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание невысоки и включают покос и утилизацию тростника / камыша, очистку подводящих трубопроводов и т д.

### **Ожидаемый срок службы**

20 лет в зависимости от качества строительства и техобслуживания. Документально не подтверждено.

### **Стоимость**

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	6,009,587	42,750	300,479
<b>Стоимость на человека</b>	1,202	8,6	60

### **Заключение**

Использование фильтров с тростниковой загрузкой является надежным вариантом для домохозяйств, группы домов или небольших деревень. Тем не менее, капитальные затраты относительно высокие, а затраты на ЭиТО – низкие. Следует отметить, что для регионов с низкими температурами в зимний период эффективность тростниковых очистных сооружений может быть лимитирована температурой окружающего воздуха.

## Биологические песчаные фильтры

### Описание

Биологические песчаные фильтры состоят из первичного отстойника (септика) и вентилируемого песчаного фильтра. Сточные воды проходят через сооружения и подвергаются очистке путем осаждения, биологического разложения и фильтрации. Обычно, необходимая площадь фильтрации равна – 3-7 м<sup>2</sup>/чж.

Очищенные сточные воды поступают в водоприемник. Осадок из септиков должен часто удаляться и переправляться на канализационные очистные сооружения для окончательной утилизации. В противном случае необходима его стабилизация.

### Опыт применения

Преимуществом использования биологических песчаных фильтров являются относительно невысокие эксплуатационные затраты. Кроме того, они всегда готовы к работе, удаляют почти всю органику и сокращают концентрацию аммиака. Но качество очистки ухудшается из-за недостаточного содержания кислорода.

Основная проблема – наличие песка для загрузки фильтров.

### Эксплуатация и техническое обслуживание

Операции по обслуживанию минимальны и включают проверку системы и предотвращение засорения.

### Ожидаемый срок службы

20 лет, в зависимости от качества строительства и техобслуживания. Документально не подтверждено.

### Стоимость

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта.

<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО /год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО /год</b>
<b>Общая стоимость</b>	4 650 547	67 500	232 527
<b>Стоимость на человека</b>	930	12,5	46,5

## **Заключение**

Биологические песчаные фильтры применимы для отдельных домохозяйств, группы домов и маленьких деревень. При относительно высоких капитальных затратах, затраты на ЭиТО невысокие. Необходима гарантия наличия достаточного количества песка для регулярной замены фильтрующей загрузки.

## **Пруд-стабилизатор**

### **Описание**

Простая система включает решетку, песколовку, жируловитель и пруды-стабилизаторы. Пруды-стабилизаторы представляют собой мелкие земляные резервуары, предусматривающие длительное время пребывания. Биологическая очистка осуществляется при помощи микроорганизмов. Твердые частицы и погибшие микроорганизмы оседают на дно, а очищенная вода поступает в водоприемник. Осадок регулярно удаляется (1 раз в год) и используется в качестве удобрения или размещается на полигонах отходов после обезвоживания.

Пруды-стабилизаторы можно использовать только в районах с жарким климатом.

### **Опыт применения**

Обычно используется 3 каскадных резервуара. Ежедневная нагрузка на фильтрующую поверхность  $10-15 \text{ м}^2/\text{ч}$ .

### **Эксплуатация и техническое обслуживание**

Затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание небольшие и включают предотвращение зарастания пруда, очистку решеток от механических загрязнений и подающих трубопроводов и т.д.

### **Ожидаемый срок службы**

Примерно 25 лет в зависимости от качества строительства и техобслуживания.

### **Стоимость**

В таблице ниже представлен расчет капитальных затрат и текущих расходов при выборе данного варианта.



<b>Компоненты стоимости</b>	<b>Капитальные затраты ЕВРО</b>	<b>Ежегодные затраты ЭиТО ЕВРО/год</b>	<b>Стоимость замены ЕВРО/год</b>
<b>Общая стоимость</b>	1,358,073	569,250	54,323
<b>Стоимость на человека</b>	272	114	11

### **Заключение**

Пруды-стабилизаторы применимы для отдельных домохозяйств, группы домов и маленьких деревень. При относительно высоких капитальных затратах, затраты на ЭиТО невысокие. Однако этот вариант лучше всего подходит для районов с теплым климатом.

## 5 Список использованной литературы

- Brain Skinner, 2003, Small scale water supply - a review of technologies. //Брейн Скиннер, 2003 г., Обзор технологий малых систем водоснабжения
- COWI, Nordic Consulting Group, Habitat Consultants, 1993; Rural Towns Water and Sanitation Programme - Appraisal Study for Small Towns Water and Sanitation Project- Programme and Guidelines for the RTW SP, Final Report Volume I and II, and STW SP (IDA) Investment Plans, Ten Towns, Uganda. // COWI, Северная консалтинговая группа, Habitat Consultants, 1993 г.; Программа водоснабжения и водоотведения в сельских территориях – Оценочное исследование для Проекта водоснабжения и водоотведения в сельских территориях – Программа и Руководство для RTW SP, Итоговый отчет – Тома I и II, и STW SP (IDA) Инвестиционные планы, десять городов Уганды.
- COWI, TALAAT, Hjeltnes COWI, 1998, Water Supply and Sanitary Drainage in Esna District Qena Government, Egypt: Pre-project Study - Vol 4 Pilot Sanitation Programme. //COWI, TALAAT, Hjeltnes COWI, 1998, Водоснабжение и отведение хозяйственно-бытовых стоков в районе Эсна, Египет: предпроектные исследования – том 4 «Пилотная программа водоотведения».
- DFID, 1998, Guidance manual on water supply and sanitation programmes. //DFID, 1998 г., Руководство по реализации программ по водоснабжению и водоотведению.
- European Union, 1991, Guide - Extensive Wastewater treatment processes adopted to small and medium sized communities (500 - 5000 population). //Европейский Союз, 1991 г., Руководство «Полномасштабные процессы очистки сточных вод, адаптированные для малых и средних населенных пунктов (500 - 5000 человек)».
- Ministry of the Environment DANSEE ref. no. 124/000-0184, The FEASIBLE Model, Version 2, User Manual and Documentation, January 2004; (<http://www.cowi.com/cowi/en/Menu/projects/nature/environmentalpolicyandregulation/feasiblemodel.htm>). //Министерство экологии Дании DANSEE № 124/000-0184, Модель FEASIBLE, версия 2, Руководство пользователя и документация, январь 2004 г.; (<http://www.cowi.com/cowi/en/Menu/projects/nature/environmentalpolicyandregulation/feasiblemodel.htm>)
- Multi-Stage Filtration and innovation water treatment technologies, IRC technical paper series 34-A, 1998. //Многоступенчатая фильтрация и инновационные технологии водоподготовки, Техническая документация IRC 34-A, 1998 г.
- School of Civil Engineering, University of Leeds, Simplified Sewerage (<http://www.efm.leeds.ac.uk/CIVE/Sewerage/Sewerage>). //Факультет гражданского строительства Университета Лидса, «Упрощенная система канализации» (<http://www.efm.leeds.ac.uk/CIVE/Sewerage/Sewerage>)
- Stephen P. Abbott, Hand dug wells, Choice of Technology and Construction Manual. //П. Стефен, П. Аббот, «Колодцы, вырытые вручную, выбор технологий и руководство по строительству»
- WEDC, 1999, Effective Demand for Rural Water Supply in South Africa. //WEDC, 1999, «Эффективный спрос на услуги водоснабжения в сельских территориях в Южной Африке»
- WHO, 2000, Technical expert consultation on innovative wastewater management for small communities in

Eastern Mediterranean Region. //ВОЗ, 2000, «Консультация технических экспертов в области инновационных подходов к управлению водоотведением в малых городах региона восточного Средиземноморья».

WHO, 2003; Linking technology choice with operation and maintenance in the context of community water supply and sanitation, A reference document for planner and project staff, François Brikké and Maarten Bredero. //ВОЗ, 2003; «Взаимосвязь выбора технологий и затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание сооружений, в связи с организацией водоснабжения и водоотведения в населенных пунктах», Справочник для планировщиков и экспертных групп проектов, Ф.Брике и М.Бредеро.

## Приложение 1 Словарь терминов

Платежеспособность	Возможность потребителя выделить определенную сумму на оплату коммунальных услуг , при сохранении привычного потребления других жизненноважных товаров и услуг (продукты питания ,освещение , отопление и т д .). Часто определяется как % от среднего дохода домохозяйства . Установление максимально допустимого уровня платежеспособности является политическим решением .
Инвестиция	Акт получения основного капитала , состоящего из товаров (и услуг ) , предназначенных не для немедленного потребления , а для накопления товаров и услуг в течение определенного периода времени в будущем . В данном случае – такой период составляет не менее одного года , и данные товары пополняют новый основной капитал или используются для замены амортизированных элементов существующего основного капитала .
Подход , основной на показателях реального спроса	Подход , основанный на показателях реального спроса потребителей , а не на «установленных нормах обслуживания» , определяемых правительством , донорами и пр .
ВЕКЦА	Страны ВЕКЦА – это 12 стран Восточной Европы , Кавказа и Средней Азии , включающие : Армению , Азербайджан , Беларусь , Грузию , Казахстан , Киргизию , Молдову , Российскую Федерацию , Таджикистан , Туркменистан , Украину и Узбекистан .
Пиковый расход	Спрос или производительность , при пиковых нагрузках
Полиэтилен	Материал , используемый для производства многих изделий , в том числе водопроводных труб , труб для напорных и гравитационных канализационных трубопроводов , дренажных труб . Изделия из полиэтилена , как правило , экономичны в установке и обслуживании .
Доля населения , имеющего доступ к улучшенной системе канализации	Процент населения , имеющего доступ к сооружениям , исключаящим контакт человека , животных и насекомых с испражнениями . Таковыми сооружениями признаны канализационная сеть , септики , туалеты с ручным смывом и туалеты с обычными выгребными ямами или вентилируемыми выгребными ямами , при условии , что они не находятся в общественном пользовании (ООН , ВОЗ ) .

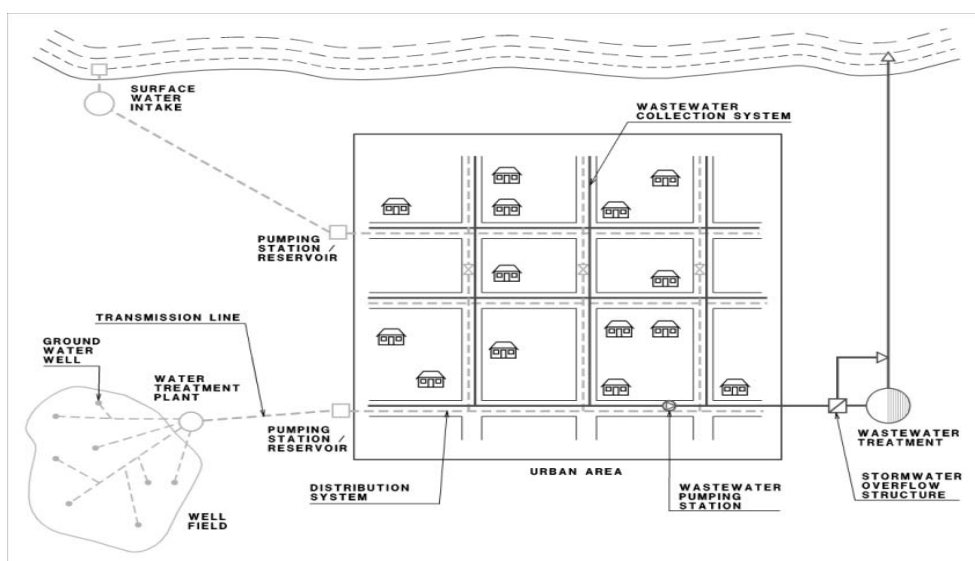
Приемлемый уровень доступности воды	В широком смысле ,уровень доступности воды может считаться приемлемым ,если один человек может получать ежедневно 20 литров воды из источника водоснабжения ,расположенного на расстоянии не более 1000 метров от места его проживания .

**Приложение 2 Документация по Функциям затрат –  
Водоснабжение в сельских территориях**

## 6 Водоснабжение

Документация по расчету функций затрат для систем водоснабжения сельских территорий структурирована в соответствии со следующим порядком описания технологий :начиная с водозабора сырой воды чрез распределительную сеть и канализационные коллекторы на сооружения очистки сточных вод ( см .рисунок ниже ).

**Рисунок 2** Схематическое представление базовых установок для расчета функций затрат



*Источник : схема ,подготовленная консультантом .*

Существует два типа функций затрат :

- Функции капитальных затрат (капитальные затраты );
- Функции затрат на эксплуатацию и обслуживание .

Затраты основаны на международном уровне цен 2005 г.Международный уровень цен – это средний уровень цен ,признанный (по оценкам или на основе практического опыта ) репрезентативным международным уровнем затрат .

Функция инвестиционных затрат – это фактически функции восстановительной стоимости , используемые для оценки трех типов необходимых затрат : 1) ежегодные расходы на реинвестирование , 2) расходы на модернизацию 3) инвестиционные расходы , в случае необходимости в новой инфраструктуре в связи с расширением сферы обслуживания .

Более детально эти функции затрат представлены в разделе *Error! Reference source not found..*

## 6.1 Функция инвестиционных затрат

Функции инвестиционных затрат в системы водоснабжения распределяются в зависимости от применяемой технологии и системы трубопроводов для каждого производственного сооружения, (водозабор, распределительная сети, очистные сооружения и т.д.)

### 6.1.1 Сбор дождевой воды с крыш

Затраты на сбор дождевой воды с крыши площадью  $60 \text{ м}^2$ , с водосточными желобами общей протяженностью 15 м, с резервуаром-хранилищем  $V = 2 \text{ м}^3$ , а также включая необходимые приспособления, по оценкам равны 325 ЕВРО, без учета материала, из которого изготовлена крыша. Затраты на эксплуатацию и обслуживание составляют 2% от капитальных затрат.

Данная стоимость рассчитана на одно домохозяйство, пользующееся дождевой водой, вне зависимости от количества осадков и размера домохозяйства.

### 6.1.2 Колодец с насосом /краном

Функция капитальных затрат для колодца, оборудованного насосом, в зависимости от глубины, рассчитывается как:

$$\text{Стоимость} = (135 \cdot \text{глубина} + 1850) / Q, \text{ € } \text{м}^3 / \text{сут.};$$

Эксплуатация и обслуживание = 2% от капитальных затрат; где:

- Глубина – общая глубина колодца в метрах;
- Q – необходимый расход воды ( $\text{м}^3 / \text{сут}$ ).

### 6.1.3 Скважина с ручным насосом

Функция капитальных затрат для скважины, оборудованной ручным насосом, в зависимости от глубины, рассчитывается как:

$$\text{Стоимость} = (215 \cdot \text{глубина} + 3408) / Q, \text{ € } / \text{м}^3 / \text{сут};$$

Эксплуатация и обслуживание = 2% от капитальных затрат; где:

- Глубина – общая глубина скважины в метрах;
- Q – необходимый расход воды ( $\text{м}^3 / \text{сут}$ ).

### 6.1.4 Защищенный родник

Рассматриваются два типа родников, простой родник и родник, оборудованный специальным водосборным коробом.

**Простой родник (без водосборного короба /накопительного резервуара)**

Удельные капитальные затраты для обычного защищенного родника – 1200 €.

Эксплуатация и обслуживание = 2% от капитальных затрат



### **Родник с водосборным накопительным коробом**

Функция капитальных затрат :

$$\text{Капитальные затраты} = 2250 * Q^{-0.52} \text{ ,€ / м}^3 \text{ /сут ;}$$

Эксплуатация и обслуживание = 2% от капитальных затрат ; где :

- Q – необходимый расход воды (м<sup>3</sup>/сут).

### **6.1.5 Водозабор поверхностных вод**

Рассматриваются два типа водозаборов поверхностных вод : водозабор с системой самотечных водопроводов и водозабор с насосной станцией .

#### **Водозабор с системой самотечных водоводов**

Функция капитальных затрат :

$$\text{Капитальные затраты} = 513 * Q^{-0.344} \text{ ,€ / м}^3 \text{ /сут ;}$$

Эксплуатация и обслуживание = 2% от капитальных затрат ; где :

- Q – необходимый расход воды (м<sup>3</sup>/сут).

#### **Водозабор с насосной станцией**

Функция капитальных затрат :

$$\text{Капитальных затрат} = 1443 * Q^{-0.323} \text{ ,€ / м}^3 \text{ /сут ;}$$

Эксплуатация и обслуживание = 3% плюс энергозатраты ; где :

- Q – необходимый расход воды (м<sup>3</sup>/сут).

### **6.1.6 Магистральный водовод**

Функция затрат для магистрального водовода аналогична распределительной сети .  
Используется средняя стоимость одного метра , включая трубу , земляные работы , прокладку трубопровода , засыпка грунта + 15% монтаж и подключение . Стоимость основана на средней цене на стальные , ПВХ и полиэтиленовые трубы .

$$\text{Стоимость} = 0.0009 * \text{диам} .^2 + 0.2884 * \text{диам} . \text{ ,€ / м трубы ;}$$

Где диам . - диаметр трубы в мм .

Протяженность магистрального водовода принимается в соответствии с предложенным значением по умолчанию или указывается пользователем . Средний диаметр магистральных водоводов рассчитывается на основе геометрических параметров и значения гидравлического напора , используемых по умолчанию , или величин , указанных пользователем .

Средний диаметр рассчитывается по формуле Хазана-Уильямса :

$$H_t (\text{потеря напора}) = 10,9 * (Q / C)^{1,85} * L / D^{4,87}; Q = \text{м}^3 / \text{сек}.,$$

Где  $L$  = длина трубы в м,  $D$  = диаметр трубы в м;  $C$  (коэффициент шероховатости) – безразмерная величина.

Эксплуатация и обслуживание = 1% от капитальных затрат.

### 6.1.7 Скважины

Функция затрат для скважины с погружным насосом рассчитывается в зависимости от глубины залегания подземного горизонта по следующей формуле:

$$\text{Стоимость} = \text{глубина} * (200 / S + 85) + 6047 + 260 * Q^{0,45}, (\text{€} / \text{м}^3 / \text{сут}.), \text{ где}$$

$D$  = глубина скважины,

$S$  = коэффициент результативности бурения (0,75 – 75% коэффициента результативности)

$Q$  = расход в  $\text{м}^3 / \text{сут}.$

Эксплуатация и обслуживание = 4% от капитальных затрат + затраты на электроэнергию.

### 6.1.8 Водоподготовка (очистка)

Функция затрат предусматривает четыре типа водоподготовки:

#### Поверхностные воды:

В модели используются следующие технологии:

- Медленный песчаный фильтр для родниковой воды / чистой проточной воды;
- Традиционная очистка (предварительная очистка, коагуляция / флокуляция, осаждение, фильтрация и дезинфекция).

*Функция капитальных затрат:*

$$\text{Медленный песчаный фильтр: капитальные затраты} = 9900 * Q^{-0,634}, \text{€} / \text{м}^3 / \text{сут};$$

$$\text{Традиционная очистка: капитальные затраты} = 18200 * Q^{-0,51}, \text{€} / \text{м}^3 / \text{сут}.$$

*Затраты на эксплуатацию и обслуживание:*

Медленный песчаный фильтр: 2% в год от капитальных затрат.

Традиционная станция водоподготовки: 8% в год от капитальных затрат.

#### Подземные воды:

- Напорный фильтр (закрытый бак / резервуар);
- Открытые гравитационные фильтры.

*Функция капитальных затрат:*

Напорный фильтр :одноступенчатая фильтрация ;капитальные затраты =  $2582*Q^{-0.421}$  –€/м<sup>3</sup>/сут

Напорный фильтр :двухступенчатая фильтрация ;капитальные затраты =  $3754*Q^{-0.417}$  –€/м<sup>3</sup>/сут

Гравитационная фильтрация :одноступенчатая фильтрация ;капитальные затраты =  $15000*Q^{-0.583}$  –€/м<sup>3</sup>/сут

Гравитационная фильтрация :двухступенчатая фильтрация ;капитальные затраты =  $14083*Q^{-0.523}$  –€/м<sup>3</sup>/сут

*Затраты на эксплуатацию и обслуживание :*

Напорный фильтр :одноступенчатая фильтрация :6% в год от капитальных затрат .

Напорный фильтр :двухступенчатая фильтрация :7% в год от капитальных затрат .

Гравитационная фильтрация :одноступенчатая фильтрация :5% в год от капитальных затрат .

Гравитационная фильтрация :двухступенчатая фильтрация :6% в год от капитальных затрат .

Q – потребность в м<sup>3</sup>/сут .

### 6.1.9 Насосная станция

Функция капитальных затрат для насосной станции подачи чистой воды :

Капитальные затраты =  $2400*Q^{-0.6}$  –€/м<sup>3</sup>/сут ; Q –необходимый расход воды в м<sup>3</sup>/сут .

Эксплуатация и обслуживание = 3% от капитальных затрат + затраты на потребление электроэнергии .

### 6.1.10 Резервуары

Функция капитальных затрат для резервуаров чистой воды двух типов :

- Бетонный резервуар ,частично заглубленный в землю ;
- Стальной резервуар ,установленный на 10 м над уровнем поверхности земли .

Резервуар ,частично заглубленный в землю :капитальные затраты =  $370*V^{-0.138}$  –€/м<sup>3</sup>/сут ;

Надземный стальной резервуар :капитальные затраты =  $7726*V^{-0.522}$  –€/м<sup>3</sup>/сут ,где

V – общий объем резервуара (м<sup>3</sup>).

V –общий объем резервуара в зависимости от пикового спроса .Пользователь может изменять значение по умолчанию % от пикового спроса .

Эксплуатация и обслуживание для бетонного резервуара : 0,5% от капитальных затрат .

Эксплуатация и обслуживание для стального резервуара : 2% от капитальных затрат .

#### 6.1.11 Распределительные трубопроводы

Функция затрат для распределительных трубопроводов аналогична магистральным водоводам .Используется средняя стоимость одного метра ,включая трубу ,земляные работы ,прокладку трубопровода ,засыпка грунта + 15% монтаж и подключение .Стоимость основана на средней цене на стальные ,ПВХ и полиэтиленовые трубы .

Стоимость =  $0,0009 \cdot \text{диам.}^2 + 0,2884 \cdot \text{диам.}$  , €/м ;где ,диам. -диаметр трубы в мм .

Протяженность распределительной сети или расчетным значением или величиной ,указанной пользователем .Расчетная протяженность ,используемая в модели основана на площади обслуживаемой территории равной 900 м<sup>2</sup> :

Протяженность распределительного трубопровода :  $L = 144 \cdot A^{1,15}$  (м) ,А – площадь обслуживаемой территории в гектарах .

Средний диаметр распределительных труб рассчитывается на основе геометрических параметров и значения гидравлического напора ,используемых по умолчанию ,или величин ,указанных пользователем .

Средний диаметр рассчитывается по формуле Хазана-Уильямса :

$H_t$  (потеря напора ) =  $10,9 \cdot (Q/C)^{1,85} \cdot L/D^{4,87}$  ;  $Q = \text{м}^3/\text{сек.}$  ,L= длина трубы в м ,D= диаметр трубы в м ;C (коэффициент шероховатости) – безразмерная величина .

Эксплуатация и обслуживание = 2 % от капитальных затрат .

#### 6.1.12 Водоразборные колонки ,краны во дворе и внутридомовые подключения

Удельная стоимость для водоразборной колонки ,крана во дворе и внутридомового подключения – статья расходов с учетом технологии

Водоразборная колонка : стоимость = 605 €/ед. ;

Эксплуатация и обслуживание = 2% от капитальных затрат .

Внутридомовое подключение : стоимость = 280 €/ед. ;

Эксплуатация и обслуживание = 2% от капитальных затрат .

Кран во дворе : стоимость = 315 €/ед. .

Эксплуатация и обслуживание = 2% от капитальных затрат .

## 6.2 Статьи расходов

Весовые коэффициенты для корректировки инвестиционных затрат и затрат на эксплуатацию и обслуживание, применяемые с целью отражения уровня местных цен, представлены в таблицах 1 и 2. Эти весовые коэффициенты соответствуют структуре общих инвестиционных затрат. В таблице показано, каким образом распределяются капиталовложения среди различных статей расходов для каждого типа инфраструктуры системы водоснабжения. Доли расходов для каждого типа приводятся к 100% (в каждой строке).

Функция затрат не включает стоимость земли.

**Таблица 4 Весовые коэффициенты для корректировки цен в отношении инвестиционных затрат (% от инвестиционных затрат)**

Капитальные затраты – канализация	Земля	Энергия	Топливо	Зарплата (рабочие)	опытные специалисты	расходные материалы	Оборудование	материалы и конструкции	Другое
Сбор дождевой воды с крыш	0	0	0	15	0	0	30	55	0
Колодец	0	0	1	17	2	0	20	60	0
Защищенный родник	0	0	1	25	4	0	15	55	0
Скважина с ручным насосом	0	0	1	30	9	0	10	50	0
Защищенный родник с коробом	0	0	1	25	5	0	14	55	0
Водозабор поверхностных вод, безнапорный	0	0	1	30	5	0	5	59	0
Водозабор поверхностных вод с насосами	0	0	0	25	8	0	17	50	0
Водопроводная магистраль	0	0	0	20	5	0	45	30	0
Скважина с погружным насосом	0	0	2	18	5	0	45	30	0
бетонный резервуар	0	0	2	40	8	0	10	40	0
подвесной стальной резервуар	0	0	2	25	8	0	10	55	0
Станция очистки, напорный фильтр	0	0	1	15	10	0	25	49	0
Станция очистки, безнапорный фильтр	0	0	1	20	6	0	20	53	0
Станция очистки, медленный песочный фильтр	0	0	0	40	2	25	20	13	0
Станция очистки, поверхност. воды, традиц.	0	30	0	18	2	15	20	15	0
Насосная станция	0	0	1	24	10	0	25	40	0
Распределительная сеть	0	0	0	20	5	0	45	30	0
Внутридомовое повреждение	0	0	0	20	2	0	38	40	0
Кран на участке	0	0	0	20	2	0	38	40	0
Водоразборная колонка	0	0	0	25	2	0	28	45	0

Источник: расчеты консультанта.

**Таблица 5 Весовые коэффициенты для корректировки цен в отношении эксплуатационных затрат (международный уровень цен)**

Затраты на эксплуатацию и обслуживание	Земля	Энергия	Топливо	Рабочие (рабочие)	специалисты	материалы	Оборудование	конструкции	Другое
Сбор дождевой воды с крыш	0	0	0	30	0	0	50	20	0
Колодец	0	0	0	35	0	0	30	35	0
Защищенный родник	0	0	0	40	0	0	10	50	0
Скважина с ручным насосом	0	0	0	30	0	0	50	20	0
Защищенный родник с коробом	0	0	0	30	0	0	10	60	0
Водозабор поверхностных вод , безнапорный	0	0	0	40	0	0	10	50	0
Водозабор поверхностных вод с насосами	0	60	0	15	1	0	14	10	0
Магистральный водовод	0	0	0	30	0	0	60	10	0
Скважина с погружным насосом	0	40	0	20	10	0	20	10	0
Бетонный резервуар	0	0	1	60	1	0	15	23	0
Стальной резервуар устанавливаемый на возвышении	0	0	1	43	1	0	15	40	0
Станция водоподготовки напорный фильтр	0	40	0	20	2	0	28	10	0
Станция водоподготовки , гравитационный фильтр	0	25	0	33	2	0	20	20	0
Станция водоподготовки , медленный песчаный фильтр	0	0	1	25	5	0	15	54	0
Станция водоподготовки , поверхность воды , традиц .	0	0	2	23	10	0	25	40	0
Насосная станция	0	60	0	17	2	1	10	10	0
Распределительная сеть	0	0	0	30	0	0	60	10	0
Внутридомовое подключение	0	0	0	20	0	0	40	40	0
Кран во дворе	0	0	0	20	0	0	40	40	0
Водоразборная колонка	0	0	0	30	0	0	20	50	0

Источник : расчеты консультанта .

«Синие воротники» –рабочие , «белые воротники» –административный и прочий персонал .

**Приложение 3 Документация по Функциям затрат –  
канализация в сельских территориях**

## 7 **Водоотведение**

Инфраструктура системы водоотведения включает следующие компоненты :

- Обычные туалеты с выгребными ямами
- Улучшенные туалеты с выгребными ямами
- Туалеты с выгребными ямами и ручным смывом
- Септики во дворах
- Перехватывающие отстойники-накопители +/-очистка
- Упрощенная система канализации +/-очистка
- Небольшие сооружения очистки сточных вод ;
- Традиционная система сбора сточных вод ;
- Насосные станции ;
- Традиционные сооружения очистки сточных вод .

Далее представлены функции инвестиционных затрат и функции затрат на эксплуатацию и обслуживание каждого сооружения инфраструктуры .

Затраты основаны на международном уровне цен 2005 г .Международный уровень цен – это средний уровень цен ,признанный (по оценкам или на основе практического опыта) репрезентативным международным уровнем затрат .

Функция инвестиционных затрат – это фактически функции восстановительной стоимости , используемые для оценки трех типов необходимых затрат : 1) ежегодные расходы на реинвестирование , 2) расходы на модернизацию 3) инвестиционные расходы , в случае необходимости в новой инфраструктуре в связи с расширением сферы обслуживания .

Эти функции затрат представлены в разделах 1.1 –1.5.

### 7.1 **Обычные туалеты с выгребными ямами**

Функция капитальных затрат для обычного туалета с выгребной ямой ,без изоляции :

Стоимость = 400 € /шт .;

Эксплуатация и обслуживание = 2 % от капитальных затрат .

### 7.2 **Улучшенные туалеты с выгребными ямами**

Функция капитальных затрат для улучшенных туалетов с выгребными ямами составляет :

Стоимость = 800 € /шт .;

Эксплуатация и обслуживание = 2 % от капитальных затрат /в год

### 7.3 **Туалеты с выгребными ямами и ручным смывом**

Функция капитальных затрат для туалетов с выгребными ямами и ручным смывом :



Стоимость = 1100 € /шт .;

Эксплуатация и обслуживание = 2.5 % от капитальных затрат /в год

#### 7.4 Септики

Функция капитальных затрат для септика для одного домохозяйства :

Стоимость =  $-98 * \lg(y \text{ ж.}) + 835^{14}$  –€/у ж .

Эксплуатация и обслуживание =  $8 * y \text{ ж.} + 100, \text{€ /год}$  ; где у ж . – количество человек<sup>15</sup>

#### 7.5 Небольшие сооружения очистки сточных вод

Существует три варианта технологий , применимых для небольших сооружений очистки сточных вод :

- Очистка с использованием тростниковых фильтров ;
- Очистка с использованием биологических песочных фильтров ;
- Пруды-стабилизаторы .

##### 7.5.1 Сооружения очистки сточных вод с тростниковыми фильтрами

Сооружения очистки сточных вод с тростниковыми фильтрами включают первичный отстойник (септик ) после которого установлен почвенный фильтр с тростниковой загрузкой .

**Функции затрат , менее 2000 у ж .**

Функция восстановительной стоимости :

Стоимость =  $1521 * \lg(y \text{ ж.}) + 6892, \text{€ /у ж .}$

Эксплуатация и обслуживание =  $13,5 * y \text{ ж.} + 6,750, \text{€ /год}$

##### 7.5.2 Биологический песчаный фильтр

**Функции затрат , менее 2000 у ж .**

Функция восстановительной стоимости :

Стоимость =  $-777 * \lg(y \text{ ж.}) + 3872, \text{€ /у ж .}$

---

<sup>14</sup> Подразумевается подключение к существующим коллекторам , т е .исключая подключение к домовым установкам и сооружения сброса стоков .

<sup>15</sup> У ж . – это количество условных жителей , рассчитанное на основе общего спроса , при допущении , что один человек расходует 200 литров в день . Применительно к сельской местности один эквивалентный житель – один человек , вне зависимости от объемов потребляемой воды , т к . содержание БПК<sub>5</sub> будет неизменным .

Эксплуатация и обслуживание =  $13,5 * \text{у ж.} + 6750, \text{€ /год}$

### 7.5.3 Пруды-стабилизаторы

**Функции затрат, менее 2000 у ж.**

Функция восстановительной стоимости представлена далее, при допущении, что средняя температура в прудах составляет  $18^{\circ}\text{C}$ <sup>16</sup>.

Стоимость =  $-283 * \lg(\text{у ж.}) + 1232, \text{€ /у ж.}$

Эксплуатация и обслуживание =  $13,5 * \text{у ж.} + 6750, \text{€ /год}$

### 7.5.4 Традиционная система сбора сточных вод

Данный компонент включает работы, связанные с прокладкой однострубногo канализационного коллектора от границ участка до станции очистки сточных вод, т.е.

- Сеть сбора стоков
- Подключения потребителей
- Магистральные /главные /перехватывающие коллекторы

Функция расчета общей протяженности трубопровода (L):

Население < 50000 –  $L = \text{нас.} * (-0,00005833 * \text{нас.} + 4,92)$ ; где нас. – численность обслуживаемого населения.

Стоимость метра трубы:  $0,004235 * \text{диам.}^1,6811 + 152,8 - \text{€ /м}$ , диаметр в мм.

Общие капитальные затраты = удельная цена \* длина трубопровода.

Эксплуатация и обслуживание = 2 % от капитальных затрат в год

### 7.5.5 Перехватывающие отстойники-накопители и водоотводящие трубопроводы

Один перехватывающий отстойник-накопитель предназначен для одного домохозяйства, а удельная стоимость рассчитывается на одно подключение. Для каждого подключенного дома используется значение по умолчанию, выражающее длину трубопровода до отстойника-накопителя и от отстойника и до водовыпуска в водоотводящий трубопровод (предложенное значение по умолчанию может изменяться пользователем).

Капитальные затраты на перехватывающий отстойник-накопитель = 2000 \$ /шт.;

Стоимость трубы =  $0,0009 * \text{диам.}^2 + 0,2884 * \text{диам.}, \text{€ /м}$ , диаметр в мм.

Эксплуатация и обслуживание (см. септики).

---

<sup>16</sup> Пруды-стабилизаторы более всего подходят для регионов с жарким климатом.

Эксплуатация и обслуживание трубопроводов = 1 % от капитальных затрат /год (значение по умолчанию , может быть изменено пользователем ).

#### 7.5.6 Упрощенная канализация

Упрощенная канализация включает водосборные трубопроводы небольшого диаметра . Цены на трубы такие же , как и для перехватывающих трубопроводов , а длина трубопроводной сети идентична длине традиционной канализационной сети .

Эксплуатация и обслуживание = 1 % от капитальных затрат в год (значение по умолчанию , может быть изменено пользователем ).

#### 7.5.7 Насосные станции

Здесь рассматриваются только канализационные насосные станции для традиционной системы сбора сточных вод . Функция капитальных затрат для насосной станции :

Капитальные затраты =  $2 * (16570 * \text{кВт} \text{ устан} \text{ мощности}^{0,559}) - \text{€} / \text{насосная станция ; кВт} = \text{общ. кВт} \text{ устан.}$

Установленная мощность рассчитывается на основе значения по умолчанию / значения , указанного пользователем , в отношении высоты подъема и эффективности работы насосов .

Эксплуатация и обслуживание = 3% от капитальных затрат плюс затраты на электроэнергию (значение по умолчанию , может быть изменено пользователем ).

#### 7.5.8 Очистка сточных вод

Функции затрат представлены в таблице 1.

Определение количества новых подключений осуществляется на основе количества жителей (один у ж . – один человека ) , а нагрузка со стороны промышленных предприятий должна быть оценена в рамках предварительного анализа .

**Таблица 6 Функции инвестиционных затрат для сооружений очистки сточных вод , в € / у ж . в ценах 1990 г ..**

Технология	Нагрузка в у ж .			
	<400	400-2,000	2,000-100,000	>100,000
М	188.1	$=10^{(-0.2745 * \log(\text{у ж.}) + 3.8605)} / 7.44$	$=10^{(-0.2073 * \log(\text{у ж.}) + 3.6385)} / 7.44$	53.8
МБМБХ	403.2	$=10^{(-0.4735 * \log(\text{у ж.}) + 4.7093)} / 7.44$	$=10^{(-0.2632 * \log(\text{у ж.}) + 4.0149)} / 7.44$	67.2

Источник : расчеты консультанта .

Примечание : в новом модуле FEASIBLE , касающемся системы водоснабжения , цифры исправлены , с тем , чтобы отражать уровень цен 2005 г .

#### Эксплуатационные затраты

Расчет эксплуатационных затрат на очистку сточных вод производится с учетом доли инвестиционных затрат . Он включает все эксплуатационные расходы , за исключением оплаты электроэнергии , что указывается отдельно .

Потребление электроэнергии (эффективность 40% ):

Механическая очистка : 15 кВтч /год /у ж .  
 Механическая биологическая /химическая очистка 25 кВтч /год /у ж .

Другие эксплуатационные расходы : 3% от общего размера инвестиционных затрат на очистку сточных вод (значение по умолчанию , может быть изменено пользователем ).

## 7.6 Статьи расходов

Весовые коэффициенты для корректировки инвестиционных затрат и затрат на эксплуатацию и обслуживание , применяемые с целью отражения уровня местных цен , представлены в таблицах 1 и 2 .

Эти весовые коэффициенты соответствуют структуре общих инвестиционных затрат и затрат на эксплуатацию и обслуживание на основе международного уровня цен . Например , для каждого типа инфраструктуры водоотведения . В таблице 2 показано , каким образом распределяются капиталовложения среди различных статей расходов . Доли расходов для каждого типа приводятся к 100% ( в каждой строке ) .

Функция затрат не включает стоимость земли .

Таблица 7 Весовые коэффициенты для корректировки цен в отношении инвестиционных затрат (статья расходов в % от общего размера инвестиционных затрат)

Капитальные затраты – канализация	Земля (стоимость электроэнергия	Топливо	Зарплата (Рабочие вспы персонал расходные материалы	Оборудование	Строительные материалы	прочие затраты			
Обычный туалет с выгребной ямой	0	0	0	30	0	0	0	70	0
Улучшенный туалет с выгребной ямой	0	0	0	20	0	0	0	80	0
Туалет с выгребной ямой и смывом	0	0	0	15	0	0	10	75	0
Септик на участке	0	0	1	20	0	0	10	69	0
Перехватывающий отстойник	0	0	1	20	3	0	30	46	0
Упрощенная канализация	0	0	1	30	2	0	25	42	0
Обычная канализация	0	0	1	20	10	0	30	39	0
Насосная станция	0	0	1	25	10	0	30	34	0
Песчаный фильтр	0	0	1	20	5	0	30	44	0
Тростниковый фильтр	0	0	1	20	5	0	25	49	0
Пруд-стабилизатор	0	0	1	20	5	0	20	54	0
Механическая очистка	0	0	1	15	10	0	30	44	0
Механико-биологическая очистка	0	0	1	15	10	0	30	44	0

Источник : расчеты консультанта .

Таблица 8 Весовые коэффициенты для корректировки цен в отношении затрат на эксплуатацию и обслуживание (статья расходов в % от общего размера затрат на эксплуатацию и обслуживание)

Затраты на эксплуатацию и обслуживание системы водоотведения	земля (стоимость)	Электроэнергия	Топливо	зарплата (Рабочие)	административный персонал	расходные материалы	Оборудование	строительные материалы	Прочие затраты
Обычный туалет с выгребной ямой	0	0	0	40	0	0	0	60	0
Улучшенный туалет с выгребной ямой	0	0	0	20	0	0	0	80	0
Туалет с выгребной ямой и смывом	0	0	0	30	0	0	10	60	0
Септик на участке	0	0	0	30	0	0	10	60	0
Перехватывающий отстойник	0	0	0	30	2	0	25	43	0
Упрощенная канализация	0	0	0	38	2	0	20	40	0
Обычная канализация	0	0	0	25	2	0	30	43	0
Насосная станция	0	50	0	20	2	0	15	13	0
Песчаный фильтр	0	0	0	30	0	20	10	40	0
Тростниковый фильтр	0	0	0	30	0	0	30	40	0
Пруд-стабилизатор	0	0	0	40	0	0	20	40	0
Механическая очистка	0	10	0	30	5	0	25	30	0
Механико-биологическая очистка	0	25	0	30	5	5	15	20	0

Источник: расчеты консультанта.

«Синие воротники» –рабочие, «белые воротники» –административный и прочий персонал.