

## 4

### Планы безопасности воды

Наиболее эффективным средством непрерывного обеспечения безопасности питьевого водоснабжения является использование метода всеобъемлющей оценки риска и управления риском, который предусматривает все этапы водоснабжения от водозабора до потребления воды. В настоящих Рекомендациях подобные подходы именуются *планами безопасности воды* (ПБВ). Метод ПБВ разработан в целях организации и систематизации длительной истории различных видов практики ведения хозяйства применительно к питьевой воде, а также в целях обеспечения применимости этих видов практики по отношению к управлению качеством питьевой воды. Метод опирается на многие принципы и концепции, заимствованные из других областей управления риском, в частности на метод множественных заслонов и НАССР (система качества, используемая в пищевой промышленности – Анализ Опасностей и Критические Контрольные Точки).

В данной главе основное внимание уделяется принципам ПБВ. Она не является всесторонним руководством по применению этих принципов. Дополнительную информацию в отношении того, каким образом разрабатывать ПБВ, можно найти во вспомогательном документе *Water Safety Plans* (раздел 1.3).

Некоторые элементы ПБВ нередко осуществляются как часть обычной практики снабжения питьевой водой или как часть эталонной положительной практики, не входящей составным элементом в общий ПБВ. К этим элементам могут относиться системы обеспечения качества (например, ISO 9001:2000). Существующая положительная практика регулирования является подходящей платформой для внедрения принципов ПБВ. Однако существующая практика может не включать в себя методов выявления опасностей, характерных для данной системы, а также оценку риска в качестве начального этапа системного управления.

ПБВ может иметь различную сложность, определяемую ситуацией. Во многих случаях они могут быть весьма несложными и уделять внимание основным опасностям, выявленным для данной системы. Широкое разнообразие примеров контрольных мер, приведенных в нижеследующем тексте, не означает, что все они целесообразны во всех случаях. ПБВ являются действенным инструментом, позволяющим структурам водоснабжения безопасным образом управлять водоснабжением. Они также помогают органам здравоохранения осуществлять надзор.

ПБВ должны предпочтительно разрабатываться для каждой отдельной системы питьевого водоснабжения. Однако для небольших систем они могут оказаться нереальными и поэтому ПБВ разрабатываются либо для конкретных технологических приемов, либо разрабатываются эталонные ПБВ, в которых содержатся рекомендации по их дальнейшей разработке. Для малых систем ПБВ скорее всего должны разрабатываться уставным органом или аккредитованной внешней организацией. В этих условиях могут потребоваться рекомендации в отношении домашнего хранения воды, обращения с ней и ее использования. Планы, касающиеся домашнего водохозяйства, должны увязываться с программами санитарно-гигиенического просвещения и рекомендациями домашним хозяйствам в отношении поддержания безопасности воды.

ПБВ состоит из трех основных компонентов, в которых учитываются ориентированные на здоровье цели (см. главу 3) и осуществление которых контролируется посредством надзора за питьевым водоснабжением (см. главу 5). К этим компонентам относятся:

- *проведение оценки системы* с тем, чтобы определить, может ли цепь водоснабжения в целом (вплоть до точки потребления) обеспечить качество воды, которое отвечает ориентированным на здоровье целям. Сюда также относится оценка критериев проектировки новых систем;
- определение контрольных мер в системе водоснабжения, которые будут в совокупности выявлять риски и обеспечивать достижение ориентированных на здоровье целей. Для каждой определенной контрольной меры должны быть определены средства *оперативного контроля*, которые обеспечат, чтобы всякое отклонение от требуемого порядка эксплуатации незамедлительно и своевременно выявлялось; и
- *планы управления*, в которых описываются действия, предпринимаемые во время нормальной эксплуатации или во время инцидентов, и документируется оценка системы (включая модернизацию и усовершенствование), содержатся контрольные и коммуникационные планы и вспомогательные программы.

ПБВ содержит в себе как минимум три основных действия, выполнение которых возлагается на структуру водоснабжения для того, чтобы обеспечить безопасность питьевой воды. К ним относятся:

- оценка системы;
- эффективный оперативный контроль; и
- управление

К основным задачам ПБВ в деле достижения положительной практики питьевого водоснабжения относятся минимизация загрязнения водоисточника, снижение содержания или устранение загрязнения посредством процессов водоочистки и предупреждение загрязнения во время хранения, распределения питьевой воды и обращения с ней. Эти задачи в равной степени применимы к крупногабаритным трубопроводным системам водоснабжения, небольшим коммунальным системам водоснабжения и домашним системам. Они достигаются посредством:

- построения понимания конкретной системы и ее способности обеспечивать подачу воды, которая отвечает целям, ориентированным на здоровье;
- выявления потенциальных источников загрязнения и того, каким образом их можно контролировать;
- оценки контрольных мер, применяемых в отношении опасностей;
- создания системы наблюдения за выполнением контрольных мер в системе водоснабжения;
- своевременных корректирующих действий по обеспечению бесперебойного водоснабжения безопасной водой; и
- проведения проверок качества питьевой воды, подтверждающих правильное выполнение ПБВ и достижение эксплуатационного потенциала, необходимого для соблюдения соответствующих национальных, региональных и местных стандартов и задач в отношении качества воды.

Чтобы на ПБВ можно было полагаться в деле противодействия опасностям и опасным явлениям, в связи с которыми эти планы получили применение, их необходимо подкреплять при помощи достоверной и надежной технической информации.

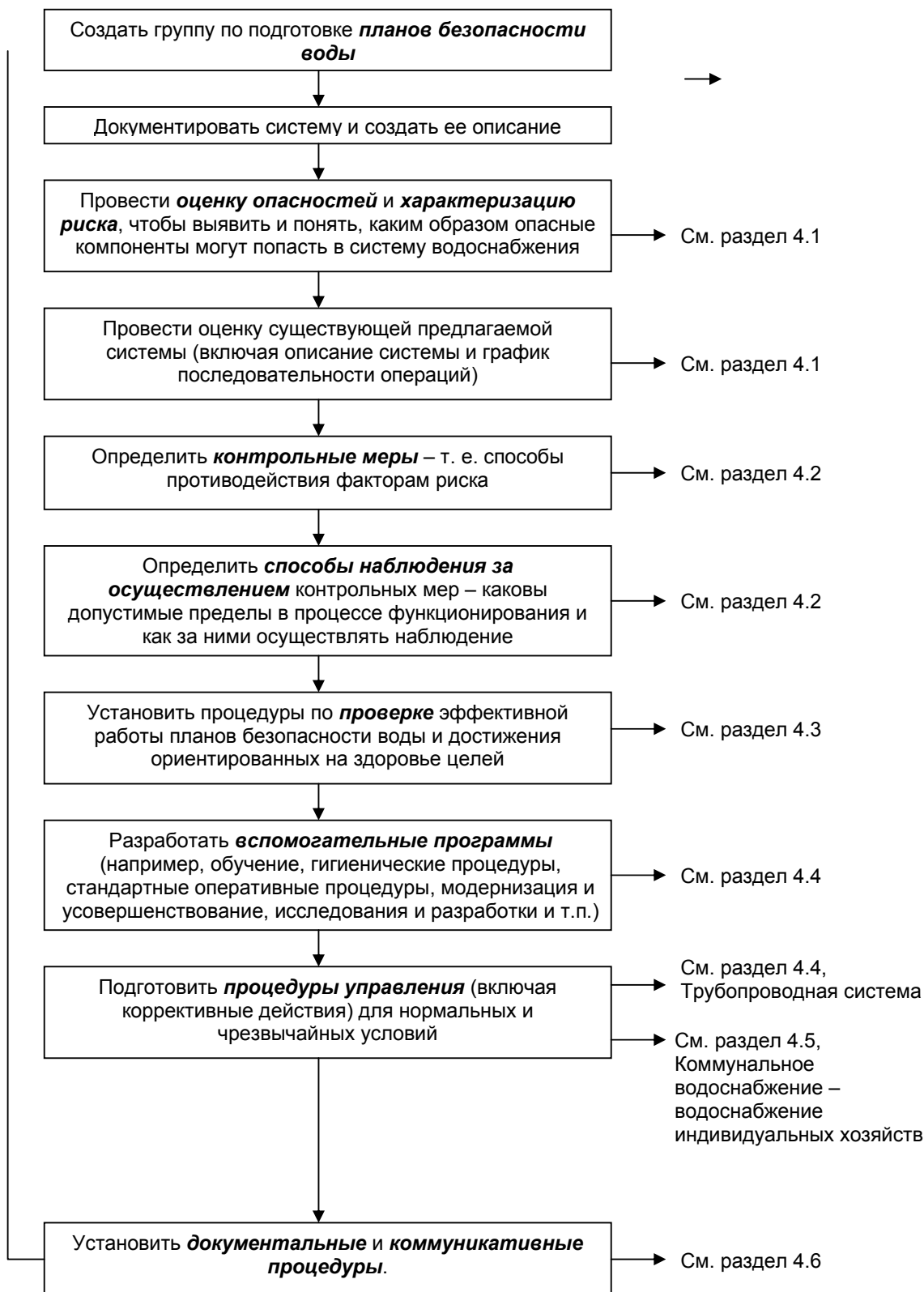


Рисунок 4.1 Основные этапы в разработки планов безопасности воды (ПБВ)

Процесс получения информации, подтверждающей эффективность ПБВ, именуется *аттестацией*. Эта информация поступает от соответствующих промышленных структур, на основе партнерских связей и установления эталонных показателей совместно с более широкими структурами управления (в целях оптимизации совместного использования ресурсов), из научной и технической литературы и на основе экспертных оценок. В отношении каждой изучаемой системы необходимо проверять исходные данные и спецификации производителя по каждому элементу оборудования и по каждому защитному элементу. Это делается для того, чтобы убедиться в эффективности оборудования или элемента защиты в данной системе. Конкретная для данной системы аттестация имеет существенное значение, поскольку например изменения в составе воды могут оказать значительное влияние на эффективность определенных процессов удаления загрязнений.

Аттестация обычно предусматривает более всесторонний и более активный контроль, чем обычный повседневный контроль. Это делается для того, чтобы выявить работают ли элементы системы так, как это определено в ходе оценки системы. Этот процесс нередко способствует усовершенствованиям в работе, благодаря выявлению наиболее эффективных и наиболее надежных методов эксплуатации. К числу дополнительных преимуществ процесса аттестации можно отнести выявление наиболее подходящих параметров оперативного контроля за работой отдельных узлов.

Проверка качества питьевой воды обеспечивает данные, характеризующие общее функционирование системы водоснабжения, и дает представление об окончательном качестве питьевой воды, поступающей потребителям. Этот процесс включает в себя не только контроль качества питьевой воды, но также и оценку удовлетворенности потребителя.

В тех случаях, когда водоснабжением занимается определенная структура, ответственность за подготовку и осуществление ПБВ возлагается на нее. План обычно рассматривается и утверждается органом, занимающимся вопросами охраны здоровья. Это делается с тем, чтобы качество воды соответствовало целям, ориентированным на здоровье.

В тех случаях, когда формальная структура водоснабжения отсутствует, компетентные национальные или региональные органы должны служить источником информации и играть руководящую роль в определении адекватности соответствующего водоснабжения на коммунальном и индивидуальном уровне снабжения питьевой водой. В таких случаях предусматривается определение требований оперативного контроля и управления. Способы проверки при подобных обстоятельствах будут зависеть от возможностей местных органов и коммунальных структур, и должны определяться в национальной политике.

#### **4.1 Оценка и проектирование системы**

Первый этап разработки ПБВ состоит в образовании многодисциплинарной группы экспертов, обладающих прочными познаниями в области соответствующих систем водоснабжения. В состав подобной группы обычно входят лица, принимающие участие в работе каждого этапа водоснабжения. Сюда относятся инженеры, лица, управляющие водозабором и водоснабжением, специалисты по качеству воды, специалисты по вопросам экологии, общественного здравоохранения или гигиены, лица, занимающиеся эксплуатацией систем водоснабжения, и представители потребителей. В большинстве случаев в состав группы будут входить лица из различных структур, а также независимые участники, например, из профессиональных организаций или университетов.

Для эффективного управления системой питьевого водоснабжения необходимо всестороннее понимание системы, перечня и масштабов опасностей, которые могут иметь место, а также необходимо, чтобы применяемые процессы и инфраструктура

могли справляться с фактическими или потенциальными факторами риска. Необходима оценка возможности достижения целей. При планировании новой системы или модернизации существующей, первый этап в разработке ПБВ состоит в сборе и оценке всей имеющейся существенной информации и изучении того, какие факторы риска могут возникнуть в процессе доставки воды к потребителю.

Для эффективного управления риском необходимо выявить потенциальные опасности, их источники и потенциальные опасные события, а также произвести оценку уровня риска, соответствующего каждому из них. В этом контексте:

- **опасностью** называется биологический, химический, физический или радиологический агент, который потенциально может причинить вред;
- **опасным событием** именуется инцидент или ситуация, которые могут привести к наличию опасности (что может случиться и как); и
- **риском** называется вероятность выявленной опасности, причиняющей вред людям в течение определенного времени, с учетом масштабов этого вреда и/или последствий.

Оценка системы водоснабжения содействует последующим шагам в разработке ПБВ, согласно которому планируются и осуществляются эффективные стратегии борьбы против опасностей.

Оценке и расчету параметров системы водоснабжения помогает разработка графика последовательности операций. В графике дается общее описание систем водоснабжения, включая характеристику источника, выявляются потенциальные источники загрязнения в водозаборе, меры защиты ресурсов и источника, процессы водоочистки, хранения и инфраструктура распределения. Важно, чтобы изложение системы водоснабжения было концептуально правильным. Если график последовательности операций неправилен, то возникает возможность упустить из внимания потенциальные опасности, которые могут оказаться существенными. Для обеспечения правильности график необходимо сверять визуальной проверкой графика по отношению к картине, наблюдаемой на местах.

Данные о наличии патогенов и химических веществ в водоисточнике вместе с информацией об эффективности существующих мер контроля, помогают в оценке того, могут ли цели, ориентированные на здоровье, быть достигнуты при существующей инфраструктуре. И если необходимы дальнейшие улучшения, то они также содействуют выявлению тех организационных мер, связанных с водозабором, тех процессов обработки и тех условий эксплуатации систем распределения, которые можно было бы обоснованно считать содействующими достижению вышеупомянутых целей.

Для обеспечения правильности оценки важно, чтобы все элементы системы водоснабжения (защита ресурсов и водоисточника, водоочистка и распределение) рассматривались в совокупности, и чтобы были учтены взаимодействия и взаимовлияния каждого из этих элементов и их общий эффект.

Для противодействия какой-либо опасности затраты средств на профилактические меры в водозаборе нередко оказываются эффективнее, чем крупные капиталовложения в инфраструктуру водоочистки.

#### **4.1.1. Новые системы**

При поисках или освоении новых источников водоснабжения целесообразно провести широкий спектр анализов для того, чтобы установить общую безопасность и определить потенциальные источники загрязнения источника водоснабжения. Сюда обычно относятся гидрологический анализ, геологическая оценка и земельные

кадастры, позволяющие определить потенциальные химические и радиологические факторы загрязнения.

Проектируя новые системы, необходимо принимать во внимание все факторы качества воды при выборе технологий отведения воды из новых водных ресурсов и ее очистки. Колебания мутности и других параметров необработанных поверхностных вод могут быть весьма значительны. Этот фактор необходимо учитывать. Очистительные установки должны проектироваться таким образом, чтобы учитывать вариации известные или такие, которые могут иметь место значительно чаще, чем это происходит при среднем качестве воды; в противном случае фильтры могут быстро оказаться заблокированными, или произойдет перегрузка водоотстойников. Химическая активность подземных вод в некоторых случаях может нарушить целостность облицовки скважин и насосов, что приведет к неприемлемо высокому уровню содержания железа в воде, поломке и дорогостоящему ремонту. При этом пострадает качество воды и снизится объем водоснабжения, а здоровье людей окажется под угрозой.

#### **4.1.2 Сбор и оценка имеющихся данных**

В таблице 4.1 приведены примеры тех аспектов, которые обычно принимаются во внимание в процессе оценки системы питьевого водоснабжения. В большинстве случаев для анализа водосбора необходимо провести консультации с органами здравоохранения и другими структурами, включая земле- и водопользователей, а также всеми теми, кто регулирует деятельность в области водосбора. Чтобы не упустить из виду важных вопросов и выявить направление наибольшего риска, необходим структурный подход.

Общая оценка системы водоснабжения должна учитывать все исторические данные, касающиеся качества воды и помогающие понять особенности водоисточника и работу системы водоснабжения на протяжении времени, а также в условиях особых событий (например, проливных дождей).

#### **Приоритизация опасностей, подлежащих контролю**

Как только выявляются потенциальные опасности и их источники, необходимо произвести оценку риска, связанного со всякой опасностью или опасным событием, чтобы можно было определить и документировать приоритеты в управлении риском. Несмотря на то, что имеется большое число загрязняющих компонентов, которые могут поставить под угрозу качество питьевой воды, не каждая опасность потребует одинаковой степени внимания.

Риск, связанный с каждой опасностью или опасным событием, может выражаться через вероятность события (например, определенная, возможная, редкая), а также через оценку тяжести последствий, если опасность реализуется (например, незначительная, существенная, катастрофическая). Цель состоит в том, чтобы провести различия между крупными и менее крупными опасностями или опасными событиями. Обычно используется метод полуколичественной матрицы.

В простых оценочных матрицах обычно используется техническая информация, отбираемая из рекомендаций, научной литературы и промышленной практики и дополняемая достаточно обоснованным «экспертным» мнением, подкрепленным рецензией специалистов или сравнительными исследованиями. Для каждой системы водоснабжения оценочные результаты являются специфическими, поскольку каждая система уникальна. В тех случаях, когда разрабатываются общие ПБВ для технологий, используемых в небольших системах водоснабжения, оценки будут специфичны для данной технологии, а не для данной системы водоснабжения.

При использовании полуколичественного оценочного метода контрольные меры можно классифицировать по соответствию наиболее значительным видам опасности. При классификации риска можно применять различные методы.

**Таблица 4.1 Примеры информации, используемой при оценке системы водоснабжения**

<b>Компоненты системы водоснабжения</b>	<b>Информация, используемая при оценке компонентов системы водоснабжения</b>
Водозабор	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Геология и гидрология</li> <li>• Метеорология и погодные условия</li> <li>• Общий водозабор и состояние реки</li> <li>• Флора и фауна местности</li> <li>• Конкуреннтное водопользование</li> <li>• Характер и интенсивность освоения земли и землепользования</li> <li>• Другие виды деятельности в районе водозабора, которые потенциально загрязняют водоисточник</li> <li>• Планируемые будущие мероприятия</li> </ul>
Поверхностные воды	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Описание типа водоресурса (например, река, резервуар, плотина)</li> <li>• Физические характеристики (например, размеры, глубина, температурная стратификация, высота)</li> <li>• Дебит и надежность водоисточника</li> <li>• Время удержания</li> <li>• Водные компоненты (физические, химические, бактериальные)</li> <li>• Защищенность (например, заборы, доступ)</li> <li>• Рекреационные и другие виды деятельности</li> <li>• Магистральная транспортировка воды</li> </ul>
Грунтовые воды	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ограниченные или неограниченные водоносные горизонты</li> <li>• Гидрогеология водоносных горизонтов</li> <li>• Скорость потока и направление</li> <li>• Ассимиляционные показатели</li> <li>• Область подпитки</li> <li>• Устьевая защита</li> <li>• Глубина обсадной колонны</li> <li>• Магистральная транспортировка воды</li> </ul>
Очистка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Процессы очистки (включая опционные)</li> <li>• Конструкция оборудования</li> <li>• Оборудование контроля и автоматика</li> <li>• Химические вещества, используемые для водоочистки</li> <li>• Эффективность очистки</li> <li>• Дезинфекционное удаление патогенов</li> <li>• Остатки дезинфекционных средств – контактное время</li> </ul>
Эксплуатационные водохранилища и распределение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Конструкция водохранилища</li> <li>• Время хранения</li> <li>• Сезонные изменения</li> <li>• Защита (например, укрытия, заборы, доступ)</li> <li>• Схема системы распределения</li> <li>• Гидравлические условия (например, возраст воды, давление, потоки)</li> <li>• Защита от обратного потока</li> <li>• Остатки дезинфектантов</li> </ul>

Пример этого метода дан в таблице 4.2. В использовании этой матрицы значительную роль играет экспертное мнение, позволяющее судить о рисках для здоровья, возникающих в связи с опасностями или опасными событиями.

Пример описаний, которые можно использовать для классификации вероятности наступления или тяжести последствий, приведен в таблице 4.3. Необходимо определить точку «отсечки», при достижении которой все опасности требуют немедленного внимания. Нецелесообразно затрачивать значительные усилия, принимая во внимание крайне незначительные факторы риска.

**Таблица 4.2 Пример простой матрицы оценки риска в целях классификации рисков**

Вероятность	Тяжесть последствий				
	Незначительная	Малая	Умеренная	Крупная	Катастрофическая
Почти наверняка					
Вероятно					
Умеренно вероятно					
Маловероятно					
Редко					

**Таблица 4.3 Примеры определений категорий вероятности и тяжести последствий, которые можно использовать в оценке риска**

Предмет	Определение
<i>Категории вероятности</i>	
Почти наверняка	Ежедневно
Вероятно	Еженедельно
Умеренно вероятно	Ежемесячно
Маловероятно	Ежегодно
Редко	Каждые пять лет
<i>Категории тяжести последствий</i>	
Катастрофические	Потенциально летальное значение для большого числа людей
Крупные	Потенциально летальное значение для небольшого числа людей
Умеренные	Потенциально вредное значение для большого числа людей
Малозначительные	Потенциально вредное значение для небольшого числа людей
Незначительные	Никакого воздействия или не выявляемое

### Контрольные меры

Оценка и планирование контрольных мер должны производиться таким образом, чтобы было обеспечено достижение ориентированных на здоровье целей. Они должны исходить из выявления опасностей и оценки. Уровень контрольных мер, применяемых в отношении опасности, должен быть пропорционален ее месту в классификации. Оценка контрольных мер предусматривает:

- определение существующих контрольных мер в отношении каждой значительной опасности или опасного события, от водозабора до потребителя;
- оценка того, эффективны ли контрольные меры в их совокупности в деле удержания риска на приемлемом уровне; и
- оценка альтернативных и

Контрольными мерами именуется такие меры в водоснабжении, которые непосредственно отражаются на качестве питьевой воды, и которые в совокупности обеспечивают соответствие питьевой воды ориентированным на здоровье целям. К ним относятся мероприятия и процессы, препятствующие возникновению опасности.



дополнительных контрольных мер, которые могут применяться, если необходимы улучшения.

Определение и осуществление контрольных мер должны быть основаны на принципе множественного заслона. Преимущество этого подхода состоит в том, что в случае отказа одного заслона, его действия компенсирует эффективная работа остальных заслонов, что таким образом сводит к минимуму вероятность прохождения загрязнителей через систему в целом и их наличия в количествах, достаточных для того, чтобы нанести вред потребителям. Многие контрольные меры помогают контролировать более одной опасности. Вместе с тем для эффективного сдерживания некоторых опасностей может потребоваться применение более чем одной контрольной меры. Примеры контрольных мер приводятся в нижеследующих разделах.

Все контрольные меры имеют важное значение, и им необходимо уделять неустанный внимание. Они должны являться объектом оперативного отслеживания и контроля, причем средства отслеживания и частота сбора данных зависят от характера контрольных мер и той скорости, с которой могут происходить изменения (см. раздел 4.4.3).

#### **4.1.3 Защита водных ресурсов и источников**

Эффективное регулирование водозабора имеет немалые преимущества. Если снижается загрязнение в водоисточнике, то сокращается объем необходимой работы по очистке. Это способствует снижению объема побочных продуктов водоочистки и снижает оперативные издержки.

##### **Выявление опасностей**

Важное значение имеет понимание причин изменения качества необработанной воды, поскольку это оказывает влияние на процесс очистки, на его эффективность и вытекающие из этого риски для здоровья, связанные с потреблением очищенной воды. В целом, качество необработанной воды подвержено воздействию как природных, так и антропогенных факторов. К важным природным факторам относятся флора и фауна, климат, топография, геология и растительность. К антропогенным факторам относятся точечные источники (например, муниципальные и промышленные сточные воды) и неточечные источники (например, отходы городского и сельского хозяйства, включая агрохимические, отходы животноводства или отходы рекреационного происхождения). Например, сбросы муниципальных сточных вод могут являться основным источником патогенов; отходы городского хозяйства и сельскохозяйственные животные могут создавать значительную бактериальную нагрузку; отдых на воде может быть причиной фекального загрязнения; а сельскохозяйственные стоки могут усугубить трудности в процессе очистки.

Независимо от того, происходит ли забор воды с поверхности или из подземных источников, важно понимать характеристики местного водозабора или водоносного слоя. Важно, чтобы действия, которые ведут к загрязнению воды, выявлялись и регулировались. Та степень, в которой потенциально загрязняющая деятельность в районе водозабора может быть снижена, может представляться ограниченной в силу конкуренции в отношении водных ресурсов и давления в сторону увеличения разработки водозабора. Однако внедрение положительной практики сдерживания опасностей нередко возможно без существенного ограничения деятельности. Сотрудничество между участниками может оказаться мощным инструментом в деле снижения загрязнения, не препятствующим положительному развитию.

Охрана водных ресурсов и защита источников являются первым заслоном в деле защиты качества питьевой воды. В тех случаях, когда регулирование водозабора не находится в сфере юрисдикции структуры водоснабжения, планирование и осуществление контрольных мер потребует координации с другими учреждениями. К ним могут относиться плановые органы, советы управления водозаборных структур, органы регулирования окружающей среды и водных ресурсов, дорожные органы, чрезвычайные службы, а также сельскохозяйственные, промышленные и другие коммерческие структуры, деятельность которых может оказать влияние на качество воды. На первоначальном этапе может оказаться невозможным задействовать все аспекты охраны водных ресурсов и защиты источников. Тем не менее, приоритетное внимание следует уделять управлению водозабором. Создание ощущения собственности и совместной ответственности в отношении ресурсов питьевой воды возможно благодаря участию в многосторонних структурах, занимающихся оценкой рисков загрязнения и разрабатывающих планы улучшения практики водопользования, направленной на снижение этих рисков.

Грунтовые воды из глубоких и ограниченных водоносных горизонтов обычно безопасны в бактериальном отношении и химически стабильны при отсутствии прямого источника загрязнения. Однако неглубокие или неограниченные водоносные горизонты могут загрязняться выбросами или инфильтрацией, связанными с сельскохозяйственной практикой (например, патогены, нитраты и пестициды), вследствие местных санитарных мер и канализации (патогены и нитраты), а также вследствие промышленных отходов. Опасности и опасные события, которые могут оказывать влияние на водозаборы и которые необходимо учитывать при оценке опасностей, включают в себя:

- быстрые изменения качества необработанной воды;
- канализацию и стоки из септических систем;
- промышленные стоки;
- использование химических веществ в районе водозабора (например, использование удобрений и сельскохозяйственных пестицидов);
- крупные утечки (включая те, которые связаны с общественными дорогами и транспортными магистралями) как случайного, так и преднамеренного характера;
- воздействие человека (например, рекреационного характера);
- флору и фауну, и сельскохозяйственных животных;
- землепользование (например, животноводство, сельское хозяйство, лесное хозяйство, промышленная зона, свалки, добыча ископаемых), а также изменения в землепользовании;
- неадекватные буферные зоны и растительность, эрозия почвы и неисправность отстойников;
- прорыв воды и выбросы;
- активное или закрытое удаление отходов или горные выработки / зараженные точки / опасные отходы;
- геологию (химические вещества, встречающиеся в природе);
- неограниченные и неглубокие водоносные горизонты (включая грунтовые воды, находящиеся под непосредственным влиянием поверхностных вод);
- неадекватная защита устья, неадекватно обсаженные скважины или отсутствие обсадки и антисанитарная практика; и
- климатические и сезонные изменения (например, ливневые дожди, засухи) и природные бедствия.

К другим опасностям и опасным ситуациям, которые могут оказать влияние на водохранилища и водозаборные устройства, и которые следует учитывать при оценке опасностей, относятся:

- доступ посторонних лиц / отсутствие огороженных зон;
- прохождение воды в обход водохранилища;
- сокращение запаса воды в водохранилище;
- отсутствие выборочного отвода;
- отсутствие альтернативных водоисточников;
- неудачное размещение водозаборника;
- цветение цианобактерий;
- стратификация; и
- неисправность тревожной сигнализации и контрольного оборудования.

### Контрольные меры

Для эффективной защиты водных ресурсов и охраны водоисточника необходимо следующее:

- разработать и осуществить план регулирования водозабора, включающий в себя контрольные меры по защите поверхностных вод и грунтовых вод источников;
- обеспечить такое положение, чтобы плановое регулирование предусматривало защиту водных ресурсов (планирование землепользования и эксплуатация водоразделов) от потенциально загрязняющих видов деятельности и неукоснительно выполнялось; и
- вести пропаганду среди населения в отношении влияния деятельности человека на качество воды.

К примерам контрольных мер по эффективной защите водоисточника и водозаборов относятся:

- строго определенное и ограниченное использование;
- регистрация химических веществ, используемых в водозаборах;
- специфические защитные требования (например, сдерживание) в отношении химической индустрии или автозаправочных станций;
- перемешивание воды в водохранилищах / дестратификация в целях снижения роста цианобактерий и уменьшения бескислородного гипolimниона, а также солубилизация осадочного марганца и железа;
- корректировка водородного показателя рН в водохранилище;
- контроль за деятельностью человека в пределах водозабора;
- контроль водосбросов;
- плановые процедуры землепользования, использование планирования и экологического регламентирования в целях регулирования потенциальной водозагрязняющей деятельности;
- регулярное инспектирование водозаборных зон;
- отвод местных дождевых потоков;
- охрана водных путей;
- перехват утечек; и
- меры безопасности по предупреждению незаконной деятельности.

Аналогичным образом к числу контрольных мер по эффективной защите систем добычи и хранения воды относятся:

- использование имеющегося водохранилища в течение и после периодов проливных дождей;
- правильное расположение водозаборного устройства и его защита;

- правильный выбор глубины водозабора из водохранилища;
- надлежащая конструкция скважин, включая обсадку, герметизацию и защиту устья;
- правильное расположение скважин;
- системы водохранилищ с целью максимального увеличения времени хранения;
- хранилища и резервуары с надлежащим сбором и дренированием дождевой воды;
- предотвращение доступа животных к водохранилищу; и
- меры безопасности, препятствующие недозволенному доступу и незаконной деятельности.

В тех случаях, когда имеется несколько водоисточников, появляется возможность выбора воды для очистки и водоснабжения. Может возникнуть возможность отказаться от забора воды из рек и водотоков, если качество ее неудовлетворительное (например, после проливного дождя) с тем, чтобы снизить риск и предупредить потенциальные проблемы при последующей водоочистке.

Хранение воды в резервуарах помогает снизить число фекальных микроорганизмов посредством осаждения и инактивации, в том числе путем солнечной (ультрафиолетовой [UV]) дезинфекции, однако при этом также возникают возможности для загрязнения. Большинство патогенных микроорганизмов фекального происхождения (кишечные патогены) в подобной среде сохраняются недолго. Значительная часть кишечных бактерий погибает в течение нескольких недель. Кишечные вирусы и протозойные организмы сохраняются в течение более длительных периодов (от нескольких недель до нескольких месяцев), однако их нередко можно удалить путем осаждения или за счет уничтожения их местными микроорганизмами. Хранение также позволяет добиться осаждения взвешенных частиц, что способствует повышению эффективности последующей дезинфекции и препятствует образованию ДБФ.

К контрольным мерам в отношении подземных источников относятся защита водоносного горизонта и местной зоны вокруг устья скважины от заражения и обеспечение физической целостности скважины (поверхностная герметизация, целостность обсадки и т.п.).

Дополнительная информация об использовании показателей характеризующих водозабор имеется в главе 4 вспомогательного документа *Assessing Microbial Safety of Drinking Water* (раздел 1.3).

#### **4.1.4 Водоочистка**

После мер защиты водоисточника следующим заслоном от загрязнения системы водоснабжения является процесс очистки воды, включая дезинфекцию и физическое удаление загрязняющих компонентов.

##### **Выявление опасностей**

Опасные вещества могут попадать в воду в ходе очистки, или в результате опасных обстоятельств может возникнуть возможность для загрязняющих веществ пройти процесс очистки в значительных концентрациях. Загрязняющие составляющие питьевой воды могут проходить через процесс очистки, в том числе проводимый с использованием химических добавок или продуктов, вступающих в контакт с питьевой водой. Спорадически возникающая повышенная мутность в водоисточнике может помешать процессу очистки и позволить кишечным патогенам проникнуть в обрабатываемую воду и в систему распределения. Аналогичным образом, субоптимальная фильтрация после обратной промывки фильтров приводит к попаданию патогенов в систему распределения.

К примерам потенциальных опасностей и опасных событий, которые могут оказать влияние на процесс водоочистки, относятся следующие:

- изменения водотока, превышающие проектные пределы;
- неправильные или недостаточные процессы обработки, включая дезинфекцию;
- неадекватная поддержка (инфраструктура, кадровые ресурсы);
- нарушение контрольных процессов и сбои в работе или недостаточная надежность оборудования;
- использование неутвержденных или зараженных химических веществ и материалов для водоочистки;
- неправильное дозирование химических веществ;
- неправильное смешивание;
- неисправность сигнализации и контрольного оборудования;
- перебои с подачей электроэнергии;
- случайное или преднамеренное загрязнение;
- природные бедствия;
- образование ДБФ; и
- перекрестные водопотоки с зараженной водой / водосбросом, внутренние водотоки в обход предусмотренных.

### Контрольные меры

К контрольным мерам относятся предварительная очистка, коагуляция / флокуляция / осаждение, фильтрация и дезинфекция.

К предварительной очистке относятся фильтрование фильтрами грубой очистки, сетчатыми микрофильтрами, выведение воды из процесса для хранения и береговое фильтрование. Различные методы предварительной очистки могут соответствовать многим приемам процесса очистки и иметь различную сложность от простой дезинфекции до процессов мембранной очистки. Предварительная очистка может понизить и/или стабилизировать содержание бактерий, органических материалов природного происхождения и частиц.

Коагуляция, флокуляция, осаждение (или флотация), а также фильтрование, удаляют частицы, включая микроорганизмы (бактерии, вирусы и протозойные организмы). Для обеспечения последовательной и правильной работы важно, чтобы процессы были оптимизированы и контролировались. Химическая коагуляция является наиболее важным этапом, предопределяющим эффективность процессов коагуляции / флокуляции / осветления в деле удаления загрязняющих веществ. Она также непосредственно отражается на эффективности удаления загрязнений, установок гранулярной фильтрации и оказывает прямое влияние на эффективность процесса дезинфекции. Хотя маловероятно, что сам процесс коагуляции создает какие-либо новые бактериальные опасности в отношении очищенной воды, неправильное проведение или неэффективность процесса коагуляции может привести к увеличению содержания бактерий, попадающих в систему распределения питьевой воды.

При очистке питьевой воды используются различные процессы фильтрации, включая гранулярный фильтр, медленный песчаный фильтр, намывной фильтр и мембранный фильтр (микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация и обратный осмос). При надлежащей конструкции и правильной работе фильтрование является последовательным и эффективным заслоном для бактериальных патогенов и может быть в некоторых случаях единственным заслоном (например, для удаления ооцист *Cryptosporidium* путем прямой фильтрации, когда хлор используется как единственный дезинфектант).

Надлежащий уровень дезинфекции является существенным элементом для большинства систем очистки и способствует достижению необходимого уровня снижения бактериального риска. Если учитывать уровень бактериальной инактивации, необходимой в отношении более резистентных бактериальных патогенов посредством осуществления концепции Ct (произведение концентрации дезинфектанта на контактное время) при специфических pH и температуре, то другие, более чувствительные бактерии, также будут эффективным образом уничтожены. При использовании дезинфекции необходимо также принимать во внимание меры, необходимые для сведения к минимуму образования ДБФ.

Наиболее часто используемым процессом дезинфекции является хлорирование. Также используется озонирование, ультрафиолетовая иррадиация, хлораминирование и применение двуокиси хлора. При помощи этих методов происходит весьма эффективное уничтожение бактерий, и они в достаточной степени эффективны в отношении инактивирования вирусов (в зависимости от типа) и многих протозойных организмов, включая *Giardia* и *Cryptosporidium*. В отношении эффективного уничтожения или инактивации протозойных цист и ооцист, наиболее практичным является коагуляция/флоккуляция (с целью удаления частиц и замутнения), после которой проводится дезинфекция (при помощи одного дезинфектанта или их сочетания).

Примерами методов очистки являются:

- коагуляция/флоккуляция и осаждение;
- использование утвержденных химических веществ и материалов для очистки воды;
- удаление химических веществ для очистки воды;
- методы контроля за процессом;
- наличие поддерживающих систем;
- оптимизация процесса очистки воды, включая
  - дозирование химических веществ
  - обратная промывка фильтров
  - скорость потока;
- использование воды водохранилищ в те периоды, когда неочищенная вода имеет плохое качество; и
- меры безопасности, препятствующие доступу посторонних лиц и незаконной деятельности.

Хранение воды после дезинфекции и до того, как она поступает потребителю, может улучшить дезинфекцию за счет увеличения контактного времени дезинфектанта с водой. Это может играть особое значение в отношении резистентных микроорганизмов, таких как *Giardia* и некоторых вирусов.

Дополнительную информацию можно найти во вспомогательном документе *Water Treatment and Pathogen Control* (раздел 1.3).

#### **4.1.5 Системы водораспределения по трубопроводам**

Для предотвращения появления бактерий, коррозии труб и образования осадков водоочистку необходимо оптимизировать при помощи следующих мер:

- непрерывное и тщательное удаление частиц и понижение мутности воды;
- осаждение и удаление растворенного железа и марганца (а также частиц);

- сведение к минимуму количества переносимого остаточного коагулянта (растворенного, коллоидального или в частицах), который может выпадать в осадок в резервуарах и трубах;
- снижение, насколько возможно, количества растворенных органических частиц и в особенности органического углерода, который легко разлагается биологическим путем и является питательной средой для микроорганизмов; и
- поддержание уровня коррозии в определенных пределах, чтобы предотвратить структурный ущерб и поступление дезинфектанта в потребляемую воду.

Поддержание качества воды на приемлемом уровне в системе распределения будет зависеть от конструкции и характера работы системы, а также от технического обслуживания и процедур контроля, направленных на предупреждение загрязнения, а также предотвращение и удаление накапливающихся внутренних отложений.

Дополнительная информация имеется во вспомогательном документе *Safe Piped Water* (раздел 1.3).

### Выявление опасностей

В обеспечении безопасной питьевой воды существенное значение имеет защита системы распределения. В силу характера системы распределения, составными элементами которой являются многокилометровые трубопроводы, накопительные резервуары, узловые точки для промышленных пользователей, и имеется возможность незаконной деятельности и вандализма, опасность бактериального и химического загрязнения сохраняется.

В системе распределения загрязнение может происходить в следующих случаях:

- когда загрязненная вода в подповерхностных слоях и в особенности вблизи коллекторов, окружающих систему распределения, попадает в трубопровод вследствие более низкого внутреннего давления в трубах или в результате эффекта «индукционного давления» внутри системы (инфильтрация/проникновение);
- когда загрязненная вода втягивается в систему распределения или в накопительный резервуар в результате обратного потока, связанного с понижением давления в трубах, и непосредственного контакта между загрязненной водой и водохранилищем или системой распределения;
- через открытые или незащищенные водохранилища с очищенной водой и акведуки, которые потенциально могут заливаться поверхностной водой, и которые загрязняются фекалиями животных и водоплавающей птицы, и могут быть не защищены от вандализма и незаконной деятельности;
- при прорыве трубопроводов в случае ремонта или замены существующих трубопроводов или при установке новых трубопроводов, когда зараженная почва или мусор попадают в систему;
- в результате человеческой ошибки при непреднамеренном перекрестном подключении сточных вод или дождевых водоотводов к системе распределения или в результате незаконных или неразрешенных подсоединений;
- в результате утечки химических веществ и тяжелых металлов из труб, припоев, уплотнений, кранов и химических веществ, используемых для очистки и дезинфекции систем распределения; и

- при просачивании топливно-смазочных материалов через пластиковые трубы.

Всякий раз, когда зараженная вода содержит патогены или опасные химические вещества, возникает вероятность угрозы для потребителя.

Даже в тех случаях, когда используются остатки дезинфектантов для ограничения бактериального содержания, их может оказаться недостаточно для борьбы с заражением, или они могут оказаться неэффективными против некоторых или всех патогенов, попавших в систему. В результате патогены могут достигать таких концентраций, что это приведет к инфекциям и болезням.

Если вода подается с перерывами, то из-за возникающего вследствие этого пониженного давления воды, зараженная вода поступает в систему через щели, трещины, соединения и небольшие отверстия. Подача воды с перерывами нежелательна, однако во многих странах это нередко имеет место и часто приводит к загрязнению. Контроль качества воды при перебоях в водоснабжении представляет собой большую трудность, поскольку риск проникновения загрязнения и обратного потока значительно увеличивается. Риск может увеличиваться в зависимости от сезона, поскольку влажная почва увеличивает вероятность возникновения градиента давления от почвы к трубе. В тех случаях, когда загрязняющие компоненты попадают в трубу при перебоях в водоснабжении, перезагрузка системы при восстановлении водоснабжения может увеличить риск для потребителя, поскольку концентрированное «скопление» загрязненной воды может пройти через всю систему. Когда при перебоях с водоснабжением создаются домашние запасы воды, необходимо локально применять дезинфектанты для того, чтобы предотвратить размножение бактерий.

Питьевая вода, попадающая в систему распределения, может содержать амёбы и имеющиеся в окружающей среде штаммы некоторых гетеротрофных бактериальных и грибковых видов. При благоприятных условиях амёбы, гетеротрофы, включая штаммы *Citrobacter*, *Enterobacter* и *Klebsiella*, могут колонизировать системы распределения и образовывать биопленки. Нет никаких данных, позволяющих предположить, что микроорганизмы из биопленок (за исключением например *Legionella*, которая может колонизировать системы водоснабжения в зданиях), оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье людей, потребляющих питьевую воду. Возможные исключения из этого контингента составляют лишь лица с серьезным нарушением иммунной системы (см. вспомогательный документ *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety*; раздел 1.3).

Температура воды и содержание питательных веществ в системе распределения обычно являются недостаточными для размножения *E.coli* (или кишечного патогена) в биопленках. Таким образом, наличие *E.coli* следует рассматривать как подтверждение недавнего фекального загрязнения.

Природные бедствия, включая наводнения, засухи и подземные толчки, могут в значительной степени отразиться на трубопроводных системах.

### Меры контроля

Вода, попадающая в распределительную систему, должна быть безопасна с бактериальной точки зрения и в идеальном случае должна также быть биологически стабильной. Сама система распределения должна обеспечить надежный заслон загрязнению в процессе доставки воды к потребителю. Сохранение остаточного дезинфектанта в системе распределения может обеспечить некоторую защиту против загрязнения и ограничить рост бактерий. Применение хлорамина оказалось



успешным в борьбе против *Naegleria fowleri* в воде и в осадках в длинных трубопроводах. Хлорамин может сократить размножение *Legionella* в зданиях.

Остаточный дезинфектант обеспечивает частичную защиту против бактериального загрязнения, однако он может также помешать выявлению загрязнения через наличие бактерий, являющихся обычным фекальным индикатором, таких как *E. coli* и в особенности резистентных видов. В тех случаях, когда в системе распределения используется остаточный дезинфектант, следует подумать о мерах по снижению образования ДБФ.

Системы водораспределения должны быть полностью герметичны. Водохранилища и резервуары должны быть надежно укрыты и иметь наружные водоотводы для предотвращения загрязнения. Недопущение короткого замыкания в водотоке и предупреждение застаивания воды при хранении и распределении помогают воспрепятствовать размножению бактерий. Для сохранения качества воды в системе распределения можно использовать различные меры, включая применение устройств, препятствующих обратному водотоку, поддержание положительного давления во всей системе и обеспечение эффективного технического обслуживания. Также важны надлежащие меры безопасности, препятствующие неразрешенному доступу или вмешательству в инфраструктуру системы водоснабжения.

Контрольные меры могут предусматривать использование более стабильного вторичного дезинфекционного химического агента (например, хлорамин вместо хлора), замену труб, промывку и выравнивание, а также поддержание положительного давления в системе распределения. Поддержанию качества питьевой воды также будет способствовать сокращение времени нахождения воды в системе с целью недопущения застаивания в резервуарах хранения, в контурах и заглушенных секциях.

К другим примерам контрольных мер в отношении систем распределения относятся:

- техническое обслуживание системы распределения;
- наличие запасных систем (энергоснабжение);
- сохранение остаточного дезинфектанта на необходимом уровне;
- установление устройств, препятствующих неконтролируемой связи систем и обратному водотоку;
- полностью закрытые системы распределения и хранения;
- надлежащие ремонтные процедуры, включая последующую дезинфекцию магистральных трубопроводов;
- поддержание надлежащего давления в системе; и
- обеспечение мер безопасности по предупреждению саботажа, незаконного водоотбора и незаконных действий.

Дополнительная информация имеется во вспомогательном документе *Safe Piped Water* (раздел 1.3).

#### **4.1.6 Нетрубопроводные коммунальные и домашние системы**

##### **Выявление опасностей**

В идеальном случае опасности выявляются по каждой системе отдельно. Однако на практике в отношении нетрубопроводных, коммунальных и домашних систем питьевой воды основной упор обычно делается на общее представление в отношении опасных условий, которые присущи для технологий или типов систем, и которые могут быть определены на национальном или региональном уровне.

К примерам опасностей и опасных ситуаций, которые потенциально связаны с различными нетрубопроводными водоисточниками, относятся следующие:

- трубчатый колодец с ручным насосом

- попадание загрязненной поверхностной воды непосредственно в скважину
- попадание загрязняющих компонентов в результате неудачной конструкции или повреждения облицовки
- просачивание бактериальных загрязнителей в водоносный горизонт
- простой обустроенный родник
  - загрязнение непосредственно через «засыпку»
  - загрязненные поверхностные воды вызывают быструю подпитку родника
- простой колодец
  - попадание загрязнителей, в связи с недостатками конструкции или нарушением целостности облицовки
  - загрязнение используемыми ведрами
- дождевой сбор
  - экскременты птиц и других животных на крышах или в сточных желобах
  - первый смывной поток воды может попасть в резервуар.

Дополнительные рекомендации приведены во вспомогательном документе *Water Safety Plans* (раздел 1.3) и в томе 3 *Guidelines for Drinking-Water Quality*.

### Контрольные меры

Необходимые контрольные меры в идеале зависят от характеристик водоисточника и водозабора. На практике, вместо избирательного подхода к отдельным системам в отношении каждой из них могут применяться стандартные методы.

К примерам контрольных мер в отношении различных нетрубопроводных источников относятся следующие:

- трубчатый колодец с ручным насосом
  - тщательное обустройство устья
  - соблюдение необходимой дистанции до источников загрязнения, таких как выгребные ямы или места разведения животных, в идеале с учетом продолжительности времени прохождения загрязнителей до источника
- простой обустроенный родник
  - обеспечение эффективных мер защиты родника
  - соблюдение дистанции с учетом продолжительности времени прохождения загрязнителей
- простой колодец
  - соблюдение правил устройства и использования цементной герметизации облицовки
  - устройство и поддержание работы ручного насоса или других санитарных мер отбора воды
- дождевой сбор
  - поддержание частоты на крыше и в сточных желобах
  - устройство отвода первого стока.

В большинстве случаев загрязнению подводных вод можно противодействовать при помощи ряда простых мер. При отсутствии разрывов и трещин, которые могут открыть доступ загрязнителям к источнику, подземные воды в ограниченных или глубоких водоносных горизонтах обычно не содержат патогенных микроорганизмов. Скважины должны быть обсажены до необходимой глубины, а устья скважин должны быть загерметизированы, чтобы предотвратить

попадание поверхностных вод или грунтовых вод, залегающих на небольшой глубине.

Системы дождевого сбора, в особенности те, которые предусматривают хранение воды в резервуарах, находящихся над землей, могут быть сравнительно безопасным источником водоснабжения. Основными источниками загрязнения являются птицы, мелкие млекопитающие и мусор, накапливающийся на крышах. Влияние этих источников может быть сведено к минимуму простыми средствами: сточные желоба необходимо регулярно чистить, нависающие ветки деревьев необходимо свести к минимуму (поскольку они могут быть источником мусора и могут предоставлять доступ к водосборной части крыши птицам и мелким млекопитающим); в трубах, подающих воду в резервуары, должны быть предусмотрены фильтры, удерживающие листья. Рекомендуется применять устройства, отводящие первую смывную воду, которые препятствуют попаданию в резервуар первоначального стока воды, который очищает крышу (20-25 литров). Если отводящих устройств нет, то можно использовать сточную трубу, которая отсоединяется вручную. Результат будет тот же.

В целом, в отношении поверхностных вод необходимы, по крайней мере, дезинфекция и обычно также фильтрация с тем, чтобы обеспечить бактериальную безопасность. Задача первого заслона в том, чтобы свести к минимуму загрязнение отходами жизнедеятельности человека, животных и других опасностей в источнике.

Чем лучше защищен водоисточник, тем меньше зависимость от очистки или дезинфекции. Воду необходимо защищать во время хранения и доставки к потребителям, обеспечивая герметичность систем распределения и хранения.

Это касается как трубопроводных систем (раздел 4.1), так и воды, которая разносится продавцами (раздел 6.5). В отношении воды, хранимой в домашних условиях, защита от загрязнения может быть достигнута путем использования герметичных или иным образом безопасных контейнеров для хранения воды, которые препятствуют забору воды рукой, черпаками или другими внешними источниками загрязнения.

В контрольных мерах в отношении химических опасностей упор ставится, главным образом, на первоначальное обследование источников и на обеспечение качества и эффективности применяемых для очистки химических веществ, материалов и устройств, имеющих для этой цели, включая системы хранения воды.

Во вспомогательном документе *Water Safety Plans* (раздел 1.3) имеются образцы ПБВ в отношении следующих типов водоснабжения:

- подземные воды из защищенных скважин (колодцев с механизированной откачкой);
- обычная очистка воды;
- многоступенчатое фильтрование;
- хранение и распределение через трубопроводные системы, регулируемые структурами водоснабжения;
- хранение и распределение через трубопроводные системы, регулируемые коммунальными структурами;
- розничная продажа воды;
- вода, подвозимая транспортными средствами (самолеты, морские суда и поезда);
- трубчатый колодец с ручным водозабором;
- источники, из которых вода забирается вручную;
- простые защищенные колодцы; и
- сбор дождевой воды.

Также имеются рекомендации в отношении того, каким образом обеспечивать безопасность воды в домашних хозяйствах при сборе, транспортировке и хранении

воды (см. вспомогательный документ *Managing Water in the Home*; раздел 1.3). Эти меры применяются параллельно санитарно-просветительной работе, что способствует снижению заболеваемости, связанной с потреблением воды.

#### **4.1.7 Валидация**

Валидация состоит в сборе сведений в отношении эффективности контрольных мер. С ее помощью необходимо убедиться, что информация, заложенная в ПБВ, правильна и позволяет, таким образом, достичь целей, ориентированных на здоровье.

Валидация процессов водоочистки необходима для того, чтобы показать, что процессы очистки действуют требуемым образом. Она может быть предпринята на этапах опытного проектирования и/или в ходе первоначального устройства новой или модифицированной системы водоочистки. Она также может являться полезным инструментом в деле оптимизации существующих процессов водоочистки.

Валидацией называется изучение эффективности контрольных мер. Она обычно активно проводится в тот период, когда происходит первоначальное обустройство системы или ее модернизация. Она позволяет получить информацию в отношении реально достижимого улучшения или сохранения качества. Эта информация используется при оценке системы вместо исходно установленных величин. Она также используется для определения оперативных критериев, позволяющих выявить, способствуют ли контрольные меры эффективному противодействию опасностям.

Первый этап валидации состоит в изучении существующих данных. К ним относятся сведения, получаемые из научной литературы, от предпринимательских ассоциаций, департаментов, занимающихся регламентированием и законодательством, а также от профессиональных объединений, из прошлого опыта и из опыта структур водоснабжения. Эти данные используются при разработке требований в отношении тестирования. Процесс валидации не применяется для повседневного регулирования водоснабжения. Поэтому могут использоваться бактериальные параметры, которые были бы неприемлемы для оперативного контроля, и можно примириться со временем задержки получения результатов и с дополнительными расходами, связанными с измерением содержания патогенов.

#### **4.1.8 Модернизация и усовершенствование**

В результате проведения оценки системы водоснабжения может оказаться, что существующая практика и технологии не обеспечивают безопасность питьевой воды. В некоторых случаях необходимо лишь рассмотреть, документировать и формализовать порядок работы и уделить внимание тем областям, которые необходимо усовершенствовать. В других случаях могут понадобиться изменения в инфраструктуре. Процесс оценки системы должен использоваться в качестве основы разработки плана по устранению выявленных недостатков, что будет способствовать полноценному осуществлению ПБВ.

К усовершенствованиям системы водоснабжения может относиться широкий круг вопросов, таких как:

- капитальные работы;
- обучение;
- улучшение оперативных приемов;
- консультации на коммунальном уровне;
- исследования и разработки;
- разработка протоколов на случай инцидентов; и
- контакты и отчетность.

Планы модернизации и усовершенствований могут предусматривать краткосрочные (например, 1 год) или долгосрочные действия. К усовершенствованиям краткосрочного характера могут относиться, например, улучшение опросов населения и развитие программ санитарного просвещения. К долгосрочным капитальным работам могут относиться обустройство укрытий водохранилищ или совершенствование процессов коагулирования и фильтрации.

Выполнение планов усовершенствований может иметь ощутимые бюджетные последствия. Поэтому может потребоваться детальный анализ и тщательная приоритизация с учетом результатов оценки риска. Чтобы убедиться, что усовершенствования производятся и дают эффект, выполнение планов необходимо контролировать. Контрольные меры нередко связаны с значительными расходами. Решения в отношении улучшения качества воды нельзя принимать изолированно от других аспектов водоснабжения, на которые также необходимо выделять финансовые средства, объем которых ограничен. Необходимо определить приоритетность, а усовершенствования можно вводить постепенно в течение некоторого периода времени.

## **4.2 Оперативный контроль и поддержание контрольных мер**

При оперативном контроле эффективность контрольных мер оценивается через соответствующие временные интервалы. Интервалы могут изменяться в широких пределах. Например, от непрерывного контроля остаточного хлора до ежеквартальной проверки целостности цокольной части колодца.

Цель оперативного контроля состоит в том, чтобы орган водоснабжения мог своевременно отслеживать каждую контрольную меру для того, чтобы обеспечить эффективное управление системой и достижение ориентированных на здоровье целей.

### **4.2.1 Определение контрольных мер системы**

Характер и число контрольных мер соответствуют каждой системе и определяются числом и характером опасностей и масштабами связанных с ними рисков.

Контрольные меры должны учитывать вероятность и последствия утраты контроля. Контрольные меры предусматривают ряд оперативных требований, включая нижеследующие:

- оперативные контрольные параметры, которые поддаются измерению и в отношении которых могут быть установлены пределы с целью дать определение оперативной эффективности проводимой работы;
- оперативные контрольные параметры, которые можно отслеживать с достаточной частотой для своевременного выявления сбоев; и
- корректирующие действия, которые можно проводить в случае отклонения от установленных пределов.

### **4.2.2 Отбор оперативных контрольных параметров**

Параметры, выбираемые для оперативного контроля, должны отражать эффективность каждой контрольной меры, служить своевременным указанием работы системы, легко поддаваться измерению и обеспечивать возможность принятия надлежащих мер. В качестве примера можно привести измеряемые переменные, такие как наличие остаточного хлора, рН и мутности, или наблюдаемые факторы, такие как целостность средств защиты от вредителей.

Кишечные патогены и индикаторные бактерии в оперативном контроле имеют ограниченное применение, поскольку время, затрачиваемое на обработку и

анализ проб, не позволяет принимать оперативные меры корректировки до поступления воды в систему водоснабжения.

В оперативном контроле может использоваться ряд параметров:

- Для водоисточника к этим параметрам относятся мутность, поглощение ультрафиолетовых лучей, рост водорослей, дебит воды и продолжительность ее пребывания в очистном сооружении, цвет, проводимость и местные метеорологические явления (см. вспомогательные документы *Protecting Surface Waters for Health* и *Protecting Groundwaters for Health*; раздел 1.3.).
- Для водоочистки к числу параметров могут относиться концентрация дезинфектанта и продолжительность контакта, ультрафиолетовая интенсивность, рН, светопоглощение, целостность мембран, мутность и цвет (см. вспомогательный документ *Water Treatment and Pathogen Control*; раздел 1.3).
- В трубопроводных системах распределения к параметрам оперативного контроля относятся нижеследующие:
  - *Контроль за остаточным содержанием хлора* является незамедлительным указанием на то, в каком направлении надо производить измерения бактериальных параметров. Неожиданное снижение уровня в иных случаях стабильной осадочной концентрации может служить указанием на проникновение загрязнения. С другой стороны, если испытываются трудности в поддержании остаточной концентрации в некоторых точках системы распределения, или имеет место постепенное исчезновение остаточного хлора, это может указывать на то, что вода или трубопровод нуждаются в значительных количествах окислителя вследствие роста бактерий.
  - Измерение *окислительно-восстановительного потенциала (ОВП)* также может использоваться при оперативном контроле эффективности дезинфекции. Имеется возможность определить минимальный уровень ОВП, необходимого для эффективной дезинфекции. Этот показатель определяется всякий раз в индивидуальном порядке. Рекомендовать общее значение невозможно. Весьма желательны дополнительные исследования и оценка ОВП в качестве метода оперативного контроля.
  - Наличие или отсутствие *фекальной индикаторной бактерии* является другим, широко используемым параметром оперативного контроля. Однако имеются патогены, проявляющие большую резистентность к процессу дезинфекции хлором, чем наиболее часто используемый индикатор – *E.coli* или термотолерантные коли-подобные бактерии. Поэтому выявление более резистентных фекальных индикаторных бактерий (например, кишечных энтерококков), спор *Clostridium perfringens* или колифагов в качестве параметра оперативного контроля может оказаться более целесообразным в некоторых обстоятельствах.
  - Присутствие в воде *гетеротрофных бактерий* может оказаться полезным указанием на изменения, такие как увеличение потенциала бактериального роста, увеличение активности биопленки, увеличение продолжительности пребывания воды в очистном сооружении или стагнация, или нарушение целостности системы. Количество гетеротрофных бактерий, присутствующих в воде, может отражать наличие обширных контактных поверхностей в очистной системе, таких как встроенные фильтры, и не является прямым указанием на

состояние системы распределения (см. вспомогательный документ *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety*; раздел 1.3).

- Измерения давления и мутности также являются полезными параметрами оперативного контроля в трубопроводных системах распределения.

Рекомендации в отношении управления работой системы распределения и технического обслуживания имеются в документе (см. вспомогательный документ *Safe Piped Water*; раздел 1.3). Они предусматривают разработку контрольной программы в отношении качества воды и других параметров, таких как давление.

Примеры параметров оперативного контроля приведены в таблице 4.4.

**Таблица 4.4 Примеры параметров оперативного контроля, которые могут использоваться для отслеживания контрольных мер**

Оперативный параметр	Дождевая вода	Коагуляция	Осаждение	Фильтрация	Дезинфекция	Система распределения
рН		√	√		√	√
Замутненность (или счет частиц)	√	√	√	√	√	√
Растворенный кислород	√					
Дебит водотока/реки	√					
Дождь	√					
Цвет	√					
Проводимость (общие растворенные твердые вещества)	√					
Органический углерод	√		√			
Водоросли, водорослевые токсины и метаболиты						
Дозировка химических веществ		√			√	
Расход		√	√	√	√	
Чистая загрузка		√				
Текущее значение потока		√				
Потери на трение				√		
Контактное время дезинфектанта, Ct <sup>a</sup>					√	
Остаточное значение дезинфектанта					√	√
Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП)					√	
ДБФ					√	√
Давление воды						√

<sup>a</sup> Ct = концентрация дезинфектанта x контактное время

#### 4.2.3 Установление оперативных и критических пределов

Контрольные меры должны иметь определенные пределы для приемлемости с оперативной точки зрения (обусловленные оперативные пределы), которые могут применяться к оперативным контрольным параметрам. Оперативные пределы должны определяться в отношении параметров, соотносимых с каждой контрольной мерой. Если отслеживание показывает, что оперативный предел превышен, то тогда следует применять заранее установленные коррективные действия (см. раздел 4.4). Выявление отклонений и осуществление корректирующих действий должны осуществляться в срок, необходимый для поддержания функциональности и безопасности воды.

В отношении некоторых контрольных мер также может быть установлен второй ряд «критических пределов», при превышении которых утрачивается уверенность в безопасности воды. Отклонения от критических пределов обычно

требуют неотложных действий, включая незамедлительное уведомление соответствующих органов здравоохранения.

Оперативные и критические пределы могут являться верхними пределами, нижними пределами, набором пределов или «совокупностью» эксплуатационных характеристик.

#### **4.2.4. Нетрубопроводные, коммунальные и домашние системы водоснабжения**

Обычно поверхностные воды или грунтовые воды неглубокого залегания не должны использоваться в качестве источника питьевой воды без санитарной обработки или очистки.

Контроль за водоисточниками (включая резервуары с дождевой водой) со стороны операторов коммунального или домашнего водоснабжения обычно предусматривает периодические санитарные инспекции. Используемые при этом заполняемые формы санитарной инспекции должны быть понятными и легкими в использовании. Например, в таких формах могут использоваться пиктограммы. Учитываемые факторы риска предпочтительно должны быть увязаны с той работой, которая подконтрольна оператору и которая может отразиться на качестве воды. Взаимосвязь с действиями, вытекающими из оперативного контроля, должна быть ясной. По этим вопросам операторов необходимо обучать.

Операторам также следует предпринимать регулярную физическую оценку воды, в особенности после проливных дождей, отслеживать, не появляются ли какие-либо изменения в качестве воды (например, изменение цвета, запаха или мутности). Очистка воды из коммунальных источников (таких как скважины, колодцы и родники), а также дождевой воды практикуется редко. Однако если очистка производится, то целесообразно проводить оперативный контроль.

Сохранением качества воды во время сбора и ручной транспортировки занимается домашнее хозяйство. Здесь необходимо соблюдать гигиенические правила, что подкрепляется санитарным просвещением. Посредством проведения программ санитарного просвещения домашние хозяйства и коммуны усваивают навыки гигиеничного обращения с водой.

Водоочистка в домашних условиях доказала свою эффективность в достижении медико-санитарных результатов. Контроль за процессами обработки воды учитывает специфику применяемой технологии. В тех случаях, когда домашние хозяйства впервые приступают к очистке воды, необходимо, чтобы пользователи располагали сведениями (и в необходимых случаях возможностью пройти инструктаж) для того, чтобы они понимали основные требования оперативного контроля.

### **4.3 Проверка**

В дополнение к оперативному контролю за работой отдельных составных частей системы питьевого водоснабжения необходимо проводить заключительную проверку с тем, чтобы полностью удостовериться, что система в целом работает безопасным образом. Проверка может проводиться органом водоснабжения, независимой структурой или совместно вышеуказанными структурами в зависимости от административного порядка, установленного в данной стране. Обычно проверка предусматривает тестирование на наличие индикаторов фекального заражения и опасных химических веществ.

Проверка является заключительным контролем в отношении общей безопасности цепи водоснабжения. Проверку может проводить надзорный орган и/или она может являться составной частью контроля качества со стороны органа водоснабжения. В качестве бактериальной проверки обычно проводятся тестирования на наличие



бактерий, индикаторов фекального загрязнения в очищенной воде и в воде, поступающей в распределение. Для проверки химической безопасности тестирование на наличие химических веществ, вызывающих озабоченность, проводится по завершении очистки, в системе распределения или в точке потребления (в зависимости от того, могут ли изменяться концентрации в процессе распределения). Тригалометаны и галоуксусные кислоты являются наиболее общими ДБФ и их концентрация в питьевой воде в числе наивысших. В любом случае они не являются подходящей единицей измерения, отражающей концентрацию широкого спектра, взаимосвязанных, содержащих хлор ДБФ.

Частота отбора проб должна учитывать необходимость уравновесить расходы и выгоды, связанные с получением дополнительной информации. Частота отбора проб обычно основана на количестве обслуживаемого населения или от объема подаваемой воды и учитывает возросший риск для населения. Частота тестирования на отдельные характеристики также зависит от их изменчивости. Пробы и анализы более всего необходимы в отношении бактериальных компонентов и менее необходимы в отношении химических составляющих. Это объясняется тем, что даже краткие эпизоды бактериального загрязнения могут прямым образом привести к возникновению болезней у потребителя, тогда как эпизоды химического загрязнения, которые являлись бы предметом серьезной медико-санитарной обеспокоенности, при отсутствии каких-либо особых событий (например, передозирование химических веществ при водоочистке) достаточно редки. Частота отбора проб из воды по завершении очистки зависит от качества водоисточника и типа очистки.

#### **4.3.1 Проверка бактериального качества**

Проверка бактериального качества подаваемой воды должна быть организована таким образом, чтобы обеспечить наилучшие возможные шансы выявления загрязнения. Поэтому при отборе проб необходимо учитывать потенциальные изменения качества распределяемой воды. Это обычно означает учет особенностей местоположения или времени возросшей вероятности загрязнения.

В системе трубопроводного распределения фекальные загрязнения не распределяются равномерно. В системах с доброкачественной водой это значительно снижает вероятность выявления бактерий индикаторов фекального загрязнения в сравнительно небольшом числе проб.

Шансы выявления загрязнения в системах, где преобладают отрицательные результаты на бактерии индикаторы фекального загрязнения, чаще можно увеличить методом тестирования на наличие/отсутствие (Н/О) загрязнения. Тестирование Н/О может оказаться более простым, более быстрым и менее дорогим, чем количественные методы. Сравнительное изучение метода Н/О и количественных методов говорит о том, что методы Н/О могут в максимальной степени содействовать выявлению бактерий индикаторов фекального загрязнения. Однако тестирование Н/О целесообразно лишь в тех системах, где большая часть тестов на индикаторы дает отрицательные результаты.

Чем чаще вода исследуется на индикаторы фекального загрязнения, тем вероятнее, что загрязнение будет выявлено. Частые проверки простыми методами более ценны, чем менее частые проверки проведением сложных тестов или совокупности тестов.

Характер и вероятность загрязнения могут изменяться в зависимости от сезона, во время дождей и в зависимости от других местных условий. Отбор проб обычно проводится в произвольном порядке, однако его следует учащать во время эпидемий, наводнений или чрезвычайных операций или после возобновления водоснабжения после перерыва или после ремонтных работ.

### **4.3.2 Проверка химического качества**

Вопросы, которые нужно учитывать при планировании химической проверки, включают в себя наличие необходимых аналитических структур, стоимость анализов, возможности порчи проб, стабильность загрязнителя, возможное наличие загрязняющих веществ в различных материалах и принадлежностях, наиболее подходящие точки для контроля и частота отбора проб.

В отношении конкретного химического вещества место отбора проб и частота определяется его основными источниками (см. главу 8) и изменчивостью содержания. Вещества, концентрация которых существенным образом не изменяется с течением времени, требуют менее частых проб, чем те, которые могут изменяться в широких пределах.

Во многих случаях взятие пробы из водоисточника раз в год или даже реже может оказаться достаточным, в особенности в стабильных грунтовых водах, в которых природно встречающиеся вещества, вызывающие озабоченность, весьма медленно изменяют свою концентрацию с течением времени. Поверхностные воды изменчивы в значительно большей степени, и в их отношении требуется большее число проб, зависящее от загрязняющего вещества и его значения.

Место для отбора проб зависит от изучаемых характеристик качества воды. Взятие проб в водоочистном сооружении или в начальной точке системы распределения может оказаться достаточным в отношении тех составляющих, концентрации которых не изменяются в ходе доставки воды. Однако в отношении тех составляющих, которые изменяются в ходе распределения воды, при взятии проб необходимо учитывать поведение данного вещества и/или его источника. Пробы следует отбирать из точек, находящихся вблизи конечных пунктов системы распределения и вентилях, подключенных непосредственно к трубопроводам в домах и в крупных многоквартирных зданиях. Например, проверку на свинец следует проводить, отбирая воду из крана, через который вода поступает потребителю, поскольку источником свинца обычно являются вспомогательные соединения или трубопроводы в зданиях.

В отношении дополнительной информации см. вспомогательный документ *Chemical Safety of Drinking-water* (см. раздел 1.3).

### **4.3.3 Водоисточники**

Тестирование водоисточника имеет особое значение в тех случаях, когда вода не проходит водоочистку. Оно также целесообразно в случае нарушения водоочистки или является частью эпидемиологического расследования по поводу болезней, передаваемых через воду. Частота тестирования зависит от причины, в связи с которой проводится взятие проб. Тестирование может проводиться:

- на регулярной основе (частота проверочного тестирования зависит от ряда факторов, включая численность населения, обеспечиваемого водой, надежность качества питьевой воды/степени очистки и наличие факторов местного риска);
- на случайной основе (в произвольном порядке или во время посещения точек водоснабжения, регулируемых на коммунальном уровне); и
- частота тестирования может быть увеличена в случае ухудшения качества воды в источнике, произошедшего в результате предсказуемых инцидентов, чрезвычайных обстоятельств или незапланированных событий, в отношении которых считается, что они могут увеличить вероятность внезапного загрязнения (например, после наводнения или водосбросов в верхнем течении).

До введения в строй новой системы водоснабжения необходимо провести большое число анализов, включая выявление параметров, в отношении которых, что на основе изучения данных по аналогичным видам водоснабжения или на основе оценки факторов риска в отношении источника установлено, что они потенциально могут иметь место.

#### **4.3.4 Системы трубопроводного водоснабжения**

Выбор точек отбора проб зависит от каждой системы водоснабжения в отдельности. Характер медико-санитарного риска в связи с патогенами и потенциальная опасность загрязнения через системы распределения означают, что отбор проб на бактериальный анализ (и связанные с этим параметры, такие как остаточная концентрация хлора), как правило производятся часто и из различных точек. Необходимо тщательно продумать места отбора проб и их частоту в отношении тех химических составляющих, которые обусловлены свойствами трубопровода и трубопроводных материалов, и в отношении тех, которые не контролируются непосредственным образом, а также в отношении тех составляющих, которые претерпевают изменения в ходе доставки воды к потребителю, таких как тригалометаны.

Рекомендуемое минимальное число проб для проверки бактериального качества питьевой воды приведено в таблице 4.5.

Метод стратифицированных рандомизированных проб в системах распределения подтвердил свою эффективность.

#### **4.3.5 Проверка водоснабжения, регулируемого на коммунальном уровне**

Для надлежащей оценки работы системы коммунального водоснабжения следует принимать во внимание ряд факторов. В некоторых странах, где были разработаны национальные стратегии надзора и контроля за качеством систем питьевой воды, приняты количественные показатели обслуживания (т.е. качество, количество, доступность, охват, доступность с финансовой точки зрения и непрерывность), которые применяются на коммунальном, региональном и национальном уровнях. Как правило, сюда включаются критические параметры в отношении бактериального качества (обычно *E.coli*, хлор, мутность и pH) и проведение санитарных инспекций. Методы проведения подобных тестов должны быть стандартизованы и утверждены. Рекомендуется, чтобы тестовые наборы проверялись на эффективность в сравнении с эталонными или стандартными методами и утверждались для использования при проверочном тестировании.

Все вместе показатели обслуживания берутся за основу при установлении задач коммунального водоснабжения. Они служат количественным руководством по определению адекватности водоснабжения и дают потребителям объективную картину качества общего обслуживания и указывают, таким образом, на степень обеспечиваемой медико-санитарной защиты.

**Таблица 4.5 Рекомендуемое минимальное число проб на показатель фекального загрязнения в системах распределения<sup>1</sup>**

<b>Население</b>	<b>Общее число проб в год</b>
Точечные источники	Постепенное тестирование всех источников в течение 3-5-летнего цикла (максимум)
Водоснабжение по трубопроводам	
< 5 000	12
5 000 - 100 000	12 на 5 000 человек

<sup>1</sup>Такие параметры как содержание хлора, мутность и pH должны проверяться чаще в рамках оперативного и проверочного контроля.

> 100 000 – 500 000  
> 500 000

12 на 10 000 человек плюс дополнительно 120 проб  
12 на 100 000 человек плюс дополнительно 180 проб

Периодическое тестирование и санитарное инспектирование систем коммунального водоснабжения должно обычно проводиться надзорным учреждением. При этом должна производиться оценка бактериальных опасностей и проверка известных проблемных химических веществ (см. также главу 5). Частое взятие проб вряд ли окажется возможным. Поэтому одним из способов является план попеременных посещений, предусматривающий проверку каждого источника водоснабжения один раз каждые 3-5 лет. Основная цель состоит в том, чтобы обеспечить информацию для стратегического планирования и политики, а не в том, чтобы производить оценку отдельных систем водоснабжения на соответствии нормам. Всесторонний анализ химического качества всех источников рекомендуется проводить до вступления их в строй как минимум, а впоследствии его предпочтительно проводить каждые 3-5 лет.

Рекомендации в отношении программ тестирования и частоты тестирования приведены в стандартах ISO (таблица 4.6).

#### **4.3.6 Обеспечение качества и контроль качества**

Обеспечение надлежащего качества и аналитические процедуры контроля качества должны соблюдаться в отношении всех действий, связанных с получением данных о качестве питьевой воды. Эти процедуры обеспечивают соответствие данных своему назначению, иными словами, обеспечивают полученным результатам необходимую правильность. Соответствие назначению или необходимая правильность определяются в программе контроля качества воды, которая включает в себя определение правильности и соответствия данным. Поскольку в контроле качества питьевой воды используется широкий спектр веществ, методов, видов оборудования и требований в отношении правильности, то оказываются затронутыми многие подробные практические аспекты аналитического контроля качества. Эти вопросы выходят за рамки данной публикации.

Подготовка и осуществление программы обеспечения качества для аналитических лабораторий подробно изложены в публикации *Water Quality Monitoring* (Bartram & Ballance, 1996 г.).

**Таблица 4.6 Стандарты Международной Организации Стандартизации (ISO) по качеству воды с рекомендациями в отношении взятия проб**

<b>Стандарт номер</b>	<b>ISO</b>	<b>Название (качество воды)</b>
5667-1:1980		Взятие проб - Часть 1: Рекомендации по составлению программ отбора проб
5667-2:1991		Взятие проб - Часть 2: Рекомендации в отношении техники отбора проб
5667-3:1994		Взятие проб - Часть 3: Рекомендации в отношении обеспечения сохранности проб и обращения с ними
5667-4:1987		Взятие проб - Часть 4: Рекомендации в отношении взятия проб из озер, природных и созданных человеком
5667-5:1991		Взятие проб - Часть 5: Рекомендации в отношении взятия проб питьевой воды и воды, используемой для приготовления продуктов питания и напитков
5667-6:1990		Взятие проб – Часть 6: Рекомендации в отношении взятия проб в реках и водотоках
5667-13:1997		Взятие проб – Часть 13: Рекомендации в отношении взятия проб из осадков в сточных водах и в водоочистительных установках
5667-14:1998		Взятие проб – Часть 14: Рекомендации по обеспечению качества сбора проб в окружающей среде и обращению с ними
5667-16:1998		Взятие проб – Часть 16: Рекомендации в отношении

5668-17:2000	биотестирования проб Взятие проб – Часть 17: Рекомендации в отношении взятия проб взвешенных осадков
13530:1997	Качество воды – Руководство по аналитическому контролю за анализом воды

В соответствующей главе обращается внимание на стандарт ISO 17025:2000 *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*, в котором предлагается схема управления качеством в аналитических лабораториях.

#### **4.4 Процедуры регулирования трубопроводных систем распределения**

Эффективное регулирование предполагает определение тех действий, которые предпринимаются в порядке реагирования на изменения, происходящие в течение нормальных оперативных условий; тех действий, которые предпринимаются в специфических «инцидентных» ситуациях, когда может иметь место утрата контроля над системой; и тех процедур, которых необходимо придерживаться в непредвиденных или чрезвычайных ситуациях. Процедуры управления должны быть документированы параллельно проведению оценки системы планов контроля, включая программы и коммуникации, необходимые для обеспечения безопасной работы системы.

Большая часть плана регулирования посвящается тем действиям, которые предпринимаются в порядке реагирования на «нормальные» изменения оперативных контрольных параметров для того, чтобы сохранить работу на оптимальном уровне в том случае, когда оперативные контрольные параметры достигают оперативных пределов.

Значительное отклонение, выявляемое в ходе оперативного контроля (или в ходе проверки), когда превышает критический предел, нередко квалифицируется как «инцидент». Инцидентом именуется всякая ситуация, при которой имеются основания предполагать, что вода, поступающая в качестве питьевой, может быть небезопасен или может таковой стать (т.е. доверие к безопасности воды утрачено). Как это предусматривается ПБВ, процедуры регулирования необходимо определять таким образом, чтобы они предусматривали ответные меры в отношении предсказуемых инцидентов, а также в отношении непредсказуемых инцидентов и чрезвычайных ситуаций. Инцидент может возникать при следующих обстоятельствах:

- несоблюдение критериям оперативного контроля;
- неправильная работа установки по очистке сточных вод, при которой сбросы попадают в водоисточник;
- попадание опасного вещества в водоисточник;
- прекращение подачи энергии на узел, обеспечивающий одну из существенных мер защиты;
- попадание в водозабор дождевой воды в чрезвычайном количестве;
- необычно высокая мутность (источника или очищаемой воды);
- необычный вкус, запах или вид воды;
- параметры бактериального загрязнения, включая необычно высокое значение показателя фекального загрязнения (в источнике или в очищаемой воде) или необычно высокая концентрация патогенов (в водоисточнике); и
- медико-санитарные показатели или вспышка болезни, подозреваемым переносчиком которой является вода.

Планы реагирования на инцидент могут предусматривать различные уровни готовности, от малозначительных ранних предупреждений, в отношении которых достаточно провести лишь дополнительное расследование, до чрезвычайных ситуаций. В случае чрезвычайных ситуаций может потребоваться участие организаций, не относящихся к структурам водоснабжения, в особенности медико-санитарных органов.

Планы реагирования на инцидент обычно предусматривают:

- порядок подчиненности и контактная информация по ключевым сотрудникам, нередко в отношении нескольких организаций и нескольких лиц;
- перечень измеримых показателей и предельных значений/условий, которые могут способствовать возникновению инцидента, а также шкалу уровней готовности;
- ясное изложение действий, необходимых в случае тревоги;
- местонахождение и название документа, содержащего типовой порядок действий (ТПД) и местонахождение необходимого оборудования;
- местонахождение аварийного оборудования;
- соответствующая логистическая и техническая информация; и
- контрольные списки и краткие инструкции-справочники.

Приступить к выполнению плана может потребоваться в кратчайшие сроки, поэтому необходимы находящиеся в состоянии готовности перечни, эффективные системы коммуникаций, степень подготовленности, соответствующая современным условиям, и документация.

Сотрудников необходимо обучать вопросам реагирования таким образом, чтобы они эффективно справлялись с инцидентами и/или чрезвычайными ситуациями. Планы реагирования на инциденты и чрезвычайные ситуации необходимо периодически пересматривать и необходимо практиковаться в их выполнении. Это повышает готовность и дает возможность повысить эффективность этих планов прежде, чем наступит чрезвычайная ситуация.

После того, как имел место какой-либо инцидент или чрезвычайная ситуация, необходимо предпринять расследование с участием всех причастных сотрудников. В ходе расследования должны быть рассмотрены такие факторы, как:

- Какова была причина проблемы?
- Каким образом проблема впервые была выявлена или распознана?
- Какие наиболее важные действия необходимо было предпринять?
- Какие возникли проблемы коммуникаций, и каким образом они решались?
- Каковы ближайшие и долговременные последствия?
- Насколько удовлетворительным оказался план реагирования на чрезвычайную ситуацию?

Необходимо также составить соответствующую документацию и отчеты в отношении инцидента или чрезвычайной ситуации. Организация должна научиться как можно большему по результатам инцидента или чрезвычайной ситуации с тем, чтобы повысить свою готовность и улучшить планирование в отношении будущих инцидентов. Разбор обстоятельств инцидента или чрезвычайной ситуации поможет изыскать необходимые корректирующие меры для существующих процедур.

Подготовка четких процедур, определение порядка подотчетности и оснащенность на случай взятия проб и хранения воды в случае инцидента может оказать ценную помощь в действиях, принимаемых при эпидемиологических или

иных расследованиях, поэтому подготовка проб и хранение воды в самой ранней стадии подозреваемого инцидента должны являться неотъемлемой частью плана.

#### **4.4.1 Предсказуемые инциденты («отклонения»)**

Многие инциденты (например, превышение критического предела) можно предвидеть, и в планах, предусматривающих порядок действий, можно определить вытекающие из этого мероприятия. К ним могут относиться, например, временная замена водопроводчика (если это возможно), увеличение коагуляционной дозы, использование аварийной дезинфекции или увеличение концентрации дезинфектанта в системах распределения.

#### **4.4.2 Непредвиденные события**

Некоторые обстоятельства, при которых вода считается потенциально небезопасной, конкретно могут быть не предусмотрены в планах реагирования на инцидент. Это может происходить либо вследствие того, что обстоятельства являются непредвиденными, либо вследствие того, что они считались слишком маловероятными для того, чтобы оправдать подготовку подробных планов корректирующих действий. Для того, чтобы учитывать подобные события, необходимо разработать общий план реагирования на инциденты. Этот план будет необходим для изложения общих инструкций в отношении распознавания инцидентов и порядка действий, наряду с конкретными рекомендациями в отношении ответных мер, которые будут применяться в ходе инцидентов различных типов.

В общем плане реагирования на инциденты необходимо привести протокол оценки ситуации и объявления инцидента, в котором определяется порядок личной отчетности и строгие критерии отбора. К критериям отбора относятся:

- время вступления в действие;
- население, затронутое инцидентом; и
- характер подозреваемой опасности.

Успех общих мер реагирования на инцидент зависит от опыта, суждения и навыков сотрудников, занимающихся эксплуатацией и управлением систем водоснабжения. Однако действия общего характера, которые присущи мерам реагирования на многие инциденты, могут быть введены составной частью в общие планы реагирования на инциденты. Например, в трубопроводных системах можно подготовить ТПД по экстренной промывке. Их пригодность можно проверить на тот случай, когда зараженная вода должна быть промыта из трубопроводной системы. Аналогичным образом можно подготовить, проверить и ввести в действие ТПД в отношении быстрой смены водохранилищ или перенаправления воды в обход. Разработка подобных «подсобных» вспомогательных материалов ограничивает вероятность ошибки и повышает оперативность ответных мер во время инцидентов.

#### **4.4.3 Чрезвычайные ситуации**

Структурам водоснабжения необходимо разработать планы, на случай чрезвычайной ситуации. Эти планы должны учитывать возможность природных бедствий (например, землетрясений, наводнений, повреждений электрооборудования молнией), аварий (например, попадание загрязняющих веществ в зону водораздела), ущерба очистительному оборудованию и системе распределения, а также действий людей (например, забастовки, саботаж). В планах на случай чрезвычайной ситуации должны быть ясно определены ответственность за предпринимаемые координационные меры, коммуникационный план по оповещению и информированию потребителей питьевой воды, а также планы обеспечения и распределения чрезвычайных запасов питьевой воды.

Эти планы должны разрабатываться в консультации с соответствующими регулирующими органами и другими ключевыми учреждениями, и они должны соответствовать национальным и местным мероприятиям реагирования на чрезвычайные ситуации. Ключевыми областями, которые должны быть учтены в планах реагирования на чрезвычайные ситуации, являются:

- меры реагирования, включая усиление контроля;
- ответственности и властные структуры в рамках организации и вне ее;
- планы обеспечения питьевой воды в чрезвычайных условиях;
- протоколы и стратегии внешних связей, включая процедуры уведомления (связи внутри организации, информирование регулирующих органов, средств массовой информации и общественности); и
- механизмы усиления медико-санитарного контроля.

Планы реагирования на чрезвычайные ситуации и непредвиденные события, чреватые опасностью бактериального или химического загрязнения, должны также предусматривать основные правила по использованию кипяченой воды и призывы воздерживаться от использования сырой воды. Цель инструкций сводится к защите общественных интересов, и их практическое выполнение обычно осуществляется органами здравоохранения. Решения о прекращении водоснабжения подразумевает обязательство предоставить альтернативный безопасный источник воды и может быть оправдано лишь в крайне редких случаях в силу неблагоприятных последствий, в особенности для здоровья, ограничения доступа к воде. Конкретные действия в случае отклонения от рекомендуемых параметров или чрезвычайных ситуаций обсуждаются в разделе 7.6 (бактериальные опасности) и в разделе 8.6 (химические опасности). «Учебные» чрезвычайные ситуации являются важной частью поддержания готовности к чрезвычайным ситуациям. Они помогают определить потенциальные действия, принимаемые в различных обстоятельствах в отношении каждого конкретного источника водоснабжения. Действия в случае чрезвычайных ситуаций далее рассматриваются в разделах 6.2, 7.6 и 8.6.

#### **4.4.5 Подготовка плана оперативного контроля**

Для оперативного и проверочного контроля должны быть разработаны и документированы программы, являющиеся частью ПБВ, в которых подробно излагаются стратегии и процедуры контроля различных аспектов системы водоснабжения. Планы оперативного контроля должны быть полностью документированы и включать в себя следующую информацию:

- параметры, подлежащие контролю;
- место и частота взятия проб или проведения оценки;
- методы и оборудование взятия проб или проведения оценки;
- графики взятия проб или проведения оценки;
- методы обеспечения качества и проверка результатов;
- требования перепроверки и истолкования результатов;
- распределение ответственностей и необходимые квалификационные качества сотрудников;
- требования о порядке документирования хранения и записей, включая порядок регистрации и хранения результатов контроля; и
- отчетность и оповещение о результатах.



#### 4.4.6 **Вспомогательные программы**

Многие мероприятия играют важную роль в обеспечении безопасности питьевой воды, однако они прямым образом не отражаются на качестве питьевой воды и поэтому не относятся к контрольным мерам. Эти мероприятия именуется «вспомогательными программами». Они также должны быть документально отражены в ПБВ.

Действия, играющие важную роль в обеспечении безопасности питьевой воды, однако прямым образом не отражающиеся на качестве питьевой воды, именуется вспомогательными программами.

Вспомогательные программы могут предусматривать:

- контролирование доступа к установкам водоочистки, водозаборам и водохранилищам, и осуществление надлежащих мер безопасности для предупреждения возникновения опасностей от людей в тех случаях, когда они вступают в контакт с водоисточником;
- разработку проверочных протоколов использования химических веществ и материалов в водоснабжении. Например, использование тех поставщиков, которые участвуют в программах борьбы за качество;
- использование установленного оборудования в случае инцидентов, таких как прорывы трубопроводов (например, оборудование должно быть предназначено для использования в работе только с питьевой водой и не для работы со сточными водами); и
- программы подготовки и обучения для лиц, принимающих участие в действиях, которые могут повлиять на безопасность питьевой воды; обучение должно осуществляться как часть программ подготовки при поступлении на работу и должно часто проводиться повторно.

Вспомогательные программы состоят практически полностью из элементов, которые обычно уже действуют в процессе нормальной деятельности структур, обеспечивающих водоснабжение и водоочистку. В большинстве случаев осуществление вспомогательных программ предусматривает:

- сличение существующей практики эксплуатации и управления;
- первоначальное и, впоследствии, периодический пересмотр и обновление в целях непрерывного улучшения практики;
- пропаганду положительной практики в целях содействия ее применению; и
- контрольную проверку практики с тем, чтобы удостовериться, что она используется, включая принятие корректирующих мер в случае несоблюдения.

Кодексы положительной практики эксплуатации и управления и практики гигиеничной работы являются существенными элементами вспомогательных программ. Они нередко предусмотрены в ТПД. Они предусматривают нижеследующие положения, но не ограничиваются ими:

- гигиенические требования в работе, документированные в эксплуатационных ТПД;
- внимание к личной гигиене;
- обучение и компетентность персонала, занятого в службе водоснабжения;
- вспомогательные средства управления работой сотрудников, такие как системы обеспечения качества;

- обеспечение приверженности участников на всех уровнях делу снабжения безопасной питьевой водой;
- санитарное просвещение населения, деятельность которого может оказать влияние на качество питьевой воды;
- калибровка контрольного оборудования; и
- ведение отчетности.

Сопоставление одного комплекта вспомогательных программ с вспомогательными программами других структур водоснабжения посредством взаимного рецензирования, установления стандартов и обмена сотрудниками или документами может стимулировать идеи в отношении улучшения практики.

Вспомогательные программы могут быть обширными, разнообразными и предусматривать участие в них различных организаций и различных лиц. Многие вспомогательные программы предусматривают меры защиты водных ресурсов и обычно включают в себя аспекты контроля за землепользованием. Некоторые меры по защите водных ресурсов имеют инженерный характер, такие как процессы очистки стоков и практика регулирования дождевых стоков. Они могут использоваться в качестве контрольных мер.

#### **4.5 Регулирование водоснабжения на общинном и домашнем уровнях**

Коммунальные виды водоснабжения во всем мире чаще подвергаются заражению, чем крупные системы водоснабжения. Они могут иметь склонность к прерывистости (или работе с перебоями) и чаще выходить из строя или прекращать подачу воды.

Для обеспечения безопасной питьевой воды основное внимание в мелкомасштабных системах водоснабжения уделяется следующему:

- информированию населения;
- оценке системы водоснабжения с целью выяснить, способна ли она соответствовать поставленным целям, ориентированным на здоровье (см. раздел 4.1);
- контрольным мерам, определенным в процессе оперативного отслеживания и подготовке операторов, позволяющей держать под контролем все потенциальные опасности и удерживать факторы риска на допустимом уровне (см. раздел 4.2);
- оперативному контролю системы водоснабжения (см. раздел 4.2);
- систематическому применению процедур управления качеством воды (см. раздел 4.4.1), включая документирование и внешние связи (см. раздел 4.6);
- разработке надлежащих протоколов реагирования на инциденты (обычно предусматривающих действия по отдельным источникам водоснабжения, что достигается путем обучения операторов, а также при помощи мер со стороны местных или национальных органов власти) (см. разделы 4.4.2 и 4.4.3); и
- разработке мер по модернизации и улучшению существующих систем подачи воды (обычно определяемых на национальном или региональном уровне, а не на уровне индивидуального водоснабжения) (см. раздел 4.1.8).

В отношении точечных источников, находящихся в общинном или индивидуальном распоряжении, основное внимание следует уделять выбору имеющегося водоисточника наилучшего качества и поддержанию этого качества при

помощи множественных заслонов (обычно в самом источнике), а также мерам по обслуживанию источника. Каков бы ни был водоисточник (грунтовые воды, поверхностные воды или резервуары с дождевой водой), населенные пункты и отдельные хозяйства должны испытывать уверенность в том, что вода безопасна для питья. Обычно поверхностные воды и грунтовые воды неглубокого залегания, находящиеся под непосредственным влиянием поверхностных вод (к которым относятся неглубокие грунтовые воды с предпочтительным направлением движения) должны подвергаться очистке. Рекомендуемыми параметрами минимального надзора за коммунальным водоснабжением, являются те, которые наилучшим образом определяют гигиеническое состояние воды и таким образом риск болезней, переносимых водой. Основными параметрами качества воды являются *E.coli* – термотолерантные (фекальные) коли-подобные бактерии подходят в качестве замены – и остаточное содержание хлора (если используется хлорирование).

Эти параметры дополняются в необходимых случаях корректировкой рН (если используется хлорирование) и измерением мутности.

Эти параметры можно замерять на месте, используя сравнительно несложные приборы для тестирования. Тестирование на месте имеет важное значение при выявлении мутности и остаточного хлора, содержание которого быстро изменяется в ходе доставки и хранения воды. Оно также важно для других параметров, когда отсутствует возможность лабораторной проверки или когда обычные методы отбора проб и анализа теряют действенность по причине проблем транспортировки

Также следует замерять другие, связанные со здоровьем параметры, имеющие местное значение. Общий подход к борьбе против химического загрязнения излагается в главе 8.

## 4.6 Документация и внешние связи

Документация ПБВ должна включать в себя:

- описание и оценку системы водоснабжения (см. раздел 4.1), включая программы совершенствования и улучшения существующей системы доставки воды (см. раздел 4.1.8);
- план оперативного контроля и проверки системы водоснабжения (см. раздел 4.2);
- процедуры поддержания безопасности воды в ходе нормальной эксплуатации, инциденты (специфические и непредвиденные) и чрезвычайные ситуации (см. разделы 4.4.1, 4.4.2 и 4.4.3), включая планы внешних связей; и
- описание вспомогательных программ (см. раздел 4.4.6).

Письменный учет играет важное значение в проверке адекватности ПБВ, а также соответствия системы водоснабжения планам безопасности воды. Обычно различается пять видов документации:

- вспомогательная документация, используемая при разработке ПБВ и его проверке;
- регистрационные записи и результаты, полученные в ходе оперативного контроля и проверки;
- результаты расследования инцидентов;
- документация в отношении используемых методов и процедур; и
- письменный учет мероприятий по обучению сотрудников.

Проверяя учетные записи при оперативном контроле и проверке, оператор или руководитель может обнаружить ситуацию, когда процесс приближается к своему оперативному или критическому пределу. Изучение записей может способствовать выявлению тенденций и осуществлению оперативных корректировок. Рекомендуется периодически изучать отчетные материалы ПБВ с тем, чтобы тенденции принимались к сведению, и принимались решения, и затем осуществлялись соответствующие действия. Отчетные материалы также играют роль в тех случаях, когда надзор за работой системы осуществляется посредством аудита.

Стратегии в области внешних связей должны предусматривать:

- процедуры незамедлительного информирования о всяком значительном инциденте в системе водоснабжения, включая уведомления органа здравоохранения;
- обобщенную информацию, которая сообщается потребителям, например, посредством ежегодных отчетов и в Интернете; и
- создание механизмов рассмотрения жалоб населения и принятия в отношении их своевременных активных мер.

Право потребителей располагать медико-санитарной информацией в отношении воды, подводимой к ним для домашнего потребления, является фундаментальным. Однако часто имеют место такие условия, когда простое право доступа к информации не ведет автоматически к пониманию отдельными лицами вопросов качества воды, поступающей в их распоряжение. Более того, вероятность потребления небезопасной воды может оказаться сравнительно высокой. Поэтому тем органам, которые осуществляют наблюдательную функцию, необходимо разработать приемы распространения информации и разъяснения значения сведений, касающихся здоровья. Дополнительная информация в отношении внешних связей приведена в разделе 5.5.