

Разработка
**Плана обеспечения безопасности
воды и санитарии
в сельском сообществе**

Необходимая информация

Руководство – Часть В

Публикация

© 2015 WECF e.V., Германия

ISBN 9 783 981 31 7060

Право: WECF 2015

Материалы данной публикации могут быть использованы при указании источника

Редакторы:

Маргрит Самвел, WECF (Женщины Европы за всеобщее будущее)

Клаудиа Вендланд, WECF (Женщины Европы за всеобщее будущее)

Все таблицы и диаграммы без указания источника разработаны авторами; авторство других таблиц и диаграмм указано

Фотографии авторов; фотографии других авторов указаны

Партнеры проекта:



AQUADEMICA



JHR (Журналисты за права человека), Республика Македония, <http://www.detstvo.org.mk>

Aquademica (Аквадемика), Румыния, <http://www.aquademica.ro/>

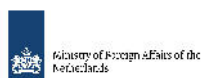
КАВС (Кыргызский альянс по воде и санитарии) Кыргызстан

ЦААВ (Центрально-Азиатский альянс по воде) Кыргызстан, <http://www.caaw.asia/>



Данная публикация стала возможной благодаря финансовой поддержке Германского федерального фонда «Окружающая среда» (DBU), Фонда Дональда Кунена для продвижения экологической экспертизы в Центральной и Восточной Европе (Donald Kuenen Foundation for the advancement of environmental expertise in Central and Eastern Europe) и Министерства иностранных дел Нидерландов.

Перевод на русский язык был частично профинансирован ЕЭК ООН.



Содержание данной публикации не должно в обязательном порядке отражать мнение доноров.



www.wecf.eu

WECF – Женщины Европы за всеобщее будущее
Нидерланды / Франция / Германия

WECF The Netherlands

Korte Elisabethstraat 6
3507-LA Utrecht
The Netherlands
Tel.: +31 - 30 - 23 10 300
Fax: +31 - 30 - 23 40 878

WECF France

Cité de la Solidarité Internationale
13 Avenue Emile Zola
74100 Annemasse Cedex
France
Tel.: +33 - 450 - 49 97 38
Fax: +33 - 450 - 49 97 38

WECF e.V. Germany

St. Jakobs-Platz 10
D - 80331 Munich
Germany
Tel.: +49 - 89 - 23 23 938 - 0
Fax: +49 - 89 - 23 23 938 - 11

Содержание

Предисловие

Как использовать руководство по разработке Плана обеспечения безопасности воды и санитарии (ПОБВиС)?

Часть А – Как разработать План обеспечения безопасности воды и санитарии?

Модуль А1	Введение. План обеспечения безопасности воды и санитарии	1
Модуль А2	ПОБВиС для маломасштабных систем водоснабжения: скважин, колодцев и родников	9
Модуль А3	ПОБВиС для маломасштабных трубопроводных водораспределительных систем	19
Модуль А4	Шаг за шагом: 10 рекомендуемых шагов для разработки ПОБВиС	31
Модуль А5	Простые тесты оценки качества воды	37
Модуль А6	Картирование села / Визуализация результатов анализа	47
Модуль А7	Оценка рисков для маломасштабных систем водоснабжения и санитарии	57
Модуль А8	Интервью	69

Часть В – Необходимая информация для разработки Плана обеспечения безопасности воды и санитарии (ПОБВиС)

Модуль В1	Источники питьевой воды и водозабор	1
Модуль В2	Очистка, хранение и распределение питьевой воды	11
Модуль В3	Распределение питьевой воды – трубы	27
Модуль В4	Качество питьевой воды	37
Модуль В5	Санитария и очистка сточных вод	53
Модуль В6	Охрана водных ресурсов	69
Модуль В7	Нормативные положения по воде	85
Модуль В8	Сбор дождевой воды	95

Часть С – Как вовлекать школы в процесс ПОБВиС?

Модуль С1	Представление Плана обеспечения безопасности воды и санитарии (ПОБВиС) в школах	1
Модуль С2	О воде	15
Модуль С3	Мытье рук	27
Модуль С4	Санитария в школах	33
Модуль С5	Использование воды в нашей жизни	43
Модуль С6	Экономия воды	53

Предисловие

Вопросы здоровья населения, безопасной питьевой воды и безопасной санитарии тесно взаимосвязаны, но часто этими вопросами пренебрегают или их актуальность недооценивается, особенно в сельских сообществах. Выявление слабых и сильных сторон используемых источников воды и существующих систем водоснабжения и санитарии поможет улучшить их управление и механизмы защиты. Для определения возможных источников опасных факторов и рисков очень важны знания о надлежащем качестве воды и санитарии, путях заражения и связанных с этим рисках, а также о предотвращении этих рисков. План обеспечения безопасности воды и санитарии (ПОБВиС) может быть одним из способов обеспечения безопасности систем питьевого водоснабжения и санитарии, а также снижения рисков соответствующих заболеваний. Управление системами водоснабжения и санитарии, будь то маломасштабные или крупномасштабные системы, касается целого ряда заинтересованных сторон.

Различные заинтересованные стороны, такие как местные органы власти, предприятия водоснабжения, школы и сами жители могут играть важную роль в улучшении механизмов управления водоснабжением и санитарно-техническими сооружениями на уровне местных сообществ. В данном руководстве представлены рекомендации и справочная информация для управления и планирования процесса обеспечения безопасной питьевой водой и безопасной санитарией в небольших сельских общинах в странах общеевропейского региона.

Цель представленного руководства – помочь общинам в разработке собственных Планов обеспечения безопасности воды и санитарии для местных систем водоснабжения, например, колодцев, скважин, родников и централизованного водоснабжения, а также в оценке качества санитарно-технических сооружений, таких как школьные туалеты. Читатели получают рекомендации для пошаговой разработки Плана обеспечения безопасности воды и санитарии, предполагающей вовлечение в этот процесс всех заинтересованных сторон, а также сотрудничество с органами власти, школами и жителями.

Отправной точкой для данной публикации послужил разработанный ВОЗ подход по созданию Плана обеспечения безопасности воды (ПОБВ), который был затем адаптирован WECF к условиям небольших сельских поселений в странах Восточной Европы и Кавказа. За последние годы программы ПОБВ были реализованы в восьми странах региона. Некоторые заинтересованные стороны запросили больше справочного материала и информации. Кроме того, оказалось, что вопросами санитарии часто пренебрегают, хотя они имеют особое значение для здоровья населения в сельских общинах. Таким образом, настоящая публикация является продолжением работы в данном направлении на основе уже имеющегося практического опыта.

Мы надеемся, что местные органы власти, предприятия водоснабжения и школы будут использовать это руководство в качестве практического инструмента для улучшения ситуации в области здоровья населения и в странах общеевропейского региона!



Саша Габизон
Международный директор WECF
(Женщины Европы за всеобщее будущее)
Германия/Нидерланды/Франция

Авторы

Наташа Доковска, Journalists for Human Rights (Журналисты за права человека)

Моника Исаку, Aquademica (Аквадемика)

Диана Искрева, Earth Forever (Вечная Земля)

Фридиман Климек, WECF (Женщины Европы за всеобщее будущее)

Бистра Михайлова, WECF (Женщины Европы за всеобщее будущее)

Дорис Моллер, WECF (Женщины Европы за всеобщее будущее)

Маргрит Самвел, WECF (Женщины Европы за всеобщее будущее)

Клаудия Вендланд, WECF (Женщины Европы за всеобщее будущее)

Аглика Йорданова, Ecoworld 2007 (Экомир 2007)

Переводчики

Ирина Козбан (WECF, Германия)

Айжамал Бакашова («Алга», Кыргызстан)

Тинар Мусабаев (ЦААВ, Кыргызстан)

Как использовать руководство по разработке Плана обеспечения безопасности воды и санитарии (ПОБВиС)?

Руководство по разработке и реализации Плана обеспечения безопасности воды и санитарии (ПОБВиС) состоит из трех частей:

Часть А: Как разработать План обеспечения безопасности воды и санитарии (ПОБВиС)?

Часть А, состоящая из 8 модулей, объясняет подход к разработке планов обеспечения безопасности воды и санитарии (ПОБВиС) для маломасштабных систем водоснабжения, а также предоставляет простое и практическое руководство для разработки Плана. Два модуля посвящены, главным образом, ПОБВиС для децентрализованного водоснабжения и маломасштабных трубопроводных водораспределительных систем. Кроме того, часть А представляет практические рекомендации для рабочей группы по ПОБВиС, рассматривающие разработку ПОБВиС в виде пошагового процесса из 10 этапов. Также в этой части приводятся примеры практической деятельности, оценки рисков для водоснабжения и туалетов, проведения интервью с различными заинтересованными сторонами и обработки собранной информации и результатов.

Основная целевая аудитория Части А – это местные органы власти и предприятия водоснабжения, а также учителя школ и общественные организации.

Часть В: Справочная информация для разработки ПОБВиС

Часть В состоит из 8 модулей, предоставляющих информацию технического и нормативно-правового плана, например, в отношении возможных источников питьевой воды, очистки и распределения воды, санитарии и очистки сточных вод, охраны водных ресурсов и качества воды, сбора дождевых вод и нормативных актов, связанных с водой.

К основной целевой аудитории Части В относятся люди, которым необходима справочная информация о воде и санитарии. Это могут быть местные органы власти и предприятия водоснабжения, а также учителя, организации гражданского общества и все заинтересованные стороны.

Часть С: Как вовлекать школы в процесс ПОБВиС?

Часть С состоит из 6 модулей. Это дополнительная часть, разработанная специально для молодежи и школ. Она включает в себя теоретические занятия по общим вопросам, касающимся воды, таким как круговорот воды, а также предоставляет конкретную информацию о системах санитарии, водоснабжения и гигиене в школах. Разработка ПОБВиС объясняется с точки зрения вовлечения в процесс учеников и жителей села. Упражнения и предложения по практическим и интерактивным мероприятиям даны более детально.

Целевая аудитория Части С – это прежде всего учителя, а также лидеры молодежных групп, организаций гражданского общества или местные органы власти.

Примечания

Большинство модулей заканчиваются списком практических действий в рамках ПОБВиС и ожидаемых результатов, а также списком литературы для дальнейшего чтения.

Материал представленного руководства может быть адаптирован и использован в соответствии с условиями и спецификой местной ситуации и возможностей для реализации.

Рекомендуется выполнение представленных в части С упражнений.

Модуль В1

Источники питьевой воды и водозабор

Авторы: Фридеман Климек, Маргрит Самвел

Обзор

Источники воды очень важны для устойчивого функционирования систем водоснабжения, и в целом для экономического развития сообщества и всего региона. Без доступа к безопасной воде люди лишаются многих возможностей, таких как возможность развивать сельское хозяйство или туризм. Система водоснабжения не будет устойчиво работать целый год, обеспечивая здоровой и вкусной водой дни и ночи, сама по себе. Выбор источника воды чрезвычайно важен для системы водоснабжения и должен следовать определенным принципам.

В этом модуле представлено объяснение нескольких аспектов, которые необходимо учитывать при выборе источника воды, будь то грунтовые воды, родники или поверхностные воды. В модуле также рассказывается о возможных путях загрязнения источников, как природных, так и антропогенных. Освещены вопросы уязвимости источников к разного рода загрязнениям, сезонного колебания качества и количества воды, способности источников к пополнению, а также вопросы, касающиеся водозабора.

В модуле описаны «плюсы» и «минусы» разных источников воды и типов водозабора.

Задачи

Благодаря данному модулю читатель получит необходимые базовые знания о том, как выбирать природные источники воды – подземные/грунтовые воды, родники или реки – для использования в качестве источника водоснабжения. Читатель сможет примерно оценить состояние источника воды для своего дома, а также проанализировать его преимущества и недостатки.

Ключевые слова и термины

Питьевая вода, водоносный горизонт, источник воды, подземные воды, поверхностные воды, колодец, скважина, родник, водозабор, площадь водосбора, загрязнение.

Module

B8

Module

B7

Module

B6

Module

B5

Module

B4

Module

B3

Module

B2

Module

B1

Источники питьевой воды и водозабор

Введение

Источники воды очень важны для устойчивого функционирования систем водоснабжения, и в целом для экономического развития сообщества и всего региона. Без доступа к безопасной воде люди лишаются многих возможностей, таких как возможность развивать сельское хозяйство и туризм. Кроме того, нехватка воды, в особенности безопасной воды для питья, приготовления пищи и гигиены, будет способствовать росту числа заболеваний, связанных с водой и санитарией, что, в свою очередь, приведет к экономическим потерям. Но необходимо осознавать, что система водоснабжения не будет устойчиво работать целый год, обеспечивая здоровой и вкусной водой дни и ночи, сама по себе.

В некоторых странах общеевропейского региона жители сталкиваются с проблемой постоянного или сезонного недостатка воды. Перед тем как установить систему водоснабжения, необходимо обязательно изучить источник воды, сезонные колебания качества и количества воды, в также способность источника к пополнению. Также следует определить размер и расположение водосборной площади, характер антропогенной деятельности в районе водосбора и потребности потенциальных водопользователей.

Необходимо помнить, что водозабор должен быть сбалансирован с пополнением воды в источнике.

1. Что такое питьевая вода?

Согласно Протоколу по проблемам воды и здоровья ЕЭК ООН и ВОЗ, «питьевая вода означает воду, которая используется или предназначена для употребления человеком в качестве питьевой воды, для обработки и приготовления пищи, для личной гигиены или в аналогичных целях». То есть питьевая вода – это вода приемлемого качества, которая может быть использована для питья и приготовления пищи с минимальным риском для здоровья, как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Питьевая вода должна быть очень чистой.

Несмотря на то, что наша планета покрыта водой на 71%, только малая часть этой воды может быть использована в качестве питьевой (таблица 1). Всего 1% пресной воды на земле можно использовать для питья! Это равно 0,0026% от всего объема воды!

		Объем воды [км ³]	Процент [%]	
Всего		1 384 120 000	100.	
Соленая вода (моря)		1 348 000 000	97.39	
Пресная вода (всего)		36 020 000	100	2.60
Пресная вода	Вода в полярных льдах, морских льдах и ледниках	27 820 000	77.23	2.01
	Грунтовая вода, почвенная влага	8 062 000	22.38	0.58
	Вода в реках и озерах	127 000	0.35	0.01
	Вода в атмосфере	13 000	0.04	0.001

Таблица 1: Объем воды на земле

Источник: Марчинек и Розенкранц 1996, Данные Баумгартнера и Рейчел 1975; bfw.ac.at/300/pdf/globaler_wasserkreislauf.pdf

На следующих страницах представлен обзор разных видов источников сырой воды для водоснабжения и освещены проблемы их уязвимости к возможным природным и антропогенным загрязнениям.

2. Выбор источника и площадь водосбора

Существует много типов источников воды, в зависимости от природных условий. Источниками питьевой воды могут быть подземные/грунтовые воды (родники, колодцы), поверхностные воды (реки, озера, водохранилища, моря), дождевые воды или даже туман. Использование поверхностных вод в качестве источника может быть необходимо, если в регионе наблюдается недостаток подземных вод или подземные воды не могут быть использованы для данных целей. Вода поверхностных источников наиболее уязвима к природному и антропогенному загрязнению, поэтому должна быть проанализирована и обработана должным образом.

Геологические условия и климат в значительной мере влияют на состояние источников, их способность к пополнению. Так как подземные водоносные горизонты могут содержать только определенное количество воды, местные системы водоснабжения в большой степени зависят от объема осадков, выпавших в прошлые недели и месяцы. В случае редких/необильных осадков и/или высоких температур родники и колодцы могут пересыхать. С другой стороны, водоносные горизонты, залегающие на большой глубине, могут сохранять воду несколько десятилетий или даже веков. При использовании таких источников необходимо обязательно учитывать способность водоносных горизонтов восполнять объем выкаченной воды (см. 2.3.).

Итак, отбор источника для системы водоснабжения в большой степени зависит от гидрологических и геологических условий, а также от объема осадков в районе водосбора и от потенциальных опасных факторов, действующих на водосборной площади. Предварительное обследование гидрологических и геологических условий, а также состояния почвы будет очень полезным для правильного планирования и реализации планов. Надлежащее управление территорией водосбора может быть важным для минимизации проблем качества воды и водоочистки.

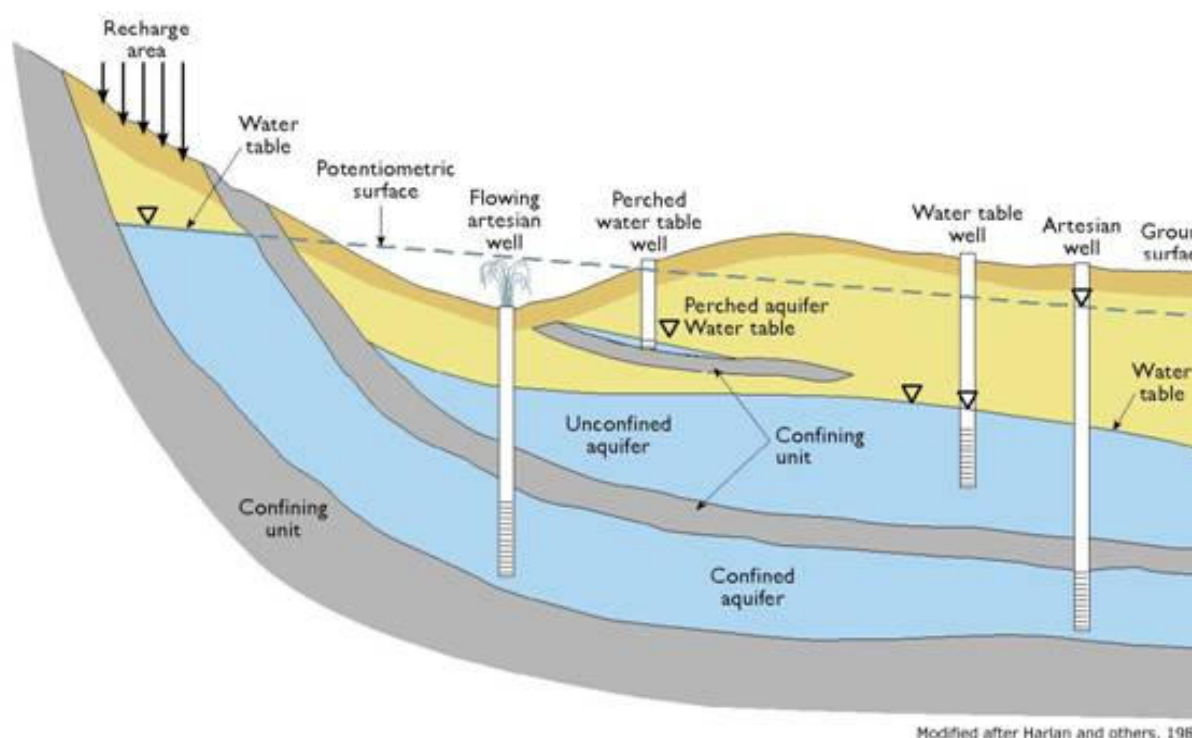


Рисунок 1: Водоносные горизонты и колодцы

Источник: [http://www.douglas.co.us/water/What_is_an_Aquifer\\$\\$.html](http://www.douglas.co.us/water/What_is_an_Aquifer$$.html)

2.1. Вода поверхностных источников

Реки (например, Дунай), каналы и озера (природные или искусственные) часто используются в качестве источника воды, но они уязвимы к загрязнению, как антропогенному, так и природному. Сельское хозяйство (пестициды, удобрения, выпас скота), промышленное производство и сброс сточных вод приводят к дестабилизации качества воды, повышению содержания в ней вредных химических веществ и патогенных микроорганизмов. В воде с высоким содержанием нитратов могут стремительно размножаться водоросли; их токсины также влияют на качество воды. Более того, невозможно предотвратить природное загрязнение воды, например, экскрементами диких животных, поэтому поверхностные воды нельзя употреблять без предварительной очистки. В зависимости от водосборной площади могут быть использованы различные способы предотвращения и минимизации действия опасных факторов. В связи с высокими потенциальными рисками поверхностные воды рассматриваются в качестве источников воды только в случае, если другие источники (в особенности подземные воды) недоступны. Обычно вода, поступающая с водосборных площадей, расположенных достаточно высоко над уровнем моря, с территорий, где не ведется сельскохозяйственная деятельность, и имеющая допустимый уровень рН, показывает хорошие результаты химического анализа, но это не означает, что у воды хороший микробиологический статус! Микроорганизмы – это главная причина заболеваний, связанных с использованием небезопасной воды.

Малые реки часто подвержены антропогенному влиянию и показывают очень низкие результаты качества воды. Однако местные сообщества и органы власти в силах изменить ситуацию! Как правило, водотоки низинных территорий характеризуются наиболее низким качеством воды, и местные возможности изменить качество воды в этом случае весьма ограничены. В целом, вода очень переменчива, например, по составу (в результате дождей) или цвету (сезонные изменения). Поверхностным водам свойственна природная изменчивость определенных параметров и показателей, однако уровень антропогенного загрязнения должен всегда оставаться на самом низком уровне.

В Директивах Совета 75/440/ЕЕС, 91/692/ЕЕС указаны требования к качеству воды поверхностных источников, используемых для питьевого водоснабжения. Определены 3 вида поверхностных вод и требуемые методы очистки этих трех видов поверхностных вод при подготовке питьевой воды.



Река Дунай является источником питьевой воды для многих сел и городов

По возможности воду не следует забирать в непосредственной близости от берега. Более того, заборное устройство должно быть установлено в месте с низкой турбулентностью, что особенно важно, например, во время дождей. Если поверхностные воды являются источником питьевой воды, то обязательно нужно учитывать необходимый объем технических и финансовых ресурсов для подготовки чистой и безопасной питьевой воды. К минимальным требованиям относятся фильтрация и дезинфекция воды, а также постоянный мониторинг ее качества. Возможно, озера более однородны по качественному составу воды, чем реки, но это не является гарантией меньшего риска загрязнения.

2.2. Родники

Количество и качество воды из родников зависит от источника. Родники, образующиеся при выходе на поверхность вод с глубоких водоносных горизонтов, более надежны, в то время как родники с водой из неглубоких горизонтов или горизонтов непосредственно под пластами известняка или гранита могут пересыхать. Родниковая вода не требует столь интенсивной очистки, так как в ней меньше загрязнений. Но в любом случае такая вода также не защищена от загрязнений сельского хозяйства, сточных вод. В некоторых случаях микроорганизмы и химикаты могут попасть в почву и в родники. Почва обладает свойством абсорбции и фильтрации загрязнителей. Поэтому глубинные источники лучше защищены от инфильтрации, чем источники, расположенные близко к поверхности. Слои почвы оказывают сильное влияние на качество и состав воды. Вода, проходя через слои почвы, теряет и приобретает минералы. В зависимости от типа почвы и геологических особенностей, грунтовые воды и родники могут содержать набор нескольких минералов, которые могут способствовать техническим рискам и рискам для здоровья. Строительство водяной камеры поможет защитить место забора воды из родника от загрязнения, нечистот и мусора, а также может хранить запасы воды.

2.3. Подземные воды

Скважины и колодцы используются для забора подземных вод разной глубины и качества. Количество воды, которое может быть выкачено, зависит от свойств водоносного горизонта. Будет полезным протестировать их после бурения скважины и установки насоса. Существует несколько способов для проверки пригодности подземных вод для использования в качестве питьевой воды. Такие проверки должны быть направлены, в первую очередь, на оценку количества воды в водном объекте и ее химического состава: есть ли риски засоления, проникновения поверхностных вод или другого влияния. Кроме того, необходимо выяснить, повлияет ли в свою очередь использование подземных вод на поверхностные экосистемы, как соблюсти баланс забора воды и восполнения источника, где расположена водосборная площадь. Эксперты должны провести тесты на способность источника к восполнению и определить направление потока воды. Для создания устойчивой системы водоснабжения важно знать основные характеристики источника воды.

Неглубокие колодцы и скважины более подвержены загрязнению, чем глубинные установки, но если их правильно сконструировать, то они будут поставлять питьевую воду хорошего качества. Что касается родников, то качество воды в них в большей степени зависит от слоев почвы, чем от самого водоносного горизонта. Вода из глубоких колодцев или же буровых скважин может поступать с водосборной площади, расположенной за много километров от места водозабора. Поэтому поставщикам воды важно знать о качестве и характеристиках водосборной площади (см. также модуль В6 – охрана водных ресурсов).

Высокое качество подземных вод обеспечивается за счет надлежащего управления землепользованием. Правильный подход к вопросам землепользования поможет сократить технические и финансовые расходы за счет снижения загрязнения удобрениями, пестицидами, другими химикатами и патогенами. Хорошим примером может послужить инициатива станции водоочистки города Мюнхена (www.swm.de/english.html). В районе водосбора стали активно внедряться экологические практики ведения сельского хозяйства с последующим маркетингом выращенных продуктов. В результате, предприятия водоснабжения предоставляют питьевую воду практически без предварительной обработки.

Большинство подземных вод (водоносных горизонтов) имеют способность к самовосполнению в определенных местах, которые, как говорилось выше, могут находиться за много километров от места забора воды. Так или иначе, подземные воды будут обеспечивать необходимое количество воды, как для питья, так и для орошения, только в том случае, если объем восполняемой воды выше потребляемого объема.

Последствия интенсивного использования подземных вод

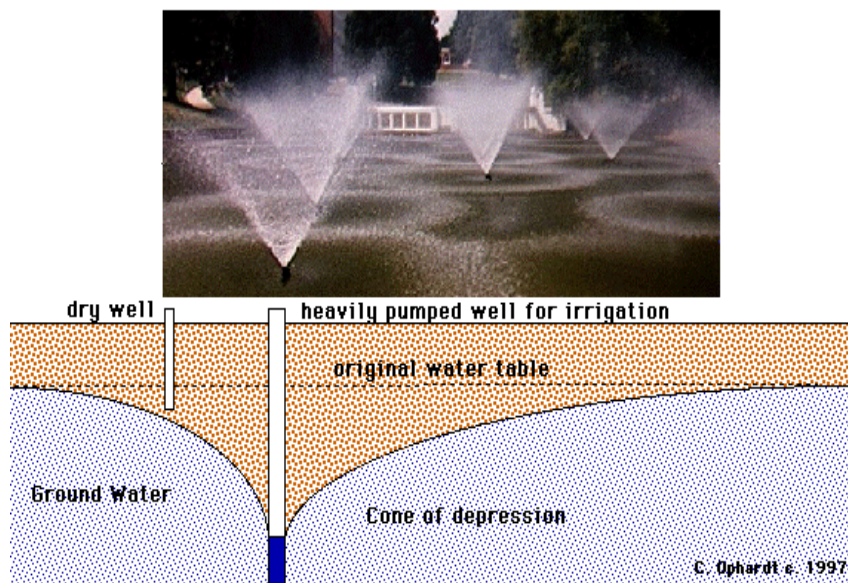


Рисунок 2: Чрезмерное использование подземных вод
 Источник: <http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/301groundwater.html>

При более интенсивном водозаборе зеркало подземных вод сократится. В этом случае колодцы могут пересохнуть, вода с верхних слоев почвы или соленая вода с побережья может проникнуть в водоносный горизонт. Крайне важно предотвращать чрезмерную эксплуатацию подземных вод!

3. Уязвимость различных типов воды возможному загрязнению

Качество воды зависит от вида источника и происходящих геологических изменений, практик землепользования и погодных условий. Приведенная ниже таблица дает примерное представление о качестве сырой воды. Например, подземные воды не содержат никаких взвешенных частиц, в то время как вода из родников или поверхностных источников может содержать взвеси, особенно после сильных дождей. Также в подземных водах наблюдается высокий уровень содержания кальция, магния и соли, в зависимости от геологических условий. Поверхностные воды наименее уязвимы для этих элементов.

Загрязнители воды	Грунтовые воды	Артезианская вода	Родники	Поверхностные воды	Наиболее частые источники
Микроорганизмы	+	-	++	++	Сточные воды, сельское хозяйство
Нитраты	++	-	++	-	Сточные воды, сельское хозяйство
Кальций/Магний	++	++	+	-	Природные
Сульфат	+	+	+	-	Природные
Железо/Марганец	++	++	+	-	Природные
Фторид	+	+	-	-	Природные
Натрий/Калий (соли)	++	++	+	-	Природные; проникновение морских вод; неправильное орошение
Частицы (соль/глина)	-	-	++	++	Эрозия, погодные условия (дожди)

Загрязнение во время распределения воды					
Микроорганизмы	++	++	++	++	Утечка в трубах и соединениях
Металлы: свинец, медь	+	+	+	+	Свинцовые и медные трубы, коррозия
Хлор-содержащие соединения / галогены	+	+	+	+	Хлорирование
Фосфаты	+	+	+	+	Обработка фосфатами
Соли	+	+	+		Обработка на уровне домохозяйства

Таблица 2: Разные типы источников воды и их уязвимость к возможным природным и антропогенным загрязнениям.

-Низкая уязвимость

+ Есть уязвимость

++ Высокая уязвимость

4. Водозабор

Перед тем как выбрать источник питьевого водоснабжения, необходимо протестировать свойства источника и качество воды. Химические и микробиологические параметры воды должны соответствовать утвержденным стандартам, необходимо оценить потенциальные источники загрязнения и, по возможности, возможные способы водоочистки. Смотрите модуль В2 и В4. Технические решения для водозабора различны и зависят от типа источника и геологических условий.

Ниже приведены простые пояснения.

Скважины / колодцы

Скважины имеют маленький диаметр и различаются по глубине. Бурение скважин выполняют специалисты. Скважины могут достичь даже очень глубоких водоносных горизонтов. Скважины удобны и предпочтительны для использования, если требуется вода высокого качества и/или в больших объемах (например, для полива). Также необходимо учитывать правовые аспекты при бурении скважины. В противоположность скважинам, колодцы можно выкопать вручную. Они имеют больший диаметр – примерно 1 метр и более, и в большинстве случаев не глубже 20 метров. Колодцы необходимо рыть в правильно выбранном месте, для предотвращения проникновения загрязнений от септиков, выгребных ям, скотных дворов и сараев. Более того, использованное оборудование, методы рытья колодца, его крепление и цементирование должны соответствовать определенным стандартам. Участок вокруг колодца должен быть чистым, то есть не способствовать проникновению загрязняющих веществ в воду.

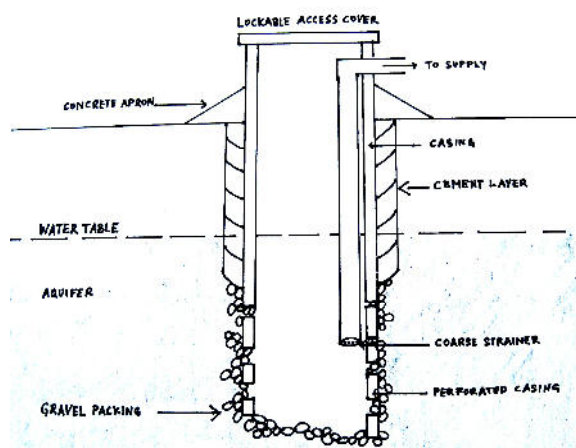


Рисунок 3: Схема устройства колодца или скважины

Согласно источнику: DWI:

http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_137_manual.pdf

Родники

Родники обычно расположены там, где подземные воды находятся наиболее близко к поверхности или на небольшой глубине. Место выхода воды на поверхность расширяется при помощи дноуглубителя или же вручную. Труба-фильтр (ПВХ, с разделениями) устанавливается крест-накрест на уровне источника воды; покрывается илом и гравием. Вода собирается в трубу и далее течет в коллектор воды, к месту водоочистки или же напрямую к потребителю. Родники защищены от загрязнения и могут обеспечивать водой в больших объемах.

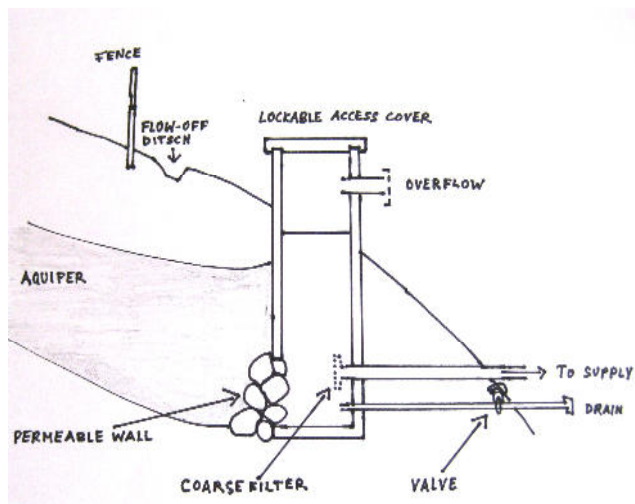


Рисунок 4: Схема устройства родника
Согласно источнику: DWI:
http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_137_manual.pdf



Вход в обустроенное место водозабора (родник)

Источник фотографии: Bayerisches Landesamt für Umwelt
(Государственное ведомство по охране окружающей среды Баварии);
(http://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil2_gewaesserkundlicher_dienst/doc/nr_219_anlage6.pdf)



Сбор родниковой воды в Баварии.
Вода может собираться несколькими дренажными трубами. Место водозабора должно быть должным образом защищено.

Источник фотографии: Bayerisches Landesamt für Umwelt
(Государственный Офис Баварии Окружающей Среды);
(http://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil2_gewaesserkundlicher_dienst/doc/nr_219_anlage6.pdf)

Реки и озера

Реки и озера могут быть источником питьевой воды. Но всегда воду, взятую из таких источников, необходимо очищать и только после очистки использовать для питья, приготовления пищи, или других домашних целей. Поверхностные воды легко загрязняются экскрементами диких животных, сточными водами и в результате сельскохозяйственной деятельности. Кроме того, рекам и озерам свойственно большое разнообразие качества воды, например, в отношении таких показателей, как уровень мутности, что связано с потоками воды и погодными условиями. Основными элементами защиты открытых водных источников являются предотвращение эрозии посредством использования соответствующих сельскохозяйственных технологий, прекращение выпаса скота на берегу озер и рек и сброса сточных вод.

По возможности водозабор из открытых источников не следует осуществлять с поверхности, в непосредственной близости от берега. Воду необходимо забирать в точке с низкой турбулентностью и выше по течению от населенного пункта. В точке водозабора необходимо установить седиментационную ловушку и решетку для очистки воды т.д. (см. модуль А3).

5. Деятельность в рамках ПОВВиС и результаты

Деятельность в рамках ПОВВиС	Результат
Выявление и картирование источников сырой воды	Создана карта с указанием источников
Сбор геологической и гидрологической информации – определение направления потоков воды, потенциального места выхода воды <ul style="list-style-type: none"> • Определение расположения и размера площади водосбора • Сбор всей информации о качестве и количестве используемых источников воды • При недостатке информации о качестве сырой воды – проведение дополнительных анализов 	Подготовлен отчет о качестве и характеристиках сырой воды, возможном месторасположении и размере (размерах) водосборной площади (площадей). <ul style="list-style-type: none"> ○ В течение нескольких сезонов проведен анализ источников воды. Результаты анализов доступны.
Изучение баланса объемов забираемой и восполняемой воды в источнике <ul style="list-style-type: none"> • Определение среднего объема требуемой воды, принимая во внимание ежедневные и сезонные колебания 	Известны способность источника к восполнению, а также ежегодный объем используемой воды из источника; зарегистрированы сезонные и ежедневные колебания. <ul style="list-style-type: none"> ○ Подсчитан и оценен коэффициент восполнения источника (источников) и объем требуемой воды
Выявление и картирование антропогенной деятельности на территории площади водосбора и оценка возможных рисков. <ul style="list-style-type: none"> • При наличии протечек в водопроводе и канализации – их картирование. • Исследование практик ведения сельскохозяйственной деятельности и производства на территории площади водосбора. 	Подготовлен отчет, включая карту, с расположением и описанием видов антропогенной деятельности. <ul style="list-style-type: none"> ○ Выявлены потенциальные риски для водных источников.
Исследование и оценка условий функционирования систем водозабора.	Подготовлен отчет и проведена оценка условий функционирования систем водозабора.

<p>Исследование используемых методов водоочистки и определение дополнительных мер, которые необходимо предпринять при подготовке питьевой воды.</p>	<p>Подготовлен обзор методов водоочистки.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Определены необходимые шаги, которые необходимо предпринять для подготовки питьевой воды требуемого качества.
<p>Выявление преимуществ и недостатков используемых источников воды</p> <ul style="list-style-type: none"> • При необходимости, обсуждены и выявлены методы охраны водных ресурсов. • Выявлены и обсуждены возможные альтернативные источники воды. 	<p>Подготовлен общий отчет об используемых водных источниках.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Разработан список методов охраны водных ресурсов. ○ Разработан список предложений потенциальных альтернативных источников воды.

6. Источники и рекомендуемая литература

Служба технического контроля питьевой воды /Drinking Water Inspectorate/ (DWI), (2001). Руководство по водоочистке для маломасштабных систем водоснабжения. Доступно на сайте http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_137_manual.pdf

Методы качественной оценки (классификации) подземных вод. Великобритания, Агентство окружающей среды. Доступно на сайте http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/GW_Quantitative_Classification_140110.pdf

Директива Совета ЕС от 16 июня 1976 г. в отношении качества поверхностных вод, используемых в качестве питьевой воды в странах-членах ЕС

Образовательный портал Oracle Thinkquest. 2012. Доступно на сайте: <http://library.thinkquest.org/04apr/00222/sources.htm>

Образование в сфере водных ресурсов. 2012. Доступно на сайте: <http://watereducation.utah.gov/waterinutah/municipal/default.asp>

Очистка, хранение и распределение питьевой ВОДЫ

Авторы: Фридеман Климек, Маргрит Самвел

Обзор

В данном модуле представлены различные методы и этапы водоочистки на уровне предприятий водоснабжения, а также домохозяйств.

Описанные методы и этапы включают удаление загрязняющих частиц с помощью нескольких методов фильтрации и удаление химических веществ посредством окисления или ионного обмена. Также в модуле описаны основные методы дезинфекции.

Кроме того, в модуле дана характеристика нескольких систем водоочистки и эффективность этих систем. Отдельная часть описывает процессы обработки и хранения воды на уровне домохозяйств. В завершение, кратко освещены вопросы, связанные с управлением и функционированием системы водоснабжения, а также с повышением квалификации сотрудников соответствующих государственных органов и предприятий.

Задачи

Благодаря данному модулю читатель расширит знания о различных вариантах удаления загрязняющих воду веществ, научится самостоятельно оценивать состояние системы водоснабжения, сможет определить преимущества и недостатки различных систем водоочистки, а также получит представление о необходимом обучении технического персонала, работающего в системе водоснабжения.

Ключевые слова и термины

Водоочистка, осадки, коагуляция, окисление, фильтрация, дезинфекция, хлорирование, уровень домохозяйства, хранение, распределение, потеря воды, тренинг и обучение.

Очистка, хранение и распределение питьевой воды

Введение

Водоочистка подразумевает удаление нежелательных веществ. Так как процесс водоочистки – достаточно сложная в техническом плане тема, рекомендуется привлечение экспертов. Водоочистка должна быть направлена в первую очередь на элементы или частицы, которые должны быть удалены или уровень концентрации которых должен быть адаптирован согласно нормам. Поэтому адекватная водоочистка требует исследования условий на местах, включая определение необходимых физических, химических и биологических параметров. Также следует провести лабораторные анализы для определения этапов водоочистки, необходимых для подготовки здоровой и безопасной питьевой воды. После очистки процессы хранения, распределения и поставки воды потребителям должны осуществляться таким образом, чтобы безопасность воды сохранялась, а потери воды в сети были минимальны.

В следующих частях модуля представлен краткий обзор принципов водоочистки и описаны несколько методов очистки воды. Также дана подробная информация о распределении воды и причинах потери воды в системе.

1. Водоочистка на уровне предприятия водоснабжения

Так как существует множество видов загрязнения воды, было разработано большое количество разнообразных технологий водоочистки. Например, вода, загрязненная бактериями, должна обрабатываться другим методом, нежели мутная вода или вода, содержащая большое количество металлов. В этом разделе кратко описаны важные аспекты водоочистки. Методы водоочистки во многом зависят от типа загрязнения воды, финансовых возможностей предприятия водоснабжения, сообщества и/или пользователей. Перед тем как выбрать метод водоочистки, необходимо провести предварительное исследование местных условий, включая химические, физические и биологические параметры. После внедрения определенного процесса водоочистки, следует проанализировать его эффективность. Все эти шаги должны быть сделаны под руководством экспертов. Следует ответственно подойти к выбору поставщиков оборудования и консультантов.

Процессы водоочистки основаны на физическом удалении загрязнения с помощью фильтров, отстаивания (коагуляция/флокуляция, часто сопровождаемая добавлением химикатов) или биологического удаления микроорганизмов. Обычно процесс водоочистки состоит из нескольких этапов, начиная с предварительного отстаивания или предварительной фильтрации крупных фракций и фильтрации песком с последующей дезинфекцией. Это называется принципом многократного барьера. Это важная концепция, она является основой эффективной водоочистки и помогает предотвратить неэффективность водоподготовки, связанную с неправильным осуществлением одного из этапов процесса.

Например, если ошибка произошла на этапе применения метода коагуляции/флокуляции, то в процессе отстаивания и прохождения воды через песочный фильтр с последующей дезинфекцией вода все же пройдет требуемую очистку. Многие из оставшихся микроорганизмов будут уничтожены на финальном этапе в процессе дезинфекции. Таким образом, если пробелы в процессе водоочистки будут должным образом восполнены, качество обработанной воды снизится незначительно.

Процесс водоочистки – это целенаправленное изменение качества воды. В нем можно выделить две составляющих:

- 1) Удаление нежелательных веществ из воды (например, методом фильтрации, стерилизации, смягчения)
- 2) Добавление веществ и регулирование параметров воды (например, уровня pH, ионов, проводимости)

1.1. Коагуляция / флокуляция

Коагуляция и флокуляция используются для удаления небольших частиц, содержащихся в поверхностных водах, которые не удаляются простым отстаиванием. Добавление сульфата алюминия или сульфата железа (или других химикатов) в качестве коагулянтов приводит к образованию осадков (или крупных хлопьев), состоящих из разных примесей. Также для коагуляции пригодны некоторые металлы, например, железо, алюминий, гумины (например, из органической почвы, торфа), глинистые минералы или некоторые (не обязательно все) организмы, такие как планктон, простейшие или бактерии. Образовавшиеся хлопья затем отделяются в процессе отстаивания или фильтрации. Преимущество коагуляции состоит в том, что это более быстрый процесс, чем отстаивание, и одновременно очень эффективный метод удаления мелких частиц. К недостаткам метода относится дороговизна химикатов и оборудования. Точная дозировка коагулянтов, частый мониторинг, обязательное наличие опытного технического персонала, удаление ила – все это необходимо для полного функционирования процесса коагуляции.

1.2. Отстаивание

Простое отстаивание (например, без коагуляции) может быть использовано для снижения мутности воды или удаления твердых осадков. Резервуары для отстаивания проектируются таким образом, чтобы снизить скорость потока воды, для того чтобы частицы оседали под действия гравитации. Есть очень много видов резервуаров, выбор типа резервуара основан на простом тестировании установки или на имеющемся опыте использования резервуаров для вод, схожих по составу.

1.3. Фильтрация

Находящиеся в воде частицы могут быть удалены с помощью различных механических решеток и фильтров. Технологию фильтрации выбирают в зависимости от размера частиц, которые необходимо удалить, и общей концепции водоочистки. В следующих параграфах представлены наиболее распространенные технологии фильтрации.

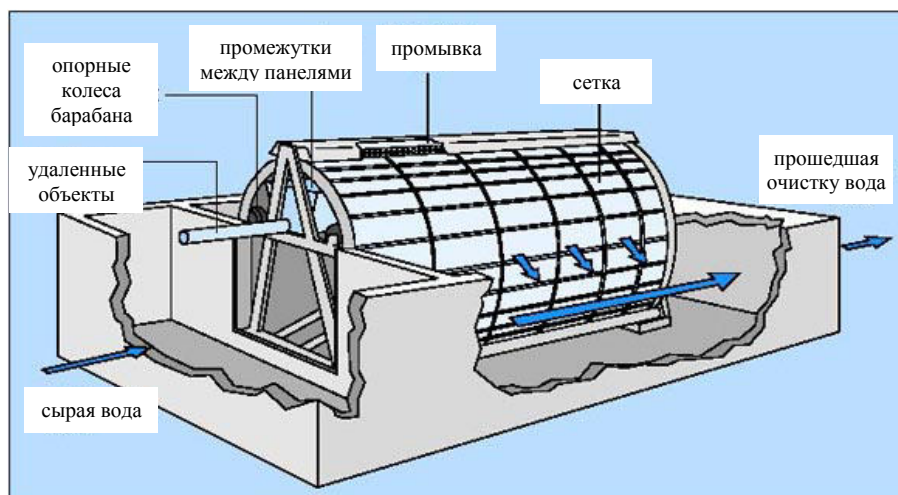


Рисунок 1: Сетчатый микрофильтр

Сетчатый микрофильтр – это вращающийся барабан с постоянной промывкой воды, поступающей сверху. Сетки с ячейками 10-40 мм удаляют мелкие водоросли, которые могут засорять песочные фильтры.

Источник: Мьюд С., Курс обработки воды Vitens (2011), Презентация PowerPoint, Баку

Механические решетки

Механические решетки эффективны в удалении определенных материалов и частиц из сырой воды и используются на многих станциях забора поверхностных вод. Решетки с ячейками крупного размера удаляют большие водоросли и обломки, в то время как ленточные решетки и сетчатые микрофильтры удаляют меньшие по размеру объекты, включая рыбу, и могут быть эффективны в удалении мелких водорослей. Сетчатые микрофильтры используются на первоначальном этапе водоочистки для удаления твердых частиц перед песчаной фильтрацией и химической коагуляцией. Сетчатый микрофильтр представляет собой вертящийся барабан, состоящий из панелей с очень мелкими ячейками. Вода переливается через эти ячейки и все инородные твердые тела, включая водоросли, остаются на барабане, а затем смываются водой и образуют сточные воды, которые также должны быть обработаны перед сбросом.

Гравийный фильтр

Простые гравийные фильтры (размер гравия 4-30 мм) могут быть использованы для удаления водорослей и снижения мутности. Размер гравийного фильтра зависит от качества воды, силы потока и размера гравия. Фильтр может быть длиной 12 м, шириной от 2 до 5 м, и глубиной от 1 до 1,5 м. Обычно фильтр рассчитывается на силу потока 0,5 и 1,0 кубических метров на квадратный метр площади фильтра в час ($\text{м}^3/\text{м}^2/\text{в час}$).

Медленный песочный фильтр

Медленный песочный фильтр обеспечивает процесс биологической очистки, в отличие от быстрого гравийного фильтра, который представляет собой тип (более или менее) физического фильтра. Медленный песочный фильтр обычно состоит из баков/резервуаров, содержащих песок (размером от 0,15 до 0,30 мм) глубиной 0,5 -1,5 метров. Наверху фильтра образуется слой биологически активного ила, который обеспечивает удаление микроорганизмов. Такой тип фильтра может функционировать тандемом – один фильтр может работать, в то время как второй будет очищаться. Верхние несколько сантиметров должны очищаться каждые 2-10 недель, в зависимости от качества сырой воды.

Быстрый гравийный фильтр

Быстрые гравийные фильтры часто используются для удаления крупных хлопьев после коагуляции и заполнены кварцевым песком (0,5 – 1,0 мм). Собранные твердые частицы в верхних слоях удаляются при промывке фильтра водой. Такое очищение должно происходить каждый день. Утилизация удаленного шлама после смыва должна осуществляться согласно технологии. Быстрые гравийные фильтры также используются для снижения мутности сырой воды, удаления водорослей, железа, магния. Гранулы активизированного угля среднего размера используются для удаления органических частиц, фильтры с щелочем используются для повышения pH в кислой воде.

Мембранная фильтрация

Мембранные фильтры – это механические фильтры, которые используют проницаемые мембраны для разделения газообразных и жидких потоков. Эта технология заимствована из производственных процессов и фармацевтической промышленности. В зависимости от дальнейших целей использования воды, применяются различные виды мембран и технологии. На сегодняшний день некоторые виды мембранной фильтрации используются также для подготовки питьевой воды. Наиболее распространенные виды – это ультра-, микро-, и нано- фильтрация, а также обратный осмос. Они различаются размерами пор мембран, и, следовательно, способностью удалять молекулы или частицы различных размеров (см. таблицу 1). Несмотря на то, что мембраны могут удалять простейшие микроорганизмы, бактерии и вирусы, безопасность и целостность мембран не гарантирована. Необходимо производить дополнительную дезинфекцию.

	Ионы		Молекулы		Макромолекулы		Мелкие частицы		Крупные частицы											
Размер, мкм	0.001		0.01		0.1		1.0		10		100		1000							
Примерная молекулярная масса	100		200		1,000		10,000		20,000		100,000		500,000							
Относительный размер частиц в воде	Ионы металлов		Соли		Вирусы		Гуминовые кислоты		Глина		Шлам		Бактерии		Мелкие водоросли		Кисты		Песок	
Процесс сепарации	Обратный осмос		Наночистота		Ультрачистота		Микрочистота		Традиционные методы фильтрации											
Давление	40 бар		10 бар		2 бар		0,1 бар													

Таблица 1: Обзор процессов отделения загрязняющих веществ и их эффективности
 Согласно данным http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_137_manual.pdf

1.4. Другие процессы водоочистки

pH

Уровень pH в воде должен быть выверен перед распределением воды и во время водоочистки по нескольким причинам, в том числе для того чтобы:

- подтвердить, что уровень pH соответствует стандартам;
- контролировать процессы коррозии в системе распределения и оборудовании пользователя, или сократить концентрации свинца;
- улучшить эффективность и результативность дезинфекции;
- способствовать удалению железа и магния;
- способствовать удалению цветности и мутности с помощью химической коагуляции.

Во многих случаях сырая вода из поверхностных источников имеет слегка повышенную кислотность, а процесс коагуляции способствует ее дальнейшему повышению. Повысить уровень pH возможно путем:

- дозированного добавления гидроксида натрия, гидроксида кальция или карбоната натрия;
- пропуска воды через слой щелочной среды;
- удаления избытка углекислого газа методом аэрации.

Если уровень pH слишком высок, то снизить его можно за счет дозированного добавления подходящей кислоты, такой как серная кислота, соляная кислота, сульфат натрия или диоксид углерода.

Аэрация

Цель аэрации питьевой воды заключается в удалении железа, магния и нежелательных газов, таких как диоксид углерода (углекислота), сероводород (серная кислота) и метан. Высвобождение углекислоты также приводит к повышению уровня pH. Вдобавок, вода, насыщенная кислородом,

превращает большую часть железа и магния в вещество, которое можно удалить в ходе фильтрации. Различные технологии, например, воздушные фонтаны, каскады, лопасти или конусы, могут быть использованы для аэрации. Воздух может пропускаться через воду с помощью турбин для аэрации или сжатым воздухом. В любом случае, большинство видов аэрации производится пропуском малого количества сырой воды через воздушные потоки, а не пропуском воздуха через воду (см. рисунок 2). После удаления железа и/или магния необходимо провести фильтрацию для уничтожения элементов кислорода, которым вода насыщается во время аэрации. Кислородные соединения появляются в воде в виде хлопьев.

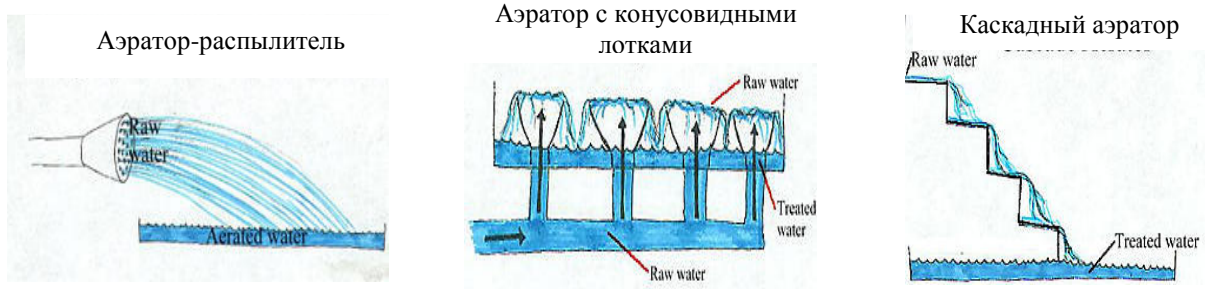


Рисунок 2: Рисунки разных технических решений для аэрации

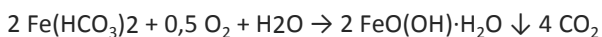
Источник: Mountain Empire Community College.

http://water.me.vccs.edu/courses/ENV115/Lesson5_print.htm

Удаление железа и марганца

Для удаления растворенного железа из подземных вод необходимо окислить его до нерастворимого гидроксида железа. Это может быть сделано путем аэрации, как упоминалось выше. Впоследствии можно удалить окисленное вещество путем фильтрации (например, песчаным фильтром). Если вода поступает, например, из торфяной почвы, то железо часто присутствует в ней в виде органического вещества. В таком случае необходимо использовать сильные окислители, такие как хлор или перманганат калия, для окисления и последующего удаления железа.

Удаление марганца сложнее, чем удаление железа. Метод удаления схож, но необходимо более интенсивное окисление для преобразования марганца в диоксид марганца. Далее необходима последующая фильтрация (песчаным фильтром). В том случае, когда используется метод коагуляции для удаления цвета и мутности, то можно провести параллельное удаление железа. Ниже приводится пример химической реакции железа во время аэрации воды:



Удаление нитратов

Природные концентрации нитратов, как правило, составляют уровень ниже 50 мг/л (это пороговое значение согласно Директиве ЕС по питьевой воде). Концентрация выше этого значения может быть индикатором техногенного загрязнения воды в результате сельскохозяйственной деятельности (животные, навоз, удобрения) или поступления сточных вод. В этом случае нитраты должны быть обязательно удалены. Метод ионного обмена является наиболее распространенной и простой технологией удаления нитратов. Вода проходит через колонки, заполненные гранулами смолы, которые удаляют анионы, такие как нитраты. Смотрите также раздел 3.3 данного модуля. Во время этого процесса нитраты заменяются эквивалентным количеством хлоридов. Когда возможности для ионного обмена исчерпаны, гранулы смолы должны быть промыты и обработаны, а также вновь заряжены хлоридом натрия.

Сточные воды содержат большое количество хлорида натрия и нитратов, поэтому необходим сбор сточных вод для утилизации. Другие возможные методы удаления – это процессы фильтрации через мембраны или денитрификация. Последний метод очень дорог, и его реализация требует должного опыта работы с процессами такого рода.

	Бактерии	Кисты	Вирусы	Водоросли	Крупные частицы	Мутность	Цвет	Al*	As*	Fe*/Mn*	NO ₃ *	Пестициды	Растворители	Вкус / Цвет
Коагуляция / флокуляция ¹	+	+	+	+	++	++	++	++	+	++				
Отстаивание					++	+		+		+				
Гравийный фильтр / механические решетки				+	++	+		+		+				
Бустрая песочная фильтрация	+	+	+	+	++	+		+		+				
Медленная песочная фильтрация	++	++	++	++	++	++		+		+				
Хлорирование	++		++	+			+							
Озонирование	++	+	++	++			+					++		++
УФ	++	+	++	+										
Активированный углерод							+					+	+	++
Активированный алюминий									++					
Керамический фильтр	++	++		++	++	++								
Ионный обмен								+	+	++	++			
Мембраны	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++		++

Таблица 2: Обзор эффективности и качества некоторых систем водоочистки

*Al: алюминий, As: мышьяк, Fe: железо and Mn: марганец, NO₃: нитраты

+ Частичный эффект ++ Эффективно / предпочитаемая технология

¹ Возможно требуется предварительная аэрация для эффективного удаления алюминия, мышьяка, железа и марганца

Источник: Руководство по водоочистке для маломасштабных систем водоснабжения http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_137_manual.pdf

1.5. Дезинфекция

Одним из наиболее опасных загрязнений является загрязнение питьевой воды фекалиями животных, людей или сточными водами. Причиной этому служит то, что в фекалиях и сточных водах содержится наибольшее количество патогенных микроорганизмов (см. также модули 8 и 9). Дезинфекция является необходимым этапом водоочистки, направленным на удаление или дезактивацию микроорганизмов и предотвращение распространения опасных заболеваний. Очень важно проверять сырую воду на наличие микроорганизмов, что также отмечено в Директиве ЕС по питьевой воде. После такой проверки становится возможным определение необходимого метода водоочистки и его интенсивности. Пройдя очистку вода должна быть проверена еще раз. Воды из равнинных рек являются наиболее уязвимыми для фекального загрязнения (несколько тысяч кишечных палочек на 100 мл воды). Воды из источников, расположенных в горах, содержат примерно десять кишечных палочек на 100 мл. Подземные воды менее склонны к такого рода загрязнению, но они также находятся под угрозой, в зависимости от местных условий.

Восприимчивость различных микроорганизмов к дезинфекции широко варьируется. Эффективность дезинфицирующих средств зависит от их концентрации, времени контакта с микроорганизмами, уровня pH и температуры.

Дезинфекцию проводят с помощью физических или химических дезинфицирующих средств. Для обеззараживания воды наиболее распространенными средствами являются:

1. Хлорирование (химическая дезинфекция)
2. Озонирование (химическая дезинфекция)
3. Ультрафиолетовое облучение (физическая дезинфекция)

Хлорирование

Хлорирование – наиболее распространенный метод очистки в системах водоснабжения крупного масштаба; в маломасштабных системах водоснабжения он применяется не так часто. Источниками хлора могут выступать, например, чистый *газообразный хлор* (из баллона), гранулы *гипохлорита кальция или натрия* или двуокиси хлора. Гипохлористая кислота является более мощным дезинфицирующим элементом, чем гипохлорит-ионы.

Все хлорсодержащие вещества химически очень активны и токсичны, они должны храниться должным образом и использоваться строго согласно правилам. Кроме того, процессы хлорирования должны тщательно контролироваться для того, чтобы свести к минимуму проблемы с запахом и вкусом воды. Хлорирование обычно практикуется при определенных значениях pH. Поэтому для маломасштабных систем водоснабжения необходимо рассматривать альтернативные методы, такие как, например, ультрафиолетовое облучение.

Сжиженный газообразный хлор поставляется в герметичных контейнерах. Газ выводится из цилиндра и вводится в воду с помощью дозатора, который контролирует и измеряет скорость потока газа.

Раствор гипохлорита натрия можно доставлять к месту использования в бочках. Но за один раз следует приобретать запас раствора на срок не более одного месяца, так как при длительном хранении (особенно воздействует свет) теряется активный хлор и увеличивается концентрация хлората по отношению к хлору. Очистка воды с помощью хлора или гипохлорита ухудшает вкус воды.

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), для эффективной очистки питьевой воды “уровень pH должен желательнее составлять меньше 8,0, а время контакта не должно превышать 30 минут, в результате чего свободного остаточного хлора не должно быть больше чем 0,2 в 0,5 мг/л”.

Диоксид хлора (ClO_2) в большинстве случаев является более эффективным в уничтожении вредных патогенов, чем газообразный хлор. При использовании диоксида хлора, в отличие от гипохлорита, погибают *кисты простейших и легионеллы*. Диоксид хлора является взрывчатым веществом, и поэтому используется только в виде водного раствора. При его применении образуются менее хлорированные углеводороды с органическими компонентами, чем при использовании газообразного хлора, однако также может образовываться и хлорит (ClO_2^-). Уровень содержания хлорита после дезинфекции не должен превышать 0,2 мг/л.

Имейте в виду, что хлорирование газообразным хлором или гипохлоритом не влияет на кисты некоторых простейших (*лямблий, криптоспоридия*).

Озонирование

Озон (O_3) – очень сильный окислитель, который является токсичным для большинства патогенных организмов в воде, даже для кист простейших, таких как *криптоспоридии*. Озон образуется из кислорода под действием ультрафиолетового света или электрического разряда. Его добавляют в воду в виде пузырей и удерживают как минимум 4 минуты. Такая процедура может повлиять на вкус и запах воды. Озон быстро разлагается и не оставляет устойчивого остатка. Соответственно, при необходимости должны быть добавлены дезинфицирующие средства более длительного действия. Озон вступает в реакцию со всеми видами органических и неорганических составляющих в воде, таким образом, потребность в озоне должна быть определена по аналогии с хлором. Озон считается безопасным для

очистки воды, даже если некоторые продукты окисления не известны. Но поскольку озон является высокотоксичным веществом, необходимо правильное обращение с ним.

Ультрафиолетовое облучение (УФ-облучение)

УФ-облучение считается предпочтительным методом дезинфекции в маломасштабных системах водоснабжения. Специальные лампы генерируют свет с длиной волны между 250 и 265 нм. Такое электромагнитное излучение напрямую разрушает биологические структуры, такие как белки и ДНК. Важным условием является прозрачная вода с низкой мутностью и отсутствием цвета. К факторам, влияющим на эффективность УФ-облучения относятся наличие в воде растворенных органических и неорганических соединений, скопление микроорганизмов, мутность или цвет. Доза применяемого облучения должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить эффективную дезинфекцию. Время облучения и интенсивность УФ-облучения должны быть соответствующими. УФ-лампа может использоваться в течение одного года.

Преимущества: В отличие от хлорирования, УФ-облучение не влияет на вкус, запах, цвет воды или здоровье человека; более того, в процессе облучения дезактивируются цисты *криптоспордии*. Этот метод водоочистки прост, оборудование компактно, а его обслуживание недорого.

Недостатки: Поскольку УФ-облучение не оставляет в воде остаточных продуктов, которые будут в дальнейшем воздействовать на качество воды, последующие стадии распределения воды должны быть безопасными (особенно это касается хранения воды). В противном случае, потребуются дезинфицирующее средство более длительного действия, например, хлорамин.

1.6. Контроль коррозии

Коррозия представляет собой частичное растворение материалов, составляющих систему очистки и хранения воды, цистерн, труб, клапанов и насосов. Коррозия может привести к разрушению конструкций, утечкам, потере мощности и ухудшению химического и микробиологического качества воды. Внутренняя коррозия труб и оборудования может иметь прямое влияние на концентрацию некоторых составляющих воды, в том числе свинца, меди и никеля. Контроль коррозии является важным аспектом управления системой водоснабжения. Дополнительная информация представлена в модулях В3 и В4.

Контроль коррозии включает в себя множество параметров, в том числе учет концентрации кальция, бикарбоната, карбоната и растворенного кислорода, а также уровня pH. Требования к процессу контроля различаются в зависимости от качества воды и каждой системы распределения. Значение pH помогает оценивать уровень растворимости и скорости реакции металлов, которые участвуют в коррозии. Очень важно обеспечить определенную концентрацию кальция в воде для формирования защитной пленки на поверхности металлов. Для определенных металлов щелочность (содержание карбонатов и бикарбонатов) и кальций (отвечающий за жесткость воды) также влияют на скорость коррозии.

2. Водоочистка на уровне домохозяйства

Кроме обработки воды на станции водоочистки, разработаны небольшие устройства для очистки воды непосредственно на месте использования. Это означает, что такое оборудование может очистить воду в небольшом объеме на бытовом уровне. Очищенная таким образом вода в основном используется для питья, а также для приготовления пищи. Также существует оборудование, схожее по принципу работы с оборудованием на станциях водоочистки, но предназначенное для переработки сырой воды в питьевую в домашних условиях. Таким оборудованием можно пользоваться при отсутствии общественного водоснабжения и/или соответствующей системы водоподготовки. При этом, все фильтры имеют одно общее свойство: они должны эксплуатироваться правильно (очищаться, отдельные части должны быть заменены или отремонтированы).

Для выбора системы очистки воды для домохозяйства необходимо ответить на следующие вопросы:

- Предназначено ли оборудование для обработки воды определенного качества?
- Подходят ли для системы местные условия, например, давление?

- Сколько литров очищенной воды производит оборудование за день?
- Какое количество воды необходимо ежедневно?
- Как вы узнаете, если оборудование не будет работать должным образом? Есть ли индикатор определения любой неисправности системы?
- Сколько стоит оборудование, и какое обслуживание необходимо? Доступно ли это?
- Есть ли сервисное и гарантийное обслуживание?

Фильтр	Частицы	Запах	Микроорганизмы	Нитраты	Металлы	Пестициды
Керамический	+++		++			
Активный углерод	+	++				+
Аниониты				+++		
Катиониты					+++	
Кипячение			++			

Таблица 3: Различные системы очистки воды на бытовом уровне

2.1. Керамический фильтр

Вода должна протекать через керамику (обычно продается в виде «свечей»), которая имеет очень пористую структуру. В зависимости от размера пор, могут быть отфильтрованы частицы до 0,5 мкм. Иногда фильтр пропитывают коллоидным серебром для предотвращения появления бактерий или грибков на слоях свеч. Серебро очень токсично для многих микроорганизмов, поскольку мешает им потреблять кислород из воды. Активный углерод может быть интегрирован в фильтр. Свечи необходимо менять регулярно. Керамические фильтры удаляют частицы и микроорганизмы; содержание же химических веществ, таких как нитраты или кальций (отвечающий за жесткость) не уменьшается.

2.2. Фильтр с активированным углем

Активированный уголь – это углерод, производимый из углеродных исходных материалов, таких как скорлупа, торф, древесина, угли и т.д. Благодаря высокой степени пористости (наличия большого количества микропор), один только грамм активированного угля может иметь площадь поверхности свыше 500м². Активированный уголь широко используется в процессах очистки воды, так благодаря своей пористой структуре он способен поглощать растворенные органические вещества, которые влияют на вкус или запах. Некоторые пестициды или фармацевтические остаточные вещества могут быть также поглощены активированным углем. Чем больше неполярные свойства веществ, тем лучше они поглощаются. Ионные вещества, такие как минералы, нитраты, соли или известь, не адсорбируются и остаются в воде.

2.3. Обмен ионами

Часто оборудование для смягчения воды зависит от процесса, известного как ионный обмен. Устройства для обмена ионами могут производить обмен определенных ионов с другими ионами с таким же электрическим зарядом, например обмен ионов кальция в воде происходит с ионами натрия, которые слабо связаны со своим ионитом. Иониты имеют ограниченную активность, и после того, как они заполняются удаляемыми из воды элементами, «ионы-заменители» должны быть регенерированы.

- Аниониты: могут быть использованы для удаления нитратов или других отрицательно заряженных ионов или веществ.
- Катиониты: используются в домашних хозяйствах для смягчения воды (снижения жесткости) и обмена положительных ионов Ca²⁺ и Mg²⁺ с Na⁺.

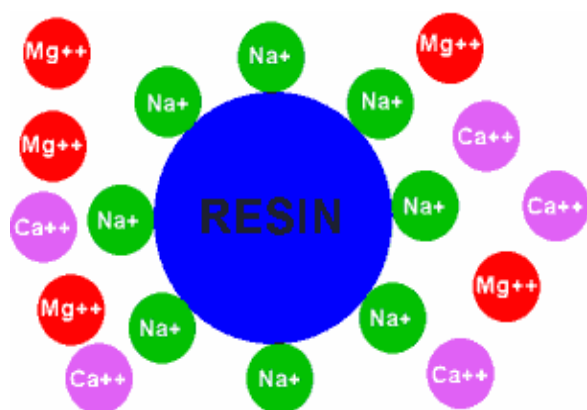


Рисунок 3: Полностью заряженный ионит

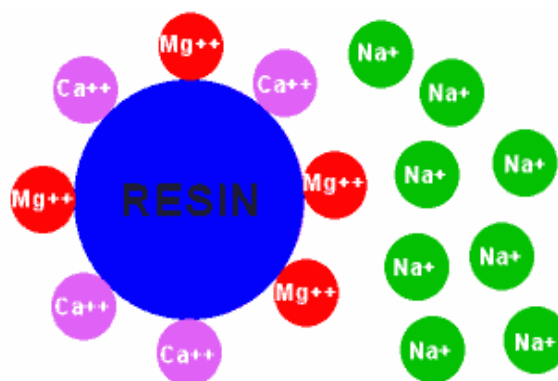
Source http://www.healthgoods.com/Drinking_Water_Filter_Buying_Guide_s/150.htm

Рисунок 4: Ионит после обмена

2.4. Кипячение

Простое кипение воды (не менее 5 минут) может уничтожить микроорганизмы. Это распространенный, но «временный» способ очистки, который можно применять, пока не удален постоянный источник загрязнения воды и/или не скорректирован метод водоочистки. Тем не менее, кипячение не удаляет химические загрязнения.

3. Хранение питьевой воды

Система водоснабжения должна иметь возможность хранить определенное количество воды в соответствующих условиях для обеспечения питьевой водой в периоды технического обслуживания системы, проблем с источником или обработкой, в также во время сезонных колебаний. Все резервуары для хранения воды должны быть изолированы для предотвращения замерзания воды в зимнее время или нагревания летом. Должна быть обеспечена защита от света, загрязнений окружающей среды и насекомых. Резервуары должны быть построены и эксплуатироваться надлежащим образом и регулярно проверяться. Могут быть использованы цистерны для поддержания соответствующего давления.

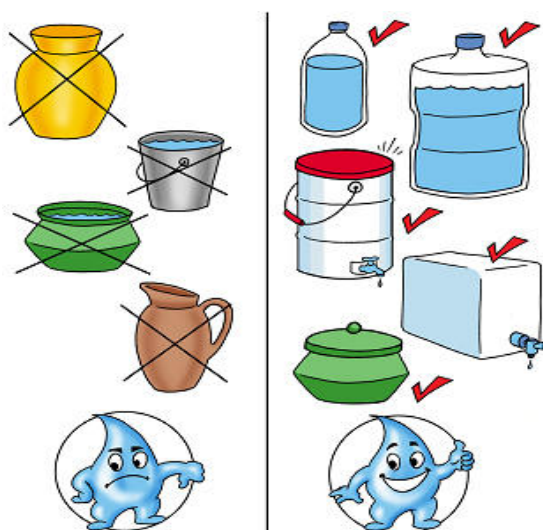


Рисунок 5: Различные типы баков: слева – небезопасные, а справа – безопасные емкости для хранения питьевой воды

Источник: CAWST (2009)
<http://www.sswm.info/category/implementation->

В качестве примера специальных резервуаров для хранения воды можно привести резервуары/цистерны, расположенные на большей высоте. Так, уровень воды в водохранилище, расположенном на большей высоте над уровнем моря, выше, чем на территории, куда поставляется вода, и вода из него может естественным образом стекать вниз под действием силы тяжести. Такой метод преследует две цели: хранение небольшого объема воды и обеспечение соответствующего давления в кране потребителя. Таких условий можно добиться при строительстве водонапорной башни, или используя особенности ландшафта.

Для хранения питьевой воды в домашнем хозяйстве рекомендуются дозаторы. Они защищают запасы воды, особенно от загрязнения микроорганизмами. Баки для хранения воды следует устанавливать на устойчивой поверхности, чтобы они не опрокинулись, также баки должны быть прочными и долговечными, непрозрачными и легко чиститься.

4. Распределение воды потребителям

Тысячелетиями человек прилагает усилия, чтобы сделать питьевую воду легкодоступной. В древности для обеспечения водой использовалась глина, позже – деревянные или плиточные каналы, а затем появились латунные, медные и свинцовые трубы. Опыт, наблюдения и современные анализы показали, что питьевая вода является очень чувствительной к загрязнению и может войти в реакцию с материалами, с которыми контактирует.

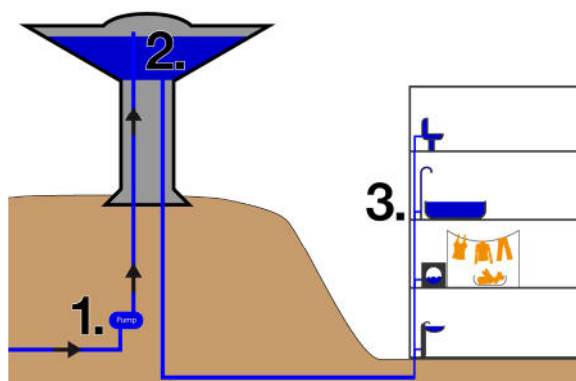
В настоящее время питьевая вода транспортируется к потребителю и распределяется через специальные водопроводные трубы, которые должны соответствовать различным стандартам для обеспечения водой хорошего качества. Следовательно, материал труб должен соответствовать нескольким техническим (и юридическим) требованиям. Надлежащее проектирование, монтаж и установка водопроводной системы должны проводиться специалистами. Для получения дополнительной информации по этой теме, пожалуйста, обратитесь к модулю В3.

Проблеме потери воды в водопроводной системе часто не уделяется должного внимания. В связи с отсутствием технического обслуживания и реконструкции устаревших труб, такие потери сказываются не только на предприятии водоснабжения, причиняя ему финансовый ущерб, но и на потребителе, который в результате не получает воду в достаточном количестве, или получает воду ухудшенного качества. Поврежденные трубы приводят не только к потере воды, но также могут быть источником загрязнения воды, так как микроорганизмы и различные вещества могут проникнуть в сеть из внешней среды (см. также модуль В4).

Из-за отсутствия должного технического обслуживания сети и/или коррозии в трубах многие страны общеевропейского региона сталкиваются с проблемами повреждения трубопроводов и высоких потерь воды: например, потери воды в 2008 году составили в Армении 80%, в Кыргызстане 70% и в Украине 45%. В других странах уровень потерь воды в системе умеренный или низкий. Так, например, в Италии на пути от поставщика к потребителю теряется 28% воды, Великобритания – 20%, в Германии – 8%.

Установка счетчиков воды в водопроводной сети для измерения потери воды во время одного сеанса распределения является хорошим показателем качества инфраструктуры.

Предприятие водоснабжения должно поддерживать необходимый уровень давления для работы системы водоснабжения. При необходимости, должны быть установлены насосы, чтобы обеспечить достаточное давление в трубах для обслуживания потребителей в многоэтажных зданиях. Средняя скорость потока должна быть такой, чтобы вода задерживалась не слишком долго, для сведения к минимуму риски развития патогенных микроорганизмов и подъема температуры.



1. Откачка очищенной воды в цистерну
2. Цистерна (расположена выше уровня крана потребителя)
3. Использование воды потребителем

Рисунок 6: Схема устройства водяной башни
 Источник: de.wikipedia.org/wiki/hochbehälter;
 Джонатан Креттон

5. Управление, обслуживание и обучение

Управление, эксплуатация и техническое обслуживание системы водоснабжения требуют соответствующих знаний, квалификации и ответственного отношения всего персонала. Чаще всего этим аспектом пренебрегают. Однако, чем больше система, тем больше потребителей к ней подключено, тем больше требуется воды и тем более сложной становится система. Это, в свою очередь, означает, что вопрос квалификации руководителей и работников становится наиболее актуальным.

Планирование, сбор данных, проектирование и распространение информации осуществляются на уровне управления. Для того чтобы иметь возможность контролировать непредвиденные ситуации и управлять ими, необходимо разработать схему действий в чрезвычайных ситуациях для системы водоснабжения. Типичные опасные события перечислены в модуле А3.

Рабочие несут ответственность за установку труб, эксплуатацию и содержание очистных сооружений. Для них важно не только ремонтировать и отлаживать сломанное оборудование, но и проверять оборудование на регулярной основе. Устройства, химикаты, лампы и т.д. должны правильно обслуживаться и при необходимости заблаговременно заменяться. Несложные программы проверки системы помогают своевременно выявлять проблемы и предпринимать соответствующие ответные меры. Для поддержания и восстановления сети в долгосрочной перспективе необходимо разработать общий график проверок, уборок, восстановительных работ и замены самых старых частей сети, в том числе и финансовый план эксплуатации.

Проверки могут включать в себя:

- Дезинфекцию. Поскольку это наиболее уязвимый компонент системы водоснабжения, его необходимо проверять по крайней мере на ежедневной основе.
- Регулярную очистку фильтров и цистерн.
- Инспекцию территории водосбора и возможных утечек.
- Регулярную проверку очистных сооружений, трубопроводов системы и резервуаров.

Сотрудники предприятия водоснабжения должны иметь соответствующие знания и быть знакомы со специальным оборудованием, используемым в локальной очистке. Для обеспечения его правильной работы рекомендуется следовать инструкциям поставщика оборудования. Поставщики, национальные или региональные органы управления могут провести обучение по использованию и обслуживанию оборудования или конкретным вопросам, связанным с водоснабжением. Некоторые поставщики могут предлагать также контракты на техническое обслуживание. Помощь со стороны экспертов может быть очень полезной.

Обучение рабочих и управленческого персонала должно освещать следующие темы:

- Проведение анализов воды и публикация результатов в соответствии с правилами
- Проверка работы очистного оборудования
- Защита источника от загрязнения
- Заправка и пополнение химикатов

- Проведение регламентных технических работ и мелкого ремонта
- Уточнение обязанностей (например, в случае чрезвычайной ситуации)
- Документация
- Разработка механизмов для вовлечения всех заинтересованных сторон и разработка прозрачных финансовых инструментов для эксплуатации и технического обслуживания систем водоснабжения.

Обучение должны получить не только рабочие и управленческий персонал. Водоканалы и местные органы власти, ответственные за водоснабжение, также должны иметь определенную степень подготовки, чтобы гарантировать адекватное и устойчивое обеспечение водой, учитывая все законодательные, финансовые, технические, химические и микробиологические аспекты. Многие страны и организации предлагают тренинги или разработали общедоступные руководства по принципам планирования, финансирования, монтажа, эксплуатации и технического обслуживания инфраструктуры водоснабжения.

6. Деятельность в рамках ПОБВиС и результаты

Деятельность в рамках ПОБВиС	Результат
<p>Инспектирование: прошли ли сотрудники предприятий водоснабжения и местных органов власти, ответственных за обеспечение населения водой, обучение по вопросам управления, эксплуатации и обслуживания систем водоснабжения. Кто ответственен за что (функциональные обязанности)?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Определить требуемый уровень квалификации местных поставщиков воды и персонала систем водоснабжения. • Определить возможные курсы и технические руководства по вопросам безопасного и устойчивого обеспечения водой. • Регулируется ли мониторинг, управление и обслуживание системы и имеются ли соответствующие отчеты? • Доступны ли графики проведения и инструкции в отношении проверок, мониторинга и обслуживания? • Достаточен ли бюджет для обслуживания и эксплуатации систем очистки и водоснабжения? 	<p>Обзор персонала, работающего в системе общественного водоснабжением.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Определены задачи, ответственность и специализированное образование и квалификация сотрудников. ○ Составлен список доступных образовательных программ и технических руководств. ○ Имеется система проверок и отчетности по управлению и обслуживанию системы водоснабжения (УОСВ). ○ Определены финансовые условия УОСВ, определены дополнительные источники финансирования при возникновении необходимости. ○ Разработаны графики функциональных обязанностей и задач штата, частоты мониторинга и проверок, ремонта и обслуживания оборудования.
<p>При необходимости – оценка системы водоочистки и определение элементов, которые должны быть удалены из воды или содержание которых должно быть приведено в соответствие со стандартами.</p> <p>Следует выяснить, необходима ли очистка воды на уровне домохозяйств.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Если да, то какие элементы следует удалить и какой метод следует использовать для удаления? • Дезинфицирована ли очищенная вода? Достаточно ли безопасна ее доставка к точке использования? • Какова частота инспекций и ремонта систем 	<p>Система очистки воды описана, проведена ее оценка; выявлены слабые и сильные стороны системы.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ В отчете указаны, какие элементы должны быть удалены, содержание каких элементов должно быть уменьшено. ○ Описана система дезинфекции и ее эффективность. ○ Доступны отчеты проверок и обслуживания.

водоочистки?	
<p>Оценка качества воды до и после очистки; какие параметры проверены, и каковы результаты?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Доступны ли результаты тестов сельчанам? • Проинформированы ли потребители о качестве воды, о видах воды (безопасная и опасная)? 	<p>Доступны и оценены отчеты о качестве воды до и после очистки. Определены и улучшены методы информирования населения о качестве и безопасности питьевой воды.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Потребители обучены безопасным методам хранения воды и обращения с неочищенной водой (кипячение, фильтрация).
<p>Оценка методов хранения воды на предприятии водоснабжения, а также в домохозяйствах.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проверяются и очищаются ли резервуары на регулярной основе? • Защищены ли резервуары от паразитов? • Защищена ли вода от загрязнений через грязные руки, невымытые чашки или ведра? 	<p>Проведена оценка условий хранения воды и их безопасности, как на коммунальном уровне, так и на уровне домохозяйств. Подготовлен соответствующий отчет.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Отчет по частоте проверок и очистки. ○ При необходимости, потребители информированы о правилах хранения воды в домашних условиях.
<p>Оценка условий и использованных материалов в местной системе/сети водопровода.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проводится ли мониторинг и регистрация потери воды в системе? • Есть ли проявления коррозии? • Часто ли происходят сбои в обеспечении водой, и отчего это происходит? • Есть ли “мертвые” трубы, случаи обратного тока или другие технические проблемы в системе? • Есть ли здания или территории с низким давлением в трубах или полным отсутствием водообеспечения? 	<p>Сделан обзор условий и использованных материалов в системе водоснабжения и домах. По возможности:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Выявлены и указаны места утечек и их причины. ○ Измерен объем потерь. ○ Измерены частота и продолжительность сбоев в обеспечении водой. ○ Проведен мониторинг частоты и продолжительности сбоев. ○ Обсужден, разработан и реализован план ремонта или обновлений.
<p>Разработан ли план действий в случае чрезвычайной ситуации? Если да, то что представляет из себя данный план?</p>	<p>План действий в случае ЧП разработан и доступен. В плане отражены такие вопросы как, ответственность, задачи, альтернативные источники воды, стратегия предоставления информации и советы потребителям.</p>

7. Источники и рекомендуемая литература

Функции керамических свечей-фильтров. Доступно на сайте <http://www.water4life.eu/html/technologie-uk.html>

Служба технического контроля питьевой воды /Drinking Water Inspectorate/ (DWI), (2001). Руководство по водоочистке для маломасштабных систем водоснабжения. Доступно на сайте http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_137_manual.pdf

Товары для здоровья (2012). Руководство по покупке фильтров для воды. Доступно на сайте http://www.healthgoods.com/Drinking_Water_Filter_Buying_Guide_s/150.htm

Обработка воды на уровне домохозяйства 2, Water and Environmental Health at London and Loughborough (WELL) № 59., Скиннер Б., Шай Р. 1999. Доступно на сайте <http://www.lboro.ac.uk/well/resources/technical-briefs/59-household-water-treatment-2.pdf>

Джексон П.Ж., Диллон Г.Р., Ирвинг Т.И., Стенфилд Ж.. (2001): Руководство по обслуживанию маломасштабных систем водоснабжения. Отдел окружающей среды, транспорта и регионов; Бэкингемшир, Великобритания

ОЭСР (2011) 19 лет реформ сектора воды в странах Восточной Европе, Кавказе и Центральной Азии. Публикация OECD Publishing.

Устойчивая санитария и управление водой, очистка воды (2012). Доступно на сайте <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-purification>

Глобальный отчет ООН по воде (2012). Доступно на сайте <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>

ВОЗ (2012). Обработка воды на уровне домохозяйства и безопасное хранение. Доступно на сайте http://www.who.int/household_water/research/safe_storage/en/index.html

Распределение питьевой воды – Трубы

Авторы: Бистра Михайлова, Маргрит Самвел, Аглика Йорданова

Резюме

При разработке Плана обеспечения безопасности воды и санитарии (ПОБВиС) необходимо рассмотреть важные аспекты распределения питьевой воды. Они объяснены в данном модуле и включают:

- Наиболее часто используемые типы труб;
- Преимущества и недостатки различных материалов, используемых для водопроводных сетей и в домашних хозяйствах;
- Важность правильного выбора материалов и их комплексность.

Также в этом модуле приводятся некоторые советы, как различать металлические трубы по типам. В дополнение представлены наиболее распространенные виды повреждения труб в водопроводных сетях.

Задачи

После ознакомления с данным модулем читатель сможет описать некоторые виды труб, используемых для водоснабжения, расширит знания о преимуществах и недостатках наиболее распространенных и используемых видов материалов, сможет различать свинцовые, медные и железные трубы, узнает о наиболее распространенных причинах повреждений в сети.

Ключевые слова и термины

Металлические трубы, чугунные, оцинкованные железные, медные, свинцовые, пластиковые трубы, ПВХ и ПЭ, асбестоцемент, коррозия, замерзание, повреждение, обслуживание

Распределение питьевой воды – трубы

Введение

Трубы, используемые для распределения и транспортировки воды, обычно изготавливаются из пластика, бетона или металла (например, оцинкованной стали или меди). Все они имеют свои преимущества и недостатки, однако каждый используемый материал должен соответствовать определенным требованиям.

Многие факторы качества воды, в том числе химические составляющие и характеристика воды (например, pH, соли, которые растворяются в воде), приводят к коррозии труб. Коррозионная активность воды обычно контролируется в ходе мониторинга и нейтрализуется посредством изменения уровня pH, концентрации кальция или фосфатов. Предприятие водоснабжения должно учитывать эти факторы в процессе водоочистки, чтобы минимизировать коррозию труб (см. также модули В4 и В7). Кроме того, необходимо выбрать подходящие и высококачественные материалы для труб.

Трубы для распределения питьевой воды должны быть пригодны для транспортировки воды. Во многих странах были разработаны минимальные требования к качеству труб. Материал для них должен быть устойчив при контакте с водой или почвой (нержавеющий), должен быть также устойчив к возможным химическим реакциям и не должен пропускать токсичные вещества в воду. Кроме того, трубы должны быть устойчивы к внутреннему и внешнему давлению и температуре.

Во многих странах ответственность за качество водопроводной сети и самой воды, поставляемой в дома, несут предприятия водоснабжения или органы местной власти. Непосредственно в домах ответственность за водопроводные трубы, другое оборудование и методы обработки воды несет владелец или потребитель. В диаграмме и таблице ниже представлен пример из Шотландии, который может быть применен ко многим странам.



График 1. Обеспечение водой
 Источник: www.Scottishwatersupply.co.uk

1. Наиболее часто используемые материалы для транспортировки воды

1.1. Металлические трубы

Чугунные и ковкие чугунные трубы

Использование чугунных труб имеет давнюю традицию. В 19-ом и 20-ом веке они нашли широкое применение в качестве напорных труб для транспортировки воды и газа, а также использовались в канализационных и дренажных системах. В настоящее время вряд ли найдется новое производство чугунных труб. Чугун относительно дешев, но на сегодняшний день доступны более качественные материалы для водопроводных сетей. Например, чугун с шаровидным графитом, также известный как ковкий чугун. Ковкий чугун напоминает железо, но гораздо более гибкий и эластичный из-за наличия в составе графита.

Для производства чугунных или ковких чугунных труб в так называемый чугун в чушках добавляются минералы и другие металлы. Чугун является промежуточным продуктом плавки железной руды. Дозировка количества добавок зависит от желательных свойств конечного продукта. Для длительной эксплуатации необходима защита от коррозии. Часто проточные трубы более устойчивы к внутренней коррозии, так как их поверхность покрыта полиуретаном (PUR), битумом или цементным раствором.

Оцинкованные железные трубы

Одним из популярных материалов для транспортировки воды является оцинкованное железо. Железо было и до сих пор остается одним из самых популярных металлов, используемых в массовом строительстве. Железные трубы должны быть покрыты защитным слоем для того, чтобы компенсировать свою слабую антикоррозионную стойкость из-за нестабильности материала. После оцинкования (покрытия цинком) качество труб повышается. Оцинкованное покрытие содержит смесь нескольких металлов, в котором цинк является основным компонентом. Во многих странах установлены специальные требования к составу металлов. Оцинкованные трубы чувствительны к коррозии, так же как и чугунные трубы. Поэтому вода, проходящая через оцинкованные трубы, не должна проявлять коррозионные свойства, и должна иметь определенную жесткость и pH. При хлорировании питьевой воды возможно увеличение коррозии железных материалов. Регулирование уровня pH в воде противодействует разрушительному воздействию хлорированной воды на железо.

Железные трубы, которые находятся в контакте с почвой, в основном облицованы цементом (цемент - подкладка). В то же время минимальное количество сварных швов повышает устойчивость труб. Оцинкованные железные трубы относительно дешевы и просты в обращении, но имеют относительно короткий срок эксплуатации.



Цели использования воды в доме влияют на выбор материала для водопроводных труб

Медные трубы

В целом, использование медных труб одобряется экспертами по той причине, что они универсальны. Они подходят для сантехнических систем и систем отопления, а также для газопроводов. Большим их преимуществом является то, что хлорированная вода не оказывает воздействия на медные трубы, или это воздействие минимально. Кроме того, медь доказала свои бактерицидные свойства, которые препятствуют развитию бактерий внутри труб. Международный опыт работы с такими трубами показывает, что при правильной эксплуатации в водопроводных и отопительных системах их срок службы длится от 50 до 100 лет. Конечно, как и все другие продукты, медные трубы также имеют некоторые ограничения в плане применения. Они не переносят очень кислую или очень щелочную воду, также как и очень мягкую или очень жесткую воду. Таким образом, предприятие водоснабжения должно быть осведомлено о возможных агрессивных свойствах питьевой воды, которые могут сказаться на состоянии медных труб. У новых, только что установленных медных труб отсутствует защитный слой извести (отложения кальция), поэтому поставщики воды часто добавляют немного меди в питьевую воду. В зависимости от жесткости воды, слой известняка развивается в трубах в течение нескольких месяцев; он выступает в качестве защиты.



Медные трубы характеризуются долгим сроком эксплуатации и надежностью, но они сравнительно дороги.

Свинцовые трубы

На протяжении многих веков и во многих странах свинцовые трубы были излюбленным материалом для водопроводных труб в распределительной сети и в домах. После 1900 года свинцовые трубы стали заменяться трубами из других материалов, таких как медь или оцинкованное железо, а после шестидесятых годов двадцатого века – пластиковыми трубами. В настоящее время использование свинцовых труб в системах распределения воды варьируется от страны к стране. Свинцовые трубы могут подвергаться воздействию коррозии, а также добавлять свинец в питьевую воду. Помимо водопроводных труб, элементы свинца могут содержаться в смесителях и фитингах, или других элементах водопроводно-канализационной сети, используемых для герметизации швов в сантехнике.

В связи с высокой токсичностью свинца, свинцовые трубы не используются более для снабжения питьевой водой.

1.2. Пластиковые трубы

Сырье, необходимое для изготовления большинства пластмасс, имеет в своей основе нефть и природный газ. В связи с относительно низкой стоимостью, легкостью в изготовлении, универсальностью и непроницаемостью для воды, пластмасса используется в огромном и растущем спектре продукции: от скрепок до труб, предназначенных для транспортировки питьевой воды. Пластиковые трубы пришли на замену многих других материалов, таких как цемент и металлы, использовавшихся в водопроводных системах.

Пластиковые трубы часто более предпочтительны из-за ряда преимуществ: пластиковые трубы легкие, для их соединения не требуется специальной сварки; гибкость пластика может упростить установку. Пластиковые трубы, как правило, дешевле, а также более эффективно противостоят коррозии и

образованию известковых отложений – «врагов» металлов. Тем не менее, необходимо отметить, что пластиковые трубы могут содержать синтетические химические загрязнители. Эти примеси, вероятно, образуются в трубах более низкого качества; они создают неприятный «пластиковый» запах и привкус. Еще один недостаток некоторых типов пластиковых труб – это пониженная устойчивость к хлорированной воде.

Наиболее распространенные типы пластиковых труб, используемые в водопроводных сетях, представлены ниже.

ПЭ (полиэтиленовые) трубы

В зависимости от качества продукта, различают полиэтилен высокой плотности (ПЭВП (HDPE)), средней плотности (ПЭСП (MDPE)) и низкой плотности (ПЭНП (LDPE)). Уровень плотности указывает на давление, которое могут выдержать трубы. В случаях постоянного высокого давления используются трубы высокой плотности.



Пластиковые трубы и фитинги все чаще применяются в системах распределения воды, как в домах, так и в производстве и в общественных зданиях

Разные производители полиэтиленовых труб указывают различные температурные диапазоны с точки зрения их применения, как правило, в диапазоне от -20°C до $+90^{\circ}\text{C}$. Полиэтиленовые трубы устойчивы к ультрафиолетовым лучам. Они широко используются в системах водоснабжения и канализации. Высококачественные ПЭ трубы имеют длительный срок службы (50 лет) и просты в обслуживании. Они имеют высокую ударную прочность и устойчивы к нагрузкам, например, не растрескиваются даже при низких температурах. Полиэтиленовые трубы также стабильны в воде и не склонны к коррозии. Тем не менее, при неправильной установке или подключении, в распределительных сетях с полимерными трубами могут достаточно часто встречаться утечки.

ПВХ (поливинилхлорид) трубы

ПВХ является третьим наиболее широко распространенным типом пластиковых труб после ПЭ и ПП (полипропилен). ПВХ широко используется в строительстве, потому что это дешевый, прочный и доступный материал. В США на долю ПВХ труб приходится 66% систем распределения воды и 75% труб в системах канализации. ПВХ трубы – это самые дешевые виды труб, но при долгой эксплуатации материал становится хрупким. Использование ПВХ имеет и ряд недостатков. Например, при производстве и окончательной утилизации (сжигании) ПВХ в окружающую среду попадают вредные химические вещества (такие как диоксины).



Асбестоцементные трубы широко применяются в водопроводной сети, и много километров этих труб можно найти по всему миру.

Источник фотографии: Консультации по окружающей среде: <http://www.asbestosguru-oberta.com/A-CMyths&Facts.html>

1.3. Асбестоцементные трубы

Асбестоцемент представляет собой смесь цемента и, прежде всего, *хризолита*, или, например, портландцемента и белого асбеста. Асбестоцементные трубы широко используются в водопроводных сетях, многие километры этих труб можно найти по всем миру. На основе результатов длительного мониторинга и оценки можно утверждать об отсутствии рисков в отношении здоровья потребителей, получающих питьевую воду из асбестоцементных труб. К настоящему времени нет программ, направленных на замену асбестоцементных труб. Тем не менее, в нескольких странах, таких как Румыния, Германия и Нидерланды, больше не разрешается использовать асбестоцементные трубы для новых конструкций или ремонта водопроводной сети.

Персонал, работающий в асбестовой промышленности, вдыхает при работе с материалом асбестовые волокна; при этом доказано, что вдыхание асбестовых волокон опасно для здоровья (так как это канцерогенное вещество). Всего несколько стран до сих пор устанавливают асбестовые трубы, в первую очередь это связано с экономическими аспектами.

Очень мягкая вода, вода с низким содержанием кальция и магния может привести к возникновению пор и проницаемости асбестоцементных труб. Усиление утечек может привести к ухудшению качества труб и возможному разрыву труб под давлением.

2. Основные причины повреждений водопроводных труб

Низкое качество материалов и неправильная установка

Низкое качество материалов труб и неправильная установка сокращают срок службы и делают трубы более уязвимыми к утечкам и поломкам. Плохое качество труб может способствовать проникновению химических веществ в питьевую воду, а также делает трубы более чувствительными к коррозии. Во многих странах определение качества труб для водопроводной сети включает рассмотрение следующих параметров: размер труб, состав, свойства и качество материалов. Возраст водопроводов, их техническое состояние и качество воды влияют на прочность, долговечность и безопасность труб. Чем более долг срок эксплуатации труб, тем более хрупкими и склонными к поломкам они становятся. Трубы или соединительные элементы, изготовленные из несоответствующих или низкокачественных материалов, могут загрязнять питьевую воду, например свинцом, или негативно сказываться на привкусе воды.

Неквалифицированный персонал не должен заниматься установкой водопроводных труб и/или подключением домохозяйств к сети, этой работой должны заниматься профессионалы. Неверно установленные трубы часто приводят к инфильтрации загрязняющих веществ или утечке в сети.

Кроме того, качество и монтаж труб, расположение сети также являются ключевыми факторами для обеспечения безопасности. Например, установка клапанов в распределительной сети имеет большое

значение. Клапаны могут изолировать поломки труб и загрязнения, что в свою очередь ограничит риск для всей сети. Клапаны могут также предотвратить обратный отток воды в пределах сети.

Достаточно распространенной ошибкой является установка труб/фитингов из различных типов металлов в неправильной последовательности, в результате чего появляется гальваническая коррозия. Можно использовать различные типы металлов в сети, однако вода должна следовать в строгой последовательности: от менее благородных металлов к более благородным. Например, вода должна двигаться от оцинкованного железа к меди, и последовательность подключения должна труб и фитингов в сети должна быть соответствующей. Ошибки, связанные с неправильной последовательностью материалов, возможны, если установкой, ремонтом или расширением сети будут заниматься неквалифицированные лица.



График 2. Трубы из материала низкого качества не будут служить долго, они быстрее изнашиваются.
Источник рисунка: <http://alpharetta.olx.com>

Коррозия

В зависимости от своих свойств, вода может вызвать химические реакции при контакте с металлами и/или цементными трубами, что называется коррозией. Трубы, которые разъедает коррозия, загрязняют питьевую воду металлами. Существует также риск того, что труба начнет протекать или может треснуть, что повышает риск инфильтрации микроорганизмов. Коррозия может привести также к эстетическим проблемам – коричневому/красному, темному или зеленому цвету воды, появлению в воде взвесей, металлическому привкусу. Контроль коррозии возможен через регулирование уровня кислотности, щелочности и других качеств воды, которые влияют на трубы и оборудование, используемое для транспортировки воды. Для борьбы с коррозией незаменимы тесты воды.

Часто для выявления коррозионных свойств воды используется так называемый индекс стабильности Ланжелье (LSI). LSI (LSI = измеренное pH - pHs) указывает на то, будет ли в воде выпадать осадок, будет ли она растворяться или находить равновесие с карбонатом кальция. Если LSI больше 0, кальций будет выпадать в осадок и производить защитный слой на внутренней поверхности труб. Если LSI меньше 0, то вода считается коррозионной. Контроль коррозии является обязанностью предприятия водоснабжения. Кроме внутренней коррозии труб также может произойти их внешняя коррозия, вызванная взаимодействием труб с почвой или водой. Для предотвращения внешней коррозии трубы часто имеют внешний защитный слой, например, из битума.

Замерзание

Если температура опускается ниже точки замерзания, то появляется риск замерзания труб. Так как объем замороженной воды увеличивается, то замерзшие трубы трескаются, затем взрываются большим количеством воды. В неотапливаемых помещениях трубы должны быть освобождены от воды, поскольку они не могут быть защищены от низких температур. В регионах с холодными зимами

водопроводные трубы должны быть защищены от отрицательных температур путем прокладки труб достаточно глубоко в земле. Глубина труб в земле зависит от климата и может достигать двух метров.

Слишком высокое, слишком низкое или полное отсутствие давления

Если трубы или соединения находятся не в лучшем состоянии, или если насос не работает должным образом, то высокое давление в водопроводных трубах может привести к разрыву и повреждению труб. С другой стороны, давление должно регулироваться таким образом, чтобы потребители, живущие выше уровня труб и насоса, не имели проблем с доступом к воде.

Слишком низкое или нулевое давление в трубах может произойти во время крупных аварий, таких как засор в трубопроводах или увеличение использования водопроводной воды (например, при тушении пожара или орошении полей). Кроме того, прерывистость подачи воды также может привести к очень низкому или нулевому давлению в трубах. Слишком низкое или нулевое давление может спровоцировать попадание загрязненной воды или обратный отток в системе, в результате чего питьевая вода станет опасной для потребителя (бактерии, и т.д.).

Соответствующее и стабильное давление в системе водоснабжения является необходимым условием для обеспечения безопасного качества воды и надежной доставки воды к потребителю. Регулярный контроль состояния труб, их ремонт и очистка, предотвращение сбоев в поставках воды могут свести к минимуму возникновение опасности во многих регионах.

3. Практические вопросы

3.1. Как распознать пластиковые, свинцовые, медные и железные трубы?

Пластиковые трубы чаще всего встречаются в новых домах и отличаются по внешнему виду. Цвет трубы может быть синим, черным, белым, серым, или труба может быть бесцветной; часто трубы склеены или соединены резьбой. На пластиковых трубах нет царапин. Стук по пластиковым трубам издает глухой звук.

Медные трубы очень распространены. Их можно определить по бронзовому/медному цвету, который напоминает монету в один цент или пенни. Соединения у таких труб обычно из медных или бронзовых фитингов, или фитингов, имеющих в составе медь или бронзу. Если поцарапать медную трубу, то на ней останется видимая отличительная линия. Если на медную трубу попала влага или вода, то на месте такого контакта появится зеленый краситель.



Свинцовая труба имеет серо-серебристый цвет

Свинцовые трубы встречаются, как правило, в старых домах, которые были построены до 1950 или до 1970 года (в зависимости от страны). Свинец обычно имеет серый или серебристый цвет, является относительно гибким, легко царапается и соскабливается. Легким способом определения свинцовой

трубы является царапанье поверхности с помощью монеты; если это свинец, то по линии царапины появится серый или серебристый цвет.

Железные трубы могут быть идентифицированы по твердости, черному цвету, или ржавчине. Железные трубы, как правило, гораздо труднее поцарапать, чем трубы из других материалов.



Водопроводные железные трубы

Источник фото: <http://images.mitrbsites.com/ductile-iron-pipe.html>

3.2. Действия для снижения концентрации металлов в питьевой воде

- В любое время вода, если кран не использовался в течение шести часов или дольше, «слейте» с труб холодную воду; пока вода из-под крана не станет действительно холодной. Чем больше времени вода находится в трубах, тем больше свинца или меди она может содержать.
- Единственный способ узнать точное содержание свинца или другого металла в питьевой воде, это провести лабораторный тест. Предприятие водоснабжения должно располагать результатами анализов воды или же должно содействовать в проведении тестов. Тестирование особенно важно для жителей многоквартирных домов.
- Если учащаются случаи коррозии в сети или в трубах в домах, то поставщик воды должен связаться с организацией, ответственной за водоочистку. Методы очистки должны быть пересмотрены, чтобы сделать воду менее коррозионной.
- Если свинцовые трубы пропускают свинец в воду, то лучше всего обновить трубы.

3.3. Техническое обслуживание труб

Часто на стенках труб бывают осадки, отложения или биослои, которые можно убрать. В зависимости от качества воды и сети регулярная чистка труб может быть необходимой для того, чтобы избежать эстетических проблем или проблем со здоровьем. Квалифицированные специалисты должны оценить частоту, методы и актуальность очистки труб. Рутинную дезинфекцию труб (и возможных резервуаров) следует рассматривать как часть эксплуатации и технического обслуживания сети.

4. Деятельность в рамках ПОВВиС и результаты

Деятельность в рамках ПОВВиС	Результат
<p>Определение типов труб в водопроводной сети вместе с поставщиком воды.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выявление типов труб в домах (наблюдение, вопросники, и т.д.) 	<p>Сделан обзор используемых типов труб в сети, в также в домах.</p> <p>Описана система сети (карта).</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Определение длины труб • Сколько лет трубам? 	
<p>Как распределяется вода?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Несколько зон, филиалов? • Возможно ли изолировать отсеки в системе в случае ремонта, утечки? • Есть ли неправильное соединение в сети? 	<p>Выявлена и описана вся система водоснабжения: направление вод, резервуары, цистерны и баки, территории, участки и филиалы, незаконное или неправильное соединение, тупики</p>
<p>Наблюдалась ли коррозия или осадки в воде?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Правильно ли обрабатывается вода для предотвращения коррозии? • Проведение исследования по состоянию коррозии, наличия осадков. 	<p>Проведена оценка и написан отчет по уязвимости системы к коррозии</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Проводятся регулярные анализы воды
<p>Инспекция по утечкам в системе, по возможности с замером потери воды (счетчики воды в системе)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Есть ли участки с потерей давления? 	<p>По возможности выявлены и обозначены места утечек с указанием объема потери воды</p>
<p>Определение ответственности в управлении состоянием сети</p> <ul style="list-style-type: none"> • Есть ли график проверок, очистки и дезинфекции сети (труб, резервуаров)? 	<p>Разработан график проверок и очистки труб резервуаров.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Определена частота и метод очистки ○ Указаны ответственные лица
<p>При необходимости – поиск возможностей для улучшения ситуации, ремонт сети</p> <p>Обсуждение, что может быть сделано в случаях сомнения в безопасности питьевой воды</p>	<p>Результаты оценки обсуждены с жителями, экспертами.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ При необходимости разработан план действий; трубы заменены и отремонтированы, качество воды улучшено, проведены тесты.

5. Источники и рекомендуемая литература

InspectAPedia, (2012). Чугунные трубы водоснабжения и чугунный дренаж. Доступно на сайте http://www.inspectapedia.com/plumbing/Galvanized_Iron_Pipes.htm

Агентство по охране окружающей среды США (EPA), (2012). Базовая информации о меди в питьевой воде. Доступно на сайте <http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/copper.cfm>

Агентство по охране окружающей среды США (EPA), (2012). Свинец в питьевой воде. Доступно на сайте <http://water.epa.gov/drink/info/lead/index.cfm>

Жесткая Вода (2012). Доступно на сайте http://en.wikipedia.org/wiki/Hard_water

Al-Adeeb (1984) Выщелачивание коррозии с асбестоцементных труб, Международный Журнал цементных конструкций и легкого бетона. Доступно на сайте <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0262507584900186>

ВОЗ, Содержание и исследование систем водораспределения. Доступно на сайте http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/piped4.pdf

Techneau, 2010. Ориентирование на качество воды и управление сетью питьевой воды. Доступно на сайте <http://www.techneau.org/fileadmin/files/Publications/Publications/Deliverables/D5.6.7.pdf>

Качество питьевой воды

Авторы: Маргрит Самвел, Аглика Йорданова

Обзор

Вода необходима для жизни, но она также может способствовать передаче заболеваний в странах на всех континентах - от беднейших до самых богатых. Инфекционные заболевания, вызванные патогенными бактериями, вирусами и паразитами (например, простейшими и гельминтами) являются наиболее типичными и широко распространенными рисками для здоровья, связанными с питьевой водой. Вода, которая доставляется в наши дома, как правило, берется либо из подземных, либо из поверхностных (малые реки, ручьи, реки и озера) источников. В целом, большинство общин используют подземные источники воды для обеспечения населения питьевой водой. В регионах, где подземные воды нельзя использовать или такая вода не подходит для питья, люди полагаются на поверхностные воды. В зависимости от исходного источника питьевой воды и многих других природных и антропогенных (техногенных) факторов, в сырой воде или даже очищенной воде могут оказаться различные примеси. В данном модуле приведено описание наиболее важных загрязняющих веществ и параметров для питьевой воды, их источники и риски, связанные со здоровьем. Кроме того, представлена информация о максимально допустимых концентрациях химических веществ и приемлемых микробиологических параметрах, установленных Директивой по питьевой воде Европейского Союза.

Задачи

Читатель получит информацию о наиболее опасных микробиологических и химических загрязнителях в питьевой воде, а также соответствующих медицинских или технических рисках. Читатель узнает о причинах и/или источниках некоторых природных и антропогенных вредных веществ в поверхностных водах, подземных водах и в питьевой воде.

Ключевые слова и термины

Загрязнение, патогены, риски для здоровья, микроорганизмы, бактерии, химические вещества, коррозия, показатели, параметры, Директива по питьевой воде, нитраты, фториды, мышьяк, кадмий, свинец, медь, железо, кальций, магний, марганец.

Качество питьевой воды

Введение

Управление качеством питьевой воды является ключевым компонентом и первичной ступенью профилактики на протяжении полутора столетий, и продолжает быть основой для профилактики и борьбы с болезнями, распространяемыми через воду. Вода необходима для жизни, но она также может передавать заболевания в странах на всех континентах - от беднейших до самых богатых. Инфекционные заболевания, вызванные патогенными бактериями, вирусами и паразитами (например, простейшими и гельминтами) являются наиболее типичными и широко распространенными рисками для здоровья, связанными с питьевой водой. Главным заболеванием, связанным с водной, является диарея. По оценкам экспертов, ежегодно фиксируется 4,6 млрд случаев заболевания, вызывающих 2,2 млн смертей каждый год. Источниками большинства этих патогенов (болезнетворных микроорганизмов) являются загрязнения воды фекальными веществами животных или людей. Тем не менее, природные и антропогенные химические вещества в питьевой воде также могут привести к различным заболеваниям, в зависимости от геологических условий. Кроме того, некоторые химические вещества не представляют риска для здоровья, но тем не менее, их наличие в питьевой воде нежелательно по техническим причинам.

1. Микроорганизмы: наиболее частые и распространенные причины заболеваний

Жизнь была бы невозможна без микроорганизмов. Микроорганизмы, например, группы кишечных палочек, незаменимы для нормального функционирования пищеварительного тракта людей и животных. Однако бактерии не должны появляться в питьевой воде, так как могут вызвать заболевания. Они могут вызвать проблемы, если попадают в организм через загрязненную пищу или напитки. Некоторые возбудители заболеваний, вызвав диарею, выводятся из организма вместе с калом; но и позднее они могут оставаться опасными, если попадут внутрь организма другого человека. Это называется фекально-оральной передачей. Для патогенов, передающихся фекально-оральным путем, питьевая вода является единственным путем передачи. Загрязнение пищевых продуктов, рук, посуды и одежды может также играть роль, особенно в вопросах санитарии и гигиены. Есть несколько вариантов передачи заболеваний через воду. К ним относятся загрязнение площади водосбора, откуда поступает вода (например, фекалиями людей и животных), загрязнение воды в системе распределения (например, через неплотные трубы или устаревшую инфраструктуру) или загрязнение воды при хранении в антисанитарных домашних условиях.

1 грамм фекалий может содержать
10 миллионов вирусов
1 миллион бактерий
1 000 паразитарных кист
100 паразитарных яиц

Таблица 1: Микроорганизмы в фекалиях

Источник: *New Internationalist Issue 414, 2008*, <http://www.newint.org/features/2008/08/01/toilets-facts/>

В таблице 1 приводится обзор количества микроорганизмов, которые могут присутствовать в одном грамме фекалий, являясь причиной заболеваний, переносимых водой. Таким образом, адекватные меры санитарии необходимы на каждом этапе системы питьевого водоснабжения для того, чтобы избежать загрязнения питьевой воды. Обработка воды на всех этапах водоснабжения и личная гигиена (регулярное мытье рук) являются важными мерами предосторожности для сведения к минимуму рисков

для здоровья, связанных с водой. Микробиологическая безопасность питьевой воды связана не только с вопросами фекального загрязнения. Некоторые организмы живут в воде в естественных условиях, но могут стать проблематичными, если они размножаются в больших количествах в водопроводных системах распределения воды (например, микроорганизм *Legionella*). В источниках воды могут встречаться личинки других микроорганизмов, например, ришты (*Dracunculus medinensis*), что также может привести к отдельным случаям или же вспышкам заболевания. Повышение качества и доступности безопасной воды, надлежащая ассенизация и общая гигиена крайне важны для снижения рисков фекально-оральной передачи заболеваний.

Причина	Заболевания, передающиеся с водой
Бактериальные инфекции	Диарея, брюшной тиф, холера, ботулизм, паратифы, бактериальная дизентерия, легионеллез
Вирусные инфекции	Гепатит А и Е (желтуха), полиомиелит
Простейшие инфекции	Амебная дизентерия, криптоспоридиоз, лямблиоз

Таблица 2: Причины заболеваний, передающихся с водой
Источник: http://en.wikipedia.org/wiki/Waterborne_diseases

1.1. Загрязнение питьевой воды фекалиями

Как показано в таблице 1, фекалии могут содержать миллионы полезных микроорганизмов, но также могут содержать и патогены. Лабораторные исследования воды на наличие конкретных болезнетворных микроорганизмов (например, сальмонеллы *Typhimurium* и холерного вибриона) могут быть дорогими, при этом, если бактерии присутствуют только в небольших количествах, они могут оставаться необнаруженными. Вместо этого, более распространенным методом анализа является указание фекального загрязнения воды, например, наличия бактерий группы кишечной палочки. Во многих странах наличие фекальных колиформных бактерий служит показателем фекального загрязнения питьевой воды. Существуют сотни видов колиформных бактерий в кишечнике человека и животных, а также в окружающей среде. В отличие от некоторых других бактерий, вирусов и паразитов, бактерии кишечной палочки и фекальные стрептококки довольно легко анализировать. Наличие этих бактерий в воде является показателем недавнего фекального загрязнения (см. также модуль В5 и В7). В следующем разделе представлена информация о некоторых бактериях, которые анализируются в ходе мониторинга микробиологического качества питьевой воды.

Фекальные колиформы

Фекальные кишечные палочки – условно патогенные бактерии, которые присутствуют в желудочно-кишечном тракте человека и большинства млекопитающих. Они называются условно-патогенными, так как могут вызвать заболевания только при определенных условиях (высокая концентрация, повышенная восприимчивость и снижение иммунной защиты человека). Наличие фекальной кишечной палочки в воде указывает на фекальное загрязнение и, скорее всего, на присутствие патогенных микроорганизмов. Наиболее распространенными заболеваниями, которые могут возникнуть в результате контакта с водой, загрязненной фекальными кишечными палочками, являются дизентерия, брюшной тиф, гепатит и гастроэнтерит.

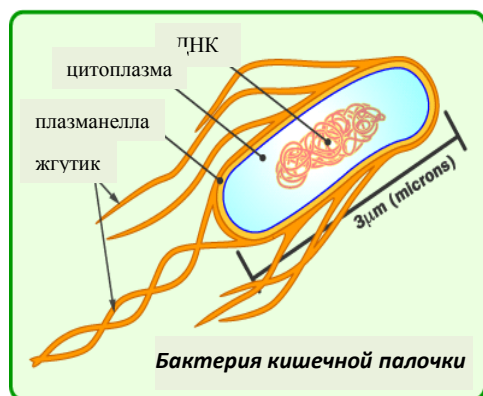


Рисунок 1: Бактерия кишечной палочки (*E.coli*)
Источники: ©2001 HowStuffWorks

Кишечная палочка (*E.coli*)

90% фекальной кишечной палочки являются типом кишечной палочки *Escherichia Coli* (*E.coli*). Эта бактерия живет в толстой кишке теплокровных животных и необходима для правильного переваривания пищи. Тем не менее, эта бактерия может привести к ряду инфекций вне толстой кишки. Кишечная палочка существует в изобилии в природе, но наличие кишечной палочки в воде является признаком фекального загрязнения. Кишечная палочка является наиболее распространенной причиной инфекций мочевыводящих путей, а также может вызвать много других заболеваний, таких как диарея, пневмония, менингит. Есть много типов (серотипов) кишечной палочки *E.coli* с различными свойствами. Например, тип *E.coli* O157: H7 производит мощный токсин, что приводит к тяжелой и кровавой диарее со спазмами в брюшной полости. Она может, в свою очередь, развиваться в гемолитико-уремический синдром (ГУС) у детей, часто с летальным исходом. В Канаде эпидемия, вызванная кишечной палочкой типа O157: H7, заразила более 1500 человек и привела к 10 смертельным случаям в 2000 году.

Фекальные стрептококки / Кишечные энтерококки

Бактерии фекальных стрептококков и кишечных энтерококков обычно присутствуют в желудочно-кишечном тракте теплокровных животных. Вне кишечного тракта бактерии вызывают общие клинические заболевания, такие как инфекции уретры, бактериальный эндокардит, менингит и заболевания толстой кишки. Инфекция энтерококков может быть причиной инфекции мочевого пузыря, проблем со здоровьем предстательной железы и мужской репродуктивной системы. Они также выбатывают сопротивляемость против антибиотиков и иногда трудно поддаются лечению. Попадание инфекции фекальных стрептококков на раны может привести к быстрому повреждению кожи и сепсису (заражение крови), иногда с тяжелым или летальным исходом (ампутация, смерть). Во внешней среде фекальные стрептококки более устойчивы, чем *E.coli*, и могут прожить дольше в воде.

Клостридиум перфрингенс

Клостридиум перфрингенс является грамположительной, в форме стержня, анаэробной и спорообразующей бактерией. Она может быть найдена как в почве, так и в желудочно-кишечном тракте человека и других позвоночных. В отличие от вышеупомянутой и легко обнаруживаемой бактерии кишечной палочки, *К. перфрингенс* способна выжить в спящем режиме, поскольку ее споры долгоживущи. Эти споры также могут служить индикатором фекального загрязнения воды. Для контроля качества питьевой воды, полученной из поверхностных вод, рекомендуется проверить воду на наличие бактерий и спор *К. перфрингенс*. Они могут служить в качестве индикатора появления вредных простейших, таких как *криптоспоридия* (*Cryptosporidium*) или *лямблии*. *К. перфрингенс* влияет на нервную систему и может вызвать менингит. Поверхностные воды и площади водосбора, рядом с которыми пасется скот, наиболее уязвимы для бактерий *К. перфрингенс*. Споры *К. перфрингенс* очень устойчивы к хлору.

1.2. Загрязнение воды бактерией легионелла

Бактерия *легионелла* была выявлена в 1977 году в качестве причины тяжелой вспышки пневмонии в США. Эта бактерия связана со вспышками болезни легионеллеза (болезнь легионеров), которая связана с плохо обслуживаемыми искусственными водными системами; особенно в охладительных башнях, кондиционерах, системах горячего и холодного водоснабжения (душевые) и водоворотов. Легионеллез может передаваться через аэрозоли, и инфекция может возникнуть при вдыхании загрязненных потоков воздуха, спреев воды или тумана.

Бактерию можно найти в водной среде по всему миру, но искусственные водные системы иногда обеспечивают условия и среду для роста бактерий легионеллы. Бактерии создают колонии в системах водоснабжения при температуре от 20 до 59 градусов по Цельсию (оптимальная температура 35°C).

1.3. Микробиологические параметры качества питьевой воды

Директива по питьевой воде (90/313/ЕЕС) Европейского Союза упоминает, что государства-члены должны принять меры для того, чтобы вода, предназначенная для потребления человеком, была полезной и безопасной. Это означает, что в питьевой воде не должно быть никаких микроорганизмов и паразитов, а также любых веществ, которые вызывают потенциальную опасность для здоровья человека! Ни одна из кишечных палочек и энтерококков фекальных бактерий не допустима в 100 мл питьевой воды. См. также модуль В8.

Частота мониторинга качества

Директива по питьевой воде ЕС также определяет частоту отбора проб и анализов воды, предназначенной для потребления человеком (а также используемой на пищевых производственных предприятиях), а также механизма подачи воды из распределительной сети (например, из танкера). Частота зависит от объема ежедневной распределяемой воды в зоне подачи.

Микробиологические параметры	Параметрическое значение (количество/100 мл)
Кишечная палочка (E. coli)	0
Энтерококки	0
Колиформная бактерия*	0
Клостридиум перфрингенс *	0

Таблица 3: Микробиологические требования к питьевой воде

* Индикатор параметра может быть использован, если источником являются поверхностные воды

Источник: Директива по питьевой воде ЕС: COUNCIL DIRECTIVE 98/83/EC

Объем воды, распределяемый или производимый каждый день в зоне потребления [м ³ /д]	Количество заборов образцов в год в целях мониторинга	Количество аудит-проверок в год
< 100	Частота проверки определяется страной.	Частота проверки определяется страной.
>100 - < 1,000	4 / год	1 / год
> 1 000 - < 10,000	4 / год + 3 на каждые 1,000 м ³ /д и от части общего объема	1 / год + 1 на каждые 3.300 м ³ /д и от части общего объема

Таблица 4: Частота забора образцов и анализа качества питьевой воды в зоне потребления.

Источник: Директива ЕС по питьевой воде: COUNCIL DIRECTIVE 98/83/EC от 3 ноября 1998 г. по качеству воды для потребления человеком, Official Journal of the European Communities

2. Химическое загрязнение питьевой воды

На качество питьевой воды может влиять несколько факторов:

- В зависимости от первоначального источника питьевой воды, вода может содержать различные природные неорганические вещества, частично полезные для здоровья человека и частично вызывающие проблемы со здоровьем. Также вода может содержать частицы природных органических веществ (разлагающиеся продукты), происходящих из лесных или болотных зон.
- Вода может содержать различные примеси в результате деятельности человека, сельского хозяйства, промышленности или выхлопных газов транспорта.
- Питьевая вода может быть загрязнена в сети, например, после контакта с металлом в трубах.

В следующем разделе рассматриваются наиболее распространенные химические загрязнители из упомянутых выше трех источников, которые могут быть обнаружены в питьевой воде. Кроме того, приводится информация о максимально допустимой концентрации соответствующего химического вещества в питьевой воде (в соответствии с Директивой ЕС по питьевой воде).

2.1. Нитраты (NO₃)

Нитраты (NO₃) являются естественной формой азота в почве. Азот необходим для всех форм жизни. Большинство растений требуют азот в больших количествах для поддержания высоких урожаев. Формирование нитратов является неотъемлемой частью азотного цикла в нашей среде. В умеренных количествах нитраты являются безобидной составной частью пищи и воды. Растения используют нитраты из почвы, чтобы удовлетворить потребности в питательных веществах, и могут накапливать нитраты в своих листьях и стеблях. Обычно растения потребляют эти нитраты, но дождь или поливная вода могут вымыть их в грунтовые воды. Хотя нитраты встречаются в природе в составе некоторых подземных вод, их более высокие концентрации в подземных водах, являются, как правило, результатом деятельности человека (см. модуль В6).

Основные источники нитратов:

- Удобрения, навоз
- Места корма животных
- Городские сточные воды
- Септики и выгребные ямы



Нитраты – природное вещество, необходимое растениям для роста

Содержание нитратов в питьевой воде может усугубить «синдром голубого младенца» (метгемоглобинемия), так как нитрат, попадая в организм, превращается в нитрит. Нитрит входит в реакцию с гемоглобином красных кровяных клеток и образует метгемоглобин, блокирующий способность крови переносить кислород к клеткам организма. Младенцы младше трехмесячного возраста особенно уязвимы к риску. Потребление чая или детского питания, приготовленного на воде, содержащей высокий уровень нитратов, может привести к кислородному голоданию ребенка, в

результате чего ребенок начинает синеть. Это заболевание может привести к летальному исходу, или к повреждению мозга или нервной системы ребенка. Пожилые люди также могут быть подвержены риску из-за пониженной секреции желудочного сока. В районах, где естественное потребление йода жителями невелико, высокие концентрации нитратов в питьевой воде могут увеличить частоту возникновения проблем с щитовидной железой.

- Максимально допустимая концентрация нитратов в питьевой воде составляет 50 мг/л.
- Концентрация нитратов в большинстве природных водных источников составляет менее 10 мг/л.
- Уровень содержания нитратов более 25 мг/л указывает на антропогенные загрязнения источника воды.

Химическое вещество	Источник	Опасность для здоровья
Нитрат	Сельское хозяйство / сточные воды	Вредно для новорожденных (Синдром голубого младенца или метгемоглобинемия)
Пестициды	Сельское хозяйство	Канцерогены, мутагены, оказывают воздействие на нервную систему
Минеральные масла	Свалки, утечки	Кожные заболевания, анцерогенные заболевания
Мышьак	Геогенический	Кожные заболевания, канцерогены
Фтор*	Геогенический	Стоматологические заболевания и флюороз костей
Железо и марганец *	Геогенический	Предположительно влияют на заболевания нервной системы
Уран	Геогенический / добыча ископаемых	Заболевания почек, рак
Медь*	Медные трубы	Повреждение печени
Свинец	Свинцовые трубы	Влияет на нервную систему
Кадмий	Гальванические трубы	Заболевания почек
Асбест	Трубы асбестоцементные	Повышенный риск развития доброкачественных полипов кишечника

Таблица 5: Обзор наиболее распространенных химических веществ в питьевой воде, соответствующие опасности для здоровья, возможные источники; *Эти элементы важны для здоровья, но наносят вред в больших дозах

2.2. Пестициды

Пестициды представляют собой фактор риска во всех сельскохозяйственных районах, где питьевая вода забирается из подземных источников или поверхностных вод. Многие реки в европейских странах подвержены загрязнению пестицидами, такие загрязнения имеют сезонный характер. В странах с интенсивным сельским хозяйством, как Нидерланды, образцы речной воды показывают, в среднем, по крайней мере, 10 различных активных соединений пестицидов. Уже доказано или же есть подозрения в том, что многие из этих химических веществ являются канцерогенными, мутагенными и/или гормонально-нарушающими. Некоторые виды пестицидов могут накапливаться в жировых участках тела; например, грудь состоит в основном из жировой ткани. Многие из искусственных (синтетических) химических веществ сохраняются в окружающей среде на длительный срок и встречаются во всем пищевом цикле, например, ДДТ или Линдан.

В зависимости от химической структуры, пестициды могут быть водорастворимыми или жирорастворимыми. Водорастворимые пестициды, такие как соединения химических групп амиды угольной кислоты или триазин-гербициды, не следует применять в регионах с легкоуязвимыми водными

ресурсами, и, в особенности, в водоохранных зонах. Некоторые пестициды, такие как атразин (триазингербициды), которые использовались несколько десятилетий назад, вызвали масштабное загрязнение подземных вод, и запрещены во многих странах с начала девяностых годов. Тем не менее, они по-прежнему присутствуют в качестве активных веществ или как продукты разложения в грунтовых водах. Таким образом, эти соединения до сих пор являются факторами риска для здоровья человека.

Максимально допустимая концентрация активного вещества пестицидов в питьевой воде составляет 0,1 мкг/л. Максимально допустимая концентрация общего количества активных веществ составляет 0,5 мкг/л.



Источник:
<http://www.ourbreathingplanet.com/pesticides-and-food-safety/>

© Original Artist
 Reproduction rights obtainable from
www.CartoonStock.com



"WE THANK YOU FOR THIS FOOD
 AND ASK YOU TO PROTECT US FROM
 PESTICIDES, ADDITIVES AND
 PRESERVATIVES."

Источник: www.CartoonStock.com
 «Благодарим тебя за эту пищу и просим защитить нас от пестицидов, добавок и консервантов.»

2.3. Фториды (F)

Наличие фторидов в подземных водах в основном геогенического происхождения, но также может быть результатом добычи полезных ископаемых или промышленного загрязнения. В Центральной Европе анализ подземных вод показал превышение фторидов рекомендуемого показателя 1,5 мг/л, и случаи воздействия фтора на здоровье были зарегистрированы именно в районах с высоким уровнем содержания фтора в воде. Регионы с повышенным содержанием фтора в подземных водах есть, например, в Украине, Молдове, Венгрии или Словении.



Флюороз – это появление пятен на зубах, цветом которых может варьироваться от белого до коричневого, с разрушением зубной эмали.
 Источник фотографии: Подсказки для здоровой полости рта.
<http://www.oralhealthtips.co.uk/tag/dental-fluorosis-2>

С одной стороны, фтористые соединения необходимы для развития костей и зубов, но с другой стороны, долгое и повышенное потребление фтора может вызвать серьезные проблемы здоровья, заболевания зубов и костей.

Концентрация фтора не должна превышать 1,5 мг/л.

2.4. Металлы

Металлы – вещества, встречающиеся в природе в геологических (естественных) формациях. Некоторые металлы имеют важное значение для жизни и присутствуют в пище и воде. С другой стороны, питьевая вода может содержать металлы, которые в определенных концентрациях вызывают риски для здоровья. Некоторые тяжелые металлы, такие как плутоний или свинец, не являются важными для жизни элементами и, наоборот, могут вызвать серьезные заболевания. Следует избегать появления этих металлов в питьевой воде. Медь является тяжелым металлом, который имеет важное значение для жизни, но он токсичен в высоких концентрациях. Другие легкие (щелочные) металлы, такие как кальций и магний, имеют важное значение для жизни, и их наличие в питьевой воде желательно. Ниже описаны некоторые металлы, которые присутствуют в питьевой воде.

Мышьяк (As)

Загрязнения подземных вод мышьяком встречается во многих странах. Это, в основном, загрязнения природного происхождения в более глубоких горизонтах подземных вод. Один из самых известных случаев крупномасштабного отравления воды мышьяком произошел в Индии. Кроме естественного присутствия мышьяка в подземных водах, подземные воды рядом с шахтами могут быть загрязнены As.

В Европе, например в Венгрии, Румынии и Словакии, уже были выявлены случаи присутствия мышьяка в питьевой воде. Мышьяк и его соединения имеют канцерогенные свойства. Заболевания кожи и увеличение случаев рака представляют угрозу населению в регионах, где уровень присутствия мышьяка в питьевой воде слишком высок.

Максимально допустимая концентрация мышьяка в питьевой воде составляет 10 μg /л.



Признаки арсеникоза: пятна на руках

Источник:

<http://www.iwawaterwiki.org/xwiki/bin/view/Articles/Arsenic>

Кадмий (Cd)

Источником кадмия в воде может быть коррозия оцинкованных труб, эрозия природных месторождений, выбросы заводов, работающих с данным металлом, сток с отработанных батарей и краски. Присутствие Cd в питьевой воде из-за оцинкованных труб зависит от состава труб. Многие страны разрешают ограниченный процент Cd при производстве оцинкованных труб.

При использовании химических удобрений кадмий накапливается на сельскохозяйственных землях и, следовательно, присутствует почти во всех пищевых продуктах (только очень небольшое количество

кадмия вымывается в грунтовые воды). Например, многие природные источники фосфатов загрязнены *Cd* и другими металлами. Некоторые развитые страны регулируют уровень предельно допустимых концентраций кадмия в удобрениях. Кадмий может вызвать заболевания почек, печени, костей и крови.

Максимально допустимая концентрация кадмия в питьевой воде составляет 5 мг/л.

Медь (Cu)

Медь – податливый металл, который встречается в природе в горных породах, почве, воде, осадочных породах и воздухе. Медь используют для монет, электропроводок и водопроводных труб для бытовой сантехники. Основными источниками меди в питьевой воде являются трубы и латунные компоненты трубопроводных систем. Количество меди в питьевой воде также зависит от жесткости и pH воды, от того насколько долго вода остается в трубах, состояния труб, кислотности воды и ее температуры (смотрите также модуль 6).

Признаками того, что в питьевой воде возможно повышенный уровень меди, являются металлический привкус, синие или сине-зеленые пятна вокруг слива раковины и сантехники. Коррозия приводит к высвобождению ионов меди и их сохранению на стенках труб. Растворимость этих побочных продуктов в конечном итоге определяет уровень содержания меди в воде из наших кранов. Единственный способ точно определить концентрацию меди в питьевой воде – это проверка воды в сертифицированной лаборатории.

Здоровая вода не должна быть коррозионной и должна содержать определенное количество кальция (отвечающего за жесткость), поскольку этот элемент создает защитный слой накипи внутри труб. На начальной стадии эксплуатации медных труб, сразу после их установки, или в ходе эксплуатации труб, в составе которых есть медь, чувствуется некоторый привкус меди в воде. Следственно, воду, которая на несколько часов была оставлена в новых медных трубах, нельзя использовать для питья.

Хотя медь является важным элементом для человека, долгое воздействие и увеличение количества меди вызывают заболевания печени или почек. В частности, особенно уязвимыми являются младенцы и дети .

Максимально допустимая концентрация меди в питьевой воде составляет 2 мг/л.

Свинец (Pb)

Свинец является тяжелым, мягким и ковким металлом, который содержится в природных отложениях (например, руде), и не имеет характерного вкуса или запаха. Он используется для производства труб, кабельных оболочек, батарей, паяльников, красок и глазури. В сфере питьевого водоснабжения свинец использовался для производства инженерных сетей и спаек труб (оба вида применения запрещены с 1988 года), а также разнообразных латунных труб и сантехнических приборов (см. также модуль 6).

Чаще всего свинец поступает в питьевую воду в результате взаимодействия воды и сантехнических материалов, содержащих свинец, т.е. через коррозию и растворение продуктов свинцовой коррозии. Химический состав воды, возраст трубопровода и уровень воздействия свинца на поверхностный материал в контакте с водой являются наиболее важными факторами, способствующими попаданию свинца в питьевую воду. Более того, осадок коррозии в системе распределения воды может поглотить следы присутствия определенных растворимых загрязняющих веществ, включая свинец.

Свинец – токсичный для человека металл, в особенности для младенцев и детей. Свинец может повлиять на задержку физического или умственного развития у детей и младенцев. У детей может проявляться неуспеваемость в школе и недостаток концентрации внимания. Взрослые могут испытывать проблемы с почками и высокое кровяное давление.

Принимая во внимание существующие риски для здоровья, ЕС изменил правила в отношении использования свинца в 1998 году. Максимально допустимая концентрация свинца в питьевой воде была снижена с 50 мг/л до 10 мг/л. Был определен переходный период 15 лет для замены свинцовых распределительных труб в системах.



Свинец – тяжелый и ковкий металл. Ранее его использовали для изготовления кабелей и спаек. Свинец токсичен для человека.

3. Элементы, оказывающие негативное влияние на эстетические показатели воды и технические аспекты водоснабжения

Потребители не желают использовать питьевую воду, не отвечающую эстетическим требованиям. При этом, эстетические показатели не являются гарантией безопасной воды. Питьевая вода может быть абсолютно приемлемой для здоровья, но потребители все равно не захотят ее использовать из-за несоответствующих эстетических характеристик, таких как цвет, вкус или запах. Кроме того, питьевая вода может содержать концентрации элементов, которые влияют на состояние труб или насосов, и следовательно могут представлять технические опасности или возможные опасности для здоровья потребителей. В данной части описаны эстетические и технические аспекты питьевой воды.

3.1. Эстетические аспекты

Кроме стандартов качества воды в отношении элементов и веществ, несущих риски для здоровья, многие страны разработали и критерии для эстетических характеристик воды. Например, в Директиве ЕС по питьевой воде указаны желательные параметры цвета, вкуса, запаха и мутности. Потребители должны быть удовлетворены всеми характеристиками питьевой воды.

Вода может быть мутной из-за усиливающихся потоков и эрозии почвы, например, после сильного дождя, или из-за коррозии, очистных мероприятий (которые приводят к изменению направления потока) или в случае, если не проводятся регулярные чистки труб или резервуаров. Высокая концентрация цинка является причиной белого цвета воды, а высокая концентрация железа и марганца придает воде коричневый, красный или темный оттенок.

Плохая очистка или стагнация воды в трубах может стать причиной неприятного запаха. Использование некачественных или неподходящих материалов в сантехнике или загрязнение техническим маслом/горючими средствами могут придать воде запах и вкус маслянистости. Большое количество хлорина делает воду безвкусной. Вода может иметь природный цвет из-за входящего в ее состав железа или органических составляющих. Потребители, недовольные вкусом, цветом или запахом воды, могут поменять источник воды, но это не означает гарантию безопасности. Поэтому соответствие эстетическим аспектам также должно быть важной частью водоснабжения.

3.2. Элементы, оказывающие влияние на технические аспекты водоснабжения

Кальций (Ca) и Магний (Mg) / Жесткость воды

Жесткость подземных вод в большой степени зависит от минерального состава почв. Растворенные естественные соли (карбонаты) кальция и магния отвечают за жесткость воды, их наличие может привести к образованию твердых слоев на поверхностях водопроводов или водонагревателей.

Как упоминалось ранее, металлические трубы могут быть источником загрязнения питьевой воды. Поэтому одним из требований Директивы по питьевой воде является то, что питьевая вода не должна проявлять агрессивных свойств при контакте с металлами. Это означает, что вода должна иметь определенную степень жесткости, хотя Директива по питьевой воде ЕС и не устанавливает стандарты жесткости, причиной которой является кальций или магний.

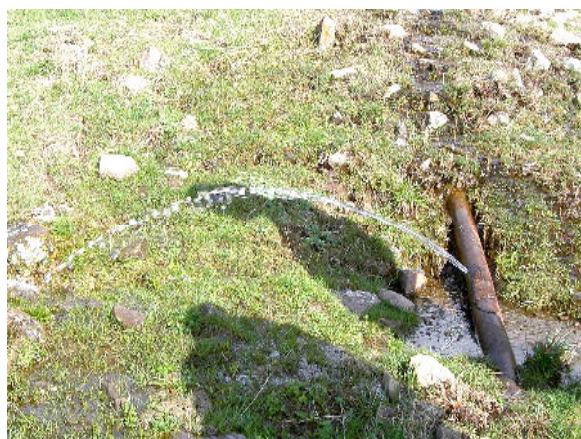
Тем не менее, слишком большая жесткость также нежелательна, особенно в домашних хозяйствах. Она может привести к повреждениям водонагревательных приборов, уменьшению диаметра труб. В Директиве по питьевой воде ЕС не приводятся рекомендации в отношении минимальных и максимальных концентраций кальция и магния. Вода с большой жесткостью может стать проблемой, учитывая наличие отопительных установок и бытовой техники. Соли Са и/или Mg выпадают в осадок, в частности, на материалах, находящихся в контакте с нагретой водой (плиты, системы отопления). Кроме того, жесткая вода требует больше моющих средств при мытье, уборке.

Кальций и магний являются важными элементами для людей. Питьевая вода с большой жесткостью не считается вредной.

Железо (Fe) и Марганец (Mn)

Основными источниками железа в питьевой воде являются природные геологические источники, а также старение нержавеющей распределительных устройств (бытовые трубы). Материалы на основе железа, такие как чугун и оцинкованная сталь, широко используются в наших системах распределения воды и бытовой сантехнике.

Нежелательные эффекты, связанные с наличием железа и марганца в воде, - это вкус или запахи. Железо в питьевой воде в количествах, превышающих 0,3 мг/л, может вызывать неприятный металлический привкус и ржавый цвет. Железо и марганец являются основными загрязнителями водоснабжения. Они могут придать воде красный или желтый цвет, оставлять коричневые или черные пятна в раковине, и придают воде легко обнаруживаемый металлический привкус. Даже в прачечной могут появиться коричневые пятна при использовании воды, богатой Fe и Mn. Хотя все эти явления эстетически неприятные, но железо и марганец не считаются опасными. К счастью, их можно легко удалить из воды. Кроме того, повышение уровня железа в воде может произойти из-за оцинкованных труб, которые разъедаются и выделяют железо. Поскольку оцинкованные трубы состоят из смеси металлов, цинка или кадмия, то присутствие последних также может также увеличиваться. Как и железо, цинк не считается опасным для здоровья. Информацию о кадмии см. выше.



Коррозия может стать причиной утечки в системе распределения

4. Общие замечания

Большинство веществ, которые представляют опасность для здоровья, не заметны и не имеют цвета или запаха. Таким образом, только комплексный анализ воды из источника и потребляемой питьевой воды может дать информацию о качестве воды. Если любые вещества в воде превышают установленный

стандарт, потребитель должен быть проинформирован и должен получить необходимые рекомендации по принятию надлежащих мер предосторожности.

Директива ЕС указывает, что результаты анализов должны быть доступными для общественности. Поставщик воды отвечает за качество воды во всей системе – до крана в доме потребителя. В воде не должны содержаться патогены; концентрации веществ в воде должны соответствовать установленным стандартам, у воды не должно быть никаких агрессивных свойств. Мониторинг качества воды следует осуществлять на регулярной основе. Но и сами домохозяйства, т.е. потребители, должны поддерживать качество воды, следить за трубами и другим оборудованием, которое находится в контакте с питьевой водой. В следующей таблице (Таблица 6) указаны вещества, которые вызывают проблемы со здоровьем. Их концентрация не должна превышать установленных значений.

Параметр	Параметрический объем	Единица
Акриламид	0,10	мкг/л
Сурьма	5,0	мкг/л
Мышьяк	10	мкг/л
Бензол	1,0	мкг/л
Бенз(а)пирен	0,010	мкг/л
Бор	1,0	мкг/л
Бромат	10	мкг/л
Кадмий	5,0	мкг/л
Хром	50	мкг/л
Медь	2,0	мг/л
Цианид	50	мкг/л
1,2-дихлорэтан	3,0	мкг/л
Эпихлоргидрин	0,10	мкг/л
Фтор	1,5	мг/л
Свинец	10	мкг/л
Ртуть	1,0	мкг/л
Никель	20	мкг/л
Нитраты	50	мг/л
Нитриты	0,50	мг/л
Пестициды	0,10	мкг/л
Пестициды - всего	0,50	мкг/л
Полициклические ароматические углеводороды	0,10	мкг/л
Селен	10	мкг/л
Тетрахлорэтен и трихлорэтен	10	мкг/л
Тригалометаны - всего	100	мкг/л
Винил хлорид	0,50	мкг/л

Таблица 6: Химические показатели питьевой воды

Источник: Директива Европейского Совета 98/83/ЕС от 3 ноября 1998 года по качеству воды для потребления человеком, Приложение 1, Часть Б

5. Деятельность в рамках ПОВВиС и результаты

Деятельность в рамках ПОВВиС	Результаты
<p>Обзор требований Директивы ЕС по питьевой воде в отношении частоты проведения мониторинга, параметров, которые должны быть проанализированы и требуемого качества питьевой воды.</p>	<p>Доступен список с требованиями по частоте проведения мониторинга, параметров, которые должны быть проанализированы; установлены значения микробиологических и химических параметров.</p>
<p>Определение качества сырой воды и поставляемой воды:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Где расположены места отбора проб? • Проводится ли мониторинг индивидуальных источников воды? • Какие параметры анализируются, с какой частотой? • Проводится ли регулярный анализ по микробиологическим показателям? • Какой у воды вкус, цвет, запах – вода бесцветная и без примесей? • Есть ли свинцовые трубы или трубы из нержавеющей металла в сети или домохозяйствах? • При необходимости следует провести дополнительные анализы воды и обсудить их результаты. 	<p>Проведен анализ и доступны отчеты по качеству сырой воды и воды, поставляемой к общественным, централизованным и индивидуальным потребителям.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Собирается информация о рисках в водопроводной сети и в домашних хозяйствах. ○ Проведены необходимые дополнительные анализы.
<p>Все ли жители потребляют воду из системы централизованного водоснабжения? Если нет, то каковы альтернативные источники воды, и каково качество этой воды? Проведение опроса среди граждан по используемым источникам питьевой воды.</p>	<p>Проведено исследование по источникам питьевой воды.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Собрана и представлена информация о качестве водных источников, используемых жителями.
<p>Выявлены ли превышения попустимых показателей, установленных национальными нормативами и Директивой ЕС?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Существуют ли риски для здоровья, связанные с качеством воды? • Отмечались ли вспышки заболеваний, связанных с водой в прошлом? (есть ли система регистрации заболеваний?) • Если да, то какие меры были приняты до сих пор, чтобы улучшить качество воды? 	<p>При возможности:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Доступен список параметров воды, не соответствующих национальным стандартам (параметрическим значениям) ○ Оценены риски для здоровья и технические риски из-за несоблюдения национальных стандартов ○ Подготовлен отчет о возможных медицинских и технических рисках. ○ Сделан обзор предыдущих вспышек заболеваний, связанных с водой. ○ Разработаны рекомендации для потребителей и органов здравоохранения в отношении необходимых действий.
<p>Необходимо выяснить, имеется ли план чрезвычайных мер в случае бедствий.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Как жители получают информацию в случае ЧС? • Какие меры будут приняты для обеспечения населения безопасной питьевой водой? 	<p>Доступен план обеспечения жителей минимальным количеством безопасной воды в случае чрезвычайной ситуации.</p>

<p>Являются ли результаты доступными и понятными для широкой общественности? Если нет, необходимо принять адекватные и соответствующие меры для предоставления информации гражданам и другим заинтересованным сторонам.</p>	<p>Анализы результатов и рекомендации доступны для общественности. Принимаются меры, чтобы сделать информацию доступной и понятной для граждан и других заинтересованных сторон.</p>
---	--

6. Источники и рекомендуемая литература

Директива ЕС по питьевой воде: Директива Совета 98/83/ЕС от 3 ноября 1998 года по качеству воды, предназначенной для потребления человеком. Доступно на сайте:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:EN:PDF>

New Internationalist, Выпуск 414, (2008). Туалеты – факты. Доступно на сайте:

<http://www.newint.org/features/2008/08/01/toilets-facts/>

ВОЗ (2014). Легионеллез. Информационный бюллетень 285. Доступно на сайте

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs285/ru/>

ВОЗ (2011). Руководство по обеспечению качества питьевой воды. Третье издание. Доступно на сайте: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/ru/

Санитария и очистка СТОЧНЫХ ВОД

Автор: Клаудиа Вендланд

Обзор

Использование воды приводит к образованию сточных вод. Нерегулируемые и необработанные сточные воды представляют угрозу для здоровья населения и окружающей среды. Надлежащая очистка сточных вод и безопасная санитария являются ключевыми аспектами для здоровой окружающей среды в городских и сельских условиях, так как основной целью очистки сточных вод является устранение и/или предотвращение контакта с патогенами. Основная цель санитарии – это предотвращение контакта человека с патогенами человеческих экскрементов.

В Европейском Союзе две главные директивы освящают тему обязательной очистки сточных вод. Для общего понимания проблем сточных вод и санитарии сформулированы соответствующие определения. Кроме того, в данном модуле представлены некоторые существующие варианты управления сточными водами и практики устойчивой санитарии для безопасного повторного использования сточных вод в сельском хозяйстве. Представлены примеры устойчивой санитарии (туалеты Экосан) и альтернативной обработки сточных вод.

Задачи

Данный модуль поможет читателю понять потребности, преимущества и возможности в отношении обеспечения безопасной санитарии и очистки сточных вод в сообществах. В модуле также представлены основные требования к принципам устойчивой санитарии и обработки сточных вод на бытовом уровне.

Ключевые слова и термины

Очистка сточных вод, бытовые сточные воды, бытовые серые сточные воды, сточные воды из туалетов (черная вода), городские сточные воды, туалеты, септики, устойчивая санитария, сухие туалеты с механизмом отделения мочи, повторное использование

Санитария и очистка сточных вод

Введение

Правильная санитария и очистка сточных вод являются ключевыми задачами для обеспечения здоровой окружающей среды в городах и селах. Нерегулируемые и необработанные сточные воды представляют собой угрозу для здоровья населения и окружающей среды. Чаще всего болезнями, передающимися через воду, заболевают дети и уязвимые семьи, но в целом таким болезням подвержено все население, что является преградой для экономического развития региона. Также неочищенные сточные воды наносят значительный ущерб окружающей среде. Подземные воды, которые являются основным ресурсом питьевой воды, находятся под усиливающимся влиянием результатов антропогенной деятельности, и во многих регионах эти воды становятся непригодными для питья.

Законодательство ЕС в сфере вопросов санитарии и очистки сточных вод имеет две директивы: это Директива по очистке городских сточных вод (ДОГСВ) и Рамочная Директива по воде (РДВ). ДОГСВ обязывает новые страны-члены ЕС устанавливать канализационную систему и очистные сооружения в агломерациях с человеческим эквивалентом более чем 2 000 (ЧЭ). РДВ требует сохранения хорошего состояния подземных вод и предоставляет своего рода руководство по мониторингу подземных вод, а также мероприятиям по охране и восстановлению подземных вод. РДВ обязывает к принятию необходимых мер для предотвращения загрязнения подземных вод и их контролю, в том числе определяет критерии оценки хорошего состояния воды. В европейском регионе примерно 200 миллионов человек (расчет автора, основанный на анкетировании) обслуживаются маломасштабными системами водоснабжения, причем большинство из них не подключены к централизованной канализации или системам водоочистки.

1. Определения и характеристики

1.1. Санитария

Санитария в целом относится к сфере предоставления услуг и оборудования для безопасной утилизации человеческих экскрементов. Термин «санитария» относится также к поддержанию гигиенических условий через управление сточными водами и сбор отходов. Таким образом, санитария имеет дело с туалетами или уборными в домохозяйствах, школах и общественных местах, со сбором отходов из туалетов и управлением городскими сточными водами, а также с гигиеной, например, практикой правильного мытья рук. Именно поэтому аспекты санитарии описаны и в других главах. Пожалуйста, смотрите также модули В8, С5, С6.

1.2. Бытовые сточные воды

Бытовые сточные воды содержат различные типы сточных вод, которые бывают в домохозяйствах (таблица 1). Они имеют очень разные характеристики, в зависимости от источника, и классифицируются соответственно:

Бытовые серые сточные воды: Вода, образованная в результате процедур личной гигиены, сточная вода из кухни и прачечной, вода, образующаяся после стирки, но не из туалетов. Объема серых бытовых вод намного больше, чем объема сточной воды из туалетов. Однако объем зависит от уровня жизни в семье и от наличия водосберегающих устройств, например, в душах. Объем серых бытовых вод может достигать 100.000 л/чел/ в год.

Сточная вода из туалетов (черная вода): Вода, образованная в результате использования туалетов со смывом, содержащая в том числе мочу, фекалии, промывочную техническую воду и туалетную бумагу.

См. таблицу 1. Объем черной воды составляет около 10.000 - 25.000 л/чел/в год, в зависимости от типа туалета.

Урина стерильна, если человек не болен, и содержит большинство питательных веществ: около 80% азота, 55% фосфора и 60% калия. Средний объем питательных веществ в урине человека индивидуален, кроме того этот показатель отличается от страны к стране, и зависит, в частности, от питания человека. В среднем, у людей в Швеции в урине содержится больше азота, чем у людей в Индии или Африке. Объем выделяемой мочи составляет примерно 500 л/в год на одного человека. В то же время, урина составляет лишь 1% от объема сточных вод.

Фекалии также составляют относительно небольшой объем в сточных водах, и в среднем их количество составляет 50 кг/чел/в год, что также зависит от рациона питания населения. Вегетарианцы выделяют больше фекальных масс, чем мясоеды. Но фекалии содержат большую часть органических веществ и различных патогенов, которые могут инфицировать других людей, если фекалии не обрабатываются должным образом. 1 грамм фекалий может содержать 10.000.000 вирусов, 1.000.000 бактерий, 1000 кист паразитов и 100 яиц паразитов.

В таблице 2 приведены приблизительные объемы азота и фосфора, выделяемые одним человеком в составе урины, фекалий и бытовых серых сточных вод. Как упоминалось ранее, объем мочи составляет всего 1% от общего ежедневного объема бытовых сточных вод, однако при этом урина является основным источником азота и фосфора в бытовых водах. Объем фекалий в бытовых сточных водах даже меньше, чем урины, но фекалии являются основным источником микроорганизмов и патогенов. Поэтому во избежание интенсивной обработки огромных объемов бытовых сточных вод, современные подходы систем очистки сточных вод сосредоточиваются на диверсификации и безопасном повторном использовании различных типов сточных вод.

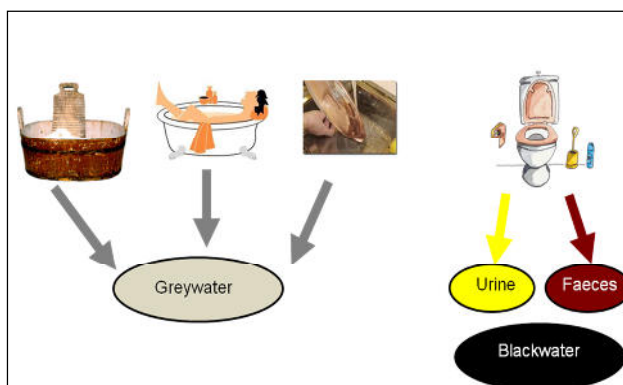


Таблица 1: Обзор составляющих серой воды (greywater) и черной воды (blackwater)

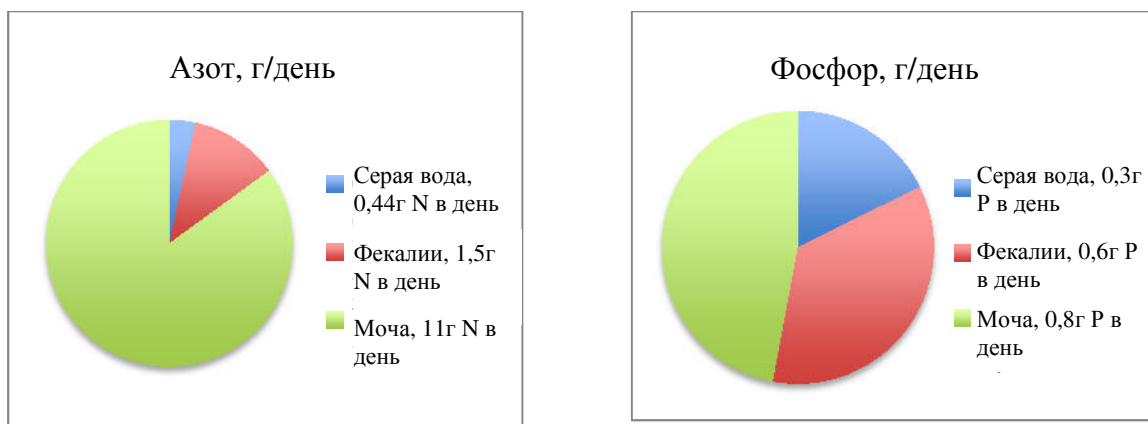


Таблица 2. Обзор содержания азота (N) и фосфора (P) в урине и фекалиях, выделяемых одним человеком в день, а также объем содержания N и P в серых водах одного человека в день.

Источник: Дата ВОЗ 2006

1.3. Городские сточные воды

Городские сточные воды представляют собой смесь бытовых и промышленных сточных вод и инфильтрации канализационной воды. Инфильтрация канализационной воды происходит в случаях поломки труб или незаконных подключений. Чем больше сеть канализационных труб, тем выше вероятность канализационной инфильтрации. Инфильтрация может значительно увеличить объем городских сточных вод для очищения и обработки, поэтому не стоит пренебрегать этим факторос. Для того чтобы снизить инфильтрацию канализационных вод, необходимо регулярно контролировать и обслуживать канализационные системы. Промышленные сточные воды также добавляются к потоку городских сточных вод. По возможности необходимо рассмотреть варианты сокращения источников промышленных сточных вод. Качество и количество промышленных сточных вод может значительно варьироваться в зависимости от типа производства.

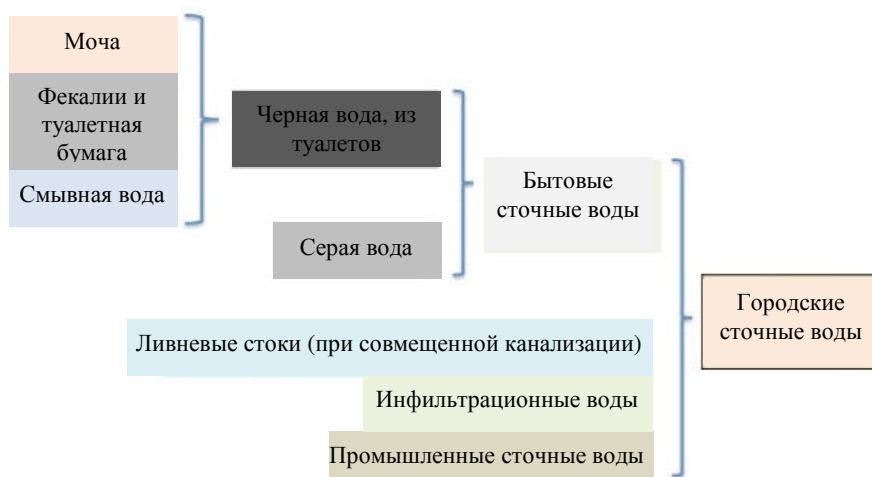


Таблица 3: Обзор разных типов сточных вод

Дождевая вода также должна быть собрана и обработана должным образом. Однако многие канализационные системы собирают дождевую воду вместе со сточными водами в так называемых комбинированных канализационных сетях.

Городские сточные воды		Инфильтрация канализационной воды	Дождевая вода
Бытовые сточные воды		Промышленные сточные воды (Приложение 3 к ДОГСВ)	
Сточная вода из туалетов (урина, коричневая вода (фекалии + вода для смыва))	Серая вода (вода, образующаяся в результате процедур личной гигиены, стирки, с кухни, но не из туалетов)		
10,000 – 25,000 л/чел/в год, в зависимости от типа туалета	25,000 – 100,000 л/чел/в год, в зависимости от наличия водосберегающих установок в доме	Количество зависит от типов производства в агломерации и управления сточными водами	Объем высок (напр., 100% бытовых сточных вод, в особенности в сельских районах)
			Объем зависит от климата

Таблица 4: Характеристика и определение городских сточных вод (согласно Директиве обработки городских сточных вод ЕС 91/271/ЕЕС)

1.4. Устойчивая санитария

Важно внедрять устойчивые практики санитарии и систем обработки сточных вод. Устойчивость определяется 5 аспектами, согласно предписаниям Альянса Устойчивой Санитарии (Sustainable Sanitation Alliance, www.susana.org). Для того чтобы быть устойчивой, система санитарии и очистки сточных вод должна быть не только экономически выгодной, но и социально приемлемой, приемлемой с точки зрения технических и организационных аспектов; также должны учитываться аспекты защиты окружающей среды и природных ресурсов.

При улучшении существующей и/или проектировании новой системы канализации, необходимо учитывать следующие критерии устойчивости:

1. **Здоровье и гигиена:** включает в себя риск воздействия патогенов и вредных веществ, которые могут сказываться на здоровье населения на всех этапах системы очистки – от туалета (через систему сбора и обработки) до точки повторного использования или утилизации.
2. **Окружающая среда и природные ресурсы:** включает в себя вопросы использования необходимых природных ресурсов, таких как энергия, вода и других, для строительства, эксплуатации и обслуживания системы, а также потенциальные объемы выбросов в окружающую среду в результате использования. Также включает в себя вопросы, связанные со степенью переработки, повторным использованием и последствиями этих практик (например, повторное использование сточных вод; возвращение питательных и органических веществ в сельское хозяйство), и защиты других невозобновляемых ресурсов, например, путем производства возобновляемых источников энергии (биогаз).
3. **Технология и эксплуатация:** включает вопросы функциональности / производительности и легкость использования в рамках всей системы; начиная от процесса сбора, транспортировки, очистки и повторного использования и/или до окончательного уничтожения; возможность строительства, контроля и управления системой местным сообществом и/или техническими специалистами местных коммунальных предприятий. Кроме того, надежность системы, ее уязвимость к отключению электропитания, нехватке воды, наводнениям, и т.д. являются важными аспектами, которые должны быть оценены. Гибкость и адаптируемость технических элементов к существующей инфраструктуре и к демографическому и социально-экономическому развитию также должны быть освещены.
4. **Финансовые и экономические вопросы:** возможности оплаты самими домохозяйствами и сообществами услуг санитарии, включая строительство, эксплуатацию, техническое обслуживание и необходимые дополнительные инвестиции в систему.
5. **Социально-культурные и институциональные аспекты:** критерии в этой категории необходимо оценивать с точки зрения социально-культурного соответствия и пригодности системы, удобств и применимости в сообществе, гендерных вопросов и человеческого достоинства, а также в соответствии с действующей правовой системой.

2. Различные виды туалетов

Стандартный туалет – это туалет со смывом, использующий различные объемы воды. В среднем, широко распространённый стандартный туалет использует 10 литров воды на один смыв, но новые берегающие воду туалеты используют только 3-5 л на один смыв. Туалеты, которые используют меньше воды – всего 1 л за смыв, являются туалетами с вакуумной системой, которые используются в самолетах или современных поездах.

Традиционные уборные ямы также по-прежнему широко используются в основном в сельской местности, где нет централизованного водоснабжения. Они, как правило, расположены далеко от дома в саду или огороде, из-за неприятного запаха, и часто не соответствуют гигиеническим нормам и загрязняют грунтовые воды.



Туалет со смывом и механизмом отделения мочи

Также существуют сухие туалеты с механизмом отделения мочи, они оснащены трубой для отвода мочи, которая гарантирует отсутствие запаха, свойственного для традиционных выгребных ям. Моча собирается отдельно. Вместо того чтобы использовать воду, эти туалет «смывают» фекалии сухим материалом, таким как зола, земля, опилки.

Все чаще и чаще в современных устойчивых системах санитарии кроме сухих туалетов стали использоваться туалеты с небольшим объемом смыва и механизмом отделения мочи. Моча может применяться для удобрения сельскохозяйственных полей, а фекалии могут быть использованы для производства биогаза или компоста, и также могут повторно использоваться в сельском хозяйстве. При использовании всех представленных типов туалетов следует избегать и предотвращать распространение патогенов и питательных веществ в этой среде.



Сухой туалет с механизмом отделения мочи в Украине

3. Сточные воды

3.1. Сбор сточных вод

Существуют различные технические решения для сбора сточных вод. См. таблицу 5.

Централизованное управление сточными водами является стандартным подходом во многих странах. При этом система подразумевает общий сбор городских сточных вод с помощью централизованной системы канализации и вынос этих вод к централизованному очистному сооружению, где сточные воды обрабатываются и утилизируются под контролем. Основные преимущества этой системы заключаются в часто более низких инвестиционных затратах и меньших затратах на эксплуатацию за счет наличия одной большой станции очистки, в сравнении с несколькими малыми предприятиями. При этом необходимо обеспечить эффективный контроль стандартов качества и процедур эксплуатации.

Централизованная стандартная система также имеет ряд недостатков, особенно в сельских и пригородных районах. В последние годы больше внимания уделяется децентрализованным или полуцентрализованным системам очистки сточных вод. В этом случае сбор, очистка и утилизация/ повторное использование сточных вод в небольших населенных пунктах (от уровня отдельных домов до небольших частей поселений) в пилотных регионах интегрируются в планы развития поселения/села/города. Такой подход подразумевает наличие множества маломасштабных объектов санитарии/очистки сточных вод, спроектированных и изготовленных непосредственно на местах, с учетом местных условий. Децентрализованные системы очистки сточных вод вблизи места происхождения стоков минимизируют затраты на сеть сбора сточных вод. Такой подход обеспечивает высокую степень гибкости, модификацию конструкции и эксплуатации системы в различных условиях.

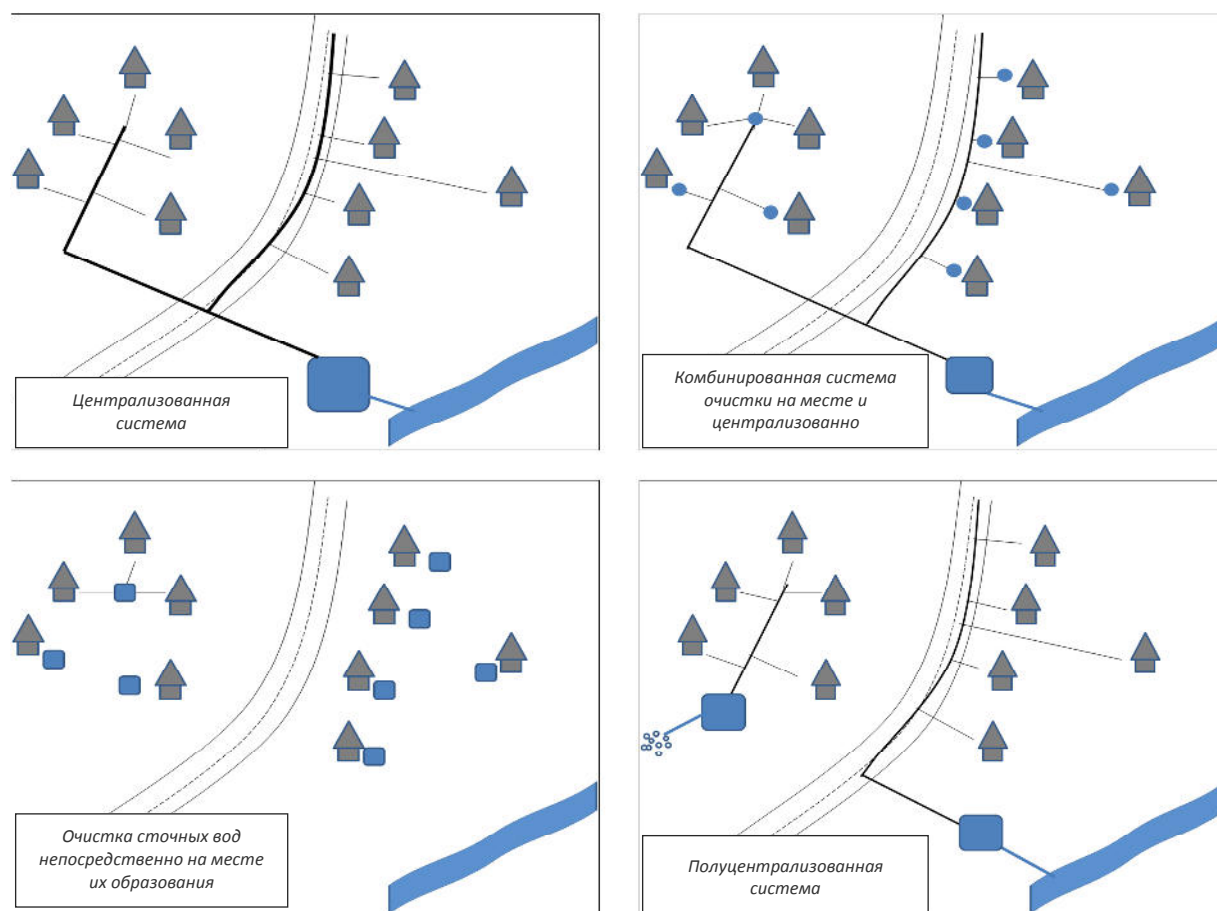


Таблица 5: Различные типы систем сбора сточных вод



Подземная труба для сбора сточных вод с отверстием для люка

3.2. Септики

Септик представляет собой механизм сбора сточных вод и частично систему обработки, который преимущественно применяется в сельских районах. Это резервуары, где происходит предварительная очистка.

Существует два типа септиков:

1. Септики сбора, которые должны очищаться по мере заполнения (например, каждый месяц), поскольку у этого вида септиков нет отверстий выхода.
2. Септики с выходным отверстием: поток жидкости уходит в окружающую почву. Накапливающийся шлам необходимо убирать время от времени (например, раз в пять лет). Поток жидкости содержит растворенные органические и питательные вещества, патогенные микроорганизмы, поэтому в первую очередь жидкость должна пройти через песок. Такой септик должен быть расположен вдали от водных источников.

Недостатком септиков является то, что ответственность за их очистку возложена на домохозяйства. Конечно, частная фирма также может очистить септик, в соответствии с договором предоставления услуг, но этот вариант может быть дорог. На практике многие люди не очищают свои септики в случаях переполнения, и неочищенные сточные воды попадают в окружающую среду.

Тем не менее, при должном обслуживании, данная система проста и эффективна. Если в процесс использования септиков необходимо внести какие-либо изменения, например, в случае загрязнения водных ресурсов, то можно применить комбинированный метод, при котором септики могут быть присоединены к центральной канализационной системе (как видно на приведенной выше схеме, таблица 5). В этом случае централизованная канализация и система очистки будет собирать и обрабатывать только предварительно очищенные сточные воды, что в свою очередь является простой и недорогой схемой.



Улица, загрязняемая вытекающими сточными водами из переполненного септика

В некоторых сельских районах домохозяйства сбрасывают свои сточные воды из туалета, душа, раковин и кухни в так называемые выгребные ямы. Вода из выгребных ям просачивается в почву, или же сточные воды переливаются через край из-за переполнения ямы. Такие системы сбора сточных вод вредны для окружающей среды и не считаются приемлемыми системами сбора и очистки сточных вод.



Выгребная яма, заполненная сточными водами

4. Очистка сточных вод

Существуют различные типы систем очистки, и они, как правило, состоят из трех этапов, называемых первичной, вторичной и третичной очисткой:

1. Первичная очистка подразумевает временное хранение сточных вод в резервуаре, где, с одной стороны, тяжелые твердые частицы оседают на дно, а с другой стороны, масла, жиры и легкие твердые вещества всплывают на поверхность. Материал первичного осадка отделяется от жидкости и далее обрабатывается. Ил может использоваться в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения, если он соответствующего качества; в противном случае он уничтожается. Плавающий материал утилизируется как твердый отход, а оставшаяся жидкость направляется на вторичную очистку.

2. Вторичная очистка удаляет растворенные и подозрительные органические вещества, а также частично удаляет питательные вещества, в первую очередь, азот и фосфор. Вторичная очистка обычно выполняется микроорганизмами, которые также присутствуют в окружающей среде. Микроорганизмы нуждаются в кислороде, который предоставляется техническими растениями на основе технической аэрации. Микроорганизмы образуют биологический ил, который называется активным илом. В природных системах аэрация происходит естественным образом. Вторичная очистка требует изъятия микроорганизмов из очищенной воды перед сбросом, повторным использованием или третичной

очисткой. Так называемый вторичный осадок отделяют, и его можно обработать с помощью первичного осадка (ила).

3. Третичная очистка, или доочистка, происходит после первого и второго этапов. Она необходима для того, чтобы можно было осуществить сброс очищенной воды в экосистемы, например, в реки, дельты, или коралловые рифы. Очищенную воду иногда дезинфицируют химическим или физическим методом (например, путем микрофильтрации, УФ лечения) перед сбросом в ручей, реку, залив, лагуну или на территорию водно-болотных угодий. Очищенную воду можно также использовать для полива в сельском хозяйстве или на поле для гольфа и в парках. Если вода достаточно чиста, то ее также можно использовать для пополнения грунтовых вод или для нужд сельского хозяйства.



Обзор огромного предприятия по очистке сточных вод в Гамбурге
Источник: <http://www.vdi.de/2151.0.html>

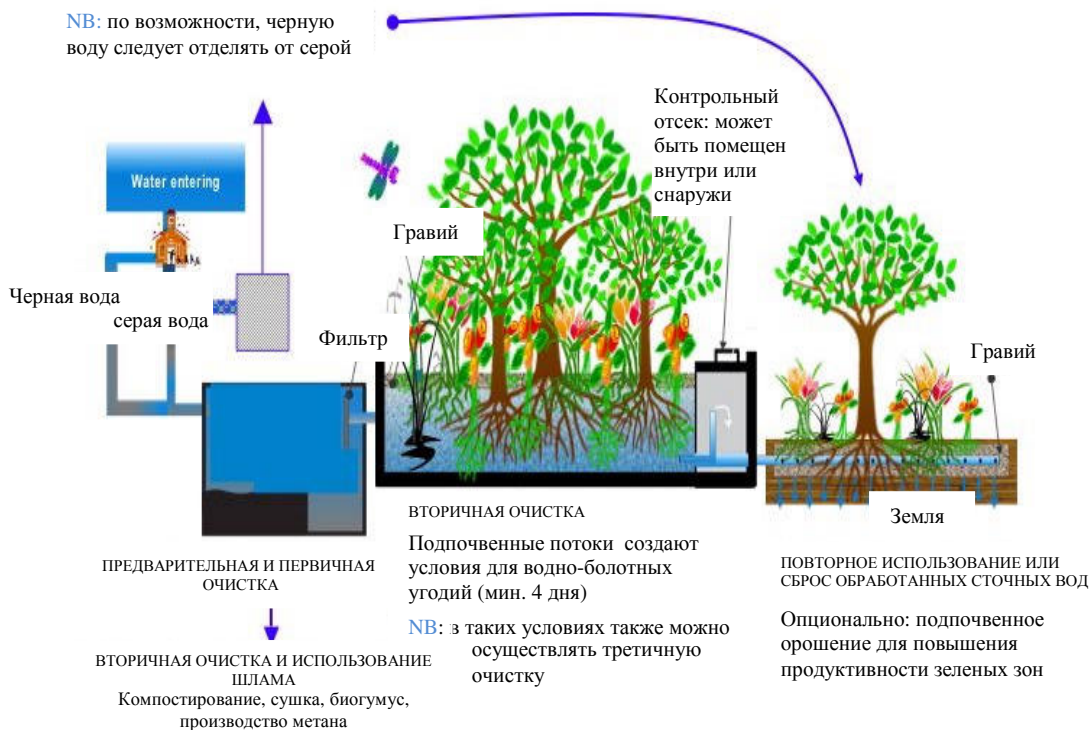


Таблица 6: Обзор комплексной системы очистки сточных вод

Источник: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:SchemConstructedWetlandSewage.jpg>

4.1. Экстенсивные системы очистки сточных вод

Метод очистки сточных вод в прудах или в отстойных бассейнах был хорошо известен на протяжении веков в Европе. Очистка воды обеспечивается за счет длительного удерживания воды, что требует много места по сравнению с интенсивными системами. Пруд – это система с высокой производительностью, низкой стоимостью, низким потреблением энергии (часто нулевым); процесс водоочистки не требует интенсивного обслуживания. Особенно такой способ подходит для теплого климата. Но пруды также можно модернизировать за счет обеспечения простой технической аэрации. Пруды широко используются в сельских районах многих стран ЕС. Во Франции, например, существует более 2500 прудов для очистки воды.



*Пруд с аэрацией в Германии
(Фотография: Андреа Алболд)*



*Система очистных прудов в Мизе. Франция
(Фотография: Франсуа Брисау)*

Искусственные болота представляют собой систему, в которой сточные воды очищаются через почвенный фильтр, где происходит биологическая и физическая очистка. Дно может быть изолировано песком или гравием, и присыпано естественной или искусственной почвой.

Очистка зависит от бактериальной активности, происходящей в биопленке дна, от самого фильтра и адсорбционных эффектов. Для повышения эффективности процесса на поверхности почвенного фильтра можно высадить растения, обычно это камыш, и именно поэтому их часто называют камышовыми фильтрами.



*Искусственное болото / почвенный фильтр
в Германии*

4.2. Примеры систем санитарии и обработки сточных вод в сельских районах

Современные методы санитарии и обработки серых вод

С 2002 года много демонстрационных моделей сухих туалетов с отведением урины (UDDT, или туалетов Экосан), следующих принципам современной устойчивой санитарии, были построены для домохозяйств, школ и зданий муниципалитетов в странах общеевропейского региона. Туалеты Экосан были построены в регионах, отсутствует централизованная система водоснабжения и/или канализации, и где, в то же время, наблюдается повышение спроса на такие туалеты. Для домашних хозяйств используются в основном туалеты сидячего типа, для общественных мест – так называемые «азиатские» модели. Руководящие принципы ВОЗ по безопасному использованию человеческих экскрементов в сельском хозяйстве (2006) применяются для обработки и безопасного повторного использования урины и фекалий.

Сухие туалеты были построены для школ в Армении, Молдове, Румынии, Украине, Кыргызстане, Таджикистане и Грузии, некоторые из них были пристроены к зданию школы, некоторые построены недалеко во дворе. Урина хранится в течение 6 месяцев в резервуарах и по данным ВОЗ после истечения этого срока становится безопасной для использования в качестве удобрения в сельском хозяйстве; закрытое и сухое фекальное вещество сохраняется в течение, по крайней мере, одного года, и используется в качестве кондиционера для почвы.

Вода, использованная в школах для мытья рук, сливается и обрабатывается простым песочным фильтром.

За 10 лет существования и использования туалеты Экосан доказали, что эта система работает хорошо и содействует значительному улучшению состояния окружающей среды. При этом пользователям обеспечены комфортные условия, что особенно важно в районах с холодными зимами, а также в школах и детских садах.



Внешний вид туалета Экосан, пристроенного к зданию школы



Внутренний вид туалета Экосан



Школьный Экосан туалет: камера для сбора, хранения и обработки фекальных масс



Школьный Экосан туалет: подвал с резервуарами для сбора, хранения и обработки урины

Искусственное болото (почвенный фильтр) для детского дома в Видраре, Болгария

Собранная и обработанная урина может быть использована в качестве удобрения для приусадебного сельского хозяйства. Компост из фекального материала может быть использован в качестве кондиционера для почвы. Сточная серая вода из раковин обрабатывается в небольшом горизонтальном почвенном фильтре. Очищенная вода пропускается в грунт.

Почвенный фильтр для обработки сточных вод в детском доме в городе Видраре, муниципалитета Правец, был открыт в 2011 году. Он состоит из отстойника площадью 18 м^3 , двух насосов, песочного фильтра с площадью поверхности 266 м^2 и шахты для отбора проб очищенных сточных вод. Критерии проектирования - 76 PE органической нагрузки и 95 PE гидравлической нагрузки.



Почвенный фильтр с посаженным камышом в Видраре

5. Вторичное использование продуктов туалета, сточных вод и ила

Продукты туалета Экосан (урина и фекальный компост) и ил сточных вод содержат много ценных, органических и питательных веществ, которые могут быть повторно использованы. Очищенные сточные воды могут быть переработаны и добавлены в другие водные ресурсы. Кроме того, согласно предписаниям ДОГСВ, сточные воды и ил должны быть по возможности повторно использованы.

Сточные воды могут быть повторно использованы, например, для полива сельскохозяйственных угодий или в озеленении городов. Спортивные зоны и зоны отдыха являются крупнейшими потребителями очищенных сточных вод.

Другие проверенные методы использования очищенные сточных вод включают использование:

- в производственных процессах (охлаждение, технологическая вода); строительной промышленности;
- для системы двойного водоснабжения для городских нужд, но не для питья (т.е. полив садов, парков, мойка автомобилей);
- для тушения пожаров, стирки;
- для создания или восстановления природных или искусственных водных экосистем, рекреационных водоемов и прудов;
- для пополнения водоносных горизонтов через фильтрационные бассейны и нагнетательные скважины для хранения воды и контроля засоления;
- для реконструкции старых промышленных или горнодобывающих объектов в привлекательные водные ландшафты для повышения качества жизни и стоимости земли.

Урина, фекалии и ил сточных вод пригодны для использования в качестве органических удобрений и для улучшения почвы. Но перед любым видом повторного использования необходимо принять во внимание потенциальные опасности патогенов для того, чтобы избежать распространения заболеваний. Уровень очистки и мер безопасности зависит от цели повторного использования. Например, в случае применения продуктов на территории лесного массива, где нет особо чувствительных экосистем и водоохраных зон, меры безопасности могут быть значительно ниже, чем в случаях применения на сельскохозяйственных полях. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) разработала и опубликовала руководство, разъясняющее, как продукты Экосан туалетов, сточные воды и ил сточных вод должны быть обработаны и повторно использованы в сельском хозяйстве наиболее безопасным образом.



Использование сухого ила в сельском хозяйстве в Германии

6. Деятельность в рамках ПОБВиС и результаты

Деятельность в рамках ПОБВиС	Результат
<ul style="list-style-type: none"> • Есть ли в селе выгребные ямы для туалетов или слива? Если да, то есть ли угрозы загрязнения подземных вод? • Осуществляется ли сбор сточных вод? Если да, то имеются ли протечки, угрожающие водным ресурсам? • Осуществляются ли сбор, хранение и обработка сточных вод? Куда после очистки направляется вода? • Проводится ли мониторинг очищенной воды? Если да, то проводится ли оценка в соответствии с установленными национальными требованиями? • Обзор нормативных требований к общественным туалетам и очистке сточных вод • При необходимости, определение вариантов устойчивой и экономически выгодной системы санитарии и обработки сточных вод. • Проверка школьных и других общественных туалетов, включая места для мытья рук; каково их состояние, что и как может быть улучшено? (Использование метода оценки качества и вопросников из модулей А7 и А9) 	<ul style="list-style-type: none"> • Картирование санитарии населенного пункта • При необходимости – разработан план действий по улучшению ситуации

7. Источники и рекомендуемая литература

Санитария: Продолжающийся вызов в Европейском регионе, Глава Документа по европейскому региональному процессу 5-го Всемирного водного форума(2009). Доступно на сайте:
<http://www.wecf.eu/download/2009/2009WWF5Sanitationregionaldocument.pdf>

Директива ЕС 91/271/ЕЕС от 21 мая 1991 года по обработке городских сточных вод. Доступно на сайте
http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=en&type_doc=Directive&an_doc=91&nu_doc=271

Европейская Комиссия (1991). Процессы экстенсивной обработки сточных вод, адаптированные к небольшим и средним общинам (население от 500 до 5 000 человек). Доступно на сайте:
http://www.pedz.uni-mannheim.de/daten/edz-bn/gdu/02/waterguide_en.pdf

WECF (2011). Пример из практики – Искусственное болото (почвенный фильтр) в Видраре, Болгария. Доступно на сайте: <http://www.wecf.eu/english/publications/2011/case-study-wetland-bulgaria.php>

WECF (2010). Устойчивые и доступные системы очистки сточных вод в сельских и пригородных сообществах с населением до 10 000 человек. Доступно на сайте: <http://www.wecf.eu/english/publications/2010/guide-sofia.php>

WECF (2009). Устойчивая и безопасная санитария в школах. Доступно на сайте http://www.wecf.eu/download/2009/wecf_school_sanitation_russian.pdf

WECF (2008). Проблемы санитарии в Европе: Устойчивая, доступная и безопасная санитария для граждан Европейского Союза – это невозможно? Статья-обсуждение. Доступно на сайте: http://www.wecf.eu/download/2008/08-08-13_stockholm_discussion_paper_engl.pdf

WECF (2006). Сухие туалеты с механизмом отделения урины – принципы, эксплуатация и строительство. Доступно на сайте: http://www.wecf.eu/english/publications/2006/ecosan_reps.php

ВОЗ (2006). Руководство по безопасному использованию сточных вод, экскрементов и серых вод. Доступно на сайте http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html

Охрана водных ресурсов

Авторы: Маргрит Самвел, Клаудиа Вендланд

Обзор

Данный модуль состоит из двух частей:

А. Охрана водных ресурсов в целом

В. Зоны охраны подземных вод

Во многих странах и регионах подземные воды используются в качестве питьевой воды – на территории Европы и России это происходит в 80% случаев. Это самый надежный из всех ресурсов пресной воды. Качество воды, сложность выкачки, а также возможности эффективной обработки воды варьируются от места к месту. Во многих странах у маломасштабных операторов воды и/или домохозяйств не хватает финансовых средств и опыта для эффективной очистки загрязненной воды.

Наиболее распространенными антропогенными загрязнителями грунтовых и родниковых вод являются микроорганизмы, нитраты и пестициды. Они создают риски для здоровья, и их обнаружение в питьевой воде может привести к полному прекращению водозабора.

Отсутствие мер по предотвращению антропогенного загрязнения воды создает угрозу безопасности питьевой воды. Для очистки воды или перехода на альтернативные, более безопасные источники воды, необходимы значительные инвестиции. Опыт показывает, что эффективное предотвращение загрязнения водных объектов выполнимо, управляемо и намного более экономично, чем очистка загрязненных подземных или родниковых вод.

В данном модуле представлены несколько аспектов эффективной охраны водных ресурсов:

Часть А. Охрана водных ресурсов в целом содержит обзор наиболее распространенных источников загрязнения подземных вод. Здесь обсуждаются постановления, связанные с предотвращением загрязнения воды, приводятся примеры политики ЕС в данной области, например, Рамочная директива о воде и Директивы по нитратам, а также описываются меры по предотвращению загрязнения воды. Особое внимание уделено загрязняющим веществам, являющимся результатом сельскохозяйственной деятельности и сброса бытовых сточных вод. Кроме того, дается обзор распространенных источников загрязнителей воды.

Часть Б. Зоны охраны подземных вод описывает различные водоохранные зоны (зоны санитарной охраны) и нормы ограничения антропогенной деятельности в этих зонах. В части Б обсуждаются механизмы реализации ограничений в зонах санитарной охраны, а также вклад домохозяйств и жителей в дело охраны водных ресурсов. Даны примеры успешных водоохранных мероприятий, инициированных сообществами или операторами воды.

Задачи

После прочтения данного модуля читатель сможет описать наиболее распространенные источники загрязнения воды и познакомится с различными стратегиями водоохранных мероприятий. Читатель также расширит знания о различных зонах санитарной охраны подземных вод и водосборных площадях и получит более ясное представление о целях их создания.

Ключевые слова и термины

Загрязнение воды, антропогенное загрязнение, охрана водных ресурсов, директивы, сельское хозяйство, коммунальные сточные воды, отходы животноводства, водоохранные зоны, зоны санитарной охраны, площадь водосбора, качество воды, гидрогеологические условия

Охрана водных ресурсов

В6-А. Охрана водных ресурсов в целом

Введение

В большинстве стран и регионов подземные воды чище, чем поверхностные воды. Подземные воды, как правило, защищены от загрязнения слоями почвы и горных пород. Тем не менее, в зависимости от геологических и гидрологических условий и типа почвенных горизонтов, подземные воды могут быть подвержены сильному загрязнению, в особенности микроорганизмами, нитратами и пестицидами. Загрязненные подземные воды несут риски для здоровья в случае их использования в качестве питьевой воды, а их очистка становится очень дорогой. В крайних случаях единственным возможным решением является отказ от водозабора. Необходимо помнить, что сброс неочищенных или плохо очищенных сточных вод, а также инфильтрация навоза, сильно влияют на качество водных ресурсов и, следовательно, на качество жизни населения.

Постоянное снижение качества подземных и поверхностных вод наблюдается в странах с интенсивным животноводством (крупный рогатый скот, птицефермы, свинофермы) и растениеводством, допускающим использование ядохимикатов (гербицидов) и чрезмерное внесение удобрений. Сток и утечка нитратов, пестицидов и фосфора с земель сельскохозяйственного назначения во время дождя является только одной из причин загрязнения воды. Регионы с небольшими фермерскими хозяйствами, которые не в состоянии безопасно утилизировать навоз или другие органические отходы и бытовые сточные воды, также часто способствуют загрязнению воды.



Характеристики ландшафта и почвы, эрозия, вырубка лесов, практики использования земли фермерами, выбор культур и применяемых методов – все это влияет на качество воды.

Кроме техногенного и антропогенного загрязнений, негативно повлиять на качество воды и привести к ограничению использования водного ресурса могут также природные геологические вещества, такие как фтор, мышьяк или соли. В данном руководстве акцент делается на разъяснении антропогенного загрязнения воды в результате сельскохозяйственной деятельности и ненадлежащей утилизации экскрементов человека и животных.

1. Что может быть сделано и на каких уровнях?

Часто причиной загрязнения воды является деятельность человека, поэтому загрязнения антропогенного происхождения возможно ограничить. Опыт многих стран показывает, что в долгосрочной перспективе политика водоохранных мероприятий может быть успешной и устойчивой, как с экологической, так и с экономической точки зрения. Практика показывает, что во многих случаях можно избежать

дорогостоящей очистки подземных вод при подготовке питьевой воды. Кроме того, людьми очень ценятся места отдыха и купания, поэтому в таких местах не должно быть неочищенных сточных вод. См. модуль В5. Во многих странах на местном, региональном или национальном уровнях были разработаны правила и нормы, адресованные промышленным предприятиям, общинам и фермерским хозяйствам и направленные на охрану водных ресурсов и бассейнов, которые предполагается использовать для обеспечения людей чистой питьевой водой. Для эффективной реализации этих мер защиты в процесс реализации должны быть вовлечены все заинтересованные стороны (национальные, региональные и местные).



Необходимы различные меры предотвращения загрязнения и контроля, так как источники загрязнения могут быть абсолютно разные.

1.1. Политики и сельское хозяйство

На протяжении многих десятилетий сбросы азота и пестицидов в результате сельскохозяйственной деятельности представляют угрозу для подземных вод - не только в Европе, но и во всем мире. Азот необходим для роста всех растений и содержится в минеральных удобрениях, навозе и навозной жиже. Тем не менее, лишь небольшая доля удобрений фактически усваивается сельскохозяйственными культурами и изымается из цикла вместе с урожаем. Большая часть накапливается в окружающей среде, например, в виде аммиака или оксида азота. Оставшийся азот остается в почве или просачивается в грунтовые воды в виде нитрата. Питательные вещества – не единственные вещества, загрязняющие наши воды, воду также загрязняют тяжелые металлы и пестициды. Причиной значительного содержания в поверхностных водах тяжелых металлов в 20% до 40% случаях являются эрозия почвы или дренажные стоки с сельскохозяйственных угодий.

Большинство случаев загрязнения пестицидами также связаны с сельским хозяйством: пестициды поступают с полей, а также с водой, использовавшейся для промывки соответствующего оборудования. Пестициды *триазиновой химической группы*, например, гербициды *атразин* и *симазин*, часто встречаются в составе подземных и поверхностных вод. К пестицидам с большим потенциалом загрязнения воды также относятся *диурон* и *бентазон*. Многие страны разработали список пестицидов (или активных ингредиентов пестицидов), которые потенциально могут вызвать загрязнение подземных вод. В Германии было выявлено около 40 активных ингредиентов пестицидов, имеющих приоритетное значение в деле охраны водных ресурсов.

Нормативно-правовая база в сфере охране водных ресурсов предусматривает следующее:

- Ответственность национальных, региональных и местных учреждений и коммунальных служб водоснабжения/водоотведения
- Контроль качества подземных вод и/или поверхностных вод
- Мониторинг качества и количества воды
- Учет видов отходов и соответствующих методов очистки сточных вод
- Адаптация и поддержка наиболее устойчивых и приемлемых систем обеспечения санитарии
- Внедрение мер по восстановлению и охране водных объектов

- Соблюдение права человека на доступ к безопасной воде и санитарии
- Прозрачность и доступ к информации и участие общественности

Для того чтобы снизить уровень загрязнения воды в Европейском Союзе (ЕС), были необходимы политические действия, в частности, в области сельского хозяйства. В этой связи были разработаны и опубликованы несколько директив по вопросам воды. Различные директивы определяют минимальные требования, и на государства-члены ЕС возложено обязательство по реализации норм директив с учетом национальных стандартов. При необходимости они также могут разработать местные более строгие нормы.

Европейская Рамочная директива по воде (2000/60/ЕС)

Целью Директивы 2000 является создание основы для охраны внутренних поверхностных вод, трансграничных вод, прибрежных вод и подземных вод (см. также модуль В8). Рамочная директива по воде (РДВ) разработана для предотвращения дальнейшего ухудшения ситуации, и способствует устойчивому водопользованию на основе долгосрочной охраны имеющихся водных ресурсов. Предполагается, что государства-члены ЕС должны защищать и укреплять все искусственные и преобразованные водные объекты с целью достижения хорошего экологического потенциала, хорошего химического состояния и обеспечения баланса между забором и пополнением запасов подземных вод.

Европейская Директива по нитратам (91/676/ЕЕС)

В 1991 году ЕС опубликовал Директиву по нитратам, которая посвящена методам защиты воды от загрязнения нитратами в результате сельскохозяйственной деятельности. Данная директива представляет собой попытку взять под контроль количество и сроки внесения удобрений на поля и пастбища, а также использование навоза. Кроме того, согласно директиве, государства-члены ЕС должны определить «уязвимые зоны», т.е. территории, где содержание нитратов может превышать 50 миллиграммов на литр (мг/л). Для дополнительной информации см. модуль В8.

Европейская Директива по защите подземных вод от загрязнения и истощения (Директива по подземным водам ЕС) (2006/118/ЕС)

В этой директиве предусмотрены меры по предотвращению и контролю загрязнения подземных вод. Для оценки химического состояния подземных вод должны быть установлены стандарты качества в отношении уровня содержания нитратов, средств защиты растений и биоцидов. Так же как и Директива по нитратам, Директива по подземным водам рассматривает вопросы человеческих и животных отходов. Директива по подземным водам устанавливает ограничения, обязательные для всего региона ЕС. (См. модуль В8 для получения дополнительной информации.)

1.2. Бытовые сточные воды

Многие села по всему миру имеют децентрализованные системы водоснабжения и водоотведения для сбора сточных вод, например, колодцы, скважины, водоразборные колонки, выгребные ямы и септики. Такие системы, как правило, создают большие риски для источников воды и при таких системах отходы человеческой жизнедеятельности не контролируются. Очистка коммунальных сточных вод, образующихся в домохозяйствах и в общине в целом, является важным требованием и условием для долгосрочного и краткосрочного сохранения водных ресурсов. Перед сбросом в окружающую среду сточные воды и экскременты из выгребных ям или септиков следует подвергнуть обработке. Смотрите также модуль В5.

Даже в регионах, где нет централизованной системы сбора и очистки сточных вод, можно внедрить необходимые системы очистки сточных вод или обработки человеческих экскрементов. Современные устойчивые и децентрализованные подходы, например, использование сухих туалетов с механизмом отделения урины, почвенные фильтры и т.д., способствуют защите водных ресурсов. Сообщества должны быть проинформированы о взаимосвязи между вопросами, касающимися сточных вод, и загрязнением водных ресурсов. Жители должны выбрать наиболее подходящее решение, принимая во

внимание доступные финансовые и человеческие ресурсы. Подходы к управлению сточными водами должны быть исследованы и приняты в соответствии с местными экологическими, социальными и экономическими условиями. При планировании работы и внедрении системы управления сточными водами должен использоваться комплексный подход для всего цикла сброса, обработки и повторного использования сточных вод.



В густонаселенных общинах, не имеющих доступа к системе очистки сточных вод, особенно важно предотвратить попадание человеческих экскрементов в почву или сброс в поверхностные водоемы и водотоки сточных вод, не прошедших должной обработки.

Руководство по экстенсивному процессу обработки сточных вод

В Европейском Союзе разработано Руководство по децентрализованной очистке сточных вод, а именно «Руководство по экстенсивному процессу очистки сточных вод, адаптированному к малым и средним сообществам (с населением от 500 до 5000 человек)». Это руководство является дополнением к Директиве ЕС от 21 мая 1991 года по очистке городских сточных вод (91/271/ЕЕС), которая относится к ключевым пунктам экологической политики Европейского Союза. Одна из главных мер, предложенных в руководстве, – заключается в обязательном создании системы сбора сточных вод, подключенной к станции очистки сточных вод, в агломерациях с населением более чем 10 000 человек, или более 2000 ЧЭ.



Туалет с механизмом отделения мочи имеет два выхода и две камеры сбора, одна предназначена для сбора урины, а другая – для фекалий. Экскременты разделяются специально для отдельной обработки урины и фекалий и использования в сельском хозяйстве



Искусственное болото (почвенный фильтр) служит для децентрализованной обработки сточной воды (Фотография Андреа Алболда).

1.3. Навоз

Во многих селах обычной практикой является содержание в домашнем хозяйстве скота, как для собственного потребления, так и для коммерческих целей. В зависимости от особенностей культуры, твердые отходы животных, в основном, собирают и хранят снаружи в куче, при этом почва находится в непосредственном контакте с навозом. Дождевая вода частично вымывает питательные вещества и, таким образом навоз проникает в грунтовые воды.

Скот часто держат в сараях или хлевах, где нет условий для сбора жидкостей, в результате чего сток экскрементов животных попадает прямо в почву. Для того чтобы избежать этого, навоз из сараев следует собирать и хранить на закрытой бетонированной платформе с ограждениями, например, в виде невысоких стен, откуда жидкий навоз может поступать в резервуар или яму. Под навозной кучей (в основании навозной платформы) необходимо создать водонепроницаемый слой. В качестве альтернативы возможно обустройство крытого водонепроницаемого резервуара или установка цистерны для навозной жижи/жидкого навоза, для того, чтобы избежать неконтролируемых утечек в подземные воды.

В некоторых государствах-членах ЕС (например, Австрии, Германии, Нидерландах) установлены правила обращения с навозом. Выполнение данных требований контролируют соответствующие органы - например, Министерство сельского хозяйства и окружающей среды, или местные операторы водоснабжения.

Для того чтобы обеспечить сток жидкости, платформа должна иметь наклон 3-5%, а также желоб для сбора жидкости. Емкость хранилища должна быть рассчитана, по меньшей мере, на 6 месяцев для того, чтобы обеспечить своевременное и целевое использование навозной жидкости или навоза. Применение навоза должно соответствовать потребностями растений. В целом, количество голов скота должно коррелировать с размером доступных полей и с потребностями в навозе.



Часто важному аспекту защиты водных ресурсов – безопасному хранению навоза – не уделяется должного внимания



Навоз должен храниться на огороженной бетонированной площадке.

2. Деятельность в рамках ПОВВиС и результаты

Деятельность в рамках ПОВВиС	Результат
<p>Обзор существующего законодательства в отношении охраны водных ресурсов и его применения на местах. В случае отсутствия документов, полезно провести соответствующее интернет-исследование.</p>	<p>Список соответствующих законов и нормативно-правовых актов по охране водных ресурсов. Определены пункты, которые соблюдаются и не соблюдаются.</p>
<p>Оценка существующей системы управления отходами человека и животных (См. также часть Б для получения дополнительной информации по водоохраным зонам)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Оценка управления сточными водами в сообществе: как собираются, обрабатываются, хранятся, утилизируются, повторно используются сточные воды, поступающие из частных домов и общественных мест? • При наличии централизованной канализации, все ли дома подключены к ней? Хорошо ли очищается сточная вода, проводится ли мониторинг качества очистки? Учитываются ли условия окружающей среды при сбросе очищенных сточных вод? Есть ли утечки в системе канализации? • Оценка расположенных поблизости от населенного пункта потенциальных источников загрязнения, например, заводов, автозаправочных станций, прачечных и цехов, использование пестицидов (в особенности с истекшим сроком годности). • Интервью жителей и/или наблюдение за местными практиками обработки навоза и человеческих экскрементов • Интервью фермеров в отношении использования пестицидов и удобрений (а также их знания Директивы по нитратам) 	<p>Выявлены места потенциальных источников загрязнения, расположенных поблизости с населенным пунктом, разработана карта этих источников.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Методы ведения сельского хозяйства, а также обработки навоза и человеческих экскрементов описаны и оценены. ○ При необходимости сделан обзор канализационной системы, условий очистки сточных вод (включая карту канализационной системы), утечек, эти места указаны на карте. ○ Выявлены домохозяйства и учреждения, не подключенные к канализационной системе.

Таблица 1. Обзор типичных потенциальных источников загрязнения воды
 Источник: Агентство по охране окружающей среды США

Категория	Источник загрязнения
Сельское хозяйство	<ul style="list-style-type: none"> • Использование/хранение удобрений • Использование/хранение пестицидов • Места внесения навоза/ямы/отстойники • Скотомогильники • Дренажные поля / колодцы • Площадки для кормления/сарай для скота • Поливочные поля
Предпринимательство	<ul style="list-style-type: none"> • Работа с металлом, фотооборудование • СТО, автомойки, автозаправки • Прачечные, изготовление красок/магазины красок • Медицинские учреждения /лаборатории • Стройки, железные дороги и депо • Дренаж сточных вод, цистерны для хранения стоков, свалки мусора
Производство	<ul style="list-style-type: none"> • Асфальтобетонные заводы, изготовление древесины • Производство/хранение бензина • Добыча ископаемых, дренаж • Производство/хранение химикатов • Утечка/разлив токсичных и вредных веществ • Производство электроники, металла • Дренаж, трубы сточных вод • Ил сточных вод, выгребные ямы, септики
Жители	<ul style="list-style-type: none"> • Канализационные трубы, септики и выгребные туалеты • Опасные вещества, используемые в домашнем хозяйстве / моющие средства • Фармацевтика, горючее, масла • Удобрения/пестициды, используемые в домашнем хозяйстве и саду • Утечка и распространение навоза
Другое	<ul style="list-style-type: none"> • Захоронение опасных отходов • Кладбища • Установки по переработке/сокращению количества отходов • Муниципальные мусоросжигательные заводы и полигоны • Противообледенительная обработка автомобильных дорог • Дорожно-ремонтные мероприятия • Муниципальная канализационная система • Дождевые стоки/бассейны/колодцы • Открытые площадки для сжигания отходов • Мусороперегрузочные станции • Интрузия соленых вод

3. Источники и рекомендуемая литература

Директива Совета 91/676/ЕЕС от 12 декабря 1991 по защите водных ресурсов от сельскохозяйственных загрязнителей. Доступно на сайте: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0676:EN:NOT>

Директива 2000/60/ЕС Европейского Парламента и Совета от 23 октября 2000 по действиям сообществ в сфере политики в области водных ресурсов. Доступно на сайте: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:EN:NOT>

Директива 2006/118/ЕС Европейского Парламента и Совета от 12 декабря 2006 по защите подземных вод от загрязнений и ухудшения их состояния. Доступно на сайте: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/policy/current_framework/new_directive_en.htm

Агентство по охране окружающей среды США, 2012. Частные колодцы – Что вы можете сделать. Доступно на сайте: <http://water.epa.gov/drink/info/well/whatyoucando.cfm>

Директива ЕС 91/271/ЕЕС от 21 мая 1991 по очистке городских сточных вод. Доступно на сайте: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0271:EN:NOT>

Руководство по экстенсивному процессу очистки сточных вод, адаптированному к малым и средним сообществам (с населением от 500 до 5000 человек), Европейская Комиссия, 1991. Доступно на сайте: http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/waterguide_en.pdf

WECF (2010). Устойчивые и выгодные системы почвенных фильтров для сельских и пригородных населенных пунктов с населением до 10 000 человек. Доступно на сайте: <http://www.wecf.eu/english/publications/2010/guide-sofia.php>

WECF (2006). Сухие туалеты с механизмом отделения урины – принципы, эксплуатация и строительство. Доступно на сайте: http://www.wecf.eu/english/publications/2006/ecosan_reps.php

ЮНЕП, UNHabitat (2010). Большая вода? Центральное место управления системами водоотведения в устойчивом развитии. Доступно на сайте: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=617&ArticleID=6504&l=en>

Охрана водных ресурсов

В6-Б. Зоны охраны подземных вод

Введение

Для более эффективной защиты подземных источников во многих странах были разработаны национальные или региональные нормы и правила по охране водных источников, предназначенных для забора питьевой воды. Водоохраные территории делятся на несколько типов водоохраных зон (ВЗ), предполагающих разную степень ограничений антропогенной деятельности. Ограничения могут быть связаны, например, с методами ведения сельского хозяйства. Как правило, деятельность на территории ВЗ, в результате которой происходит загрязнение подземных вод, попадает под запрет.

1. Как определяются зоны охраны подземных вод?

Размеры и форма водоохраных зон или зон санитарной охраны зависят от свойств и состояния почвенных горизонтов, инфильтрации дождевой и речной воды, а также движения подземных вод (с какой стороны движется поток?). Геологические характеристики территории и свойства подземных вод определяются в ходе гидрогеологических исследований. Например, проводится анализ типа почвы и ее проницаемость, определяется скорость потока подземных вод.

Водоохраные зоны могут незначительно отличаться от страны к стране. В общем, водоохраные зоны должны включать, по крайней мере, так называемую зону «50 или 60 дней». В этой зоне подземным водам необходимо 50 или 60 дней для того, чтобы пройти путь от любой точки ниже зеркала воды до точки водозабора. В течение этого периода времени должно быть сведено к минимуму количество бактерий. Тем не менее, в этом процессе вряд ли будет снижено содержание химических загрязнителей; для устранения химических загрязнений в воде необходимо до 3 или 4-х поясов защитных зон. Эти зоны должны быть определены по результатам гидрогеологических исследований.

Водоохранная зона источника питьевой воды должна охватывать всю подземную площадь водосбора и место водозабора; иногда необходимо включить и площадь поверхностного водосбора. Тем не менее, по многим причинам большинство поставщиков воды и сообществ не знают об этом требовании.

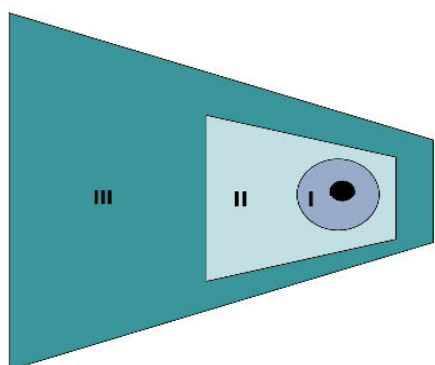


Схема водоохраных зон I-III.

- Зона (пояс) охраны источника водоснабжения (Зона I)
- Зона (пояс) внутренней защиты (Зона II)
- Зона (пояс) внешней защиты (Зона III)

1.1. Пояса водоохранной зоны

- Зона I, или зона охраны источника водоснабжения, должна обеспечить защиту точки забора воды и ближайшей окружающей среды от всех типов загрязнений. В зависимости от установленных стандартов, радиус этой зоны должен составлять не менее 10 метров вокруг точки водозабора; зона

должна быть окружена прочной оградой.

- Зона II, или зона внутренней защиты, должна обеспечивать защиту от загрязнения патогенными микроорганизмами (например, бактериями, вирусами, паразитами и яйцами червей), а также от других факторов, представляющих потенциальную опасность из-за короткого пути воды до точки водозабора. Радиус этой зоны должен составлять не менее 50 метров.
- Зона III-А, или зона внешней защиты, должна обеспечить защиту от дистанционных загрязнений, особенно химических или радиоактивных загрязнений, которые могут быть устойчивыми или неразлагающимися. В некоторых странах положение границ Зоны III-А рассчитывается так, чтобы вода проходила путь от точки ниже зеркала подземных вод до водозабора за 400 дней.
- Зона III-Б, или защитная зона площади водосбора, определяется как область вокруг источника, где предположительно подземные воды восполняют свои ресурсы.

1.2. Зоны охраны подземных вод и налагаемые ограничения

В таблице приведены примеры ограничений на территории различных поясов зон санитарной охраны.

	Примеры ограничений
Зона I	Несанкционированное подключение, любые виды сельскохозяйственных работ или другие виды деятельности
Зона II	Создание новых строительных площадок; Строительство дорог; Инфильтрация канализационных стоков; Внесение удобрений с твердым или жидким навозом, минеральных удобрений; Использование пестицидов; Вырубка лесов; Переработка мусора; Использование веществ, ухудшающих качество воды; Использование минералов; Места содержания скота и пастбища; Строительство, расширение и эксплуатация производственных объектов, которые используют большой объем вредных для воды веществ (например, НПЗ, металлургия, химическое производство, электростанции и т.д.);
Зона III-А	Размещение новых промышленных зон; Переработка мусора; Использование веществ, ухудшающих качество воды; Использование минералов; Строительство, расширение и эксплуатация объектов переработки, хранения и захоронения отходов и отвалов горных пород; Строительство, расширение и эксплуатация производственных объектов, которые используют большой объем вредных для воды веществ (например, НПЗ, металлургия, химическое производство, электростанции и т.д.); Использование минеральных удобрений и водоустойчивых пестицидов;
Зона III-В	Строительство, расширение и эксплуатация объектов переработки, хранения и захоронения отходов и отвалов горных пород; Строительство, расширение и эксплуатация производственных объектов, которые используют большой объем вредных для воды веществ (например, НПЗ, металлургия, химическое производство, электростанции и т.д.);

Таблица 1. Обзор поясов водоохранной зоны и примеры налагаемых ограничений.

Источник: Согласно Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., DVGW

2. Механизмы реализации ограничений на практике

Наличие законодательства и стратегий в отношении охраны водных ресурсов не обязательно гарантирует реализацию законов и норм. Проблемы реализации установленных ограничений на практике особенно актуальны в случае, если система водоснабжения является не государственной собственностью, а частной. Кроме того, неэффективная охрана подземных вод также связана с отсутствием геологической и гидрологической информации о площади водосбора и мониторинга качества подземных вод. Ограниченность информации и знаний фермеров о том, что *можно и нельзя* делать на территории водоохраных зон, тоже способствует загрязнению подземных вод.



Знак водоохраной зоны в Германии

Успешные стратегии охраны водных ресурсов осуществляются в сотрудничестве с соответствующими заинтересованными сторонами, в том числе фермерами и жителями. Такие механизмы, как лесопосадки, повышение осведомленности, консультации с фермерами, введение платы за загрязнение водных ресурсов доказали эффективность в улучшении качества воды.

В целом, опыт показал, что охрана водных ресурсов может быть эффективной только в партнерстве (а не в противостоянии) с другими отраслями, в том числе, сельским хозяйством. Важным компонентом этого подхода является привлечение специалистов и предоставление компетентных консультаций фермерам.



Подземные воды уязвимы к загрязнению, например, при применении интенсивных технологий выращивания кукурузы. На фотографии – поле, где применялись пестициды и синтетические удобрения.

Снижения загрязнения воды можно добиться несколькими способами, например, путем изменения методов ведения сельского хозяйства:

- 1) Оценка содержания питательных веществ и сбалансированное внесение удобрений
- 2) Севооборот, надлежащее использование земли, «красные линии» вокруг полей
- 3) Органическое сельское хозяйство, например, ограниченное количество скота на гектар пастбища
- 4) Отказ от синтетических азотных удобрений и пестицидов или их ограниченное использование
- 5) Лесопосадки, прекращение вспашки лугов

2.1. Успешные примеры политик в области охраны водных ресурсов

С момента основания гидротехнических сооружений в городе Мюнхен (Германия) в 1900-х годах практики и законодательство в сфере лесопользования были направлены на обеспечение хорошего качества воды. Однако, несмотря на ограничения, действовавшие на территориях водоохранных зон, отмечалось медленное, но постоянное снижение качества воды. В 1992 году руководство системы водоснабжения приняло решение более тесно сотрудничать с фермерами. Стали активно продвигаться методы органического сельского хозяйства, фермеры стали использовать меньше синтетических удобрений и пестицидов и начали работать в соответствии с правилами органического земледелия. Жители были проинформированы о процессе и призваны потреблять органические продукты, выращенные в зоне водосбора.

В настоящее время территория площадью 4 200 га предназначена в первую очередь для поддержания качества воды: 1 500 га занимают леса и дополнительную площадь в 2 700 га занимают около 100 местных фермеров, которые получили сертификацию по экологическому/органическому сельскому хозяйству. Благодаря своей жесткой «профилактической» политике, муниципалитет города Мюнхен обеспечивает потребителей водой отличного качества, которая не проходит предварительную обработку. В течение нескольких лет в воде не было обнаружено пестицидов. Концентрация нитратов остается на естественном уровне менее 10 мг/л. Эксперты по финансовым вопросам подсчитали, что такая профилактическая политика, даже принимая в расчет затраты на проведение консультаций и субсидирование фермеров, намного дешевле, чем интенсивная очистка воды.

Следующий пример – система водоснабжения в г. Тхюльсфельд, на севере Германии. В связи с интенсивным животноводством в районе водосбора, концентрация нитратов в неглубоких подземных водах, которые использовались для водоснабжения, превысила допустимый предел 50 мг/л. В 1993 году предприятие водоснабжения в этом районе начало сотрудничество с фермерами по развитию органического земледелия в районах водосбора. Была организована маркетинговая компания в отношении органически выращенных продуктов; были мобилизованы фирмы, специализировавшиеся на пищевой продукции, супермаркеты и потребители. Как видно из диаграммы (график 1), концентрация нитратов была снижена до предела 50 мг/л после 6 лет органического земледелия.

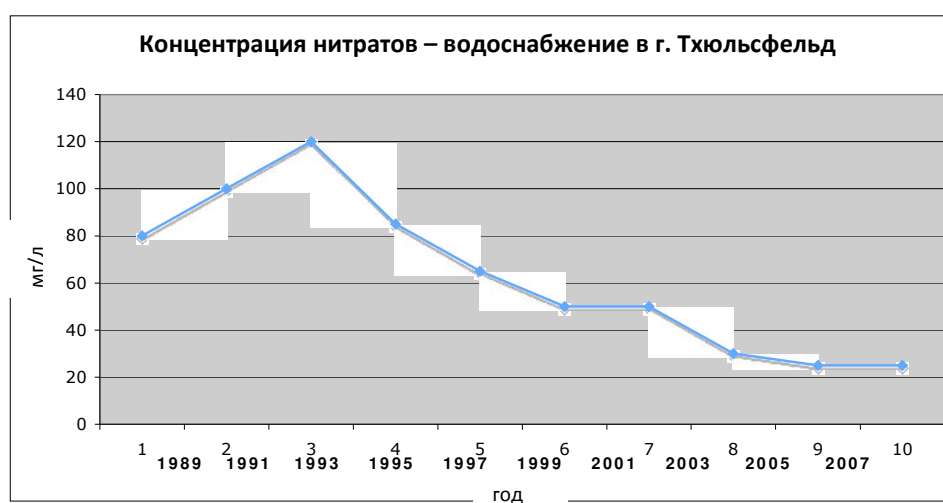


График 1: В 1993 году предприятие водоснабжения начало деятельность по продвижению и внедрению органического сельского хозяйства в районе дренажной системы в тесном сотрудничестве с фермерами г. Тхюльсфельд, на севере Германии.

Источник: OÖWV, Презентация PowerPoint Grundwasserbewirtschaftung, Игон Хармс

2.2. Охрана водных источников домохозяйствами и жителями

Довольно часто на территории водосборных бассейнов, откуда забирается вода в целях питьевого водоснабжения, проживают люди. Потребители и домохозяйства могут также, несомненно, способствовать загрязнению подземных и поверхностных вод. Например, в случае мытья автомобиля вода, загрязненная маслом, стекает в реки и просачивается в грунтовые воды. Другие примеры включают: чрезмерное использование пестицидов и удобрений; ненадлежащую обработку навоза скота и человеческих экскрементов; остатки красок или медикаментов, которые выбрасываются в окружающую среду или смываются в унитаз. Очевидно, что охрана ресурсов воды начинается на бытовом уровне и каждый может внести свой вклад в сохранение чистой воды. Повышение уровня осведомленности жителей об источниках воды, рисках и причинах загрязнения может быть эффективным методом в этой области.

3. Деятельность в рамках ПОБВиС и результаты

Деятельность в рамках ПОБВиС	Результат
<p>Обзор норм и руководящих принципов в отношении зон санитарной охраны (водоохранных зон) водосборных площадей, а также реализация этих норм, включая наложение ограничений на виды антропогенной деятельности в различных зонах.</p> <p>В случае отсутствия документов, полезно провести соответствующее интернет-исследование.</p>	<p>Сделан обзор норм и руководящих принципов в отношении водоохранных зон источников питьевого водоснабжения, проведена оценка соблюдения ограничений деятельности в водоохранных зонах.</p>
<p>Выявление местонахождения и границ поясов водоохранных зон (зон санитарной охраны). При отсутствии данной информации необходимо связаться с экспертами.</p>	<p>Выявлены границы поясов и разработаны карты зон санитарной охраны источников, используемых для питьевого водоснабжения.</p>
<p>Оценка потенциальных источников вредных веществ/загрязнителей воды на территории площади водосбора (3 защитные зоны/пояса):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Управление сточными водами: как они обрабатываются, хранятся, утилизуются или используются вторично? • Потенциальные источники других загрязнителей, такие как переработка растений, автозаправки, прачечные или мастерские, использование пестицидов и удобрений на территории или вокруг населенного пункта. • Интервью жителей и/или наблюдение за местными практиками обработки навоза и человеческих экскрементов • Интервью с фермерами по использованию пестицидов и удобрений. 	<p>Выявлено местонахождение потенциальных источников загрязнений питьевой воды на территории зон санитарной охраны, разработана карта.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Определены методы ведения сельскохозяйственной деятельности и обработки человеческих и животных экскрементов на территории зон санитарной охраны, проведена их оценка. ○ Оценка рисков в отношении управления сточными водами, проведенная в части А, должна быть учтена в оценке рисков для площади водосбора.
<p>Повышение информированности среди жителей и заинтересованных сторон о методах защиты водных ресурсов и преимуществах чистой воды.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Повышение информированности о доступных источниках воды и выгодах от наличия защитных зон и связанных с этим ограничений. • Повышение информированности о безопасном землепользовании, безопасной обработке человеческих и животных экскрементов. 	<p>Жители и заинтересованные стороны должны быть осведомлены о важности водоохранных зон и ограничений деятельности в пределах этих зон.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Распространение информации о безопасном сельском хозяйстве и садоводстве среди жителей и фермеров. ○ Распространение информации о безопасной обработке человеческих и

<ul style="list-style-type: none"> • Предоставление заинтересованным сторонам информации об условиях, рисках, проблемах и возможностях площадей водосбора. • Возможно – создание системы консультирования по передовому опыту в сфере сельского хозяйства и субсидированию фермеров. 	<p>животных экскрементов.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ По возможности, создание системы консультирования и поощрения фермеров, работающих на территории площади водосбора, за положительные действия по защите зон санитарной охраны.
--	--

4. Источники и рекомендуемая литература

Решение 2455/2001/ЕС Европейского Парламента и Совета от 20 ноября 2001 года по созданию списка приоритетных для политики области водных ресурсов веществ и внесению поправок в Директиву 2000/60/ЕС (Официальный Журнал L331 от 15.12.2001).

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., DVGW (2006). Руководящие принципы в отношении водоохраных зон источников питьевого водоснабжения, код деятельности W101. Доступно на сайте: <http://www.dvgw.de/english-pages/services/standardisation/translations/>

ООВВ-Water4All (Вода для всех) (2005). Устойчивое управление подземными водами; пособие по передовому опыту в сфере предотвращения негативного влияния сельского хозяйства на качество подземных вод. Доступно на сайте: http://www.wise-rtd.info/sites/default/files/d-2008-07-02-w4a_Handbuch.pdf

Модуль В7

Положения по воде

Авторы: Маргрит Самвел, Диана Искрева

Обзор

Этот модуль предоставляет информацию о правилах и нормах ЕС и ООН, касающихся качества питьевой воды и права человека на доступ к чистой питьевой воде и услугам санитарии. На этих принципах основан ряд международных законодательных актов и инициатив. Законодательство ЕС является обязательным к исполнению для всех государств-членов. В этом модуле также представлены Цели развития тысячелетия (ЦРТ), в которые также входит задача обеспечения доступа к питьевой воде и санитарии. Люди должны знать свои права и обязанности в соответствии с законодательством как на национальном, так и на международном уровнях.

Задачи

После ознакомления с данным модулем читатель получит представление о различных директивах, структуре законодательства на национальном и международном уровнях, а также знания о ЦРТ и праве человека на доступ к чистой питьевой воде и санитарии.

Ключевые слова и термины

Рамочная директива по воде, Директива по питьевой воде, Директивы ЕС, Руководящие принципы ВОЗ, Протокол по проблемам воды и здоровья, права человека, Цели развития тысячелетия

Module

B8

Module

B7

Module

B6

Module

B5

Module

B4

Module

B3

Module

B2

Module

B1

Положения по воде

Введение

Питьевая вода – это вода, являющаяся достаточно чистой для потребления или использования абсолютно без риска. В большинстве развитых стран вода, поставляемая в дома, торговые и промышленные зоны, соответствует стандартам питьевой воды, но лишь очень небольшая доля поставляемой воды используется для питья или приготовления пищи.

Во многих регионах мира люди не имеют адекватного доступа к воде хорошего качества и используют источники, загрязненные переносчиками болезней, патогенами или имеющие неприемлемый уровень токсинов или инородных частиц. Использование такой воды для питья или приготовления пищи приводит к широкому распространению острых и хронических заболеваний и является одной из основных причин смертности и болезней во многих странах. Снижение заболеваемости, связанной с качеством воды, является одной из основных целей общественного здравоохранения в развивающихся странах. Качество питьевой воды является одним из важнейших факторов, влияющих на состояние здоровья. Обеспечение безопасности питьевой воды является основным условием в профилактике и борьбе с заболеваниями, переносимыми водой.

1. Рамочная директива по воде (2000/60/ЕС)

Европейский союз (ЕС) установил правовые рамки для защиты и управления водными ресурсами во всех государствах-членах ЕС. Данная директива касается всех источников и типов воды: поверхностных, внутренних, подземных, трансграничных и прибрежных вод. К целям Рамочной директивы по воде (РДВ) относятся предотвращение и сокращение загрязнений, содействие устойчивому использованию воды, охрана окружающей среды, улучшение состояния водных экосистем и смягчение последствий наводнений и засух. Основная же цель заключается в достижении «хорошего экологического состояния и надлежащего качества по химическим показателям» воды из всех видов источников к 2015 году.

Задачи мероприятий по бассейнам рек в рамках РДВ нацелены на:

- предотвращение ухудшения / улучшение состояния поверхностных водоемов или их восстановление, улучшение химического и экологического состояния воды к 2015 году, снижение загрязнения в результате сброса и выброса вредных веществ.
- защита подземных вод, улучшение их состояния или восстановление, предотвращение загрязнения окружающей среды и ухудшения качества подземных вод, обеспечение баланса между забором и пополнением подземных вод.
- сохранение особо охраняемых природных территорий.

ЕС призывает все заинтересованные стороны всех государств-членов ЕС к участию в реализации этой рамочной директивы.

2. Директива по питьевой воде (98/83/ЕС)

Данная Директива Европейского Союза касается качества воды, предназначенной для потребления человеком. Она направлена на защиту здоровья населения путем установления требований к стандартам безопасности и чистоты питьевой воды, предоставляемой потребителям. Директива касается всех видов воды, предназначенной для потребления человеком, за исключением минеральных и столовых вод, а также воды, которая используется в лечебных целях. Требования к минеральным, столовым и лечебным водам указаны в отдельной директиве.

Обязанности государств-членов:

- Государства-члены обязаны обеспечить отсутствие в питьевой воде опасных концентраций микроорганизмов, паразитов или любых других веществ, представляющих потенциальный риск для

здоровья человека. Вода должна отвечать минимальным требованиям (а именно, по микробиологическим и химическим параметрам, по радиоактивности), указанным в Директиве по питьевой воде.

- Государства-члены обязаны предпринять любые другие действия, необходимые для обеспечения безопасности и чистоты воды, предназначенной для потребления человеком.
- Государства-члены обязаны установить требования к параметрическим значениям в соответствии с указанными в Директиве нормами. Если определенные параметры не установлены в Директиве, но важны для защиты здоровья населения, то их минимальные значения должны быть установлены самими государствами.
- Директива обязывает государства-членов ЕС проводить регулярный контроль качества воды, предназначенной для потребления человеком, используя методы анализа, указанные в Директиве, или эквивалентные методы. Для этого государства-члены должны определить точки отбора проб и разработать программы мониторинга. Если параметрические значения не соответствуют установленным нормам, то государство должно гарантировать осуществление в кратчайшие сроки корректирующих мер для восстановления качества воды.
- Даже если вода соответствует требованиям в отношении параметрических значений, но по каким-либо причинам представляет потенциальную опасность для здоровья населения, то государства-члены обязаны запретить распределение этой питьевой воды или ограничить ее использование. Потребители воды должны быть проинформированы о ситуации.
- Директива допускает, что в исключительных случаях государства-члены могут использовать другой диапазон допустимых параметрических значений для воды, в условиях, когда:
 - это не представляет опасности для здоровья человека;
 - нет никаких других приемлемых и разумных мер обеспечения питьевой водой;
 - данная мера является краткосрочной и период распределения воды с такими параметрами не превышает трех лет (меру можно продлить еще на два периода по три года).
- По правилам Директивы государства-члены могут исключить воду, предназначенную для потребления человеком в среднем объеме менее 10 м^3 в день или же общим объемом нормы на 50 человек, если только вода не поставляется как часть коммерческой или общественной деятельности. Государства-члены самостоятельно решают, проводить ли контроль качества этой питьевой воды.



Государства-члены ЕС должны обеспечить надлежащее качество питьевой воды. В ней не должны содержаться микроорганизмы в опасных концентрациях, паразиты или другие вещества, которые могут причинить вред здоровью человека. Также вода должна соответствовать минимальным требованиям (микробиологическим, химическим и радиоактивным параметрам), указанным в Директиве.

3. Директива по нитратам (91/676/ЕЕС)

Директива по нитратам направлена на защиту водных ресурсов в Европе за счет предотвращения загрязнения подземных и поверхностных вод нитратами из сельскохозяйственных источников путем поощрения реализации надлежащих сельскохозяйственных практик. Директива по нитратам –

неотъемлемая часть Рамочной директивы по воде (РДВ) и один из ключевых инструментов защиты воды от вредных воздействий сельского хозяйства. Она была опубликована в 1991 году.

Директива по нитратам обязывает государства-члены ЕС:

- выявить загрязненные поверхностные и подземные воды, а также воды, подверженные риску загрязнения, на основе процедур и критериев, указанных в директиве. Эти критерии, в частности, указывают на норму концентрации нитратов в воде до 50 мг/л, а также включают показатели эвтрофности воды;
- выявить и определить для всей территории уязвимые зоны, где происходит проникновение загрязнений в подземные воды. Государства-члены могут быть освобождены от этой обязанности при наличии Плана действий, применимого ко всей территории государства;
- разработать кодекс надлежащих сельскохозяйственных практик для осуществления фермерами на добровольной основе;
- установить обязательные программы действий, которые должны быть реализованы всеми фермерами, работающими в уязвимых зонах;

Эти программы должны содержать меры, направленные на ограничение использования минеральных и органических удобрений, содержащих азот, а также навоз.



Директива по нитратам является ключевым инструментом защиты воды от негативного влияния сельского хозяйства. Директива регулирует максимальное количество азотных удобрений, которое может быть использовано, а также наиболее подходящее время для внесения удобрений на поля.

4. Директива по защите подземных вод от загрязнения и истощения(2006/118/ЕС)

Данная директива является "дочерней директивой" РДВ и устанавливает общие положения по защите и сохранению подземных вод. В ней предусмотрены меры по предотвращению и контролю загрязнения подземных вод. К ним относятся критерии оценки химического состава подземных вод; выявление значительных и стабильных тенденций роста загрязняющих веществ; определение отправных точек для изменения таких тенденций. Для оценки химического состояния подземных источников должны быть установлены стандарты качества в отношении нитратов, средств защиты растений и биоцидов. Директива по нитратам требует обеспечения должного системного подхода, в том числе в отношении обращения с отходами человека и животных.

Директива по подземным водам устанавливает ограничения, обязательные для всей территории ЕС. Директива устанавливает следующие «стандарты качества»:

50 мг/л для нитратов;

0,1 мкг/л для отдельных активных ингредиентов пестицидов и биоцидов

0,5 мкг/л для общей нагрузки пестицидов и биоцидов.

Эти стандарты основаны на предписаниях Директивы по питьевой воде.

5. Протокол по проблемам воды и здоровью

По оценкам экспертов, в Европейской части региона ЕЭК ООН 120 миллионов человек не имеют доступа к безопасной воде и надлежащим условиям санитарии. Это приводит к распространению заболеваний, связанных с водой, таких как холера, дизентерия, инфекционные заболевания, вирусный гепатит А. Доступ к безопасной воде и улучшенным условиям санитарии в регионе может предотвратить более 30 миллионов случаев заболеваний, связанных с водой, ежегодно. Протокол по проблемам воды и здоровья (PWH) был разработан в 1999 году с учетом этих аспектов.

Основная цель Протокола заключается в охране здоровья и благополучия населения за счет лучшего управления, в том числе защиты водных экосистем и предотвращения, ограничения и сокращения количества заболеваний, связанных с водой. Для достижения этих целей Стороны протокола обязаны установить национальные и местные целевые показатели для достижения определенного качества питьевой воды и стоков, а также для выполнения стандартов водоснабжения и очистки сточных вод. Другим требованием является снижение заболеваний, связанных с водой. Каждая сторона обязана установить и опубликовать свои национальные целевые показатели и соответствующие контрольные сроки для каждой области в течение двух лет с момента подписания Стороной Протокола. 22 страны ратифицировали Протокол в 1999 году, и 14 других стран подписали его без ратификации. Для тех, кто ратифицировал Протокол, он является обязательным к исполнению, и обязательства должны быть выполнены без исключений.

5.1. Руководство по участию общественности в рамках Протокола по проблемам воды и здоровья

Протокол по проблемам воды и здоровья уделяет большое внимание вопросу доступа к информации и участия общественности, признавая участие общественности в качестве важного фактора для успешной реализации Протокола. По опыту различных Сторон, осуществляющих Протокол, можно судить, что обеспечить участие общественности, как правило, достаточно сложно. Основная причина заключается в том, что общественность не в полной мере понимает процесс. Руководство по участию общественности в рамках Протокола по проблемам воды и здоровья основано на опыте и передовой практике в общеевропейском регионе. Руководство предлагает объяснения правовых обязательств в отношении участия общественности, представляет примеры разных Сторон Протокола, а также другие региональные механизмы. Руководство может быть использовано в качестве инструмента, помогающего улучшить проведение процесса участия общественности в соответствии с Протоколом. Кроме того, руководство также призывает государственные органы учитывать результаты участия общественности. Следующим важным шагом являются последующие практические действия (ЕЭК ООН 2013).

Руководство рассматривает фундаментальные принципы участия общественности, общие аспекты участия общественности в рамках Протокола по проблемам воды и здоровья, а также участие общественности в процессах, касающихся конкретных положений Протокола. Предоставлены несколько инструментов для выявления, уведомления, информирования, консультирования и учета интересов различных заинтересованных сторон.

6. Право человека на безопасную питьевую воду и санитарию

Права человека – это основные права и свободы, которые должны иметь все люди, и которые важны для человеческого существования; среди таких прав есть и право на доступ к воде и санитарии. В настоящее время этот факт официально признан Советом ООН по правам человека. В прошлом в ходе обсуждений прав человека вопросы воды и особенно санитарии в значительной степени игнорировали. Но после нескольких лет ожесточенных дебатов Совет по правам человека принял 30 сентября 2010 года на основе консенсуса резолюцию (A/HRC/15/L.14), подтверждающую, что доступ к безопасной питьевой воде и услугам санитарии является одним из прав человека.

Для реализации права человека на доступ к безопасной питьевой воде и санитарии необходимо выполнить несколько условий:

- **Наличие водных ресурсов:** ООН определила, что человеку в среднем требуется как минимум 50 литров воды в день;
- **Доступность:** услуги должны быть доступны в пределах на основе консенсуса или в непосредственной близости от них, а также в школах, на рабочих местах, в медицинских учреждениях и общественных местах. Доступ должен быть обеспечен на устойчивой основе;
- **Качество / безопасность:** право человека на воду и санитарии означает, что вода и санитария должны быть безопасны для здоровья человека;
- **Доступность оплаты:** общие расходы домохозяйств на оплату услуг по воде и санитарии не должны превышать 3% (рекомендация ПРООН) от среднего дохода домохозяйства;
- **Приемлемость:** технологии, предлагаемые населению, этническим / религиозным группам должны быть приемлемыми с точки зрения культурного контекста и не должны противоречить их убеждениям и ценностям;
- **Отсутствие дискриминации:** ни одна группа населения не должна подвергаться дискриминации на основе происхождения, религии, пола, возраста, состояния здоровья, географического положения и уровня урбанизации региона, где она проживает;
- **Участие:** все население имеет право участвовать в процессе принятия решений, связанных с водой и санитарией; потребители имеют право на получение информации о качестве услуг, здравоохранении и финансовых последствиях и т.д. ;
- **Прозрачность:** учреждения, ответственные за водоснабжение и водоотведение, а также соответствующие национальные и местные органы власти, должны сообщать о своих расходах и эффективности и безопасности их услуг налогоплательщикам и населению в целом;
- **Воздействие:** качество услуг водоснабжения и санитарии напрямую влияет на качество жизни и здоровья населения, особенно детей; кроме того, они имеют решающее значение при формировании привлекательной бизнес-среды;
- **Устойчивость:** услуги водоснабжения и санитарии должны предоставляться без ущерба будущим поколениям; должны соблюдаться правила охраны и защиты всех живых существ и природы в целом.



*Миссис Катарина де Албикюрки - первый специальный докладчик ООН (независимый эксперт) по правам человека на безопасную питьевую воду санитарии..
Источник: <http://acnudh.org/en/2012/02/un-expert-on-right-to-safe-drinking-water-and-sanitation-in-first-mission-to-uruguay/>*

Специальный докладчик ООН подчеркивает необходимость использования практических решений для реализации права человека на безопасную воду и санитарии. Кроме того, резолюция призывает государства обеспечить адекватное финансирование для устойчивого водоснабжения и предоставления услуг санитарии.

7. Всемирная Организация Здоровья– руководство по обеспечению качества питьевой воды

Основная цель руководства по обеспечению качества питьевой воды заключается в охране здоровья населения (ВОЗ 2013). Руководство предназначено для поддержки разработки и реализации стратегии управления рисками, которая обеспечит безопасность снабжения питьевой водой, посредством контроля опасных компонентов в воде. Стратегия может включать в себя разработку национальных или региональных стандартов на научных основаниях, предусмотренных в Руководстве. Руководство отмечает минимальные требования к безопасным практикам защиты здоровья потребителей и/или численные «нормативные значения» для составляющих воды или показателей качества воды. Для того чтобы определить обязательные лимиты, предпочтительно рассмотреть руководящие принципы в контексте местных или национальных экологических и социальных, экономических и культурных условий. (ВОЗ 2013)

Данное руководство освещает вопросы целевых показателей в отношении здоровья, безопасности воды, охраны водных источников, применения принципов в конкретных обстоятельствах, микробиологических аспектов, химических аспектов, и приемлемых радиологических аспектов. В публикации представлены различные справочные материалы. Руководство ВОЗ не направлено на рассмотрение экологических факторов.

8. Цели Развития Тысячелетия (ЦРТ)

В 2002 году на Всемирном саммите по устойчивому развитию в Йоханнесбурге Организация Объединенных Наций приняла 8 целей развития тысячелетия. ЦРТ, основной задачей которых является уменьшение социальных и экономических проблем к 2015 году, включают сокращение вдвое количества людей, которые не имеют доступа к безопасной питьевой воде, и сокращение вдвое числа людей, не имеющих условий базовой санитарии. Термин «доступ к «улучшенным условиям» воды и санитарии», используемый ООН, не упоминает о том, что системы водоснабжения и санитарии должны быть безопасными.

Во всем мире около 2,1 миллиарда человек получили доступ к улучшенной питьевой воде с 1990 года, однако не менее 884 миллиона человек все еще не имеют доступа к улучшенной питьевой воде. Кроме того, в период 1990-2011 годов сократился охват системами снабжения питьевой водой в сельских районах Кавказа и Центральной Азии. С 1990 года еще больше людей, проживающих в сельских районах, используют небезопасные поверхностные воды для питья (см таблицу ниже).

Во всем мире, начиная с 1990 года, почти 1,9 миллиарда человек получили доступ к основным услугам санитарии, таким как туалеты или уборные. Однако по-прежнему не достигнуты цели в области санитарии в рамках ЦРТ: сокращение доли населения, не имеющего доступа к санитарии, от уровня 51% в 1990 году до уровня 25% к 2015 году.

Доступ к питьевой воде в сельских районах Кавказа и Центральной Азии, в период 1990-2011 гг.		
	1990	2011
Водопроводная вода в домах	31%	29%
Другие улучшенные условия водоснабжения	50%	50%
Отсутствие доступа к улучшенным условиям водоснабжения	12%	11%
Вода из поверхностных источников	7%	10%

*Источник: Прогресс в доступе к санитарии и питьевой воде, Обновление 2013
Всемирная Организация Здравоохранения и ЮНИСЕФ, 2013*

Несмотря на то, что достигнутый прогресс относится, в первую очередь, к сельской местности, условия в сельских районах по большому счету остаются неудовлетворительными. Во всем мире восемь из десяти человек, не имеющих доступа к безопасным источникам питьевой воды, живут в сельских районах. До

сх пор запланированная к 2015 году цель в области санитарии остается недостижимой, так как половина населения в развивающихся странах не имеет элементарных условий санитарии.



Кофи Аннан, Генеральный Секретарь ООН на Всемирном Саммите Земли, 2002

Источник:

http://www2.lse.ac.uk/newsAndMedia/news/archives/2002/Kofi_Annan_at_LSE.aspx



Жан Панк, Специальный посланник Генерального секретаря по Всемирной встрече на высшем уровне по устойчивому развитию

Источник:

http://berkeley.edu/news/media/releases/2002/08/30_summit.html, фотография Йоги Хендлин

При нынешних темпах прогресса мир не достигнет цели по сокращению вдвое количества людей без доступа к базовым условиям санитарии (наличие туалетов или выгребных ям). По оценкам, в 2008 году 2,6 миллиарда человек по всему миру не имели доступа к санитарии. Если такая тенденция сохранится, то число людей, не имеющих доступа, вырастет до 2,7 млрд в 2015 году. Большая диспропорция существует также по регионам, регионы к югу от Сахары и Южной Азии продолжают отставать в развитии. Последние данные свидетельствуют, что 69% и 64% населения этих регионов все еще не имеют доступа к улучшенным условиям санитарии. Разрыв между сельскими и городскими районами остается огромным, особенно в Южной Азии, к югу от Сахары и в Океании.

В 2011 году начался процесс разработки целей повестки дня на период после 2015 года и соответствующих целей в отношении воды, санитарии и гигиены (WASH).

9. Деятельность в рамках ПОБВиС и результаты

Деятельность в рамках ПОБВиС	Результат
<ul style="list-style-type: none"> • Изучить, какие правила, законы, указы, директивы и протоколы актуальны для водоснабжения, очистки сточных вод и санитарии, какие из них успешно реализуются и какими из них пренебрегают? • Ратифицировала или подписала ли ваша страна Протокол? Если да, то что это означает для общества? 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Список требований и регулирующих положений, имеющих отношение к эксплуатации и обслуживанию технических систем и соблюдению норм в отношении водоснабжения и санитарии. ○ Отчет о выполняемых и невыполняемых требованиях. При невыполнении требований – указание причин.
<ul style="list-style-type: none"> • Применимы ли национальные стандарты, нормы, правила, законы и т.д. для маломасштабных систем водоснабжения, обеспечивающих менее 10 м³ в день в среднем, или обслуживающих менее 50 человек, или для децентрализованного снабжения? • Если нет, то исключен ли этот процент граждан из нормативных требований, касающихся воды, предназначенных для потребления человеком (питьевая вода)? 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Обзор нормативных требований, применимых к маломасштабным системам водоснабжения, с указанием требований и стандартов, которые реализуются или не учитываются в работе. ○ Если применимо, выявленный процент граждан с доступом к воде, качество которой не проверяется.
<ul style="list-style-type: none"> • Выявить, все ли граждане имеют и реализуют свое право на доступ к безопасной воде и санитарии. Если нет, то почему? 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Выявлены лица, которые не могут реализовать свое право на доступ к безопасной воде и санитарии. ○ Выявлены невыполненные критерии.
<ul style="list-style-type: none"> • Выяснить, участвует ли общественность в процессе принятия решений, касающихся воды и санитарии. Имеют ли жители доступ к информации? 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Определен процесс принятия решений в общине по вопросам, касающимся воды и санитарии.

10. Источники и рекомендуемая литература

«Международная амнистия» (Amnesty International/ COHRE) (2010). Право на безопасную воду и санитариию. Доступно на сайте: http://hrbportal.org/wp-content/files/right_to_water_and_sanitation_light.pdf

Директива Совета ЕС от 8 декабря 1975 года по качеству воды для купания (76/160/ЕЕС). Доступно на сайте: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31976L0160:EN:HTML>

Директива Совета ЕС от 21 мая 1991 года по очистке коммунальных стоков. Доступно на сайте: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:135:0040:0052:EN:PDF>

Директива Совета ЕС 98/83/ЕС от 3 ноября 1998 года о качестве вод, предназначенных для потребления человеком. Доступно на сайте: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:EN:PDF>

Директива 2007/60/ЕС Европейского Парламента и Совета от 23 октября 2007 года по оценке и устранению угрозы наводнений. Доступно на сайте: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:EN:PDF>

Европейский Союз(2010). Директива ЕС по нитратам. Доступно на сайте:
<http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/nitrates.pdf>

ООН, Право человека на воду и санитарии (2012). Доступно на сайте:
http://www.un.org/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml/

ЕЭК ООН (1992). Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. Доступно на сайте: <http://www.unepce.org/env/water/text/text.htm>

ЕЭК ООН (1999). Протокол по проблемам воды и здоровья к Конвенции 1992 года по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. Доступно на сайте:
http://www.unepce.org/env/water/pwh_text/text_protocol.html

Модуль В8

Сбор дождевой воды

Автор: Моника Исаку

Обзор

Сбор дождевой воды является важной частью инфраструктурного менеджмента в сообществе. Сбор дождевой воды и управление дождевыми стоками могут осуществляться посредством комбинированной централизованной системы канализации; такой подход был распространен в последние столетия. Объединение канализационных систем является, однако, не только дорогостоящим, но и опасным для окружающей среды и водных ресурсов методом, особенно в случае обильных дождей. Именно поэтому в последнее время все чаще и чаще предпочтение отдается концепции децентрализованного сбора дождевой воды, особенно в сельских и пригородных районах, где достаточно места для хранения дождевой воды и местной инфильтрации. Существуют различные альтернативные варианты сбора дождевой воды.

Сбор дождевой воды обеспечивает независимую подачу воды, и в некоторых странах часто используется в дополнение к основной водопроводной системе. Качество собранной дождевой воды, как правило, лучше, чем качество поверхностных вод, а иногда даже лучше, чем грунтовых вод. Есть целый ряд способов сбора и обработки дождевой воды, использования дождевой воды в домашних хозяйствах и на территориях общественного пользования.

Задачи

Читатель сможет оценить преимущества децентрализованного сбора дождевой воды и ее управления, а также получит представление о принципах управления дождевой воды на уровне домохозяйств и в местах общественного пользования. В данном модуле подробно описаны преимущества сбора дождевой воды.

Ключевые слова и термины

Дождевая вода, сбор и управление дождевой водой, испарение, инфильтрация, сброс

Module

B8

Module

B7

Module

B6

Module

B5

Module

B4

Module

B3

Module

B2

Module

B1

Сбор дождевой воды

Введение

Дождь – это жидкая вода в форме капель, которые конденсируются из атмосферного пара и выпадают на землю в виде осадков. Дождевая вода является одним из главных компонентов водного цикла. С древнейших времен люди собирают дождевую воду для дальнейшего использования. Известно, что первые земледельцы Балухистана (территория современного Пакистана, Афганистана и Ирана) и Куч (современная территория Индии) собирали дождевую воду для ирригации полей еще в 3 веке до н.э. В период правления династии Хола для хранения питьевой и ирригационной воды в древнем Тамил Наду (Индия) была построена цистерна Виранам (1011-1037 гг.). Длина цистерны составляла 16 км, а ее емкость – 41 500 000 м³. Раскопки других древних цивилизаций также указывают на то, что дождевая вода использовалась в качестве источника воды.

В середине 19 века с ростом народонаселения и распространением твердого покрытия земель одной из основных проблем в городах стал дренаж стоков, что было связано с гигиеническими аспектами и вопросами удобства для населения. Появилась потребность в сборе стоков и дождевых вод как можно быстрее и незаметней. В качестве технического решения проблемы стали создаваться централизованные комбинированные канализационные системы для сбора как дождевой воды, так и сточных вод.

Вода, собранная в таких системах, направлялась в водные бассейны. Рост населения, увеличение количества автотранспорта и рост уровня загрязнений из других источников постепенно привели к более видимым негативным последствиям; встал вопрос о защитных мерах для сохранения водных ресурсов. В настоящее время сбор дождевой воды и сточных вод должен быть организован таким способом, чтобы не приносить никакого вреда или ущерба здоровью населения.

Гарантировать безопасность собранной дождевой воды могут так называемые традиционные дренажные методы, которые, однако, дорогостоящи (строительство и содержание канализационной системы, бассейнов и цистерн для дождевых вод, станции водоочистки). Из-за значительного увеличения площадей водонепроницаемых поверхностей, как в городах, так и в селах (так называемое уплотнение почвы), дождевая вода собирается в канализационных сетях, емкости которых ограничены. Возможности водоочистки также ограничены, и в случае обильных осадков происходит загрязнение окружающей среды на различных уровнях: нарушаются водные экосистемы, могут участиться наводнения, быстрые стоки влияют на микроклимат. В качестве ответа этим вызовам в последние десятилетия были разработаны альтернативные подходы и методы: ресурсосберегающие децентрализованные системы сбора дождевых вод, которые позволяют вернуть дождевую воду в природный цикл.

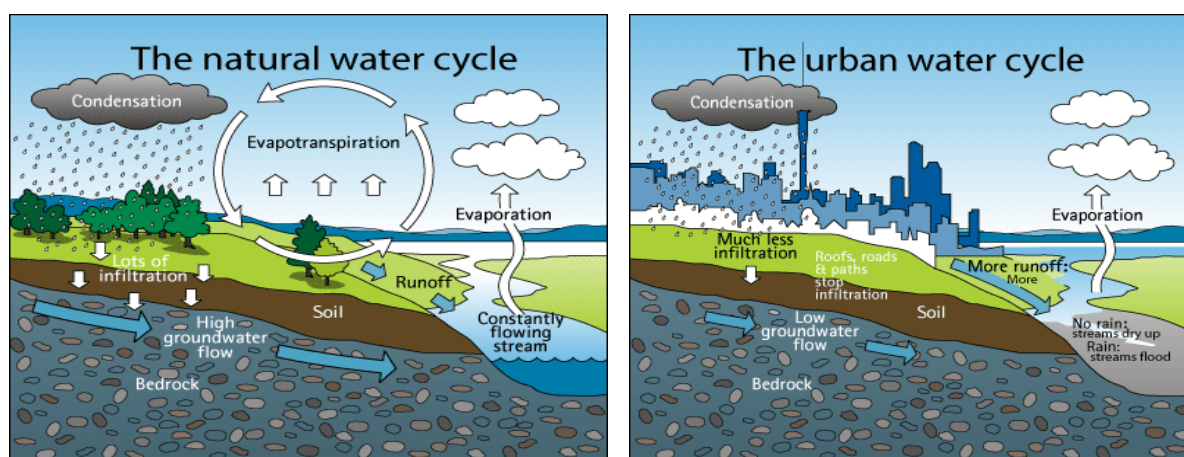


Рисунок 1. Цикл воды в природе и в городской среде (<http://www.fo.ucf.edu/stormwater/>)

1. Комплекс вопросов

Вода находится в постоянном цикле испарения, конденсации, выпадения осадков и повторного испарения. Дождевая вода может испариться, проникнуть в почву или образовать поверхностные стоки. В естественной среде покрытые растительностью почвы поглощают две трети дождевой воды: вода проникает в верхний слой почвы и питает растения, а затем снова испаряется (транспирация растений). Около четверти воды попадает в почву через инфильтрацию, очищается естественным образом и способствует пополнению подземных вод. Такая вода может быть затем изъята из скважин в качестве питьевой, либо вместе с подземными водами постепенно переходит в родники, реки и озера. Только небольшое количество дождевой воды остается на поверхности (образуя поверхностный сток).

Средние значения процентного содержания воды в этих процессах от общего годового количества осадков на определенной территории формируют водный баланс, или водный бюджет. В зависимости от климата, почвы, подземных вод и растительности этот баланс может варьироваться от места к месту.

Водный баланс природных территорий (пастбищ и лесов) можно считать эталонным. В населенных пунктах природная среда сильно меняется из-за непрерывного развития, строительства и уплотнения почвы. В таких условиях дождевая вода не проникает в почву, намного меньше воды испаряется, а основной объем воды стекает по поверхности.

Это приводит к многочисленным проблемам, среди них:

- Снижение уровня восполнения подземных вод в связи с уплотнением почвы, что может привести к падению уровня подземных вод и водных потоков. Это, в свою очередь, может негативно отразиться на источниках питьевой воды в долгосрочной перспективе.
- Неиспользованные ресурсы воды и прямой дренаж дождевой воды в другие воды могут увеличить риск наводнений.
- Нанесение ущерба природным экосистемам (причины: спорадический характер, частично загрязненная дождевая вода в канализации; изменение почвы; сокращение биоразнообразия).
- Изменение микроклимата: снижение влажности, повышение температуры, сильные ливни и т.д.
- Увеличение загрязнения и чрезмерные нагрузки для канализационной системы и очистных сооружений из-за стока поверхностных вод непосредственно в канализацию.

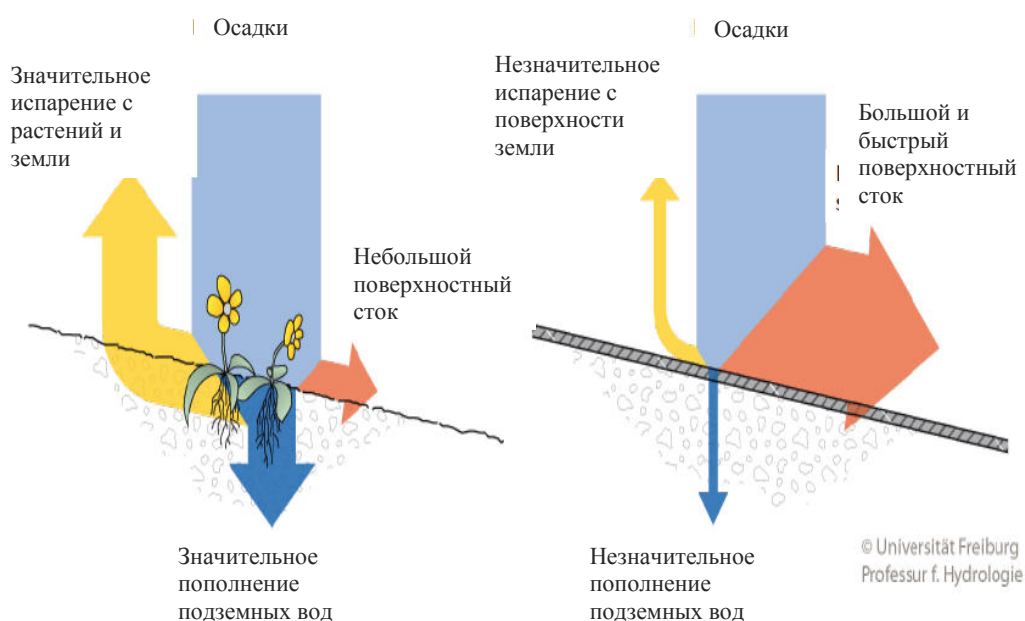


Рисунок 2. Влияние уплотнения почвы на поверхностный сток воды (Университет г. Фрайбург)

Как видно из рисунка 2, сбор дождевых вод, близкий к природным системам, способствует сохранению естественного баланса водного цикла.

2. Задачи устойчивого управления дождевыми водами

Основная цель устойчивого управления дождевой водой заключается в защите и улучшении состояния подземных и поверхностных вод, в особенности защите ресурсов питьевой воды, использующихся в настоящее время и планируемых к использованию в будущем.

Еще несколько лет назад городская канализация представляла собой комбинацию системы водоотведения и ливневой канализации; дождевая вода полностью соединялась со стоками. В связи с уплотнением почвы из-за масштабного строительства дорог и зданий в городских районах естественный водный цикл был в значительной степени нарушен. Чтобы избежать этого в дальнейшем важно «снизить, насколько это представляется возможным и целесообразным с точки зрения технических, экологических и экономических аспектов, уровень воздействия на природный водный баланс в результате антропогенной деятельности и уплотнения почвы».

Необходимо разработать экологически безопасные системы, которые поддерживают естественный водный цикл, сохраняя при этом преимущества канализационных систем. Альтернативные методы сбора дождевой воды не должны быть шагом назад по сравнению с традиционными методами.

Цели альтернативных методов сбора дождевой воды:

- Защита подземных вод
- Повышение уровня пополнения подземных вод
- Сохранение процесса испарения
- Снижение загрязнения водоемов
- Небольшой поверхностный сток, благоприятно влияющий на водные экосистемы и прибрежные районы
- Предотвращение перегрузок канализационных сетей
- Поддержание и, возможно, повышение уровня безопасности канализационных систем
- Экономия при строительстве и ремонте канализационных систем
- Экономия при строительстве объектов хранения дождевой воды.

3. Концепция устойчивости и естественности

Согласно современному подходу к управлению дождевой водой, необходимо снизить слой поверхностных стоков и уменьшить гидравлическую нагрузку на канализацию. В основном это достигается путем минимизации уплотнения почвы в новых населенных пунктах, перепланирования существующих районов и децентрализованного сбора дождевой воды - дождевая вода должна собираться на местном уровне, возвращаться обратно в круговорот воды или использоваться. Обязательным условием является разделение сточных вод и дождевых вод. Устойчивые концепции управления сбором дождевой воды всегда зависят от местных условий, таких как режим выпадения осадков, водопроницаемость почвы, застройка, существующие дренажные системы (комбинированные или отдельные) и так далее.

В целом, дождевая вода считается чистой, но если она стекает по уплотненным поверхностям, то загрязняется и превращается в сточную воду. Большинство видов землепользования (дороги, крыши зданий, парковочные места) позволяют простую инфильтрацию дождевой воды, поскольку в этих случаях вода практически не загрязняется, а почва, пропуская воду в качестве фильтра, очищает ее, защищая таким образом подземные воды. Сильно загрязненные дождевые воды (например, в результате разлива на автозаправочной станции) следует предварительно обработать, а затем перенаправить в канализационную систему для дальнейшей очистки.

Существует несколько разновидностей управления дождевой водой:

- Инфильтрация в почву
- Удерживание, хранение и испарение
- Сбор дождевой воды
- Централизованный сбор для сброса в поверхностные воды или канализацию

Концепции управления дождевой водой предполагают комбинирование перечисленных выше вариантов. В соответствии с юридическими и экологическими аспектами определены следующие приоритеты:

- 1) Предотвращение образование поверхностного стока и дренажа дождевой воды
- 2) Инфильтрация в почву, где это возможно
- 3) Удерживание и хранение
- 4) Сброс

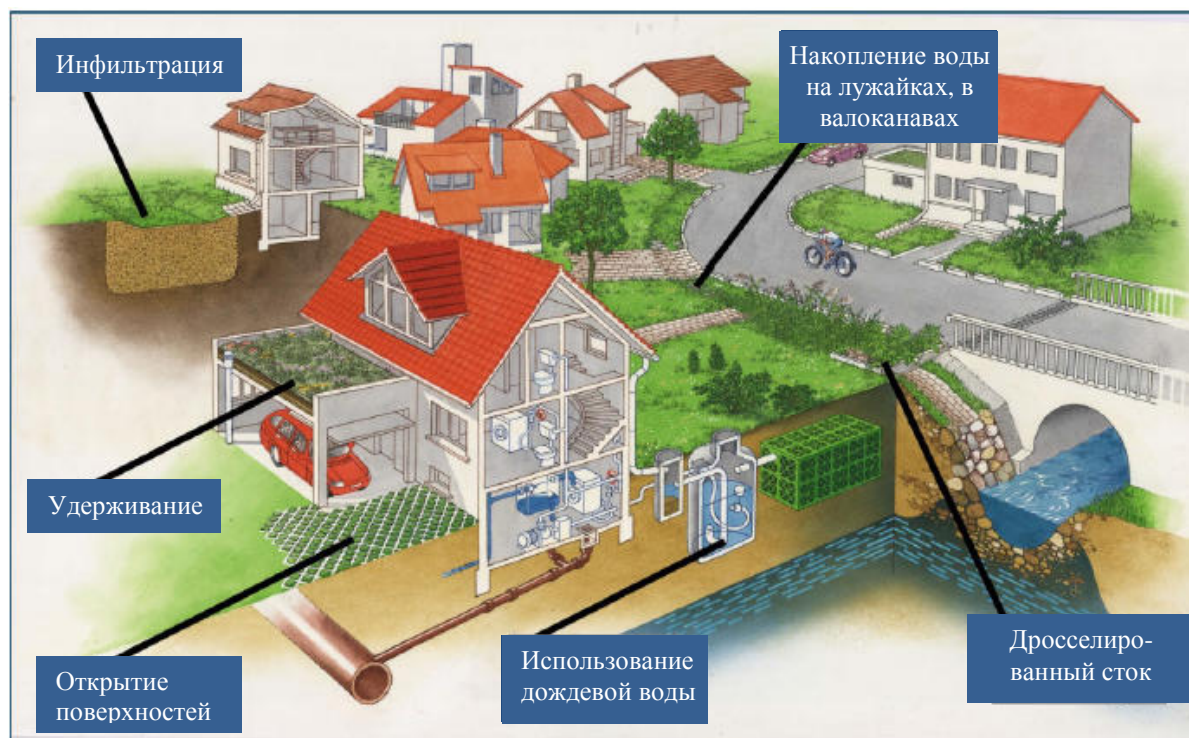


Рисунок 3: Основные элементы системы управления дождевой водой на основе природных процессов (http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_88_umgang_mit_regenwasser.pdf)

Предотвращение образования поверхностного стока

В населенных пунктах необходимо по возможности предотвращать образование поверхностного стока и отвод дождевой воды. На практике это означает, что следует проверять, с одной стороны, необходимость полного перекрытия грунтов при строительстве, а с другой стороны, - рассматривать возможности для открытия ранее уплотненных зон.

3.1. Различные типы инфильтрации

Инфильтрация в почву

Если уплотнение почвы в некоторых областях неизбежно, то рекомендуется создать условия для инфильтрации дождевой воды. Рядом с уплотненными участками можно организовать газоны, высадить деревья, кустарники или клумбы, благодаря которым дождевая вода может проникнуть в почву и испариться.



Примеры инфильтрации дождевой воды

Поверхности, где уплотнение неизбежно, должны быть максимально проницаемыми, особенно в частях с низкой транспортной активностью (второстепенные дороги, тропинки, парковки, гаражи, дворы); водопроницаемая поверхность может быть использована как дренаж для дождевой воды. Возможны несколько вариантов технических решений: гравий, гравийные засыпки, газонные решетки, выложенная на расстоянии брусчатка, водопроницаемый асфальт, см. фотографии.



Пример инфильтрации дождевой воды на лужайке

Поверхностная инфильтрация

В отличие от прямой инфильтрации, дождевая вода может содержаться на лужайках в понижениях и в валоканавках, часто покрытых травой, где она удерживается до инфильтрации или испарения. Размер лужайки или валоканавки должен составлять от 15 до 20% прилегающей уплотненной поверхности. За счет эффекта удерживания может быть поглощено большое количество осадков. Глубина лужайки/валоканавки не должна превышать 50 см. Такая глубина гарантирует, что даже после обильного или длительного дождя вода полностью проникнет в почву в течение максимум двух дней. Для того чтобы валоканавки были визуально незаметны в ландшафте, рекомендуется ограничивать их глубину на уровне около 15 см.



*Различные виды лужаек/валоканав для инфильтрации
Фотография: Münchener Stadtentwässerung*

Траншейный дренаж

Траншейный, или так называемый французский дренаж, представляет собой искусственно созданную подземную систему, которая собирает дождевую воду и постепенно пропускает ее в почву; такой вид инфильтрационной системы часто используется для плохо дренированных почв. Траншейный дренаж состоит из гравия или нити перфорированных труб под и над землей. Трубы из пластиковых материалов устанавливаются горизонтально, их объем в три раза больше. Так как вода проникает в систему напрямую без фильтрования через почву, желательна предварительная очистка собранной таким образом дождевой воды в валоканавках, осадочных цистернах, почвенных фильтрах или колодцах.



*Процесс конструкции траншейной
инфильтрационной системы
Фотография: Арнд Вендланд*

Поглотительная инфильтрация

Поглотительная инфильтрация состоит из нескольких сборных компонентов, так как шахтный вал из бетона или пластика без нижней пластины или дна, с водопроницаемыми стенками. Дождевая вода собирается в этих фильтрах, а затем сбрасывается в подземные горизонты. Этот тип инфильтрации обеспечивает большой объем сбора, не требуя при этом большой площади на поверхности. Так как это точечный источник инфильтрации, не предусматривающий дополнительной водоочистки, подземные воды не защищаются. Поэтому поглотительную инфильтрацию используют только в случаях, когда нет возможности для применения других типов инфильтрации. Данный тип инфильтрации нельзя использовать для сбора питьевой воды, и его рекомендуется применять только в тех районах, где подземные воды залегают на большой глубине.

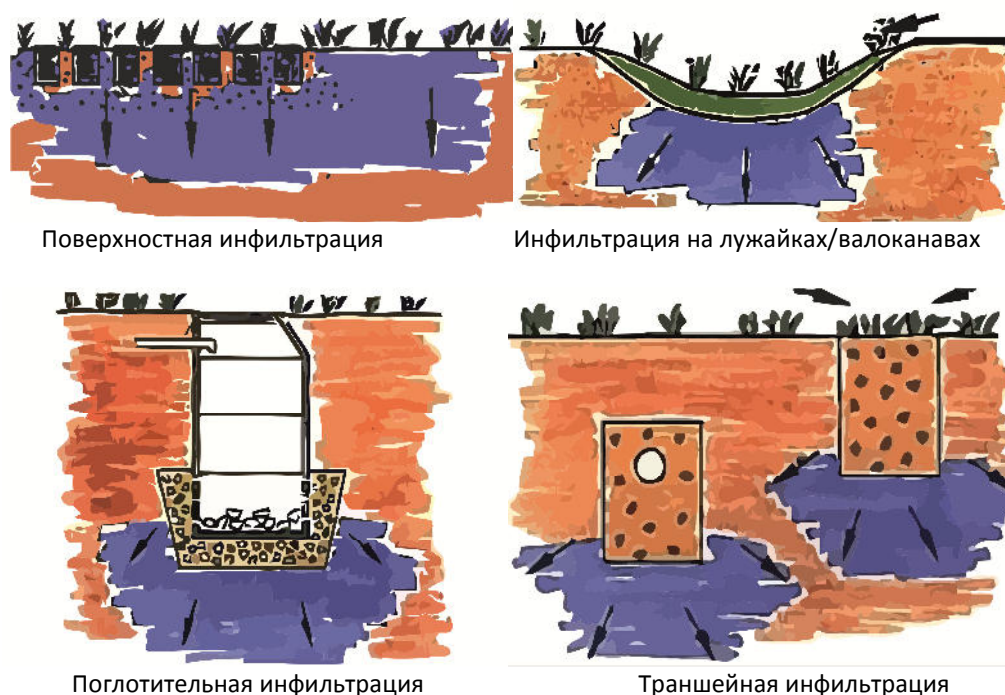


Рисунок 4. Различные типы инфильтрации дождевой воды:
http://www.lfu.bayern.de/wasser/niederschlagswasser_umgang/versickerung/index.htm

3.2. Удержание

С точки зрения децентрализованных концепций, существует принципиальное различие между удерживанием воды для испарения, инфильтрации или использования, и удерживанием воды перед сбросом в водоемы и канализационные системы. Процесс удерживания можно проводить посредством озеленения крыш, создания удерживающих водоемов или прудов, установки цистерн.

Озеленение крыш

Зеленые крыши обеспечивают важный вклад в управление дождевой водой. Они возвращают природный компонент в городскую среду, минимизируют проблемы дренажа дождевой воды благодаря водозабору и способствуют балансированию микроклимата. От 60 до 90% дождевой воды может быть сохранено за счет озеленения крыш.

Можно выделить два типа озеленения крыш: экстенсивный и интенсивный. Экстенсивное озеленение крыш близко к природным формам, в нем используются виды растений, которые могут выдерживать сильную засуху и которым не требуется специального ухода (различные виды трав, мха, низкорослые многолетние растения, и т.д.). Эти растения подходят как для плоских крыш, так для крыш с уклоном более 30°. Интенсивное озеленение крыш подразумевает зеленые насаждения на плоских крышах, в основном, деревья. Такие зеленые крыши представляют собой места отдыха. Здесь высаживаются декоративные растения, а иногда даже создаются искусственные пруды с почвенными фильтрами. В литературе зеленые крыши могут быть описаны как «сады на крыше» и могут рассматриваться как вид полноценных садовых ландшафтов. В связи с большой массой, зеленые крыши должны быть очень прочными и крепкими, из-за этого переустановка таких крыш невозможна.

Удержание дождевой воды происходит за счет большого и плотного слоя подложки. Расход воды задерживается и минимизируется за счет транспирации (испарения через растения) и испарения (испарение с поверхности почвы). В результате этих процессов зеленые крыши характеризуются значительным уровнем влаги и функцией регулирования температуры. В частности, в густонаселенных городских районах, где результаты уплотнения почв особенно заметны, зеленые крыши могут улучшить качество воздуха.



Пример экстенсивного озеленения крыши общественного здания

К преимуществам зеленых крыш относятся:

- Длительный срок службы крыши
- Улучшенная теплоизоляция зимой
- Эффект охлаждения летом
- Улучшение микроклимата через испарение и транспирацию
- Повышенная защита от шума
- Привлекательность / Эстетический эффект – улучшение рабочей и жизненной среды
- Удерживание дождевой воды
- Сведение к минимуму дренажных пиков дождевой воды
- Поглощение пыли
- Фильтрация загрязняющих веществ в дождевой воде
- Снижение электро-смога
- Более низкая плата за услуги канализации
- Экономия денег на ремонт крыши
- Защита от переполнения водных стоков
- Экономия на строительстве очистных сооружений

В связи с этим зеленые крыши настоятельно рекомендуются с экологической, технической, дренажной и экономической точек зрения.

Пространство для удерживания дождевых вод

При отсутствии прямой инфильтрации дождевая вода может быть направлена по каналам или валоканавам к местам удерживания дождевых вод, откуда она затем попадает в водостоки. В концепции управления дождевой водой на основе природных процессов открытые бассейны с инфильтрацией или без инфильтрации подразумевают наличие площади хранения. В зависимости от расположения в сельской или городской местности, этими площадками могут быть пруды с уплотнением или без, искусственные водоемы и постоянные водохранилища.



*Схема простого пруда для удерживания дождевых вод
(http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_88_umgang_mit_regenwasser.pdf)*

Вместо того чтобы сбрасывать дождевую воду в канализационную систему, население может рассмотреть возможность создания пруда для удерживания дождевой воды в качестве элемента ландшафта.



Искусственный пруд для дождевой воды



Искусственный канал для потока дождевой воды

3.3. Сброс дождевой воды в поверхностные воды

Случается, что дождевая вода сразу же попадает в поверхностные воды без предварительной инфильтрации. В этом случае промежуточное удерживание имеет большое значение, потому что дождевая вода может нанести значительный ущерб в гидравлическом и в экологическом плане. На любом уровне поверхностные воды должны защищаться и управляться. Решение о сбросе дождевой воды в поверхностные воды должно приниматься с учетом источника осадков и чувствительности поверхностных вод. Когда идет дождь, дождевая вода с определенных поверхностей – крыш, террас или неавтомобильных дорог (тротуаров, велосипедных дорожек) – обычно не подвергается сильному загрязнению и в целом не представляет опасности.

Дождевая вода, поступающая с автомобильных дорог, металлических крыш, парковочных стоянок машин и грузовиков должна быть обработана или направлена на станцию очистки. В зависимости от вида очистки, могут быть использованы следующие методы:

- Седиментация, септики или пруды с герметичным дном
- Фильтрация, например, прохождение через почву
- Химически-физическая очистка в специальных очистных системах для дождевых вод

4. Сбор дождевой воды

Расход воды одного человека в день колеблется от 25 до 500 литров, в зависимости от наличия воды и состояния систем водоснабжения в стране. В европейских странах средний уровень потребления

колеблется между 120-270 литрами в день, при этом в основном используется чистая вода питьевого качества. Тем не менее, 30-50% используемой воды может быть взято из дождевых вод бесплатно.

Дождевая вода бесплатна, и нет никакой необходимости транспортировать ее на большие расстояния.

Возможности для использования дождевой воды в качестве технической разнообразны:

а) Использование дома

- Туалет со смывом
- Стиральная машина
- Полив сада
- Во время уборки

б) В общественном секторе

- Туалет со смывом в школах
- Ресурсные центры или другие здания
- Полив спортивных площадок, садов и зеленых насаждений
- Источник воды для колодцев
- Очистка канализации

с) В коммерческих целях

- Техническая вода (например, для охлаждения, сырая вода)
- Орошение
- Пополнение охлаждающей воды
- Вода для тушения пожара
- Туалет со смывом
- В целях уборки, очистки
- и т.д.



График: www.regenwassernutzen.eu

Основные преимущества и выгоды:

- Сохранение ресурсов питьевой воды
- Удерживание дождевых вод
- Сокращение дренажа дождевых вод

Использование дождевой воды в регионах с обильными осадками не изменяет водный баланс в засушливых районах и не является преимуществом для них. Тем не менее, использование дождевой воды рассматривается как мера по защите окружающей среды, так как уменьшает потребление водных ресурсов и выкачку подземных вод.

Прочие позитивные эффекты сбора дождевых вод:

- Чистые туалеты
- Мягкая дождевая вода означает лучшее качество стирки при использовании меньшего количества моющих средств
- Отсутствие извести в стиральной машине (так как дождевая вода не содержит известь)
- Оптимальное решение для полива растений, так как они лучше поглощают минералы
- Центральные бассейны для удерживания дождевых вод могут быть меньше
- Снижение нагрузки для канализационной системы, станций водоочистки и рек в связи с сокращением потоков воды во время сильных дождей
- Экономия средств за счет снижения платы за услуги водоснабжения и очистки сточных вод
- Вклад в защиту от паводков, при условии наличия дополнительного объема для хранения воды.

Дождевая вода, собранная с крыш для дальнейшего использования, должна быть собрана с помощью коллектора и очищена с помощью фильтров. Она должна собираться в подземные или наземные резервуары, например, дождевые столбы, дождевые цистерны или дождевые баррели. Тем не менее, есть некоторые исключения - очень грязные крыши, а также крыши без покрытия из меди, цинка и свинца, не подходят для сбора дождевой воды, поскольку являются потенциальным источником

загрязнения. Наземные резервуары в основном используются для полива сада, что способствует увеличению испарения и инфильтрации дождевой воды. Подземные цистерны обычно имеют гораздо больший срок хранения и используются в общественных и коммерческих секторах, но также и в частном секторе, например для стиральных машин или смыва туалетов.

Качество дождевой воды по-прежнему является предметом обсуждений, хотя многочисленные исследования доказали безопасность дождевой воды. Правильно построенная система сбора дождевой воды позволяет использовать собранную дождевую воду без ограничений.

Необходимо учитывать следующие факторы:

- Поверхность крыш и водосточных труб должны быть ухоженными, чистыми и без какой-либо грязи
- Между площадками сбора и хранения дождевой воды должна быть установлена система фильтрации
- Седиментация в резервуаре должна проходить без турбулентного притока
- Отсутствие света в резервуаре для хранения воды
- Должны быть обеспечена защита от обратного потока сточных вод из-за переполнения
- Сток дождевой воды над линией резервуара для хранения дождевой воды
- Регулярный осмотр и техническое обслуживание системы сбора дождевой воды.

В этих условиях дождевая вода может храниться в течение длительного периода времени без каких-либо проблем и может быть использована в быту, поскольку будет соответствовать рекомендуемым требованиям микробиологического качества согласно Директиве ЕС по воде для купания.



Различные виды цистерн для хранения дождевой воды в домах

Долгосрочное использование дождевой воды может снизить потребление питьевой воды домохозяйством на 30-50%, что на самом деле означает существенное снижение затрат на воду, потому что питьевая вода будет заменена на бесплатную дождевую воду. Тем не менее, использование дождевой воды не всегда экономично, так как потребление электроэнергии, необходимой для работы насоса, всегда больше объема энергии, необходимого для предоставления питьевой воды из сети общего пользования. Каждый отдельный случай должен быть оценен с учетом индивидуальных потребностей, включая: инвестиционные затраты и субсидии, а также текущие расходы, объем питьевой воды и плата за сточные воды.

5. Деятельность в рамках ПОБВиС и результаты

Деятельность в рамках ПОБВиС	Результаты
<ul style="list-style-type: none"> • Определить количество осадков в регионе. • Определить, как осуществляется управление дождевой воды в общественных местах? Бывают ли проблемы в дождливую погоду (например, наводнения)? • Определить, зависит ли уровень подземных вод от несбалансированного водозабора; пополнение забранных вод. • Определить, как дождевая вода может быть собрана с улиц, крыш общественных зданий и почвы. • Опросить заинтересованные стороны о преимуществах сбора дождевой воды и соответствующих сложностях. • Определить, собирают и используют ли жители дождевую воду. • Определить возможности, при которых жителям будет целесообразно и выгодно собирать и использовать дождевую воду. • Определить основные препятствия для сбора дождевой воды. 	<p>Отчет о преимуществах сбора дождевой воды и существующих препятствиях.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Оценка выгоды сбора дождевой воды в общественных местах ○ Рабочий план по увеличению сбора и использования дождевой воды в сообществе ○ При необходимости, план увелечения удерживания и/или инфильтрации в почву дождевой воды

Источники и рекомендуемая литература

Abwasserableitung – Bemessungsgrundlagen, Regenwasserbewirtschaftung, Fremdwasser, Netzsanierung, Grundstücksentwässerung (DWA, 2009)

Leitfaden zum Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten Luxemburgs (Minister de l'interieur et a la grande region) Доступно на сайте:

http://www.eau.public.lu/publications/brochures/Regenwasserleitfaden/Leitfaden_pdf.pdf

Naturnaher Umgang mit Regenwasser – Verdunstung und Versickerung statt Ableitung (BLU, 2103). Доступно на сайте: http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_88_umgang_mit_regenwasser.pdf

http://www.mugv.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/fi_regenwasser.pdf

Директива 2006/7/ЕС Европейского Парламента и Совета от 15 февраля 2006 года об управлении качеством вод для купания, отменяющая Директиву 76/160/ЕЕС. Доступно на сайте: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:064:0037:01:EN:HTML>

ВОЗ. Сбор дождевой воды. Дступно на сайте

http://www.who.int/water_sanitation_health/gdwqrevision/rainwaterharv/en/