



**Европейская экономическая
комиссия**

**Всемирная организация
здравоохранения Европейское
региональное бюро**

**Совещание сторон Протокола по
проблемам воды и здоровья к
Конвенции по охране и использованию
трансграничных водотоков и
международных озер**

Вторая сессия

Бухарест, 23–25 ноября 2010 года

Пункт 5 (b) предварительной повестки дня

**Работа Целевых групп: системы наблюдения и
раннего предупреждения, планы действий в
чрезвычайных ситуациях и потенциал в
области реагирования**

**Проект технического руководства по созданию,
применению и оценке систем надзора за связанными
с водой заболеваниями***

**Проект руководства представлен председателем Целевой
группы по эпидемиологическому надзору за заболеваниями,
связанными с водой**

Резюме

В этом документе представлено предлагаемое Совещанию Сторон Протокола по проблемам воды и здоровья решение в отношении технического руководства по надзору за связанными с водой заболеваниями. Техническое руководство предназначается для оказания содействия Сторонам при создании и/или усовершенствовании систем выявления и раннего предупреждения вспышек заболеваний, планов действий в непредвиденных ситуациях и способности к реагированию в соответствии со статьей 8. В документе рассматриваются важные факторы, угрожающие здоровью, связанные со службами водоснабжения, и приводятся основные понятия в области эпидемиологии и надзора за болезнями, а также дается руководство по использованию и анализу данных. Таким образом, Руководство также поддержит усилия отдельных государств в их деятельности, направленной на достижение национальной и международной безопасности в области здоровья, в соответствии с Международными медико-санитарными правилами (2005).

* Документ был сдан в печать без официального редактирования

Предыстория и предлагаемые Совещанию Сторон действия

1. Настоящий документ был подготовлен в соответствии с решением первой сессии Совещания Сторон Протокола по проблемам воды и здоровья, которая поручила Целевой группе по эпидемиологическому надзору за заболеваниями, связанными с водой, возглавляемой правительством Италии, подготовить руководство по созданию, внедрению и оценке систем наблюдения за заболеваниями, связанными с водой (см. программу работ на 2007-2009 годы, принятую на первой сессии Совещания Сторон, ECE/MP.WH/2/Add.5 - EUR/06/5069385/1/Add.5).

2. В ответ на просьбу Совещания Сторон Целевая группа определила необходимость в подготовке следующих руководящих материалов:

(a) Технического руководства по созданию, применению и оценке систем надзора за связанными с водой заболеваниями (содержащегося в приложении к настоящему документу).

(b) Руководящих принципов по созданию, внедрению и оценке систем наблюдения за заболеваниями, связанными с водой (ECE/MP.WH/2010/L.2).

3. Проект технического руководства по созданию, применению и оценке систем надзора за связанными с водой заболеваниями является результатом долгого совместного процесса консультаций и внесения замечаний в ходе второго и третьего совещаний Целевой группы по эпидемиологическому надзору за заболеваниями, связанными с водой (прошедшим 28–29 апреля 2009 г. в Риме и 11–12 февраля 2010 г. в Дурресе, Албания, соответственно) и второго и третьего совещаний Рабочей группы по проблемам воды и здоровья (2–3 июля 2009 г. и 27-28 мая 2010 г., Женева). Процесс разработки проходил под председательством Италии и при поддержке Европейского регионального бюро Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ/Евро).

4. Совещание Сторон, возможно, пожелает::

(a) принять техническое руководство по созданию, применению и оценке систем надзора за связанными с водой заболеваниями в том виде, в каком оно изложено в приложении к настоящему документу, признавая его стратегическую важность для исполнения Протокола и в частности статьи 8, и поручить совместному секретариату опубликовать его;

(b) призвать Стороны и государства, не являющиеся Сторонами, внедрять данное техническое руководство в рамках своей работы по эпидемиологическому надзору за заболеваниями, связанными с водой;

(c) поручить Рабочей группе по проблемам воды и здоровья и Целевой группе по эпидемиологическому надзору за заболеваниями, связанными с водой содействовать внедрению технического руководства, в том числе посредством разработки деятельности по укреплению потенциала и повышению осведомленности;

(d) рассмотреть на своем третьем совещании опыт по использованию данного технического руководства и принять решение, при необходимости, о подготовке обновленной версии документа в свете полученных уроков;

(e) поблагодарить Италию за руководство процессом разработки технического руководства, а также все Стороны и страны, не являющиеся Сторонами, которые твердо поддержали данную деятельность;;

(f) выразить признательность Председателю Целевой группы по эпидемиологическому надзору за заболеваниями, связанными с водой, секретариату ВОЗ/Евро и всем остальным экспертам, которые внесли свой вклад в разработку данного руководства.

Содержание

	<i>Стр.</i>
Предисловие.....	10
Выражение признательности	11
I. Введение.....	15
II. Факторы риска для здоровья, вызванные микробными патогенными микроорганизмами.....	20
A. Определения.....	20
юридические определения.....	20
B. Эпидемиологические определения.....	20
C. Диарейные болезни.....	23
D. Бактериологические патогены.....	23
краткая историческая справка.....	23
холера.....	24
брюшной тиф.....	25
шигеллез.....	26
инфекции, вызванные campylobacter.....	27
патогенные штаммы escherischia coli.....	27
болезнь легионеров.....	28
E. Вирусные болезни – вирусный гепатит а.....	29
F. Протозойные болезни.....	30
Криптоспоридиоз.....	30
Лямблиоз.....	31
G. Болезни, имеющие большое значение на местном уровне.....	32
Гельминтозы.....	32
цианобактерии в питьевой воде.....	33
H. Мониторинг.....	37
III. Риск для здоровья, вызванный химическими агентами.....	39
A. Основные химические аспекты.....	39
органолептическая оценка.....	39
нежелательные эффекты при подготовке питьевой воды.....	40
основа для установления рекомендуемых величин.....	41
B. Выбранные параметры.....	41
неорганические вещества.....	41
радиоактивность.....	44
IV. Факторы риска в водной системе.....	45

A.	Уязвимость ресурсов.....	45
	общие положения	45
	новые водные службы	46
	подземные воды.....	46
	источники и родники.....	50
	поверхностные воды	50
B.	Водоподготовка	52
	основная водоподготовка на местном уровне	52
	централизованная водоподготовка	54
C.	Уязвимость в системе распределения	64
	препятствие на пути интегрированной работы сети	64
	ухудшение микробиологического качества воды	66
D.	Планы безопасности воды (ПБВ)	68
	создание бригады пбв	68
	описание системы водоснабжения	68
	выявление опасностей, опасных событий и факторов риска.....	69
	определите и утвердите меры надзора, вновь оцените и определите очередность факторов риска	69
	разработайте, осуществите и поддерживайте план улучшения / соответствия более высокому уровню	69
	операционный мониторинг	69
	подтвердите эффективность пбв	70
	подготовьте процедуры управления.....	70
	разработайте программы поддержки	70
	период пересмотра	70
	пересмотр после инцидента	71
	типичные проблемы	71
E.	Обработка в месте использования.....	75
V.	Основы эпидемиологии	77
	A. Основные определения	77
	эпидемиологический надзор.....	77
	смертность	77
	заболеваемость	78
	распространенность и степень заболеваемости	78
	эндемическое, эпидемическое и пандемическое распространение заболеваний ...	79
	вспышка заболевания.....	79

группы риска	79
B. Основные виды исследований.....	80
описательные исследования	80
аналитические исследования.....	81
C. Источники ошибок в эпидемиологических исследованиях	85
случайная ошибка	85
систематическая ошибка.....	85
D. Методологические проблемы проведения эпидемиологических исследований	86
дизайн исследования.....	86
оценка экспозиции	89
оценка последствий для здоровья	90
анализ.....	91
E. Выявление, изучение и регистрация вспышек заболеваний, связанных с водой ...	94
Подготовка.....	96
Реагирование	97
инициирующее событие.....	97
немедленная реакция	98
анализ.....	99
нормализация	99
окончательный доклад	99
VI. Основы эпидемиологического надзора.....	100
A. Введение	100
для чего нужна отдельная система эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой.....	100
подходы к эпиднадзору за заболеваниями, связанными с водой.....	101
B. Создание национальной системы эпиднадзора	117
Введение	117
сбор данных.....	118
обработка и анализ информации	118
движение информации	119
использование информации.....	120
оценка системы эпиднадзора.....	121
критерии оценки.....	121
критерии оценки процесса.....	126
Резюме	128

VII.	Управление данными и их анализ с использованием географической информационной системы (ГИС).....	129
A.	Введение в ГИС.....	129
B.	Применение гис для исследования эпидемиологии заболеваний, связанных с водой	130
C.	Пример: эпидемиологическое подтверждение первой водной вспышки лямблиоза в германии при поддержке гис	134
	Библиография	139

Список рисунков

1. Европейский регион ВОЗ	16
2. Стандартизованные показатели смертности от диарейных болезней в возрасте до 5 лет (Source: WHO Health for All).....	16
3. Пути передачи (WHO, 2004)	17
4. Рисширенная структура здравоохранения (Bartram et al, 2001).....	18
5. Основные исследования в рамках эпидемиологического надзора заболеваний, связанных с водой.....	82
6. Характеристики когортных исследований.....	84
7. Вмешивающийся фактор: загрязненные пища и вода (modified after Beaglehole et al., 1993)	86
8. Последовательность действий перед регистрацией единичного случая шигеллеза	105
9. Определение эпидемических и эндемических заболеваний с помощью систем эпиднадзора (Modified from Frost et al (1996)	106
10. Движение информации о результатах эпиднадзора между местным, региональным и национальным уровнями.....	120
11. Этапы идентификации, регистрации и исследования шигеллеза	123
12. Число вспышек заболеваний, связанных с водой, по годам и этиологиям (США 1971 – 1998 n=691)	123
13. Временная задержка в лабораторной диагностике	125
14. Медико-географическое картографирование, пространственный анализ и ГИС.....	129
15. Многослойная структура ГИС	130
16. Элементы структуры водоснабжения-ГИС	131
17. Трубы и точки водозабора поставщиков воды в Германии.....	132
18. Создание буферных зон в ГИС.....	133
19. Интерполяция методом кригинга в ГИС	134
20. Структура водоснабжения в виде тематических слоев ГИС	136
21. Случаи лямблиоза в каждой деревне	137
22. Степень заболеваемости лямблиозом у групп школьников, принимавших участие в исследовании, с разбивкой по зонам водоснабжения и месту жительства.....	137

Список таблиц

1. Патогенные организмы, передаваемые через воду, и их значение при водоснабжении (WHO, 2004)	22
2. Случаи интоксикации человека, вызванной цианобактериями	35
3. Патогены, передаваемые через воду	38
4. Патогены, которые могут воспроизводиться в водопроводной системе (Адаптировано из: Ainsworth R, 2004, р 5-8)	38
5. Примеры факторов риска для запасов воды (WHO, 2004).....	47
6. Меры контроля для охранных зон подземных вод, возможности для мониторинга и исполнения (WHO, 2003а).....	49
7. Программы поддержки охраны подземных вод (WHO, 2003а)	49
8. Загрязнители, ассоциированные с сельскими подземными водами, и возможные методы обработки воды.....	54
9. Показатели удаления патогенов с помощью процессов на установках	59
10. Проблемы и результаты различных этапов ПБВ (WHO, 2009)	72
11. Расчет отношения шансов (ОШ)	83
12. Подходы к эпиднадзору за конкретными исходами для здоровья	102
13. Вспышки заболеваний, передающихся через воду, вызванные некачественной питьевой водой (USA 1998 n=10)*	109
14. Критерии оценки степени связи воды с заболеванием человека.....	111
15. Классификация исследований вспышек заболеваний, связанных с водой, в США	111
16. Выявление состояния здоровья с помощью системы эпиднадзора.....	122
17. Число вспышек заболеваний, связанных с водой, по годам (Германия1945 – 2008, n = 10) заимствовано из (Thofern, 1990).....	124
18. Сравнение расчетных затрат на активную и пассивную системы эпиднадзора	127

Предисловие

1. Значительное влияние связанных с водой заболеваний на здоровье человека признавалось важной угрозой устойчивому развитию человека на ряде международных форумов, включая Цели развития тысячелетия, Всемирный саммит по устойчивому развитию, 3-й Всемирный водный форум, конференцию «Окружающая среда для Европы», форум «Чистая вода» в Душанбе и другие. В рамках Европейского региона большинство государств – членов ВОЗ дали обязательство вести координированную борьбу со связанными с водой заболеваниями путем подписания Протокола по проблемам воды и здоровья к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер 1992 г.
2. После вхождения в силу Протокола по проблемам воды и здоровья в 2005 г. и первого Совещания Сторон в 2007 г. было принято решение сфокусировать внимание на двух группах связанных с водой заболеваний. Первую составили те, которые имеют высокий эпидемический потенциал, включая холеру, энтерогеморрагическую инфекцию, вызванную *E.coli*, вирусный гепатит А, бактериальную дизентерию и брюшную тиф. Во вторую группу вошли появляющиеся болезни, которые вызывают возрастающую озабоченность в регионе. Они включают кампилобактериоз, криптоспоридиоз, ляблиоз и болезнь легионеров. Кроме того, считается, что некоторые патологические состояния, такие, как инфицированность гельминтами, имеют значимость на местном уровне.
3. В соответствии с комплексным подходом, охватывающим службы водоснабжения и проблемы здоровья, в настоящем руководстве делается обзор важных факторов, угрожающих здоровью, связанных со службами водоснабжения, и основных понятий в области эпидемиологии и надзора за болезнями, а также дается руководство по использованию данных и анализу.
4. Настоящий документ окажет поддержку национальным усилиям, направленным на достижение национальной и международной безопасности в области здоровья, в соответствии с Международными медико-санитарными правилами (2005), которые вступили в силу 15 июня 2007 г. Он также вносит свою лепту в осуществление Таллинской хартии по системам здравоохранения (Таллин, Эстония, 25–27 июня 2008 г.) особенно в отношении обеспечения *«комплексного подхода к службам здравоохранения, включая санитарно-гигиеническую пропаганду, профилактику заболеваний и интегрированные программы борьбы с болезнями, а также координацию различных поставщиков услуг, институтов и учреждений»*. Настоящий документ также придерживается руководства 2003 г., касающегося использования интегрированного подхода для оценки риска/управления риском, в рамках которого план по безопасности водоснабжения определяется как основа для непрерывного снабжения безопасной водой.
5. Подготовке документа способствовала инициатива ВОЗ в области здравоохранения по надзору за связанными с водой заболеваниями в центральной Азии, организованная сотрудничающим центром ВОЗ по управлению водными ресурсами в целях укрепления здоровья и оценке риска в университете Бонна, Германия. Были предприняты все попытки извлечь уроки из этой инициативы, с тем чтобы руководство, изложенное в данном документе, соответствовало проблемам всех стран региона, принимая во внимание различные возможности для эпидемиологического надзора и выявления вспышек заболеваний.

6. Работа осуществлена Целевой группой по надзору за связанными с водой заболеваниями, под председательством Высшего института общественного здравоохранения, Италия, и при поддержке совместного Секретариата.

Выражение признательности

7. Данный технический доклад – результат объединения официальных данных и отчетов, опубликованных в официальных источниках. Подготовка данного руководства не могла бы быть осуществлена без поддержки Сотрудничающего центра ВОЗ по управлению водными ресурсами в целях укрепления здоровья и коммуникациями в области риска в университете Бонна, Германия, особенно их усилий в осуществлении инициативы ВОЗ в области общественного здравоохранения, касавшейся надзора за связанными с водой заболеваниями в Центральной Азии и в последующей работе над данным проектом.

В работе принимали участие:

Akgaev, D (Туркменистан)

Blasi, Monica (Италия)

Classen, T (Германия)

Cronin, A A (Соединенное Королевство)

Dangendorf, F (Германия) (покойный)

Davlyatov, S K (Таджикистан)

Exner, M (Германия)

Funari, E (Италия)

Herbst, S (Германия)

Kadar, M (Венгрия)

Kaitbaev, N (Таджикистан)

Kistemann, T (Германия)

Loock, A (Германия)

Ishankuliev, Y (Туркменистан)

Mishina, O (Узбекистан)

Moe, C (США)

Pond, K (Соединенное Королевство)

Queste, A A (Германия)

Schoenen, D (Германия)

Sharipova, N V (Узбекистан)

Wienand, I (Германия)

Vashneva, N (Кыргызстан)

8. Наконец, работа не могла бы быть осуществлена без финансовой поддержки со стороны Департамента страновой поддержки Всемирной организации здравоохранения.

9. Редактирование англоязычной версии осуществил К. Pond из Центра им. Робенса по проблемам здоровья и гигиены окружающей среды Университета графства Саррей, техническое редактирование осуществила Ana Isabel Guetteiro. Неоценимую библиографическую поддержку оказали Andrea Rechenburg из Сотрудничающего центра ВОЗ по управлению водными ресурсами в целях укрепления здоровья и коммуникациями в области риска и Bruce Gordon из офиса ВОЗ Женевы.

10. Ряд ученых осуществили критический обзор и сделали ряд значимых комментариев. Будучи не в состоянии перечислить всех участников, мы хотели бы особо отметить: доктора Sébastien Fierens из Научно-исследовательского института общественного здравоохранения Бельгийского федерального правительства, Бельгия; доктора Susanne Herbst, доктора Andrea Rechenburg, Yvonne Walz и профессора Th Kistemann из Сотрудничающего центра ВОЗ по управлению водными ресурсами в целях укрепления здоровья и коммуникациями в области риска в университете Бонна, Германия; доктора Frantisek Kozisek из Национального института общественного здравоохранения, Чешская Республика; доктора Mihaly Kadar из Национального института гигиены окружающей среды, Венгрия; и доктора Enzo Funari из Высшего института общественного здравоохранения, Италия.

Список сокращений

ГИС	Географическая информационная система
ГУС	гемолитико-уремический синдром
ЛГУ	летучие галогенизированные углеводороды
СПИД	синдром приобретенного иммунодефицита
ЭПКП	энтеропатогенная кишечная палочка
ССР	критические точки контроля
СТС	концепция времени концентрации
CDC	центры по контролю и профилактике заболеваний (США)
ЕС	Европейская комиссия
ЕНЕС	энтерогеморрагическая инфекция
EIEC	энтероинвазивные кишечные палочки
ELISA	энзимосвязанный иммуносорбентный тест
ЕОНСП	Европейская обсерватория по системам и политике здравоохранения
ЕПЕС	энтеропатогенная кишечная палочка (ЭПКП)
ETEC	энтеротоксичная E. Coli
GDWQ	Рекомендации по обеспечению качества питьевой воды
GIS	Географическая информационная система (ГИС)
GP	врач общей практики
НАССР	анализ риска и критические точки контроля
GV	рекомендуемое значение
HAV	вирусный гепатит А
HEV	вирусный гепатит Е
HuCVs	калицивирусы человека
HUS	гемолитико-уремический синдром (ГУС)
IARC	Международное агентство по изучению рака
OD	отношение шансов
OMT	группа по борьбе со вспышкой заболевания
MMWR	еженедельный отчет о заболеваемости и смертности

NOEL	уровень отсутствия наблюдаемых эффектов
NHMRC	национальный совет по здравоохранению и исследованиям в области медицины
NTU	нефелометрическая единица мутности
SRSV	мелкие округлые вирусы
TDI	допустимый ежедневный прием
VNH	летучие галогенизированные углеводороды (ЛГУ)
WBD	заболевания, передающиеся водным путем
WRD	связанные с водой заболевания
WSP	План по обеспечению безопасности водоснабжения
WSS	службы водоснабжения

I. Введение

Главный автор: Martin Exner

1. В мире ежегодно можно предотвратить более 30 млн случаев связанных с водой болезней с помощью вмешательств в области водоснабжения и санитарии. Инвестирования в водоснабжение и санитарию оказались намного более выгодными, чем те, что непосредственно связаны со стоимостью лечения болезней, передаваемых через воду (Bartram, 2002).

2. Желудочно-кишечные инфекции являются одной из основных причин заболеваемости и смертности детей. По оценкам, в среднем на детей в возрасте до 5 лет в развивающихся странах приходится 3,2 случая диарейных болезней на одного ребенка в год (Kosek M et al, 2003). По оценкам смертности, ежегодно в результате диарейных болезней в первые 5 лет жизни умирают 4,9 ребенка на 1000. В Европейском регионе ВОЗ (**рисунок 1**) существуют явные различия между показателями смертности от диарейных болезней в регионах EUR-A, EUR-B и EUR-C¹. На **Рисунке 2** ниже приведены стандартизованные показатели смертности от диарейных болезней в возрастной группе до 5 лет в регионах EUR-A и EUR-B +C соответственно зеленым (EUR-A) и красным (EUR-B +C) цветом.

¹ ВОЗ определяет свои субрегионы следующим образом:

EUR-A: Австрия, Андорра, Бельгия, Германия, Греция, Дания, Израиль, Ирландия, Исландия, Испания, Италия, Люксембург, Мальта, Монако, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Сан-Марино, Словения, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Хорватия, Чешская Республика, Швеция, Швейцария.

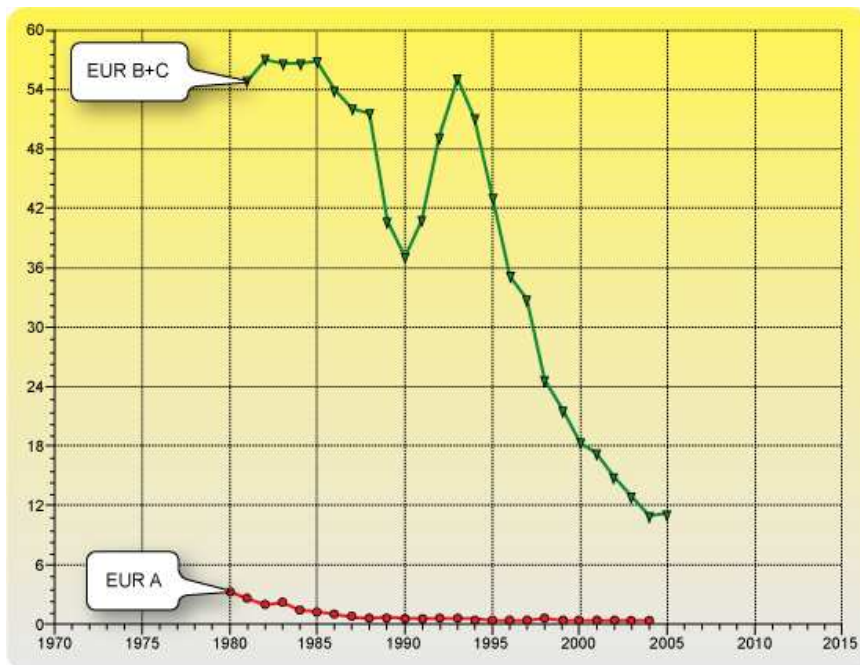
EUR-B: Азербайджан, Албания, Армения, Болгария, Босния и Герцеговина, Грузия, Кыргызстан, Бывшая Югославская Республика Македония, Польша, Румыния, Сербия и Черногория, Словакия, Таджикистан, Туркменистан, Турция, Узбекистан.

EUR-C: Беларусь, Венгрия, Казахстан, Латвия, Литва, Республика Молдова, Российская Федерация, Украина, Эстония.

Рисунок 1 Европейский регион ВОЗ



Рисунок 2 Стандартизованные показатели смертности от диарейных болезней в возрасте до 5 лет (Source: WHO Health for All)



3. В то время как данные о смертности действительно являются наиболее показательными, данные о заболеваемости указывают на то, что связанные с водой болезни продолжают оставаться серьезной проблемой в Европейском регионе,

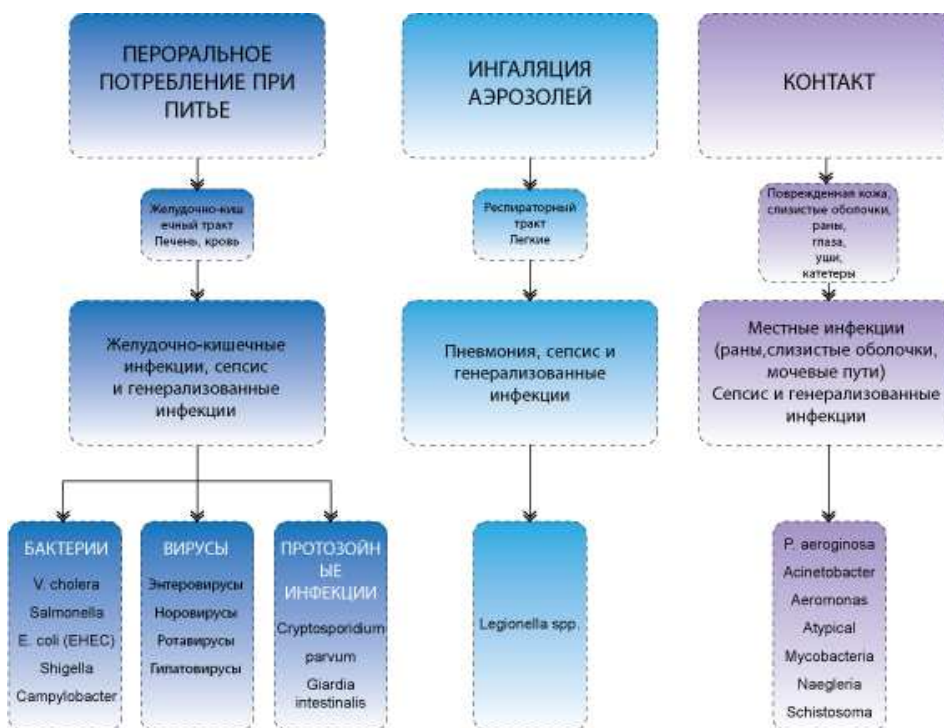
препятствующей устойчивому развитию и накладывающей недопустимо высокие экономические расходы.

4. Передающиеся через воду болезни, которые с большой вероятностью могут привести к эпидемиям, такие, как холера, взяты под контроль благодаря деятельности Джона Сноу (1854), Филиппо Пачини (1854) и Роберта Коха (1883) и других. Такие болезни, как гепатит А, брюшной тиф и паратиф, бактериальная дизентерия и инфекции, вызванные *E.coli*, все еще остаются серьезной угрозой здоровью населения во многих странах региона, в то время как эндемичные и ввезенные случаи холеры требуют постоянной настороженности.

5. Особенно важной проблемой за последние 20 лет стали появляющиеся в питьевой воде патогенные микроорганизмы. Недавно выявленные и вновь появившиеся патогены, связанные с водой, включают *Campylobacter* spp., штаммы *E.coli*, вызывающие энтерогеоморрагическую инфекцию (ЕНЕС), *Yersinia enterocolitica*, такие кишечные вирусы, как ротавирусы и норовирусы, и паразиты *Cryptosporidium parvum* и *Giardia lamblia*. Эти появившиеся в питьевой воде патогенные микроорганизмы привели к новым требованиям, предъявляемым к гигиене питьевой воды даже в странах, которые достигли высоких стандартов обработки воды в последние 20 лет.

6. В зависимости от пути передачи патогенные микроорганизмы, передаваемые через воду, могут быть подразделены на передаваемые пероральным путем и передаваемые путем ингаляции или контакта. Типичным примером использования аэрозоля как пути экспозиции является инфицирование *Legionella* spp. Обзор путей передачи некоторых патогенов представлен на **Рисунке 3**. Важно различать инфекции, передаваемые пероральным путем и передаваемые через ингаляцию.

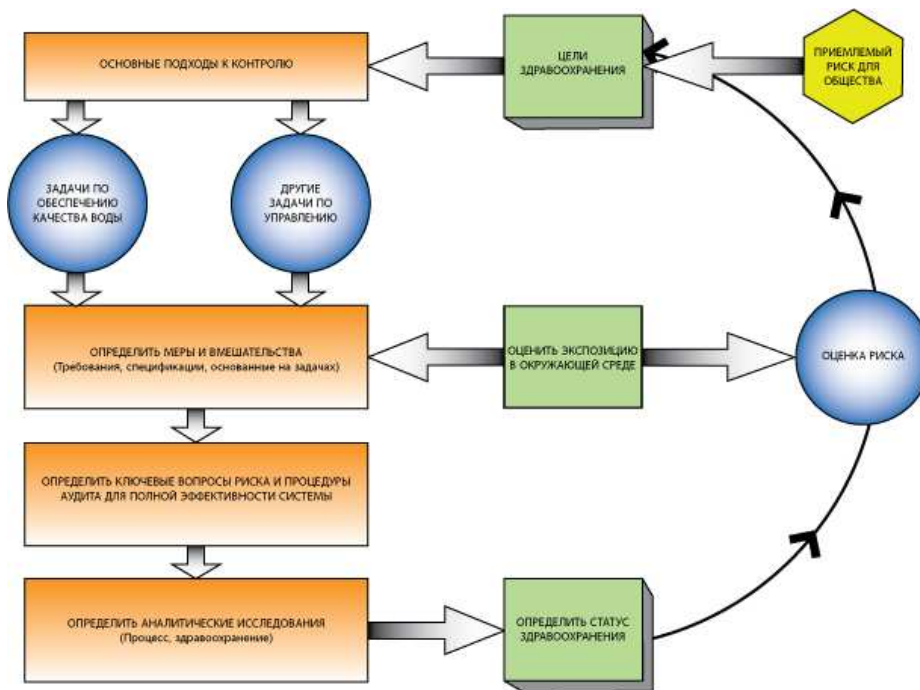
Рисунок 3 Пути передачи (WHO, 2004)



7. Таким образом, системы здравоохранения в Европейском регионе стоят перед лицом важных проблем, среди которых в первую очередь сокращение бремени эндемических заболеваний, связанных с водоснабжением и санитарией. Специалисты здравоохранения должны быть подготовлены к вспышкам заболеваний и иметь планы действий в непредвиденных ситуациях, учитывающие понимание новых эпидемиологических проблем. Проблемы особенно велики в восточной части региона, где первоочередной задачей является укрепление первичной медико-санитарной помощи.

8. Для сокращения бремени связанных с водой болезней, в Европе необходимо активное вовлечение всех заинтересованных сторон. Особенно в отношении укрепления связей между службами здравоохранения и организациями, управляющими производством и распределением питьевой воды. Связь между двумя секторами показана в структуре для поддержки безопасности питьевой воды, суммированной на рисунке 4.

Рисунок 4 Расширенная структура здравоохранения (Bartram et al, 2001)



9. Первичная медико-санитарная помощь обеспечивает комплексный подход к здравоохранению, что делает профилактику такой же важной, как лечение. Он нацелен на интеграцию здравоохранения во все сектора, придерживается моделей сотрудничества, основанных на политическом диалоге, и увеличивает участие заинтересованных сторон. Чтобы помочь сотрудничеству между различными заинтересованными лицами, вовлеченными в создание структуры здравоохранения, необходимо усилить понимание службами первичной медико-санитарной помощи подхода, которого придерживаются предприятия водоснабжения в их попытках обеспечить безопасность воды, а предприятиями водоснабжения и другими

посредниками – методов и подходов, которых придерживаются службы (первичной) медико-санитарной помощи.

10. В первом разделе данного руководства суммируется основная информация по патогенным микроорганизмам, связанным с водой, и химическим загрязнителям.

11. Во втором разделе приводятся различные факторы риска, влияющие на качество питьевой воды, начиная от источников, до ее обработки и поступления к окончательному потребителю, а также меры, принятые предприятиями водоснабжения с целью уменьшить риск посредством мультибарьерного подхода. Был сделан обзор основных положений планов по безопасности водоснабжения, рекомендованных в 3-м издании Руководства ВОЗ по качеству питьевой воды как целостной структуры управления рисками с их оценкой. Данный раздел должен помочь службам здравоохранения глубже понять основной подход к безопасности водоснабжения с точки зрения утилизации воды, точно определить роль систем (первичной) медико-санитарной помощи (до сих пор не определенную законодательно) и плодотворно взаимодействовать с предприятиями водоснабжения и другими посредниками, особенно теми, кто занимается управлением в области окружающей среды.

12. Третий раздел руководства концентрируется на особенностях менеджмента, касающегося вопросов здравоохранения в области надзора за связанными с водой болезнями. Надзор за инфекционными болезнями, передаваемыми через питьевую воду, отличается от общепринятых систем надзора, прежде всего, интеграцией данных, касающихся питьевого водоснабжения, в рамках надзора за инфекционными болезнями. Орган надзора должен иметь полномочия определять, будет ли поставщик воды фокусировать внимание на особенностях управления, касающихся вопросов здоровья; в ряде случаев это может привести к вовлечению службы водоснабжения в мониторинг вспышек связанных с водой заболеваний в пределах района обслуживания. Надзор за инфекционными болезнями, передаваемыми через питьевую воду, отличается от общепринятых систем надзора, прежде всего, интеграцией данных, касающихся питьевого водоснабжения, в рамках надзора за инфекционными болезнями. Орган надзора должен иметь полномочия определять, выполняет ли поставщик воды свои обязательства, тем самым снова усиливая мультисекторальный подход (WHO, 2006).

13. С целью обеспечения мультисекторального подхода в руководстве подчеркиваются основные эпидемиологические понятия и теоретические модели, связанные со специфическими проблемами надзора за болезнями, передаваемыми через воду. Предлагается руководство для правильного формулирования программ надзора, включая исследовательскую деятельность, предпринятую с целью определения и оценки факторов риска, связанных с питьевой водой. Даются рекомендации в отношении создания и осуществления управления данными и информацией национальных систем надзора. Также будет дано руководство по оценке существующих систем надзора и возможности их улучшения.

14. Системы первичной медико-санитарной помощи в Европейском регионе сталкиваются с различными проблемами и имеют различные возможности. Эти различия, по возможности, были приняты во внимание, в приложении представлена литература, посвященная отдельным вопросам. Мы надеемся, что это руководство поможет всем организациям-участникам, лицам, принимающим решения, специалистам здравоохранения, менеджерам, связанным с утилизацией воды, и другим заинтересованным лицам выработать совместный курс действий по сокращению уровня болезней, связанных с водой, в Европейском регионе в соответствии с положениями Протокола по проблемам воды и здоровья Конвенции

по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер 1992 г.

II. Факторы риска для здоровья, вызванные микробными патогенными микроорганизмами

Главные авторы: Friederike Dangendorf, Dirk Schoenen

A. Определения

Юридические определения

15. Протокол по проблемам воды и здоровья определяет «*болезни, связанные с водой*» как «любой значительный побочный эффект для здоровья человека, такой, как смерть, нетрудоспособность, болезнь или нарушения, вызванные прямо или косвенно с состоянием или изменением количества и качества любых вод».

16. «*Питьевая вода*» означает «воду, которая используется или может быть использована человеком для питья, приготовления пищи, обработки пищевых продуктов, личной гигиены или подобных целей».

17. «*Подземные воды*» означают «все воды, находящиеся под землей в зоне сатурации, в непосредственном контакте с землей или почвой».

18. «*Поверхностные воды*». Поверхностные воды – это все воды, открытые атмосфере, включая реки, озера, резервуары, источники, запруды, моря, эстуарии и т.д. Термин также включает ручьи, родники и другие коллекторы воды, на которые непосредственно влияют **поверхностные воды**.

19. «Система сбора» означает:

Систему, предназначенную для обеспечения питьевой водой ряда домохозяйств или предприятий, и/или

[...]

20. «*План по менеджменту в области водоснабжения*» означает план в области развития, менеджмента, защиты и/или использования воды на какой-либо территории или водоносном пласте почвы, включая защиту связанных с этим экосистем».

B. Эпидемиологические определения

21. Связанные с водой болезни классифицируются по пяти основным группам (по Bradley, 1974):

а) **Болезни, передаваемые через воду.** Эта группа инфекционных заболеваний вызывается пероральным потреблением загрязненной фекалиями воды. Холера и брюшной тиф – классические примеры болезней, передаваемых через воду, когда лишь несколько высоко инфективных патогенных микроорганизмов необходимы для того, чтобы вызвать серьезную диарею. Шигеллез, гепатит А, амёбная дизентерия и другие желудочно-кишечные болезни также могут передаваться через воду.

б) **Болезни, связанные с мытьем водой (гигиеной).** Эти болезни связаны с недостатком соответствующего водоснабжения для мытья, купания и уборки.

Патогены передаются от человека к человеку или путем контакта с загрязненными поверхностями. При таких обстоятельствах возникают инфекции глаз и кожи, а также диарейные болезни.

с) **Болезни, связанные с недостатком воды.** Эти болезни возникают от недостатка воды для мытья, купания и уборки. Поэтому патогены передаются от человека человеку или от загрязненных поверхностей к человеку фекально-оральным путем. В таких условиях возникают инфекции глаз (трахома), кожи (чесотка), диарейные болезни.

д) **Болезни, связанные с водой.** Эти болезни вызываются организмами, особенно различными видами червей, которые проводят часть своего жизненного цикла у различных хозяев. Один цикл развития они проводят у водных моллюсков, другой цикл как взрослые паразиты у других животных или человека. Так как застойные поверхностные воды, такие, как резервуары, предпочитаемое место обитания паразитирующих червей, на число случаев болезней, связанных с водой, таких, как дракункулез и шистосомоз, можно повлиять с помощью антропогенной деятельности.

е) **Болезни, передаваемые переносчиками.** Эти инфекции вызываются укусами насекомых, размножающихся в воде. Насекомые-переносчики, например москиты, переносят такие болезни, как малярия, чикунгунья и другие.

Таблица 1 Патогенные организмы, передаваемые через воду, и их значение при водоснабжении (ВНО, 2004)

Патогенный организм	Опасность для здоровья	Персистенция в системах водоснабжения	Устойчивость к хлору	Относительная инфективность	Есть ли животное-носитель
Бактерии					
<i>Campylobacter jejuni, C. coli</i>	Высокая	Умеренная	Низкая	Умеренная	Да
<i>Escherichia coli – Pathogenic</i>	Высокая	Умеренная	Низкая	Низкая	Да
<i>E. coli - Enterohaemorrhagic</i>	Высокая	Умеренная	Низкая	Высокая	Да
<i>Legionella spp.</i>	Высокая	Размножается	Низкая	Умеренная	Нет
<i>Salmonella typhi</i>	Высокая	Умеренная	Низкая	Низкая	Нет
Other salmonella	Высокая	Может размножаться	Низкая	Низкая	Да
<i>Shigella spp.</i>	Высокая	Кратковременная	Низкая	Умеренная	Нет
<i>Vibrio cholerae</i>	Высокая	Кратковременная	Низкая	Низкая	Нет
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Высокая	Длительная	Низкая	Низкая	Да
Вирусы					
Аденовирусы	Высокая	Длительная	Умеренная	Высокая	Нет
Энтеровирусы	Высокая	Длительная	Умеренная	Высокая	Нет
Гепатита А	Высокая	Длительная	Умеренная	Высокая	Нет
Гепатита Е	Высокая	Длительная	Умеренная	Высокая	Потенциально
Норовирусы и саповирусы	Высокая	Длительная	Умеренная	Высокая	Потенциально
Ротавирусы	Высокая	Длительная	Умеренная	Высокая	Нет
Простейшие					
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Высокая	Длительная	Высокая	Высокая	Да
<i>Entamoeba histolica</i>	Высокая	Умеренная	Высокая	Высокая	Нет
<i>Giardia intestinalis</i>	Высокая	Умеренная	Высокая	Высокая	Да
Гельминты					
<i>Dracunculus medinensis</i>	Высокая	Умеренная	Умеренная	Высокая	Нет
<i>Schistosoma spp.</i>	Высокая	Кратковременная	Умеренная	Высокая	Да

Источник: WHO Guidelines for drinking-water quality, 3rd., pp 122.

22. С тем чтобы оценить факторы риска для здоровья патогенных для человека микроорганизмов, передаваемых через воду, необходимо понять их экологию и эпидемиологию. В этой главе детально описываются экология и эпидемиология некоторых наиболее важных инфекционных болезней, связанных с водой.

С. Диарейные болезни

23. Диарея встречается повсеместно в мире и вызывает 4% всех случаев смерти и 5% случаев нетрудоспособности, связанных с болезнью². Диарея – это отхождение мягкого или жидкого стула более часто, чем в норме для индивида. В основном это симптом желудочно-кишечной инфекции. В зависимости от типа инфекции диарея может быть водянистой (например, при холере) или с примесью крови (например, при дизентерии). Во многих случаях в Европейском регионе причины возникновения диареи недооцениваются, особенно, если эпизод самокупирующийся. При сообщении используется термин диарейная болезнь неизвестной этиологии. Наиболее часто она вызывается желудочно-кишечными инфекциями; холера и дизентерия приводят к тяжелым, иногда угрожающим жизни формам диареи.

24. Диарея, вызванная инфекцией, может длиться несколько дней или несколько недель в случае персистирующей диареи. Тяжелая диарея может угрожать жизни в связи с потерей жидкости при водянистом стуле, особенно у младенцев и детей раннего возраста, людей с недостаточностью питания и с нарушенным иммунитетом. Влияние повторяющейся и персистирующей диареи на питание и влияние недостаточности питания на переносимость инфекционной диареи могут образовывать порочный круг у детей, особенно в развивающихся странах.

25. Диарея – это симптом инфекции, вызванной хозяином бактериальных вирусных или паразитических организмов, большинство из которых могут распространяться через загрязненную воду. Она встречается наиболее часто в местах с недостатком чистой воды для питья, приготовления пищи и уборки, и для ее профилактики наиболее важной является основная гигиена.

26. Диарея также ассоциируется с другими болезнями, такими, как малярия. Химическое раздражение (например, сульфат магния или медь) кишечника или неинфекционная болезнь пищеварительного тракта также может привести к диарее.

27. Загрязнение воды фекалиями человека (например, из муниципальной канализации, туалетов и отхожих мест) является особой проблемой. Фекалии животных также содержат микроорганизмы, которые могут вызвать диарею.

28. Диарея может распространяться от человека к человеку, усиливаясь плохой личной гигиеной. Вода может загрязнять пищу во время ирригации, а рыба и морепродукты из загрязненной воды также могут приводить к этой болезни.

D. Бактериологические патогены

Краткая историческая справка

29. Первые гигиенические микробиологические требования к питьевой воде были сформулированы Франкель (1887) на основе подсчета колоний микроорганизмов в водоемах в Берлинском районе. Его исследования показали, что подсчет колоний в подземных водах составил 0/мл, в исключительных случаях – 10/мл. Подземные воды не представляют никакого инфекционного риска. Франкель предложил, чтобы в качестве требований к питьевой воде выступало микробиологическое качество подземных вод. До вступления в силу этого требования в Гамбурге в 1892 г. разразилась эпидемия холеры, при которой 8605 человек умерли и 16 956 заболели (Koch, 1893). В ту пору воду в Гамбурге брали из реки Эльбы и поставляли

² WHO Factsheet at http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diarrhoea/en/ accessed 11 November 2008

населению без какой-либо обработки. За исключением кипячения в то время не было известно других способов дезинфекции питьевой воды; фильтрация была единственным имеющимся техническим процессом для улучшения качества воды.

30. В Альтоне, который сейчас является частью Гамбурга, но во время эпидемии в Гамбурге был отдельным городом, эпидемия не разразилась, несмотря на то что вода для этого города бралась из менее благоприятного места ниже по течению реки, чем находится Гамбург. Тем не менее вода обрабатывалась медленной фильтрацией песком и была протестирована микробиологически. Основываясь на этих наблюдениях, Роберт Кох (1893) выдвинул два следующих требования: 1) поверхностные воды, которые собираются использовать в качестве питьевой воды, должны быть соответствующим образом очищены; 2) количество колоний микроорганизмов после обработки не должно превышать 100/мл. Количество колоний ниже 10/мл, требуемое Франкелем (1887), не может быть достигнуто медленной фильтрацией песком. Наиболее высокое допустимое количество колоний – 100/мл – было введено как критерий для оценки эффективности способов фильтрации, но не как фактор риска для здоровья. Вышеприведенные требования Роберт Кох были опубликованы в 1894 г. и стали узаконенной нормой в Германии в 1899 г.

31. В то же время определение количества колоний микроорганизмов постепенно потеряло свою роль в качестве оценочного параметра и было заменено на тесты по выявлению *E. coli*, колиформных бактерий и других показателей фекального загрязнения. Однако это изменение было вызвано не в результате попытки усилить требования к качеству питьевой воды, а потому что определение количества колоний оказалось слишком ограничивающим оценочным параметром. Приводили следующие доводы, что определение количества колоний для оценки качества воды исключит некоторые источники воды из системы водообеспечения, несмотря на то что в них отсутствуют патогенные микроорганизмы или в связи с тем, что это будет предъявлять слишком высокие требования к обработке воды.

Холера

32. Фекальное загрязнение питьевой воды все еще является наиболее важной причиной вспышек холеры во многих частях мира, особенно в критических ситуациях, таких, как стихийные бедствия, массовая миграция, военные действия, а также в лагерях беженцев. Эпидемии холеры возникают в результате недостаточной гигиены и санитарии (Exner, 1996).

33. *Vibrio cholerae*, грамотрицательная бактерия, – классический организм, вызывающий холеру. К настоящему времени идентифицировано 139 различных серотипов, из которых O1 и O139 являются патогенными. *V. cholerae* O1 подразделяется на El Tor O1 и гемолитический El Tor vibrio. Эти штаммы заменили классический *Vibrio cholerae*. В 1992 г. штамм O139 был впервые идентифицирован в Индии и Бангладеш. В 1991 г. вспышка холеры произошла в Латинской Америке после 100 лет отсутствия заболевания. За два года холера распространилась от Перу до Мексики. Эти эпидемии холеры показали современному обществу возможность распространения эпидемически патогенного организма во всемирном масштабе.

34. О завезенных случаях заболевания, связанных с перемещением населения, сообщалось в Соединенных Штатах Америки, Японии и Европе (Chin, J 2000). В Европейском регионе также часто поступали сообщения из всех стран о случаях холеры; основная причина – завезенные возвращающимися туристами заболевания.

35. Организм поступает в кишечник пероральным путем, колонизирует слизистую оболочку и производит энтеротоксин, что приводит к чрезмерному обезвоживанию

организма и потере электролитов. Инфицирующая доза для холерного вибриона относительно высока, инкубационный период, обычно 1–5 дней, довольно короткий.

36. Холера – это острая инфекция кишечника, которая начинается внезапно с безболезненной водянистой диарей, тошноты и рвоты. Основные клинические симптомы включают бесцветный стул, так называемую диарею рисовой водой. Тяжелые случаи начинаются внезапно с бесконечного водянистого стула. В связи с массивными потерями жидкости организма, дегидратации и метаболического ацидоза смерть может наступить в течение нескольких часов или дней. Без лечения смертность высока (50%) в тяжелых случаях. Особому риску подвержены дети раннего возраста. При своевременном и адекватном лечении смертность может быть сокращена до 1% от всех заболевших.

37. *V. Cholerae* живет связанной с определенным видом водорослей или зоопланктона в водном окружении, его естественном резервуаре, и может инфицировать растения, употребляющиеся в пищу, растущие на загрязненных территориях.

38. Холера остается распространенной в районах с плохой гигиеной и санитарией, близких к поверхностным водам, с высокой плотностью населения и высокой абсолютной влажностью.

Брюшной тиф

39. Патогенным агентом, вызывающим брюшной тиф, является *Salmonella typhi* – энтеропатогенные организмы среди других *Salmonella* spp. Они относятся к семейству Enterobacteriaceae и являются грамотрицательными факультативными анаэробными бактериями. В настоящее время *Salmonella* spp. классифицированы ДНК-серотипированием на различные серотипы. Распространенными у человека серотипами *Salmonella* являются *S.typhi*, *S.paratyphi*, *S.enteritidis* и *S.typhimurium*, которые вызывают кишечные инфекции и гастроэнтерит (Miller S I and Pegues D, 2000; Chin J, 2000).

40. Симптомы инфекционного заболевания могут быть мягкими или тяжелыми и включают длительную лихорадку с высокой температурой (39–40 °C), недомогание, анорексию, головную боль, запор или диарею, розовые пятна на области груди и увеличенные селезенку и печень. У большинства людей симптомы появляются через 1–3 недели после экспозиции. Симптомы паратифа обычно мягче, чем тифа (Chin J, 2000).

41. Инкубационный период зависит от инфицирующей дозы и составляет от 3 дней до 1 месяца. Для паратифа он длится 1–10 дней. *S.typhi* и *S.paratyphi* колонизируют только человека. Наиболее важными источниками инфекции являются инфицированные экскременты и сточные воды.

42. Патогены могут передаваться от человека к человеку при непосредственном контакте с зараженными индивидами или пероральным путем через загрязненную фекалиями пищу или питьевую воду. Важным источником в ряде стран являются моллюски, взятые из мест, загрязненных сточными водами, сырые фрукты, овощи, загрязненное молоко и молочные продукты (Chin J., 2000).

43. *S. typhi* выделен в воде и сточных водах. Персистенция в водоисточниках умеренная; время выживания salmonellae в питьевой воды составляет от нескольких до более 100 дней. Устойчивость к хлору низкая. Фекальное загрязнение подземных и поверхностных вод и недостаточная дезинфекция являются основной причиной вспышек заболевания, передаваемого через воду (WHO, 2004).

44. Несмотря на то что болезнь более распространена в развивающихся странах, включая азиатские, также сообщалось о недавних вспышках в Восточной Европе, например, из Душанбе, Таджикистан. В феврале 1990 г. в Душанбе было идентифицировано внезапное увеличение числа случаев брюшного тифа, в течение двух недель было зарегистрировано около 2000 случаев (MMWR, 1998).

45. Наибольшему риску инфицирования *S.typhi* подвержены дети в эндемических районах в связи с отсутствием приобретенного иммунитета. Вспышки брюшного тифа в развивающихся странах могут привести к высокой заболеваемости и смертности, особенно если болезнь вызывается штаммами, устойчивыми к антибиотикам.

Шигеллез

46. Шигеллез, или бактериальная дизентерия, – острое бактериальное заболевание, характеризующееся кровянистой диареей. *Shigella* spp. – маленькие грамотрицательные бактерии, относящиеся к семейству Enterobacteriaceae. Род *Shigella* включает 4 вида: *S. dysenteriae*, *S. flexneri*, *S. boydii*, *S. sonnei*. Бактериальная дизентерия – наиболее контагиозная болезнь из бактериальных энтеритов. Ее симптомы включают лихорадку, тошноту, рвоту, спазмы, тенезмы. Встречаются мягкие и асимптоматические случаи. Болезнь обычно является самокупируемой и продолжается 4–7 дней. Инкубационный период для инфекционных болезней, вызванных всеми видами *Shigella* spp. длится 1–7 дней (Dupont H L, 2000; Gleeson C and Gray N, 1997).

47. Тяжесть инфекционного заболевания зависит от вида бактерии и организма хозяина. У детей чаще наблюдаются осложнения. *S. dysenteriae* тип 1 (бактерии shiga) часто приводят к тяжелым заболеваниям и осложнениям, которые могут включать гемолитически-уримический синдром (ГУС) (Chin J, 2000). *S. sonnei* вызывает более мягкое заболевание.

48. Инфекционные штаммы обычно присутствуют в фекалиях в концентрациях от 10^3 до 10^9 организмов на 1 г фекалий. Исследования с участием добровольцев продемонстрировали, что менее 200 жизнеспособных клеток могут вызвать болезнь у здоровых взрослых (Dupont HL, 2000). Шигеллез распространяется в основном от человека к человеку контактным путем, особенно среди детей в перенаселенных условиях (школы, детские сады).

49. Шигеллез является проблемой здравоохранения как развивающихся, так и развитых стран. Признано, что инфекция является эндемической в странах Восточного Средиземноморья с пиком преимущественно в теплые месяцы. В развивающихся странах на ее частоту влияет доступность воды и изменения в гигиеническом поведении населения.

50. Вспышки инфекции, передаваемой через воду, наиболее часто имеют место в связи с фекальным загрязнением питьевой воды. Эпидемии шигеллеза, передаваемого через воду, обычно вспыхивают в связи с загрязнением водоисточников фекальным материалом и канализационными сбросами вблизи от мест водосбора или купания. Из-за низкой устойчивости к хлору хлорирование воды служит эффективной мерой профилактики. До настоящего времени не известно, чтобы болезнь часто передавалась через воду, но вспышки, связанные с водой, чаще возникают в связи с загрязнениями фекалиями питьевой воды. Эпидемии шигеллеза, передаваемого через воду, обычно возникают в связи с загрязнением водоисточников фекальным материалом или сбросами сточных вод вблизи от водоисточников или мест купания. Хлорирование воды – эффективная мера профилактики (WHO, 2004; Dupont HL, 2000).

Инфекции, вызванные *campylobacter*

51. Кампилобактериоз – широко распространенное в мире зоонозное (передаваемое человеку через животных или продукты животного происхождения) кишечное заболевание, связанное с грамотрицательными бактериями различных видов *Campylobacter*. *Campylobacter* – бактерии, растущие при микроаэрофильных условиях. Существует несколько видов, из которых в основном *C. jejuni* и менее *C. coli* наиболее патогенны для человека.

52. Для острой инфекции, вызванной *campylobacter*, характерны диарея, часто с наличием слизи и крови, кишечные спазмы, лихорадка, недомогание и рвота. У некоторых лиц может наблюдаться реактивный артрит (болезненное воспаление суставов), редкие осложнения включают судороги в связи с высокой температурой тела или неврологические расстройства, такие, как синдром Guillain-Barre или менингит. Период от инфицирования до проявления первых симптомов составляет около 2–5 дней. Инфицирующая доза варьируется от низкой до умеренной.

53. *Campylobacter spp.* – организмы, часто встречающиеся в окружающей среде; основной резервуар патогенов, – дикие птицы и домашняя птица. Бактерии часто распространены у животных, используемых в пищу, таких, как домашняя птица, крупный рогатый скот, свиньи, овцы, страусы и ракообразные, а также у домашних питомцев, включая кошек и собак. У самих животных симптомов может не быть. Таким образом, сырое молоко, недоваренное мясо домашней птицы и говядина могут быть важными источниками инфекции. *Campylobacter*, содержащаяся в экскрементах домашних и диких животных, а также в сточных водах, может привести к загрязнению поверхностных вод (Medema, 1996). В водном окружении бактерии могут выживать в течение месяцев при температуре около 4 °С. Возможность выживать в течение нескольких недель может наблюдаться в холодном грунтовом резервуаре воды (Szewcyk, 2000).

54. Болезнь может передаваться непосредственно фекально-оральным путем или непрямой путем через загрязненную пищу или питьевую воду. *Campylobacter* часто может быть обнаружен в поверхностных водах. В исследовании по микробному загрязнению источников, поступающих в резервуары в различных водосборных площадях, *campylobacter* может быть выявлен в 36% образцов проточной воды в районе, интенсивно используемом для сельскохозяйственных целей (Kistemann, 1998), выживание *Campylobacter* во время очистки питьевой воды было исследовано Фейерпфелем и др. (Feuerpfeil et al. 1997). Даже после обычно эффективных технологий очистки воды (флокуляция, фильтрация) *campylobacter* все еще можно выявить. *Campylobacter* чувствительны к хлору и в основном инактивируются при дезинфекции во время очистки питьевой воды (Lund, 1996).

55. Несмотря на это, питьевая вода считается распространенным источником инфекции. В развивающихся странах вспышки гастроэнтерита, вызванного *campylobacter spp.*, являются основными причинами заболеваемости и смертности детей в возрасте до двух лет. В настоящее время инфекция, вызванная *campylobacter*, является одной из наиболее часто выявляемых причин кишечных болезней в развитых странах, и ей следует уделять повышенное внимание в других странах.

Патогенные штаммы *Escherichia coli*

56. *Escherichia coli* присутствуют в нормальной микробной флоре кишечника человека и теплокровных животных. Так как бактерии присутствуют в больших количествах во всех испражнениях, *E. coli* используется как индикатор фекального загрязнения при надзоре за питьевой водой (Gleeson C and Gray N, 1997).

57. Некоторые виды, такие, как ЕНЕС (энтерогеморрагические *E.coli*), ЕИЕС (энтероинвазивные *E.coli*), ЕТЕС (энтеротоксичные *E.coli*) и ЕРЕС (энтеропатогенные *E.coli*) патогенны для человека и вызывают тяжелую кровавнистую диарею (Mead PS and Griffin PM, 1998).

58. Энтерогеморрагические *E.coli* относятся к серотипу группы O157:H7. Было обнаружено, что они патогенны для человека, в 1982 г. во время двух вспышек кровавнистого колита. Спустя год была выявлена связь между инфекцией ЕНЕС и встречаемостью гемолитического уремиического синдрома (ГУС). Комплекс симптомов ГУС включает среди прочих кровавнистую диарею и острую почечную недостаточность, особенно у детей.

59. Инфицирующая доза низкая и составляет около 10^2 ЕНЕС-бактерий. В 80% случаев заболевания имеет место водянистая диарея и в 20% – дополнительные симптомы ГУС (Mead P.S. And Griffin P.M., 1998; Doyle M.P., 1990).

60. Основным резервуаром патогенных бактерий является крупный рогатый скот, а также овцы, в меньшей степени козы, благородные олени, лошади, собаки, птицы и летающие насекомые. Бактерии могут выживать в жидких удобрениях, навозе и корытах для питья. Патогены в основном передаются через загрязненные пищевые продукты, такие, как сырое молоко и говядина, а также через овощи, обработанное мясо (Söderström et al. 2005, Sartz et al. 2007) и питьевую воду. Частой причиной инфекции также являются пищевые продукты, политые, вымытые или приготовленные с использованием загрязненной воды.

61. Болезнь может передаваться от человека к человеку путем непосредственного контакта с инфицированными людьми, животными, пищей, а также путем потребления зараженной воды. Передача от человека к человеку особенно распространена в учреждениях, где имеет место близкий контакт между людьми, таких, как лечебницы или центры дневного медицинского обслуживания. Высокий риск заболеть существует для младенцев и стариков (Doyle, M.P., 1998).

62. Об ЕНЕС-инфекциях сообщалось из более 30 стран мира. В некоторых странах в настоящее время их считают третьей по счету наиболее частой причиной бактериальных кишечных инфекций после сальмонеллеза и инфекций *campylobacter*. В Канаде, США и некоторых районах Шотландии ежегодные показатели частоты заболевания составляют 8 на 100 000 жителей (Mead, P.S. and Griffin, P.M., 1998).

Болезнь легионеров

63. О болезни легионеров впервые было сообщено в 1977 г. после вспышки на съезде Американского легиона в Филадельфии, США. Путем ингаляции загрязненного аэрозоля из системы кондиционирования принимающего отеля 221 человек заболел пневмонией, которая привела к 34 случаям смерти.

64. Виды *legionella* могут вызывать два различных типа заболевания: 1) болезнь легионеров, являющуюся пневмонией и 2) лихорадку Понтиак – более мягкую форму, похожую на грипп.

65. До сих пор идентифицировано 50 видов с около 70 серогруппами в семействе *Legionella*aceae, из которых *Legionella pneumophila* вызывает 90% заболеваний. *Legionella* – грамтрицательные аэробные, не образующие спор бактерии. *L. pneumophila* – повсеместно распространенный водной организм, который растет в теплом окружении (оптимальная температура 32–45 °С).

66. Болезнь легионеров не характеризуется четкими симптомами, однако имеет неспецифические признаки, такие, как анорексия, недомогание, головная боль и быстро поднимающаяся температура. Часто имеют место кашель, боль в

эпигастральной области и диарея. Инкубационный период составляет 2–10 дней, в основном – 5–6 дней и редко до 20 дней. Лихорадка Понтиак – это болезнь легионеров, подобная гриппу без пневмонии (Bartram J., 2007; Yu, V.L., 2000; Chin J, 2000).

67. Ингаляция загрязненных аэрозолей из таких систем, как охлаждающие установки, души, кондиционерные установки, встроенные системы горячей и холодной воды, водосточники, бассейны, термальные пруды, источники, увлажнители воздуха и домашний водопровод, могут вызвать болезнь легионеров. Инфекция может также передаваться через загрязненный *Legionella* грунт и компост. Недавно сообщалось из Франции о передаче инфекции воздушным путем на большие расстояния (Nguyen et al. 2006). Передачу болезни можно также классифицировать в соответствии с местом инфицирования – в пневмонию, полученную в общественном месте, и нозокомиальную инфекцию (Bartram J, 2007). Передачи от человека к человеку не наблюдается.

68. Источники высокого риска передачи болезни легионеров включают системы водоснабжения больниц, которые могут вызывать нозокомиальные инфекции, и системы водоснабжения в загрязненном окружении, таком, как гостиницы, корабли и различные промышленные объекты, особенно когда такие системы водоснабжения содержатся несоответствующим образом. Инфекцию могут вызывать также системы водоснабжения в жилищах людей.

69. *Legionella* устойчива к хлору и может выдержать процесс очистки питьевой воды. Они нашли экологическую нишу в системах распространения воды и других технических системах. Среда обитания, сделанная руками человека, обеспечивает соответствующую температуру воды, физическую защищенность и питательные элементы. С тем чтобы предотвратить рост *legionella*-организмов в системах распределения воды, воду следует содержать либо при температуре ниже 20 °C, либо выше 50 °C (Szewzyk U, 2000). Ультрафиолетовое облучение и соответствующая фильтрация, а также другие методы используются в борьбе с *legionella*.

Е. Вирусные болезни – вирусный гепатит А

70. Гепатит – это широкий термин, обозначающий воспаление печени. Два вируса, вызывающих гепатит (гепатиты А и Е) могут передаваться через воду и пищу.

71. HAV – относительно устойчивый в окружающей среде после его выделения с фекалиями. Инфективность сохраняется в течение нескольких недель при комнатной температуре. Он остается устойчивым после инкубации при 56°C, однако кипячение разрушает вирус в течение 5 минут.

72. Болезнь начинается с внезапной лихорадки, слабости, потери аппетита, тошноты и неприятных ощущений в эпигастральной области. Затем в поздней стадии болезни появляется желтуха.

73. Наименьший наблюдаемый инкубационный период составил менее 1 недели после перорального поступления инфицирующей дозы в 10⁸ частиц вируса и менее 7 недель после инфицирующей дозы 10¹ вирусов (Feinstone S.M. and Gust I., 2000).

74. Существует обратная корреляция выраженности симптомов и возраста пациентов. У детей до 6 лет наблюдаются наиболее мягкие симптомы или их отсутствие. У взрослых, наоборот, развивается желтуха и другие симптомы. Тем не менее данных в пользу того, что HAV вызывает хроническое заболевание, нет. У HAV имеется только один единственный серотип. Инфицированные получают пожизненный иммунитет к штаммам из любой части света.

75. Считается, что люди являются единственным важным резервуаром HAV. Основной путь передачи – пероральное поступление зараженных фекалий. Инфекция передается от человека человеку через загрязненные руки или путем перорального поступления загрязненной воды или пищи. Обычно пища, не подвергающаяся тепловой обработке, такая, как салаты, фрукты, овощи, мороженое и некоторые молочные продукты, является причиной вспышек заболевания, передаваемого через пищу. HAV может также передаваться через пищу, загрязненную инфицированными лицами, соприкасавшимися с пищей, через продукты, не подвергавшиеся тепловой обработке, или при соприкосновении их с инфицированными продуктами. Вспышки гепатита А возникают также при инъекционном и неинъекционном использовании лекарственных средств. Сообщалось о вспышках заболевания после потребления частично приготовленных ракообразных, что даже паровая обработка недостаточна для разрушения HAV (Feinstone S.M. and Gust I.D., 2000).

76. Вирус может появляться в бассейнах и прибрежных районах, используемых для купания и плавания. Сточные воды могут быть источником вируса в особенности. Вирус может персистировать в использованной воде, в морской воде, почве, наземных водах и в водных резервуарах в течение дней и месяцев. Он также достаточно устойчив к свободному хлору, особенно если в воде содержатся органические вещества (WHO, 2003; Feinstone S.M. and Gust I.D., 2000).

77. Гепатит А особенно часто встречается в странах с плохими санитарно-гигиеническими условиями. В низкоэндемических странах HAV наиболее часто проявляется в виде вспышек. Страны с переходной экономикой и некоторые регионы промышленных стран с санитарными условиями ниже установленного стандарта, включая страны южной и восточной Европы, также высокоинфицированы.

78. Помимо гепатита вирусный гастроэнтерит является важной причиной диарейных болезней, и заболеваемость им, вероятно, находится на подъеме, по крайней мере в Соединенном Королевстве (Hunter, 1997). Caliciviruses человека (HuCVs) имеет большое значение для здоровья с высокой относительной инфективностью, умеренной устойчивостью к хлору и длительным персистированием в водоисточниках. Они включают род *norovirus* (Норволк-подобные вирусы), которые раньше называли «маленькими круглыми частицами». Подобно им, ротавирусы также представляют большую проблему для здравоохранения, имеют относительно высокую инфективность, умеренную устойчивость к хлору (Guillot, 2010).

79. Тем не менее диагностика вирусов с использованием таких относительно продвинутых технологий, как электронная микроскопия и ЭЛИЗА, все еще находится за рамками рутинных возможностей систем надзора.

Г. Протозойные болезни

Криптоспоридиоз

80. *Cryptosporidium spp.* – это простейшие паразиты. Выделено несколько видов, из которых *Cryptosporidium parvum* в основном ответственен за клиническое проявление болезни.

81. Одноклеточный кишечный паразит (ооциста), который может вызывать тяжелую диарею, попадает в желудочно-кишечный тракт пероральным путем. Инкубационный период обычно составляет 7 дней, хотя может составить и 5–28 дней. Возможно, болезнь может проявляться без выявления паразита, однако, даже если паразит остается невыявленным, инфицированный человек является источником

инфекции для других. Характерными признаками болезни являются диарея, боль в эпигастральной области, рвота, недомогание и лихорадка. Продолжительность и тяжесть заболевания в значительной степени зависят от иммунологического статуса инфицированного лица. Криптоспоридиоз может стать хроническим у больных СПИДом и привести к смерти (Haas C.N., 1999).

82. Болезнь может передаваться непосредственно от человека к человеку или от животного к человеку контактным путем (дома, в школах, в домах для престарелых, животноводческих фермах и т.д.) или косвенно, пероральным путем при потреблении прохладительных напитков, загрязненных продуктов питания и питьевой воды. Паразит очень устойчив к дезинфицирующим средствам, содержащим хлор, но неустойчив к озону. Вспышки, связанные с общественным водопроводом, происходят в связи с плохими фильтрами.

83. Считается, что инфицирующая доза очень низкая. Теоретически пероральное поступление одной жизнеспособной ооцисты может вызвать инфекцию. В исследовании с участием здоровых взрослых добровольцев 30 ооцист вызвали 20% инфекционный показатель. Считается, что вирулентность штаммов *Cryptosporidium* очень различна (Gibson et al. 1998).

84. Инфекционные ооцисты поступают из фекалий инфицированных людей или теплокровных животных. Известно, что, приблизительно 40 видов млекопитающих являются резервуаром патогенных организмов. Среди них домашние (крупный рогатый скот, свиньи, собаки, кошки) и дикие животные. Важную роль как животные, являющиеся резервуаром патогенных организмов, играют телята. Они могут выделять 7×10^6 ооцист на 1 г фекалий.

85. Исследования показали, что патогены можно обнаружить приблизительно в 65–97% наземных вод. Несмотря на то что большое число паразитов было обнаружено в наземных водах, в которые сливают обработанные и необработанные отходы, они гораздо реже выявляются в грунтовых водах. Значительное число *Cryptosporidium parvum* обнаруживают при сильных дождях (Kistemann T., 1998; Karanis P. and Seitz, H.M., 1996; Juranek D.D., 1995; Teunis P.F., 1997).

86. Питьевая вода, полученная из наземных вод, загрязненных фекалиями человека или животных, является основным источником контаминации. *Cryptosporidia*, выявленные в сырой воде, могут быть обнаружены в питьевой воде (в более низких концентрациях) после стандартных методов обработки. Паразит характеризуется высокой цепкостью, низкой инфицирующей дозой и высокой устойчивостью к средствам дезинфекции (Exner, M. 1996).

87. Возможность паразита передаваться через питьевую воду подтверждается документально рядом вспышек заболеваний, связанных с водой. В 1983 и 1984 гг. Первые документированные вспышки заболеваний, передаваемых через воду, имели место в Соединенном Королевстве и США. До настоящего времени часто сообщалось о вспышках с очень высоким числом заболеваний в отдельных местах (Hunter P., 1997).

Лямблиоз

88. *Giardia* spp. – жгутиковые протозойные паразиты рода *Giardia*. Считается, что *Giardia lamblia* (также называемые *G. duodenalis* или *G. intestinalis*) наиболее часто вызывают диарейные болезни и являются наиболее часто встречающимися в мире кишечными паразитами человека. Клинические симптомы после инфицирования цистами включают: асимптоматические пассажи цист, острую, обычно самокупирующуюся диарею, а также хронические симптомы диареи. В дальнейшем могут присоединяться кишечные спазмы, малабсорбция и потеря массы тела.

89. Инфицирующая доза очень низкая. Инкубационный период обычно составляет около одной–двух недель. Острый эпизод болезни обычно проходит через 10 дней, но может длиться 4–12 недель (Hunter P., 1997).

90. В развивающихся странах *Giardia* – один из главных кишечных патогенов, инфицирующих детей. Его распространенность составляет 15–20% среди детей младше 10 лет.

91. Паразит широко распространен в окружающей среде, встречается в тонкой кишке человека и многих позвоночных, поступает в водоемы через стоки нечистот, дождевые стоки и выделения инфицированных животных. Цисты могут выживать в водном окружении в течение длительного времени, не утрачивая свою инфективность (Gibson, C.J., 1998; Gleeson, C. and Gray N., 1997).

92. Вода играет основную роль в передаче *Giardia*. Большинство вспышек инфекций, передаваемых через воду, имеют место в результате недостаточного хлорирования и/или несоответствующих методов фильтрации питьевой воды. Подобно *Cryptosporidium parvum* паразит относительно устойчив к хлору и обладает высокой липкостью.

93. В ряде исследований показано, что наиболее частая ассоциация между *Cryptosporidium* и *Giardia* наблюдается в источниках поверхностных вод, местах с высокой плотностью домашних и диких животных. В то время как, с одной стороны, *Cryptosporidium* повсеместно встречается в концентрациях, коррелирующих с частотой молочных ферм и распространенностью ланей в исследуемом районе. С другой стороны, цисты *Giardia* в основном ассоциируются с наличием стоков нечистот (Atherholt T.B., 1998; Kistemann T., 2002; Ong C., 1996; Payment P., 2000; Robertson LJ, 2001).

Г. Болезни, имеющие большое значение на местном уровне

94. Предыдущий раздел суммировал некоторые ключевые данные по болезням, связанным с водой, которые признаны важными Участниками Протокола по Воде и здоровью. Тем не менее лица, участвующие в составлении данного документа, также признают, что следует рассмотреть две дополнительные патологии, имеющих большее местное, чем региональное значение.

Гельминтозы

95. Несмотря на то, что гельминтозы не считаются важной проблемой здравоохранения во всех странах, подписавших Протокол, Участники согласились с тем, что гельминтозы могут иметь значение на местном уровне. Это имеет место в случае недостаточного водоснабжения для обеспечения основных потребностей гигиены, что широко распространено в сельских районах центральной Азии. Проблема также может иметь значение на местном уровне при принятии решения о применении использованной воды в сельскохозяйственных целях, например, как меры смягчения изменения климата. Принимая во внимание местное значение гельминтозов, считается, что их краткое описание будет целесообразным.

96. Гельминтами обычно называют паразитических червей. Как правило, они инвазируют хозяина в стадии личинки и мигрируют по телу, до того как превратятся во взрослую особь в кишечнике. Они могут вызывать тяжелые поражения кожи и органов, а также недостаточность питания.

97. Основные инфекционные гельминтозы у человека вызывают нематоды (круглые черви), трематоды и цестоды (ленточные черви). Путь передачи через

пероральное поступление яиц и контакт с загрязненной фекалиями почвой и пищей (Mahmoud A.A.F, 2000). Проблема заключается в использовании недостаточно обработанной сточной воды в ирригации и навоза в обогащении почвы. Такая практика часто ассоциируется с увеличением распространенности кишечных гельминтозов и диарейных болезней среди рабочих, фермеров и потребителей (Maga D. and Cairncross S., 1989).

98. Инфицирование нематодами включает аскаридоз, трихоцефалез, анкилостомоз. Трихоцефалез является одним из наиболее распространенных гельминтозов человека. В мире насчитывается 800 млн случаев, особенно в теплых и влажных регионах (Mahmoud A.A.F, 2000). У человека инфекция манифестирует как мягкая анемия, кровавая диарея или хронические желудочно-кишечные болезни. Могут также наблюдаться недостаточность питания и задержка роста. По оценкам, распространенность аскаридоза в мире составляет более 1 млрд человек. Болезнь встречается во всех возрастах среди дошкольников и младших школьников. Превалирующие симптомы включают легочные нарушения и нарушения, связанные с питанием. Географическая распространенность анкилостомоза связана с тропическими и субтропическими зонами. Анемия и недостаточность питания – основные проявления этой инфекции (Mahmoud A.A.F, 2000).

99. Трематоды – это паразитические черви, вызывающие шистосомоз, клонорхоз и фасциолез. Человек – конечный хозяин пяти видов шистосом. Каждый вид имеет специфическое географическое распределение. За появление шистосомоза отвечают два основных фактора – наличие улиток как промежуточных хозяев и метод утилизации человеческих экскрементов. Хроническая болезнь затрагивает в основном кишечник и печень. *Clonorchis sinensis* – паразит млекопитающих, потребляющих рыбу. Несмотря на то что человек является случайным хозяином, миллионы людей инфицированы на Дальнем Востоке, где традиционно едят сырую или недостаточно приготовленную рыбу (Mahmoud A.A.F., 2000).

100. Распространенные паразиты-цисты у человека – ленточные черви рыб, коров и свиней. Название указывает на основной путь передачи. Цисты поступают перорально со свежей водой, рыбой или загрязненным мясом. Симптомы, ассоциируемые с инфекцией, обычно незначительны, но может проявляться дискомфорт в желудочно-кишечном тракте (King C., 2000).

101. Передача инфекционных болезней, вызванных гельминтами, зависит от прерывания цикла жизни паразита. Передача может быть сокращена или устранена путем тщательной утилизации человеческих отходов с целью ограничить распространение паразитов в окружающей среде, использования безопасных кормов для животных, переносчиков инфекций, таких, как крупный рогатый скот, свиньи и рыба, проверки мяса и тщательной кулинарной обработки пищи с целью убить цист.

Цианобактерии в питьевой воде

102. Цианобактерии, встречающиеся повсеместно, – прокариотические микроорганизмы, обитающие в основном в поверхностных водах материка или прибрежных поверхностных водах. При благоприятных условиях плотность их становится высокой, и они могут приводить к цветению воды и образованию тины. В качестве вторичных метаболитов большинство цианобактерий продуцируют цианотоксины, которые могут быть сгруппированы в соответствии со своими биологическими эффектами (Codd et al, 2005) в:

- a) гепатотоксины (микроцистины и нудолорины);
- b) нейротоксины (сакситоксины, анатоксин-а, гомоанатоксин-а, анатоксин-а (s));

- с) цитотоксины (целиндруспермопсин);
- д) раздражители и токсины желудочно-кишечного тракта: аплайзиатоксин, дебромоаплайзиатоксин, лингбайатоксин (производимый морскими цианобактериями);
- е) липополисахаридные (ЛПС) эндотоксины;
- ф) другие цианотоксины, токсикологический и экотоксикологический профиль которых в настоящее время известен лишь частично, такие, как микровиридин J и β-N-метуламино-L-аланине (ВМАА).

103. Особый интерес представляет образование ВМАА, неэссенциальной аминокислоты, разнообразными как свободно живущими, так и симбиотическими цианобактериями (Cox et al, 2005). Несмотря на существующие противоречия, ВМАА считается потенциальным этиологическим агентом, вызывающим некоторые серьезные нейродегенеративные болезни (Miller, 2006; Lobner, 2007). При благоприятных условиях для их роста (то есть достаточности питания, благоприятной температуре, освещении) цианобактерии могут приводить к цветению воды и образованию тины. Токсичность бактерий при цветении определяется составом их штаммов (токсичные/нетоксичные генотипы). Количество микроцистинов, продуцируемых популяцией цианобактерий в культуре, прямо пропорционально показателю их роста. Наибольшее количество продуцируется во время поздней логарифмической фазы. Помимо динамики популяции на концентрацию микроцистинов в водных источниках влияют некоторые параметры окружающей среды, такие, как наличие питания, температура, рН, свет и т.д. (Sivonen and Jones, 1999). Цианотоксины могут находиться как в клетках цианобактерий, так и быть растворенными в воде в зависимости как от характера токсина, так и от стадии роста (Chorus and Bartram, 1999; van Apeldoorn et al., 2007). Наиболее высокие уровни цианотоксина, по сообщениям, наблюдаются при наличии налета и тины при цветении воды, так как на их общую концентрацию в поверхностных водах влияет наличие этих форм биомассы. Общая концентрация до 25 000, 12,1 и 3300 мкг/л наблюдалась в поверхностных водах для микроцистинов (MCs), целиндросперминов (CYN) и анатоксина-a(s) соответственно (Sivonen and Jones, 1999; Rucker et al., 2007). Содержание интрацеллюлярных MCs обычно выше, чем растворенных в окружающей воде (van Apeldoorn et al., 2007; Ibelings and Chorus, 2007). И наоборот, более высокие уровни CYN наблюдались в растворенной форме, чем внутри клеток (Rucker et al., 2007). Данных в отношении доли растворенных форм CYN в общем уровне других цианотоксинов недостаточно. После старения, увядания налетов или их обработки с помощью альгицидов, высокие концентрации растворенных цианотоксинов могут наблюдаться в окружающей воде (van Apeldoorn et al., 2007; Jones and Orr, 1994).

Риск, ассоциируемый с экспозицией цианотоксинов

104. Экспозиция цианотоксинов для человека может происходить несколькими путями: до сегодняшнего дня пероральный путь остается наиболее важным – потребление загрязненной питьевой воды или пищи (включая пищевые добавки) или при заглатывании воды во время рекреационной деятельности. Чрескожная и ингаляционная экспозиция также может иметь место при рекреационной, спортивной и профессиональной деятельности (например, ловля рыбы) в зараженной воде или при домашнем использовании цианотоксинсодержащей воды, например при принятии душа. Парентеральный путь экспозиции также возможен, когда загрязненная вода из поверхностных водоемов используется для гемодиализа. Риск для человека, связанный с различными путями экспозиции цианотоксинов,

оценен и обобщен в ряде публикаций (Chorus and Bartram, 1999; Funari and Testai, 2008; van Apeldoorn et al., 2007; Ibeling and Chorus, 2007).

Случаи интоксикации человека, связанные с загрязнением питьевой воды цианобактериями

105. Экспозиция цианотоксинов для человека ассоциировалась с рядом эпизодов заболевания. О наиболее важном было сообщено из Бразилии, когда 56 пациентов из 130 при процедуре гемодиализа умерли после использования воды, которая впоследствии оказалась зараженной МСs (Jochimsen et al., 1998, Azevedo et al., 2002). Действительно, парентеральный путь экспозиции значительно увеличивает внутреннюю дозу токсина, непосредственно попадающего в кровь, поэтому он является соответствующим для оценки факторов риска для здоровья человека (Funari and Testai, 2008). Принимая во внимание определенную экспозицию вместе с паталогическим состоянием пациентов, вода, используемая для диализа, не должна быть загрязнена цианотоксинами. Когда инфицированные поверхностные воды используются для обеспечения питьевой воды, цианотоксины могут загрязнять питьевую воду, если их не удалить соответствующим образом с помощью систем обработки. С этой точки зрения наибольший риск опасной экспозиции имеет место при использовании нефилтрированных/необработанных поверхностных вод. В зависимости от уровня цианотоксинов в питьевой воде, могут наблюдаться как острые/кратковременные, так и хронические эффекты на здоровье людей (Chorus and Bartram, 1999; Funari and Testai, 2008). Острые/кратковременные эффекты ассоциируются либо с потреблением сырой воды, инфицированной цианобактериями, либо с высокой концентрацией цианотоксина, растворенного в питьевой воде, в результате либо разрушения естественного цианобактериального налета или в связи с его искусственным лизисом, или в связи с неудачной обработкой воды.

106. До сих пор сообщалось о многих случаях интоксикации человека, некоторые из которых указаны в следующей **таблице 2**.

Таблица 2 Случаи интоксикации человека, вызванной цианобактериями

<i>Этиологический агент</i>	<i>Место</i>	<i>Вспышка</i>	<i>Эффекты</i>	<i>Ссылка</i>
Цветы Anabaena & Microcystis	Бразилия	2000 случаев гастроэнтерита и 88 случаев сметри в течение 42 дней		Teixera et al, 1993
Обработка сульфатом меди налета <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	Австралия	140 детей и 10 взрослых, которым требовалась госпитализация в связи с повреждением печени и почек в течение недели	Полное выздоровление всех пациентов	Byth, 1980 Hawkins and Griffiths, 1993
Различный налет, зараженный цианобактериями	Австралия, Австрия	Гастроэнтерит и повреждение печени	???	Botes et al, 1985 Fawell at al, 1993 Zilberg, 1996 El Saadi et al, 1995 Falconer. 1989, 1994

107. Острые/кратковременные эффекты можно предотвратить при соответствующем сокращении как числа внутриклеточных (> 99%), так и растворенных цианотоксинов (Jones and Orr, 1994; Dietrich and Hoeger, 2005).

108. В отношении бедных стран можно дать рекомендации не использовать поверхностные воды, инфицированные налетом цианобактерий, без фильтрации с

целью удаления клеток (то есть простая фильтрация песком) и избежать использования воды, когда цветы налета увядают (портятся с возрастом) и концентрации экстарцеллюлярного токсина должны быть выше (Funari and Testai, 2008). Хронические эффекты трудно выявить и продемонстрировать. Данные, полученные в результате эпидемиологических исследований, проведенных в Китае (Ueno et al, 1996) и во Флориде (Fleming et al., 2001; 2002), не смогли продемонстрировать, что экспозиция цианотоксина является действительной причиной наблюдаемых эффектов, то есть рака печени и колоректального рака, а только указали, что она, вероятно, может быть среди основных причин. Плохое качество имеющихся эпидемиологических данных в связи с проектом исследования и/или наличием сильных, сбивающих с толку факторов позволило IARC (2006) сделать вывод, что ассоциировать избыточный риск развития гепатоцеллюлярной карциномы и колоректального рака с экспозицией МС не представляется возможным. Несмотря на то что эпидемиологические данные не являются убедительными, имеются некоторые токсикологические данные, которые можно использовать, по крайней мере, в отношении некоторых цианотоксинов для оценки риска, связанного с потреблением загрязненной питьевой воды, используя объединенные, признанные на международном уровне процедуры оценки риска. В случае МС-LR, ВОЗ (2004) ВОЗ выбрала субхронический NO(A)EL=40мкг/ кг массы тела/день (Fawell et al., 1994). Выбор этого NO(A)EL представляет собой пример применения консервативного подхода, так как он был получен в исследовании, проводимом на мышах, более чувствительных к острым эффектам МС-LR, чем люди. Эффекты LO(A)EL (200 мкг/кг массы тела/день) незначительны и включают ограниченное число животных. Путь экспозиции, скорее зондовое питание, чем питание продуктами, которое дает более высокое значение NO(A)EL (Funari and Testai, 2008). Фактор неопределенности (ФН) равен 1000 (принимая во внимание внутри- и межвидовую вариабельность (100) и отсутствие данных о хронической токсичности), получен предварительный показатель Переносимого суточного потребления (ПСП), равный 0,04 мкг МС-LR/кг массы тела/день: это значит, что взрослый с массой тела в 60 кг может подвергаться пероральной экспозиции 2,4 мкг в день в течение всей жизни без какого-либо токсикологического эффекта. В свете использованного подхода это значение является довольно консервативным, чтобы считать, что экспозиция в течение ограниченного периода МС-LR в дозах, подобных или незначительно превышающих ПСП, не представляет реального риска для человека. На основе этого ВОЗ (2004) вычислила предварительную рекомендуемую величину (РВ)= 1 мкг/л для МС-LR, содержащегося в питьевой воде, учитывая суточное потребление питьевой воды 2 л и фактор распределения (ФР)=0,8 (означающий, что питьевая вода составляет 80% общего потребления МС-LR).

109. Специфических РВ для различных МС-синергистов (имеющих различную острую токсичность обычно ниже, чем МС-LR) не существует, поэтому предложена рекомендация по использованию эквивалентов концентрации в качестве значения по умолчанию для общей концентрации всех МС-вариантов (Chorus and Bertram, 1999). ВОЗ не дает РВ для каких-либо других цианотоксинов в связи с отсутствием адекватных токсикологических данных. Тем не менее можно сделать некоторые предварительные предположения об оценке риска (Funari and Testai, 2008). В отношении анатоксина-а действительный NO(A)EL не был идентифицирован, так как в субхроническом исследовании при наивысших тестированных дозах (510 мкг/кг массы тела/день) никаких эффектов не наблюдалось (Astrachn et al., 1980; Fawell et al., 1999). Тем не менее при использовании наивысшего значения в качестве NO(A)EL, предварительное ПСП=0,51 мкг/кг массы тела/день может быть выведено, применяя ФН=1000, как и для МС-LR, что приведет к РВ, равному 1,2 мкг/л (Duy et al., 2000). Основываясь на этих рассуждениях, было предложено, что РВ=1 мкг/л для

общей концентрации анатоксина в питьевой воде обеспечит адекватный порог безопасности для защиты здоровья населения, подвергающегося потенциальной экспозиции. Предел=6 мкг/л, принятый в Новой Зеландии для общего содержания анатоксинов в питьевой воде, а также принятый в Австралии для анатоксина-а, равный 3 мкг/л (Chogus, 2005), соответствуют этим положениям.

110. Что касается CYN, взяв показатели субхронического NO(A)EL = 30 мкг/кг массы тела/день (Humpage and Falconer, 2003) и разделив его на ФН = 1000 как и ранее для других цианотоксинов, был выведен уровень ПСП = 0,03 мкг/кг массы тела/день. Таким образом, ежедневное поступление CYN до 1,8 мкг на человека (с массой тела 60 кг) в течение жизни, по-видимому, не представляет риска. Так как, возможно, метаболиты CYN имеют генотоксический потенциал, ПСП должен обновляться по мере поступления новых данных. Может быть выведена РВ = 0,81 мкг/л (округленная до 1 мкг/л) (Humpage and Falconer, 2003; Codd et al., 2005), используя такой же подход, как описан для MC-LR. Токсикологические данные можно также использовать для определения безопасных концентраций в отношении острого риска. Стартовой точкой должна быть идентификация острой дозы, не производящей каких-либо эффектов (острого NOAEL). В исследованиях острой токсичности при пероральном приеме признаки гепатотоксичности MC-LR присутствовали даже при самых низких тестируемых дозах (LOAEL=500 мкг/кг массы тела). Однако имеются исследования острого эффекта при внутрибрюшинном поступлении, указывающие, что дозы в диапазоне 25–50 мкг/кг массы тела не производят никаких эффектов на печень мыши – целевой орган (Fromme et al., 2000).

111. Учитывая, что MC-LR в 30–100 раз токсичнее, чем после пероральной экспозиции, должен использоваться коррекционный фактор = 10 в добавление к ФН = 100, чтобы учесть внутри- и межвидовую вариабельность видов. Затем была получена острая доза, не вызывающая эффекта = 2,5 мкг/кг массы тела, соответствующая 150 мкг на человека для взрослого массой тела 60 кг. Так как кривые доза–ответ в исследованиях внутрибрюшинной экспозиции очень крутые, особое внимание следует уделять при экспозиции MC-LR, близкой к дозе отсутствия острого эффекта. На этом уровне экспозиции общего MCs острого эффекта не наблюдается, также принимая во внимание, что оценка была основана на данных для MC-LR, которые являются одними из наиболее токсичных вариантов. Несмотря на то что до сих пор не сообщалось о случаях интоксикации человека, связанных с питьевой водой, загрязненной STX, они также могут вызывать озабоченность в отношении острых эффектов в связи со своей распространенностью в свежей воде до 2700 мкг/л (Batorèu et al., 2005). В связи с этим некоторые страны предложили РВ или адаптированные обязательные регуляторные правила: рекомендуемая концентрация – 3 мкг/л эквивалентов STX в питьевой воде была принята в Австралии (NHMRC, 2001) и 1 мкг/л – в Новой Зеландии (Ott et al., 2004). Учитывая ежедневный прием 2 л питьевой воды, эти регуляторные ограничения соответствуют 2–6 мкг STX на человека, что является лишь незначительной частью предела, принятого Европейским союзом (ЕС) в отношении двустворчатых моллюсков (80 мкг эквивалентов STX на 100 г мяса, см. ниже), с тем чтобы защитить потребителей от острых эффектов (Директива ЕС 91/492/ЕЕС от 15 июля 1991 г. определила условия для производства и продажи на рынке живых двустворчатых моллюсков).

Н. Мониторинг

112. Выявление патогенных организмов во второй половине XIX века в скором времени привело к пониманию того, что эти патогены могут передаваться через питьевую воду. До конца XIX века патогены двух болезней – холеры и брюшного

тифа – первыми были признаны как передаваемые через питьевую воду. В последующем передаваемыми через воду были признаны многие другие патогенные организмы. В **таблице 2** выше, указаны патогены, передаваемые через воду, которые могут встречаться в водных ресурсах. Это привело к пониманию того, что эти патогены могут передаваться через питьевую воду. До конца XIX века патогены двух болезней – холеры и брюшного тифа – первыми были признаны как передаваемые через питьевую воду. В последующем передаваемыми через воду были признаны многие другие патогенные организмы. В **таблице 3** ниже, перечислены патогены, которые могут встречаться в источниках воды в опасных для здоровья концентрациях (Schoenen, D, 1996).

Таблица 3 Патогены, передаваемые через воду

<i>Бактерия</i>	<i>Вирусы</i>	<i>Простейшие</i>
<i>Vibrio cholerae</i>	Полиовирус, тип 1, 2 и 3	<i>Entamoeba histolytica</i>
<i>Salmonella typhi</i>	Вирусы гепатитов А и Е	<i>Giardia lamblia</i>
<i>Salmonella paratyphi</i>	Энтеровирусы	<i>Cryptosporidium parvum</i>
<i>Salmonella enteritidis</i>	Ротавирусы	<i>Toxoplasma gondii</i>
<i>Shigella spp.</i>	Аденовирусы	
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Норовирусы (Норволк-подобные вирусы)	
<i>Campylobacter jejuni</i>	Вирус-Коксаки	
<i>Escherichia coli</i> (pathogen strains)		
<i>Leptospira spp.</i>		

113. В следующем тексте не уделяется внимания патогенам, встречающимся в воде в количествах, не значительных для здоровья, но которые могут воспроизводиться в водопроводных сетях (см. **таблицу 4**); минимизация риска для здоровья, которые представляют эти патогены, требуют специальных профилактических мер.

Таблица 4 Патогены, которые могут воспроизводиться в водопроводной системе (Адаптировано из: Ainsworth R, 2004, p 5-8)

Патогены, которые могут воспроизводиться в водопроводной системе
Pseudomonas aeruginosa
Legionella spp.
Aeromonas hydrophila
Flavobacterium spp.
Acinetobacter spp.
Амебы (Acanthamoebae, Naeglerias)
Атипичные микобактерии

114. За исключением *Leptospira* патогены, перечисленные в **таблице 3**, передаются фекально-оральным путем, то есть эти патогены экскретируются из желудочно-кишечного тракта человека и животных, а поступают перорально. Патогены могут передаваться через прямой контакт от человека к человеку или от животного к человеку либо через пищевой продукт, питьевую воду и другие предметы, так как эти патогены чрезвычайно устойчивы к повреждающему действию окружающей среды. В противоположность этому *Leptospira* передается, как правило, при контакте кожи с загрязненными предметами или, в исключительных случаях, перорально через загрязненную воду.

115. В последние годы внимание было переключено на возможность появляющихся паразитических патогенных организмов, таких, как *G. lamblia*, *C. parvum*, о которых говорилось ранее, вызывать потенциальный риск для здоровья.

III. Риск для здоровья, вызванный химическими агентами

Главный автор: Annette Look

A. Основные химические аспекты

116. Человек может выжить без кислорода в течение трех минут, без воды в течение трех дней и без пищи в течение тридцати дней, поэтому вода чрезвычайно важна для человека. В среднем вода – это раствор различных ингредиентов, поступивших из разных источников:

а) Встречающиеся в природе химические агенты (например, карбонаты, кальций, магний, хлориды, натрий, калий, а также мышьяк, фтор и радиоактивные вещества)

б) Химические агенты, связанные с обработкой питьевой воды и продуктами, полученными в результате химических реакций (алюминий, хлор, фосфаты, тригалометаны)

с) Химические агенты, поступающие в питьевую воду в связи с контактом с материалами сети водопроводов питьевой воды (железо, свинец, медь)

д) Химические агенты, поступающие в источник питьевой воды в связи с антропогенной деятельностью (пестициды, антибиотики, вещества, содержащие эстрогены)

Органолептическая оценка

117. Запах, внешний вид, вкус являются важными критериями при оценке качества питьевой воды. На запах могут влиять продукты, появляющиеся при гниении, такие, как соль сероводородной кислоты. Инстинкт запаха может выступать в роли предупредительного механизма при наличии токсических веществ или микробиологического загрязнения, например, в случае патогенов, выделяющих газ. Запах может определяться как металлический, земляной, ароматический, гнилостный. Нос человека может выявлять следовые количества химических агентов, намного более низкие, чем пределы аналитического выявления. Тем не менее, хотя оценка с помощью органов чувств важна, с помощью нее нельзя оценить все факторы риска и она не может быть единственным и достаточным методом оценки.

118. Внешний вид питьевой воды оценивается в основном по мутности и окраске. Окрашенная или мутная вода может указывать на то, что она загрязнена, и также может косвенно указывать на микробиологическое загрязнение. Оценка качества воды по внешнему виду, как и по запаху, может предупредить человека. Химически восстановленная грунтовая вода может содержать соли железа (II) и марганца (II). Взятая из-под крана вода может быть чистой, но при действии воздуха железо и марганец окисляются и переходят из бесцветных растворимых форм в окрашенные твердые формы. При использовании воды, содержащей железо или марганец, на домашней утвари и одежде появляются коричневые и черные пятна, а в трубах и нагревателях – осадок. Как железо, так и марганец необходимы для здоровья человека, однако при чрезмерной экспозиции могут возникать побочные эффекты (ВОЗ, 2004).

119. На вкус вода должна быть освежающей, поэтому питьевая вода хорошего качества не должна иметь запаха, цвета и мутности и должна быть аппетитной. В зависимости от растворенных химических веществ вкус воды может быть соленым, горьким, металлическим, мыльным и т.д. При уровнях выше 2,5 мг/л медь придает воде горький вкус. Вода, содержащая высокие уровни натрия и хлоридов (вкусовой порог – 200-300 мг/л), на вкус соленая. Если избегать употребления воды с высокими концентрациями солей, организм будет защищен от отрицательного влияния вне- и внутриклеточной воды. Увеличение концентрации электролитов приводит к нарушению активности ферментов, необходимых для жизнедеятельности. Как и два других параметра, связанных с чувственным восприятием, вкус может указывать на наличие вредного вещества.

Нежелательные эффекты при подготовке питьевой воды

120. Для определения токсичных ингредиентов, которые не могут быть выявлены с помощью органов чувств, необходимо дальнейшее тестирование. Должен быть проанализирован процесс экстракции питьевой воды. На питьевую воду влияют:

- (a) выбор источника питьевой воды
- (b) методы обработки воды
- (c) выбор материалов для системы водопровода питьевой воды

121. По геологическим причинам источник питьевой воды может содержать нежелательные вещества, такие, как например, мышьяк. Другие загрязнители имеют в основном антропогенное происхождение (нитраты, свинец и т.д.).

122. По антропогенным причинам источник воды может содержать ряд нежелательных веществ:

- (a) промышленные продукты (например, тяжелые металлы, растворители)
- (b) продукты экстенсивного сельского хозяйства (например, пестициды, нитраты, нитриты, вспомогательные продукты для откормки скота, такие, как содержащие антибиотики и эстрогены)
- (c) продукты, связанные с несчастными случаями (например, нефть, радиоактивные вещества)

123. При обработке воды различные материалы используются для фильтрации, осаждения и дезинфекции с целью улучшить качество и количество воды. С тем чтобы избежать отрицательного влияния качества воды на этой стадии процесса используемые материалы не должны выделять вещества в токсичных концентрациях.

124. Следует избегать нежелательных концентраций побочных продуктов (например, тригалометанов) во время процесса дезинфекции.

125. Способность окончательной питьевой воды растворять продукты и выщелачивать контаминанты из продуктов, с которыми она соприкасается, следует принимать во внимание при выборе материалов для сети водопровода. Нежелательные вещества могут быть высвобождены в связи с хорошими качествами воды как растворителя. Вода может высвободить асбест и тяжелые металлы из системы труб. Растворяющая способность воды увеличивается при значениях pH ниже 7. Использование различных металлов, находящихся в контакте с водой, также может отрицательно влиять на качество воды. Образуются электрохимические элементы, в результате чего основной металл, например свинец, расщепляется.

Основа для установления рекомендуемых величин

126. Химические агенты в питьевой воде могут иметь острые и хронические эффекты на здоровье человека. ВОЗ разработала рекомендации для ряда химических агентов в питьевой воде, с тем чтобы защитить здоровье человека при длительной экспозиции.

127. Пороговые величины основаны на переносимом суточном потреблении (ПСП).

$$\text{ПСП} = (\text{NOAEL или LOAEL}) / \text{ФН},$$

где

NOAEL=уровень ненаблюдаемого вредного эффекта

LOAEL=уровень минимального вредного эффекта

ФН=фактор неопределенности

128. Для химических агентов в питьевой воде существенной является рекомендуемая величина (РВ):

$$\text{РВ} = (\text{ПСП} \times \text{МТ} \times \text{Д}) / \text{П},$$

где

МС= масса тела

Д=доля ПСП, находящаяся в питьевой воде

П=суточное потребление питьевой воды

В. Выбранные параметры

129. В следующем разделе описаны некоторые химические агенты, которые оказывают токсические или возможно токсические эффекты на человека. Всеобъемлющий обзор рекомендуемых величин (РВ) можно найти в (WHO, 2004), а детальное описание оценки химического риска – в (WHO, 2007), как и детальный указатель основных документов о химических загрязнителях в питьевой воде³.

Неорганические вещества

Мышьяк

130. Мышьяк попадает в питьевую воду в основном при растворении минералов и руд, встречающихся в земной коре. В коммерческих целях промышленный мышьяк используется как агент для сплава при производстве транзисторов, лазеров и проводников.

131. Предварительная РВ составляет 0,01 мг/л.

132. Технически возможно достичь концентрации мышьяка 5 мкг/л или ниже путем оптимизации обработки воды, но более обоснованной величины – 10 мкг/л – можно достичь, применяя традиционные методы, например коагуляцию.

Фтор

133. Почти во всех водах содержатся следы фторидов. Наиболее важными источниками являются естественные горные породы.

³ Индекс доступен из URL http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/index.html доступен в сети 17 ноября 2008 г.

134. РВ составляет 1,5 мг/л. Если потребление фтора из других источников, вероятно, приблизится или будет больше 6 мг/день, то будет целесообразным рассмотреть устанавливаемые стандарты ниже концентрации РВ.

135. Концентрация 1 мг/л должна быть достигнута, используя активированный алюминий (не обычный процесс обработки, а относительно простой процесс установки фильтров). Тем не менее в районах с высокими уровнями естественных фторидов в питьевой воде, РВ возможно будет трудно достичь в ряде случаев при имеющихся технологиях обработки воды.

Кадмий

136. Появление кадмия в источниках питьевой воды обычно имеет антропогенное происхождение. Кадмий – сопутствующий элемент цинку и появляется при добыче и обработке цинка. Кадмий также содержится в каменных горючих и высвобождается в окружающую среду в процессе горения. Более того, батарейки содержат кадмий.

137. РВ для кадмия составляет 0,003 мг/л. При обработке воды достижима величина 0,002 мг/л при использовании коагуляции и смягчения осаждением.

Алюминий

138. Мобилизация алюминия происходит путем осаждения, когда дождь и снег приносят кислоты из атмосферы на поверхность земли. Двуокись серы из промышленных и домашних выбросов при осаждении уменьшает рН путем образования кислот. При таких низких значениях рН алюминий³⁺ может быть вновь мобилизован из почвы и осадков. Более того, алюминий³⁺ может вступить в гидрологический цикл в связи с процессом неумелой флокуляции при обработке питьевой воды и воды для мытья.

139. В кислотной воде алюминий уже является высокотоксичным для рыбы в концентрациях ниже 0,1 мг/л, и планктон погибает. Нельзя исключить связь между нейродегенеративными заболеваниями человека и содержанием алюминия в питьевой воде.

140. Хотя РВ для алюминия не существует, его высокие концентрации, достигающие водопроводных систем, могут привести к отложениям флокулированных осадков, которые могут приводить к последующим проблемам. Обычно можно поддерживать концентрацию 0,2 мг/л и достичь 0,1 мг/л при хорошо поставленной широкомасштабной работе по обработке воды.

Нитраты и нитриты

141. Нитраты в низких концентрациях могут быть выявлены почти во всех водах. Большие концентрации могут быть вызваны выщелачиванием солевых пород, применением сельскохозяйственных удобрений и расщеплением и окислением органических и неорганических веществ. Высокое содержание нитратов в питьевой воде может вызывать метгемоглобинемию у младенцев. Нитраты потенциально канцерогенны, так как в организме возможно их превращение в нитриты.

142. РВ для нитратов составляет 50 мг/л, с тем чтобы защитить грудных детей от метгемоглабинемии (кратковременная экспозиция).

143. РВ / предварительная РВ для нитритов составляет 3 мг/л в отношении метгемоглабинемии у младенцев (кратковременная экспозиция), 0,2 мг/л (предварительная) (длительная экспозиция).

144. РВ в отношении хронических эффектов нитритов считается предварительной в связи с неопределенностью в отношении релевантности наблюдаемых побочных эффектов для человека и восприимчивости человека по сравнению с животными.

145. При водоподготовке необходимо достичь уровня 5 мг/л для нитратов, используя методы биологической денитрификации (поверхностные воды) и ионного обмена (подземные воды), и уровня 0,1 мг/л для нитритов при использовании хлорирования.

Свинец

146. Повышенные уровни в окружающей среде наблюдаются вблизи районов свинцовых шахт и заводов по переработке свинца. Основным источником свинца в питьевой воде являются плюмбоферрированные трубы и детали. Концентрация свинца в системе труб повышается в случае длительного периода стагнации. Слой карбоната кальция может предотвратить контакт воды с металлической поверхностью. Коррозия увеличивает концентрацию свинца, особенно в окисленной воде. Химические и электрохимические методы водоподготовки предназначены для минимизации растворимости свинца.

147. РВ для свинца составляет 0,01 мг/л.

Пестициды

148. Ряд пестицидов используются в сельскохозяйственной деятельности (в Европе продается около 500). Несмотря на это, лишь немногие из них можно обнаружить в выявляемых уровнях в поверхностных и подземных водах.

149. И действительно, после применения в сельском хозяйстве пестициды могут выщелачиваться в подземные воды или попадать в наземные воды естественным путем или через дренаж. Обычно лишь незначительная часть примененных пестицидов достигает (если вообще достигает) водных резервуаров. И действительно, попадая в окружающую среду пестициды подвергаются многим процессам деградации. Более того, ряд пестицидов имеют большее сродство к почве, чем к воде, так как не имеют достаточной мобильности.

150. Состояние пестицидов в окружающей среде контролируется их физико-химическими свойствами (Gustafson, 1988; Singh et al., 2002; Dagnac et al., 2002; Turusov et al., 2002). Помимо присущих им свойств, другие факторы играют роль в процессе загрязнения резервуаров воды, такие, как тип культивации/обработки, уровень и частота применения и общего использования, характер почвы (состав и содержание органических веществ), гидро-геологические черты и климатические условия (Giuliano, 1995; FOCUS, 2000; Worrall and Kolpin, 2004).

151. Загрязнение пестицидами резервуаров воды имеет специфические особенности. Загрязнение пестицидами поверхностных вод зависит от сезона и обычно является кратковременным. Загрязнение пестицидами подземных вод менее (если вообще) зависит от времени года. Более того, подземные воды обычно более защищены, чем поверхностные, от процессов загрязнения и представляют собой источник питьевой воды высокого качества.

152. По этому вопросу существует большое число мониторинговых исследований (Senseman et al., 1997; Garmouma et al., 1997; Thurman et al., 1998; Funari et al., 1995, 1998; Kreuger 1998; Spliid and Koppen, 1998; EEA 1999; Tuxen et al., 2000; Scribner et al., 2000; Younes, 2000; Barbash et al., 2001; Van Maanen et al., 2001; Squillace et al., 2002; Cerejeira et al., 2003; Papadopoulou et al., 2004; Lapworth et al., 2006; Comoretto et al., 2007). Основным результатом этих исследований были выводы о том, что в загрязнении участвует относительно малое число соединений. Например, атразин, тербутилазин, метолахлор, бентазон, мекопроп, изопротурон, эксазинон, дихлоробензамид, дезэтилатразин и дезэтилтербутилазин часто определяются в подземных водах; атразин, дезэтилатразин, бентазон, диурон, МСРА, метолахлор,

молинат, оксадиазон, тербутилатразин и дезэтилтербутилатразин – в поверхностных водах.

153. Липофильные соединения, такие, как диоксины и ДДТ, в значительной степени взаимодействуют с частицами почвы, являются в сущности немобильными и не считаются загрязнителями воды.

Побочные продукты дезинфекции (ППД)

154. Побочные продукты дезинфекции могут быть классифицированы в четыре основных группы: трихалометаны (ТХМ), хлорированные ацетиловые кислоты, хлорированные кетоны и галоацетонетрилы. Особую озабоченность вызывают броматы, образованные при окислении бромидов.

155. Основными стратегиями, которые можно принять в целях сокращения концентрации ППД, являются:

- (а) Изменение условий процесса (включая устранение промежуточных соединений до дезинфекции)
- (б) Использование другого химического дезинфицирующего средства с меньшей возможностью производить побочные продукты
- (в) Использование нехимических дезинфицирующих средств и/или
- (д) Устранение ППД до распределения воды.

156. В попытках контроля концентраций ППД чрезвычайно важно не поставить под угрозу эффективность дезинфекции и поддерживать соответствующий остаточный уровень дезинфицирующего средства в системе водопровода.

Радиоактивность

157. ВОЗ вычислила справочные уровни для содержания радионуклидов в питьевой воде, используя следующее уравнение:

$$CУ = КИД / (h \text{ ин} \times q),$$

где:

CУ – справочный уровень содержания радионуклидов в питьевой воде (Бк/л)

КИД – критерий индивидуальной дозы, равный 0,1 мСв/год, используемый для данного вычисления

h ин – коэффициент дозы, получаемой взрослыми (мСв/Бк)

q – ежегодное потребление питьевой воды, принятое за 730 л/год

158. Справочные уровни для отдельных радионуклидов, содержащихся в питьевой воде, следующие:

²¹⁰Pb 0,1 Бк/л

²²⁴Ra, ²²⁵Ra и ²²⁶Ra 1 Бк/л

²²⁸RA 0,1 Бк/л

²¹⁰Po 0,1 Бк/л

²³⁵U и ²³⁸U 1 Бк/л

²³⁷U 100 Бк/л

^{238}U 10 Бк/л (предварительная РВ для содержания урана в питьевой воде составляет 15 мкг/л, основываясь на химической токсичности для почек)

^{229}Th 0,1 Бк/л

159. Детальный анализ отдельных радиоактивных веществ и их концентрации обычно не оправдан. Более практическим подходом является процедура скрининга, где первоначально определяется суммарная радиоактивность в форме альфа- и бета-радиоактивности без соотнесения со специфическими радионуклидами. Справочные уровни для питьевой воды, ниже которых не требуется принятия каких-либо мер, составляют 0,5 Бк/л для общей альфа-активности и 1 Бк для общей бета-активности.

IV. Факторы риска в водной системе

Главные авторы: Friederike Dangendorf, Roger Aertgeerts

160. Значительная часть проблем качества воды, связанных со здоровьем, вызвана наличием патогенных организмов. Необходим микробиологический контроль качества, который никогда нельзя игнорировать. Тем не менее следует признать, что серьезные проблемы для здоровья все еще вызывают химические загрязнители. Угрозы химического загрязнения все еще имеют место, и их оценка должна составлять составную часть любой программы управления факторами риска с их целостной оценкой, которая должна быть направлена на обеспечение безопасности воды.

161. Обеспечение безопасности питьевой воды основано на использовании множественных барьеров, действующих на пути от источников воды до потребителя, с тем чтобы предотвратить загрязнение питьевой воды, сократить возможное загрязнение до значительного уровня, не опасного для здоровья, посредством соответствующей обработки в ряде объединенных операций, а также обеспечить, чтобы такая безопасная вода достигла потребителя без ухудшения качества в системе распределения.

162. Управление факторами риска, основанное на их целостной оценке, которое характеризует успешные службы, связанные с водой, называется «план безопасности воды» и находится в сердцевине хорошо организованной службы водоснабжения.

A. Уязвимость ресурсов

Общие положения

163. В общем, на качество сырой воды влияют как естественные, так и человеческие факторы. Важными естественными факторами, которые могут повлиять на качество, являются живая природа, климат, топографические особенности, геология и растительность. Человеческие факторы включают точечные источники (например, муниципальные и промышленные стоки и канализации) и неточечные источники (например, городские и сельскохозяйственные стоки, включая, агрохимические, связанные с домашним скотом и рекреацией) загрязнения. Например, стоки из муниципальной канализации могут быть основным источником микробных патогенов; городские сливы и домашний скот также могут влиять на значительную часть микробиологического загрязнения. Контакт тела с водой во время рекреационных мероприятий может быть источником фекального загрязнения, а сельскохозяйственные сливы могут создавать проблемы для водоподготовки.

164. Важно, чтобы характеристики местного водосбора или водоносного пласта были хорошо поняты, а опасность, которая может вести к загрязнению воды, была бы идентифицирована и взята под контроль. Степень сокращения потенциально загрязняющей деятельности в рамках водосбора может казаться ограниченной, тем не менее введение хорошей практики обеспечения сдерживания опасных агентов обычно возможно без значительного ограничения деятельности. Развитие сотрудничества посредников может быть влиятельным инструментом для сокращения поллюции без сокращения полезного развития (WHO, 2003).

Новые водные службы

165. До того как выбрать новый ресурс, важно обеспечить, чтобы качество питьевой воды было удовлетворительным или чтобы ее можно было обработать до соответствующего уровня экономически приемлемым способом, используя современную технологию. Более того, имеющегося количества воды должно быть достаточно для обеспечения постоянных потребностей, принимая во внимание дневные и сезонные вариации и оценочный рост спроса в обслуживаемой общине. Такой рост может быть вызван не только увеличением населения, но и улучшением стандартов жизни или расширением какой-либо промышленной деятельности.

166. Правильный выбор и охрана водоисточника наиболее важны в обеспечении безопасной питьевой воды. Всегда лучше защитить воду от загрязнения, чем обрабатывать ее после загрязнения. Так как случаи загрязнения, вероятно, происходят время от времени, можно предотвратить загрязнение большей части питьевой воды, обеспечивая адекватную охрану источника.

167. С тем чтобы обеспечить выбор лучшего источника, следует провести тщательный анализ качества воды источника и сделать всеобъемлющую оценку уязвимости источника для загрязнения. Оценку следует делать на «худший случай», где это возможно. Санитарная инспекция и оценка уязвимости источника для загрязнения должны учитывать «худший случай». Санитарная инспекция должна указать на риск микробиологического загрязнения источника из ближайшего окружения и как идентифицировать меры, которые можно принять для защиты источника от непрерывного загрязнения. Оценка уязвимости загрязнению обеспечит информацию о риске загрязнения источника в более широкой перспективе и укажет на потенциальный риск химического загрязнения (пакеты данных семинара ВОЗ в отношении качества питьевой воды имеются on-line http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/dwqtraining/en).

Подземные воды

168. Дождевая вода или поверхностные воды, которые просачиваются в почву, могут собирать патогены во время пассажа через верхние слои почвы и приносить их в нижние слои. В особенности, сформированные ходы почвы могут горизонтально или вертикально быстро переносить на значительные расстояния вещества, как растворенные, так и в форме частиц. В фазе сатурации подземных вод частицы веществ, транспортируемых водой, могут адсорбироваться на поверхности почвенных материалов. Этот процесс удаляет из воды как неживые частицы, так и микроорганизмы, включая бактериальные, вирусные и паразитарные патогены. Возможность адсорбции почвы меняется в зависимости от пористости (чем меньше объем скважины, тем лучше показатель фильтрации) и протяженности потока воды в фазе сатурации. Вода из хорошо защищенного подземного резервуара свободна от патогенов и содержит очень низкое количество неспецифических микроорганизмов. Такие источники отвечают наиболее строгим гигиеническим и микробиологическим требованиям к оптимальному обеспечению питьевой водой.

169. Подземные воды уязвимы для поллюции, хотя это часто не принимается во внимание в связи с историческими воззрениями, как в установке «с глаз долой – из сердца вон». Понятие уязвимости подземных вод выводится из допущения, что физическое окружение может обеспечить некоторую степень защиты подземных вод от влияния природы и человека, особенно в отношении загрязнителей, поступающих в подземное окружение. В сухих и полусухих регионах, таких, как страны бассейна Каспийского моря, показатели эвапотранспирации обычно выше, повторного наполнения – ниже, а пуги потоков длиннее, чем во влажных районах. Это часто приводит к длительной резиденции и означает, что случаи поллюции могут иметь далеко идущие последствия. В результате для поддержания качества подземных вод, как и во многих других случаях, профилактика лучше, чем лечение.

170. Потенциальная опасность, которая может влиять на качество запасов и источников воды, которую следует принимать во внимание как часть оценки факторов риска представлена в **таблице 5**.

Таблица 5 Примеры факторов риска для запасов воды (WHO, 2004)

Водосборники	Геология
	Быстрое изменение качества сырой воды
	Канализация и выбросы септической системы
	Промышленные выбросы
	Использование химических средств на водосборных площадях, например использование удобрений и сельскохозяйственных пестицидов
	Основные проливы/утечки в результате аварий
	Общественные дороги
	Доступ человека (рекреационная деятельность)
	Живая природа (местная и дикая)
	Неограниченное число голов домашнего скота
	Несоответствующие буферные зоны
	Использование окружающих земель (например, животноводство, сельское хозяйство, лесоводство, промышленные зоны, свалки отходов, разработка недр)
	Изменения в использовании окружающей земли
	Прибрежные зоны с плохой растительностью и проблемы с осадением дренаж/эрозия почвы
	Потоки штормовой воды и сливы
	Существование исторических мест стоков нечистот или шахт/загрязненных объектов/опасных отходов
	Неограниченный или неглубокий водоносный слой
	Подземные воды под непосредственным влиянием поверхностных вод
	Несоответствующая и плохо управляемая защита и гигиенические мероприятия
	Неуправляемое или недостаточно управляемое сильное приливное течение в устьях рек
	Неукрепленное или плохо укрепленные сильные приливные течения
	Попадание соли в прибрежный водоносный слой
	Загрязненные водоносные слои
	Климатические сезонные вариации (например, сильные дожди, засухи)
	Горение кустов, стихийные бедствия, диверсии

171. Наиболее логический подход для определения риска загрязнения подземных вод – считать эту проблему как взаимодействие между:

(а) грузом загрязнения, который является или может быть связан с загрязнением подповерхностных слоев в результате деятельности человека и

(b) уязвимостью загрязнения, которая определяется характеристиками пластов, отделяющих водоносный слой от поверхности земли (ВХО, 2003а).

172. Для понимания уязвимости водоносных слоев для загрязнения и последующей разработки стратегий, защищающих подземные воды, разработки мер контроля и оздоровления и создания мониторинговой сети, необходимо понять, как образуются подземные воды и как они перемещаются в водоносные слои.

173. Уязвимость подземных вод загрязнению можно представить на картах. Тем не менее неизбежные недостатки таких карт должны быть объяснены пользователям специалистами по подземным водам, готовящим карты. Недостатки могут быть вызваны упрощением, связанным с масштабом однородности почв и водоносных слоев по сравнению с масштабом карты, а также недостатком имеющихся данных о том, какой метод определения уязвимости использовался. С учетом этих недостатков карты уязвимости показали, что они могут играть ценную роль в охране подземных вод.

174. Законодательство играет важную роль в защите качества подземных вод. Законы должны быть основаны на соответствующем процессе консультаций, с тем чтобы обеспечить, чтобы политика была хорошо обоснованной и пользовалась широкой поддержкой. Тем не менее политика и законы в области охраны подземных вод могут быть эффективными только тогда, когда социальные и экономические условия позволяют их проведение и не влекут чрезмерные затраты со стороны общин и общества.

175. Развитие и применение зон охраны подземных вод является основным компонентом планов безопасной воды для источников подземных вод. Охранные зоны, в которых контролируется использование земли и загрязняющие выбросы, представляют широко используемый подход для борьбы с риском загрязнения водоносных слоев. Они имеют особое значение в предотвращении загрязнения во вновь заполняемых водой районах. Использование охранных зон важно как для микробиологических, так и для химических загрязнителей и при правильном использовании обеспечивает эффективный барьер для загрязнения источников подземных вод. Многие охранные зоны обозначены с учетом времени, необходимого для загрязнителей достичь абстрактных точек подземных вод из точки выброса. Некоторые специфические компоненты охранных зон, которые могут быть использованы как меры контроля, приведены в **таблице 6** ниже, в то время как в **таблице 7** указаны дополнительные программы поддержки, которые могут потребоваться для обеспечения эффективного контроля качества подземных вод.

176. Контроль ведения сельского хозяйства может привести к минимизации загрязнения подземных вод, связанного с этой деятельностью, он также важен для обозначения охранных зон. Например, правильное использование удобрений и пестицидов, соответствующий подбор сельскохозяйственных культур и времени посева могут значительно сократить поступление чрезмерного количества химических агентов из слоев почвы в систему подземных вод. В сельскохозяйственных районах, вероятно, будет широко распространена поллюция, так как загрязняющие агенты используются на больших территориях. Ирригация также может привести к поллюции, если загрязненная вода используется как источник орошения или если ирригация не используется соответствующим образом, приводя, таким образом, к чрезмерному засаливанию почвы. Более того, могут быть оптимизированы проблемы, связанные с домашним скотом и отходами, с целью минимизировать поллюцию. Это особенно важно там, где ведется интенсивная деятельность. Все это – важные факторы, которые следует учитывать при охране ресурсов подземных вод и их качества.

Таблица 6 Меры контроля для охранных зон подземных вод, возможности для мониторинга и оценки (WHO, 2006)

<i>Мера контроля</i>	<i>Мониторинг и оценка</i>
Определить зоны охраны в отношении микробиологического качества на основе времени перемещения потоков и местных гидрогеологических условиях	- Мониторинг использования земли внутри зоны и обеспечение контроля ограниченного использования - Измерительные тесты - Подтверждение с помощью микробиологических показателей (фекальные стрептококи, E.coli, бактериофаги)
Определить зону охраны в отношении химического качества на основе времени перемещения потоков и местных гидрогеологических условий	- Мониторинг использования земли внутри зоны и обеспечение контроля ограниченного использования - Измерительные тесты - Подтверждение с помощью химических анализов
Определить зоны, уязвимые в отношении нитратов	- Мониторинг применения удобрений (неорганических и органических) - Подтверждение с помощью химических анализов
Определить вновь наполненные охранные зоны в целях поддержки охраны ресурсов	- Мониторинг применения удобрений (неорганических и органических) - Проверка накачки воды
Определить контроль накачки с тем, чтобы убедиться, что эффект вытяжки не увеличивает риск выщелачивания	- Мониторинг уровней воды вокруг источников, используемых для накачки воды с помощью пьезометрии - Тесты накачки для оценки вытяжки

Таблица 7 Программы поддержки охраны подземных вод (WHO, 2006)

<i>Программа поддержки</i>	<i>Мониторинг и исполнение</i>
Программы на национальном и местном уровнях гидрогеологического картирования	- Гидрогеологическим карты, созданные на национальном и местном уровнях
Оценки уязвимости основных и малых водоносных пластов	- Создание карт уязвимости
Создание моделей потока и загрязнения при перемещении потоков для водоносных пластов	- Имеющиеся модели - Калиброванные модели
Выявление приоритетов в отношении водоносных слоев для создания защитных зон	- Приоритетные водоносные слои указываются на картах и в докладах
Гидрологическая программа исследований по возникающим проблемам и	- Финансируемая программа исследований - Учет результатов исследования в планах управления вопросами подземных вод

улучшению понимания
состояния водоносных
слоев

Обучение гидрогеологического персонала методам моделирования и анализа	- Наличие курсов подготовки - Аудит подготовки с целью определения потребностей и возможностей подготовки - Сертификация курсов профессиональными органами
Кампании санитарного просвещения и повышение осознания значения охраны подземных вод	- Проведение и развитие кампаний - Эффективность, связанная с оценкой изменений в осведомленности и отношении к проблемам охраны подземных вод
Подготовка фермеров и разработчиков в области приемлемого использования земли	- Наличие подготовки - Число подготовленных фермеров/разработчиков - Число фермеров/разработчиков, использующих практические принципы
Разработка законодательства, контролирующего извлечение подземной воды и использование земли	- Законодательство существует и обновляется - Извлечения воды, основанное на специфических целевых уровнях

Источники и родники

177. Для защиты источников можно применить некоторые специфические меры. Родники, например, могут обеспечить хороший источник воды, если они тщательно защищены от загрязнения. Чтобы защитить родник, сооружается подпорная коробка или стенка вокруг выхода родниковой воды, где она выходит из-под земли. Площадь за опорной стенкой заполняется песком или камнями с целью фильтрации воды по мере того, как она поступает в коробку. Площадь сзади покрывается гипсом, а на поверхности сажают траву.

178. Площадь в целом должна быть обнесена оградой и канавой, вырытой над родником, с тем чтобы поверхностная вода не могла размывать площадь за родником и загрязнять его. Площадь для сбора воды должна быть конкретной и иметь достаточно места ниже выходной трубы, чтобы люди ставили туда посуду для воды, если они берут воду непосредственно из родника. Следует соорудить линейный дренаж, чтобы выводить пролитую воду подальше от родника. Чтобы предотвратить разведение комаров, не следует разрешать делать бассейны из родниковой воды.

Поверхностные воды

179. За поверхностными водами как источником питьевой воды всегда нужно ухаживать. Это относится и к тем случаям, когда загрязнение происходит только периодически.

180. Охрана открытых поверхностных вод проблематична в отсутствие соответствующего управления (ВНУ, в ходе подготовки). Можно защитить резервуар воды от эффектов основной человеческой деятельности, но в случае с рекой охрана возможна только в ограниченных пределах, если возможна вообще. Часто необходимо принять существующее или историческое использование реки или озера и составить план мероприятий по охране соответственно этому. Тем не менее важно, чтобы были приняты меры как в местном, так и в более широком масштабе

для защиты источников питьевой воды. Необходимы местные меры, чтобы убедиться что действительный источник воды не подвержен риску загрязнения в своем ближайшем окружении. Меры широкого масштаба требуются для обеспечения того, чтобы ценные источники воды не были потеряны из-за загрязнения водного резервуара, находящегося на определенном расстоянии от источника питьевой воды.

181. Эффективные меры охраны ресурсов и источника включают следующее:

(а) разработку и внедрение планов управления водосбором, которые включают меры контроля с целью охраны источников поверхностных и подземных вод;

(б) обеспечение того, чтобы правила по планированию включали охрану водных источников от загрязняющей деятельности и были в силе, а также

(с) обеспечение осознания обществом влияния человеческой деятельности на качество воды.

182. Там, где поверхностные воды используются в качестве источника питьевой воды, использование земли в районе водосбора должно быть под контролем и предпочтительно ограничено деятельностью, которая относительно не приводит к загрязнению. Это может быть проблематичным, так как некоторые виды деятельности могут быть широко развиты, и в этом случае должны быть разработаны и использоваться адекватные стандарты достаточного качества. В некоторых странах для стоков требуется разрешение, которое выдает правительственное агентство.

183. Контроль за землепользованием обычно более эффективен в отношении искусственных резервуаров, в основном потому, что они расположены вдали от интенсивной человеческой деятельности. Тем не менее контрольные меры землепользования бывает трудно ввести в местах, где расположены или планируется создать широкомасштабные промышленные предприятия вблизи от водоисточника. Резервуары могут быть привлекательными для интенсивного пахотного сельского хозяйства, в котором используются удобрения и пестициды, которые могут загрязнять водоисточник.

184. Введение строгих мер в соответствии со стандартами качества, подкрепленных соответствующим законодательством, подразумевающим взыскание штрафов в соответствии с масштабом случаев загрязнения, могут внести значительный вклад в улучшение качества поверхностных вод. Тем не менее положительное влияние также окажет помощь промышленным предприятиям в отношении включения обработки сточной воды в свои планы. Это может охватывать осознание проблем в промышленном секторе, технические рекомендации, касающиеся выбора технологии, а также другие инициативы для промышленности, такие, как уменьшение налогов или субсидии.

185. В местах, где имеется ряд водоисточников, выбор воды для водоподготовки и снабжения может варьироваться. Можно не брать воду из рек и ручьев с плохим качеством воды (например, после сильных дождей), с тем чтобы сократить риск и потенциальные проблемы в последующих процессах водоподготовки. С другой стороны, экономические соображения, особенно стоимость энергии, могут сделать использование подземных вод слишком дорогим и принять решение в пользу использования более доступных источников поверхностных вод.

В. Водоподготовка

186. После охраны водоисточника следующим барьером предотвращения загрязнения питьевой воды будет использование физических и химических процессов обработки воды. Большинство систем водоподготовки построены таким образом, чтобы устранить микробиологическое загрязнение и те физические составляющие, которые влияют на доступность или обеспечивают выживание микроорганизмов. Процессы обработки обычно направлены либо на физическое устранение загрязняющих агентов посредством фильтрации, осаждения, либо на биологическое устранение микроорганизмов. Существует ряд имеющихся возможностей для обработки воды с целью довести ее до состояния, пригодного для питья, в зависимости от имеющихся ресурсов для обработки и поддержки, уровня подготовки операторов и происхождения источника воды. Тем не менее обычно при водоподготовке имеет место ряд фаз: начальная предворительная обработка – первичное фильтрование через естественные среды, флокуляция и осаждение, фильтрация через песочный фильтр (быстрая или медленная) и затем хлорирование. Это называется *множественным барьерным принципом* и обеспечивает систему, предотвращающую полный срыв водоподготовки в связи с неудачей какого-либо одного процесса.

Основная водоподготовка на местном уровне

187. Во многих сельских районах водоснабжение входит в обязанности местных властей, которые, имея ограниченные финансовые средства и технические возможности, должны обеспечить водой население небольшого поселения. Коммунальное водоснабжение как в развивающихся, так и в развитых странах более часто ассоциируется с болезнями, передаваемыми через воду, чем централизованное водоснабжение. Коммунальному водоснабжению и управлению им посвящена тема тома 3 Руководства по контролю качества питьевой воды (2-е издание). Сегодня в рамках национальной международной политики признается, что коммунальному водоснабжению должно уделяться внимание в срочном порядке для осуществления целей водоснабжения и санитарии, обозначенных в Целях развития тысячелетия.

188. С целью обеспечения координированной глобальной реакции была сформирована Международная сеть по управлению небольшими коммунальными водопроводами. Эта сеть открыта для всех работающих по теме с политической, академической и практической перспективами. Она идентифицировала общее управление и технические моменты, а также проблемы, связанные с коммунальным водоснабжением, и попыталась найти работающие решения в географическом и культурном контекстах. Более подробную информацию о Сети можно получить по http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/smallcommunity/en/index.html.

189. В небольших сообществах в сельских районах охрана источников воды (см. разделы 4.1.2. и 4.1.3.) может быть единственно возможной профилактической мерой. Что касается больших сообществ, то в них потребность в воде высока и может удовлетворяться только при использовании дополнительных источников, которые могут иметь плохое микробиологическое качество. Такие водоисточники будут требовать всех ресурсов водоподготовки для обеспечения безопасной и вкусной питьевой воды.

190. Многие программы сельского водоснабжения направлены на развитие водоисточников, которые могут полностью управляться пользователями лишь с ограниченной дополнительной поддержкой местного правительства. Хотя это может помочь сформировать чувство коммунального владения, от сообществ также требуются долговременные обязательства. Обязательства могут быть

краткосрочными, как, например, финансовые вложения в сооружения, и долгосрочными, такие, как регулярное обеспечение поддерживающих служб. Поддержка жизненно необходима, но ее важность часто недооценивается. Если ее не будет, водисточник может качественно ухудшиться, поэтому важно вовлечь всех членов сообщества во все стадии развития улучшенного водоснабжения.

191. Существует ряд типов водисточников, которые могут быть доступны для сельских сообществ:

(a) Защищенные родники. Несмотря на то что защищенные родники требуют незначительной поддержки, следующие основные проверки должны проводиться каждые 1-3 месяца:

- (i) Изменяет ли вода цвет после дождя?
- (ii) Проводился ли в последнее время тест на качество воды?
- (iii) Получила ли община результаты теста?
- (iv) Сохранился ли травяной покров на площади за подпорной стенкой?
- (v) Есть ли следы разрушения на подпорной стенке?
- (vi) Возможна ли починка на местном уровне?
- (vii) Необходима ли очистка канавы, идущей в гору?
- (viii) Необходима ли очистка канавы, идущей вниз?
- (ix) Требуется ли ремонт ограды?
- (x) Необходимо ли косить траву за подпорной стенкой?
- (xi) Течет ли выходное отверстие?

(b) Пруды и озера. Пруды и озера традиционно использовались как источники питьевой воды. Несмотря на то что они легко загрязняются, качество воды может быть легко улучшено при аккуратном использовании. Как минимум, вода может быть обработана дезинфицирующим средством. Наиболее часто употребляемым дезинфектантом является хлор, хотя можно использовать и другие. Хлор можно добавить в качестве раствора кальциевого или натриевого гипохлорита, хлорного газа или других смесей, содержащих хлор. Достижение правильного соотношения хлора и воды является сложным – использование слишком маленького количества хлора не убьет патогены, а при использовании слишком большого его количества у воды будет неприятный привкус и могут образовываться высокие уровни побочных продуктов хлорирования.

Имеются пристроенные системы обработки, называемые «упакованные установки», тем не менее если они сломаются, им необходима починка специалистом и оборудование, которое может стоить дорого. Сохранение воды в резервуарах может сократить число фекальных микроорганизмов путем осаждения и инактивации, включая солнечную (ультрафиолетовую) дезинфекцию. Большинство патогенных микроорганизмов фекального происхождения (энтеропатогены) не выживают в окружающей среде в течение неограниченного времени. Значительное вымирание энтеробактерий произойдет через недели. Энтеровирусы и простейшие выживают в течение более длительных периодов (от недель до месяцев), но часто устраняются при осаждении. Задержка воды также позволяет взвешенному материалу осесть, что делает последующую дезинфекцию более эффективной и сокращает образование побочных продуктов дезинфекции. Во время сохранения воды в запрудах, озерах или резервуарах сокращение фекального индикатора бактерий, сальмонелл и

энтеровирусов составляет 99%, являясь наибольшим в летний период, длительность периода приблизительно 3-4 недели.

(с) Подземные воды. Несмотря на то что подземные воды часто считаются чистым и безопасным источником, каждый новый резервуар должен отвечать соответствующим химическим и микробиологическим параметрам, которые тестируются для обеспечения его безопасности. Хлорирование – наиболее часто встречающаяся форма обработки подземных вод, однако как основной дезинфектант оно используется только, если на подземные воды не влияют непосредственно поверхностные воды, и риск загрязнения *Giardia* и *Cryptosporidium* отсутствует. Озон – еще одна возможность, хотя он может не подходить для маленьких сельских систем, так как требуется, чтобы он был генерирован на месте. В случае рассмотрения использования двуокиси хлора также могут возникать проблемы.

Наиболее часто встречающимися проблемами качества сельских подземных вод и возможные пути их решения представлены в **таблице 8** ниже.

Таблица 8 Загрязнители, ассоциированные с сельскими подземными водами, и возможные методы обработки воды (Адаптировано из WHO, 2006)

<i>Загрязнитель</i>	<i>Источники</i>	<i>Обработка</i>
Нитрат	Естественные, удобрения, проникновение отходов человека и животных	Смешение с водами с низкими N, обратный осмос, мембранная фильтрация, обратный электродиализ, ионный обмен
Железо и марганец	Анаэробный, восстановленные воды, бактерии на стенках колодца	Аэрация, окисление, ионный обмен, добавление отдельного агента с целью предотвращения осаждения
Привкус и запах	Растворенные газы, биологический рост органические и неорганические загрязнители	Аэрация, гранулярный активированный уголь (GAC)

Централизованная водоподготовка

192. Существует много различных способов водоподготовки. В следующем разделе дается описание основных процессов, используемых в полной обработке воды. Все из них являются важными, но следует отметить, что не всем водам требуется полная обработка. В каждом конкретном случае следует решить вопрос об объеме требуемой обработки для рассмотрения наилучшего способа его обеспечения. Выбор технологии для водоочистительных станций производится с учетом стоимости расходов, подготовки операторов и типа водоисточника. Следует учитывать также сезонные вариации в качестве сырой воды и возможность долговременных изменений в связи с развитием в районе, окружающем площадку водосбора. В литературе есть много описаний инженерных процессов, используемых при обработке воды, рассмотрение которых не входит в задачи данного руководства.

193. Водоподготовка включает в себя широкий диапазон последовательных операций (Gray, 1996). Они перечислены ниже. Обычно не все операции производятся на каком-либо определенном водоочистном сооружении. Это зависит от качества сырой воды, поступающей на водоочистные сооружения и качества требуемой воды после обработки.

- (a) Предварительная обработка
- (b) Коагуляция

- (c) Флокуляция
- (d) Осветление
- (e) Фильтрация
- (f) Регулирование pH
- (g) Обеззараживание
- (h) Умягчение
- (i) Устранение осадка

Предварительная подготовка

194. Предварительная подготовка в широком смысле может быть определена как любой процесс, используемый для изменения качества воды до поступления ее на водоочистное сооружение. Она включает хранение, предварительный скрининг, микрофильтрацию и аэрацию. Операции предварительной подготовки могут быть сравнимы с различными процессами подготовки, варьирующимися в сложности от простой дезинфекции до мембранных процессов. При предварительной подготовке можно сократить или стабилизировать микробиологический груз, остающийся для процесса обработки.

Коагуляция, флокуляция, осаждение и фильтрация

195. Коагуляция, флокуляция, осаждение (или флотация) и фильтрация – связанные операции, используемые для удаления частиц, включая микроорганизмы (бактерии, вирусы и простейшие), из воды. Для достижения последовательного и надежного результата важно, чтобы операции были оптимизированы и проводились под контролем специалистов. Часто эти операции являются единственными процессами обработки, которые эффективны для удаления простейших патогенов, таких, как *Cryptosporidium*.

Коагуляция

196. После хорошего скрининга большинство оставшихся осаждаемых твердых веществ будут очень маленькими. Коагуляция удаляет частицы (включая микроорганизмы), которые слишком малы, чтобы осесть естественным образом. Коагулянт добавляется в воду с тем, чтобы дестабилизировать частицы и способствовать их агрегации в частицы большего размера, известные как хлопья (flocs?). Могут использоваться различные коагулянты. Наиболее распространенные из них: сульфат алюминия, гидроксид алюминия, полихлорид алюминия, хлорид железа (II), хлорид железа (III), сульфат железа (III), известь. Химическая коагуляция – наиболее важный шаг в определении эффективности очищения при процессах коагуляции/флокуляции/осветления. Она непосредственно влияет на эффективность очищения при фильтрации гранулярными средами и имеет косвенное влияние на эффективность процесса дезинфекции. Маловероятно, что процесс коагуляции может вызвать какую-либо микробиологическую угрозу для готовой воды, однако неэффективность коагуляционного процесса может привести к высокому микробиологическому риску для потребителей питьевой воды. Сообщалось о многих случаях заболевания криптоспориდიумом в связи с недостатком обработки воды (см. Rose et al., 2002 для обзора).

197. Коагуляция и флокуляция требуют специалистов высокого уровня контроля. Если к воде добавить слишком мало коагулянта, коагуляция будет неэффективной и фильтровальный аппарат будет заблокирован слишком быстро; если добавить

слишком много коагулянта, то чрезмерное количество химического вещества будет находиться в окончательной воде. Несмотря на то что небольшой избыток коагулянта может не привести к значительным кратковременным эффектам на здоровье, высокие концентрации могут серьезно отразиться на здоровье потребителей, как произошло во время несчастного случая в Кемелфорде, Соединенное Королевство (David and Wessley, 1995). До решения использовать коагуляцию в процессе обработки воды следует тщательно рассмотреть возможность регулярного снабжения химическими средствами и наличие квалифицированного персонала.

Осаждение

198. Цель осаждения – удалить определенные вещества, включая хлопья, в процессе коагуляции. При обработке воды она идет обратным током вверх из основания осадительной ванны. Хлопья, которые тяжелее воды, идут ко дну, таким образом, оператор должен регулировать степень осаждения при промывке обратным током воды, с тем чтобы все частицы остались в осадительной ванне как осадочный слой. Правильно проведенная операция в осадительной ванне существенна для минимизации образования частиц, проходящих через очистное сооружение. Наиболее серьезная проблема – избежать показателей колебаний тока, который приводит к тому, что осадочный слой, через который проходит вода, слишком расширяется. Это приведет к тому, что частицы уйдут из осадительной ванны вместе с обработанной водой.

199. Факторы, которые могут влиять на осаждение, включают размер, форму и массу хлопьев; вязкость и, следовательно, температуру воды; время удержания воды; число, глубину и площадь водоемов; скорость поверхностного слива, скорость потока и дизайн входного и выходного отверстий. Осадок – это концентрированная смесь всех загрязнителей, обнаруженных в воде, особенно бактерий, вирусов и цист простейших. Поэтому необходимо планировать сбор и безопасную утилизацию осадка из осадительных ванн. Редкая утилизация осадка может привести к тому, что частицы уйдут из ванны с обрабатываемой водой. Флотация альтернативна процессу осаждения, когда количество осаждаемого материала невелико.

Фильтрация

200. После осаждения вода содержит только рафинированный твердый и растворимый материал. Фильтрация необходима для устранения этого остаточного материала. Различные процессы фильтрации используются при обработке питьевой воды, включающие гранулярную, быструю и медленную фильтрацию через песочные фильтры, фильтрацию с верхним фильтрующим слоем и мембранную (микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация и обратный осмос) фильтрацию. При соответствующей форме и операции фильтрация может выступать как последовательный и эффективный барьер для микробных патогенов. Фильтрация через гранулярную среду может в некоторых случаях быть единственным барьером (например, для удаления ооцист *Cryptosporidium* с помощью прямой фильтрации, когда хлор используется как солевой дезинфектант).

Быстрая и медленная фильтрация через песочный фильтр

201. Песочные фильтры для быстрой фильтрации содержат крупнозернистый кварцевый песок (1 мм в диаметре), так что расстояние между песчинками относительно большое, и вода проходит относительно быстро через фильтр. Они используются для воды, которая была предварительно обработана коагуляцией и осаждением и менее эффективны для устранения микроорганизмов. Мутность варьируется в процессе обработки между промывками обратным током. Сразу после

промывки обратной струей результат неудовлетворительный, пока слой не уплотнится. Процедура может также прогрессивно ухудшаться на стадии, когда необходима промывка обратным током, так как хлопья могут просочиться через слой песка в обработанную воду. Это подчеркивает необходимость соответствующего надзора и контроля фильтрации при обработке воды.

202. Медленную фильтрацию через песочный фильтр проводить проще, чем быструю, так как частой промывки обратным током не требуется. Поэтому это особенно подходит для развивающихся стран и малых сельских систем водоснабжения, но применимо только при наличии достаточного количества земли.

203. Когда песчаный фильтр для медленного фильтрования впервые вводится в эксплуатацию, на песчинках практически на поверхности фильтрующего слоя образуется микробная слизь. Она состоит из бактерий, свободно живущих реснитчатых простейших и амеб, ракообразных и личинок беспозвоночных, являющихся компонентами пищевых цепей и осуществляющих окисление органических веществ в воде и превращение азота аммиака в нитрат. Патогенные бактерии, вирусы и покоящиеся стадии паразитов удаляются главным образом за счет адсорбции и последующего уничтожения хищными организмами. При правильной загрузке медленная фильтрация через песок обеспечивает наибольшее улучшение качества воды при любом отдельно взятом обычном способе очистки воды. Бактерии удаляются на 98-99,5% или более, содержание *E.coli* снижается в 1000 раз, а удаление вирусов даже еще больше. Медленная фильтрация через песок также очень эффективна при удалении паразитов (гельминтов и простейших). Тем не менее вода после медленной фильтрации через песок может содержать некоторое количество *E.coli* и вирусов, особенно на ранней стадии фильтрации и если вода холодная. Недостатки фильтра такого типа в том, что он дорог и требует больших затрат труда, так как грязный слой, который он собирает на поверхности песка, препятствует дренажу и должен быть удален после того, как фильтр высушен.

204. Использование песочных фильтров как быстрой, так и медленной фильтрации является сложным, и плохое управление может привести к проблемам. Самая серьезная проблема, если слой песка распадется и позволит вытечь нефильтрованной воде.

Обеззараживание

205. Обеззараживание воды должно считаться обязательным для всех систем водопроводного водоснабжения, в которых используется поверхностные воды, даже из незагрязненных источников высокого качества, так как всегда должно быть больше одного барьера на пути передачи связанных с водой инфекций. В больших, хорошо оснащенных очистных сооружениях возможно придерживаться регуляторных стандартов с большой степенью вероятности.

206. Хотя песочные фильтры медленной фильтрации чрезвычайно эффективны при удалении бактерий, а процесс коагуляции подходит для удаления вирусов, окончательная вода все еще может содержать патогенные вирусы и бактерии, которые должны быть устранены и уничтожены. Практически невозможно стерилизовать воду без использования химических веществ очень высокой концентрации, которые сделают воду неприятной и, возможно, опасной для питья. Окончательное обеззараживание запасов воды в системах питьевого водоснабжения имеет весьма важное значение и почти повсеместное применение, так как это последний барьер на пути передачи связанных с водой бактериальных и вирусных болезней. Хотя хлор и гипохлорит используются чаще всего, обеззараживание может также проводиться с помощью хлораминов, двуокиси хлора, озона и ультрафиолетового облучения.

207. Эффективность любого процесса обеззараживания зависит от степени очистки воды, так как обеззараживающие средства могут нейтрализовываться в большей или меньшей степени органическим веществом и легко окисляющимися в воде соединениями. Микроорганизмы, которые подвергаются агрегации или адсорбции взвешенными веществами, могут быть также частично защищены от действия дезинфектантов. Известны многие случаи сохранения жизнеспособности водных организмов и фекальных бактерий, когда мутность превышала 5 нефелометрических единиц мутности (НЕМ). Поэтому существенно, чтобы после процессов очистки, предшествующих значительному этапу обеззараживания, вода всегда имела среднюю мутность, не превышающую 1 НЕМ и не превышающую 5 НЕМ в любой отдельно взятой пробе. Правильная эксплуатация водоочистных установок позволяет регулярно достигать величин этого показателя ниже указанных.

208. Пример различий между имеющимся устранением болезней, передаваемых через воду, и показателем максимального возможного удаления показан в **таблице 9** ниже.

Таблица 9 Показатели удаление патогенов с помощью процессов на установках

<i>Процессы обработки</i>	<i>Группа патогенных энтеробактерий</i>	<i>Основное удаление</i>	<i>Максимально возможное удаление</i>
Предварительная обработка			
Фильтры первой ступени	Бактерии	50%	До 95%, если защищены от мутности динамическим фильтром или если используется только когда созреют
	Вирусы	Данных нет	
	Простейшие	Данных нет, возможно некоторое удаление	Устранение простейших, вероятно, соответствует устранению мутности
Микрофильтрация	Бактерии, вирусы, простейшие	Нулевое	Обычно не эффективное
Хранилище против потока/на берегу	Все	Повторное загрязнение может быть значительным и увеличивать уровни поллюции в поступающей воде; рост водорослей может вызвать ухудшение качества	Если не брать воду в периоды пиковой мутности, устранение эквивалентно 90%; Секционное хранилище обеспечивает устранение в 15–230 раз
	Бактерии	Нулевое (подразумевается короткий цикл)	90% устранение в течение 10–40 дней периода действительно выявления
	Вирусы	Нулевое (подразумевается короткий цикл)	93% устранение в течение 100 дней периода действительно выявления
	Простейшие	Нулевое (подразумевается короткий цикл)	99% удаление в течение 3 недель периода действительно выявления
Инфильтрация на берегу	Бактерии	99,9% через 2 мин 99,9% через 4 мин (минимум, основанный на удалении вирусов)	
	Вирусы	99,9% через 2 мин 99,99% через 4 мин	
	Простейшие	99,99%	
Коагуляция/флоккуляция/осаждение			
Обычное осветление	Бактерии	30,00%	90% в зависимости от коагулянта, pH, температуры, щелочности

<i>Процессы обработки</i>	<i>Группа патогенных энтеробактерий</i>	<i>Основное удаление</i>	<i>Максимально возможное удаление</i>
	Вирусы	30,00%	70% (как выше)
	Простейшие	30,00%	90% (как выше)
Высокоуровневое осветление	Бактерии	Не менее 30%	
	Вирусы	Не менее 30%	
	Простейшие	95,00%	99,99% (в зависимости от использования соответствующего слоя полимера)
Флотация растворенным воздухом	Бактерии	Нет данных	
	Вирусы	Нет данных	
	Простейшие	95,00%	99,9% в зависимости от pH, дозы коагулянта, времени флокуляции, соотношения повторных циклов
Умягчение известью	Бактерии	20% при pH 9,5 в течение 6 ч при 2-8°C	99% при pH 11,5 в течение 6 ч при 2-8°C
	Вирусы	90% при pH<11 в течение 6 ч	99% при фильтровальном осаждении и инактивации при pH 11,5
Ионный обмен	Бактерии	Нулевое	
	Вирусы	Нулевое	
	Простейшие	Нулевое	
Фильтрация			
Гранулярная высокоуровневая фильтрация	Бактерии	Нет данных	99% при оптимальных условиях коагуляции
	Вирусы	Нет данных	99,9% при оптимальных условиях коагуляции
	Простейшие	70,00%	99,9% при оптимальных условиях коагуляции
Медленная фильтрация песочными фильтрами	Бактерии	50,00%	99,5% при максимальном созревании, очищении и повторном заполнении и в отсутствие коротких циклов

<i>Процессы обработки</i>	<i>Группа патогенных энтеробактерий</i>	<i>Основное удаление</i>	<i>Максимально возможное удаление</i>
	Вирусы	20,00%	99,99% при максимальном созревании, очищении и повторном заполнении и в отсутствие коротких циклов
	Простейшие	50,00%	99,00% при максимальном созревании, очищении и повторном заполнении и в отсутствие коротких циклов
Фильтрация верхним слоем на подкладке, включая диатомовую землю и перлит	Бактерии	30-50%	96-99,9%, используя химическую предварительную обработку с коагулянтами и полимером
	Вирусы	90,00%	98,00%, используя химическую предварительную обработку с коагулянтами и полимером
	Простейшие	99,90%	99,99% в зависимости от чистоты среды и показателя фильтрации
Мембранная фильтрация – микрофильтрация	Бактерии	99,9-99,99% при условии адекватной предварительной обработки и сохранения целостности мембраны	
	Вирусы	<90%	
	Простейшие	99,9-99,99% при условии адекватной предварительной обработки и сохранения целостности мембраны	
Мембранная фильтрация – ультрафильтрация	Бактерии	Полное удаление при условии адекватной предварительной обработки и сохранения целостности мембраны	
Нанофильтрация и обратный осмос	Вирусы	Полное удаление с помощью нанофильтров обратного осмоса и при более низких и при меньших размерах пор ультрафильтров при условии адекватной предварительной обработки и сохранения целостности мембраны	
	Простейшие	Полное удаление при условии адекватной предварительной обработки и сохранения целостности мембраны	
Обеззараживание			

Процессы обработки	Группа патогенных энтеробактерий	Основное удаление	Максимально возможное удаление
Хлор	Бактерии	St 99: 0,08 мг. мин/л при 1-2°C, рН 7; 3,3 мг. мин/л при 1-2°C, рН 8,5	
	Вирусы	St 99: 12 мг. мин/л при 0-5°C; 8 мг. мин/л при 10°C, оба при рН 7-7,5	
	Простейшие	<i>Giardia</i> 230 мг. мин/л при 0,5°C; 100 мг. мин/л при 10°C; 41 мг. мин/л при 25°C; все при рН 7-7,5 <i>Cryptosporidium</i> не погибают	
Монохлорамин	Бактерии	St 99: 94 мг. мин/л при 1-2°C, рН 7; 278 мг. мин/л при 1-2°C, рН 8,5	
	Вирусы	St 99: 1240 мг. мин/л при 1°C; 430 мг. мин/л при 15°C, оба при рН 6-9	
	Простейшие	<i>Giardia</i> St 99: 2250 мг. мин/л при 1°C; 1000 мг. мин/л при 15°C, оба при рН 6-9 <i>Cryptosporidium</i> не погибают	
Двуокись углерода	Бактерии	St 99: 0,13 мг. мин/л при 1-2°C б при рН 7; 0, 19 мг. мин/л при 1-2°C, при рН 8,5	
	Вирусы	St 99: 8,4 мг. мин/л при 1°C; 2,8 мг. мин/л при 15°C, оба при рН 6-9	
	Простейшие	<i>Giardia</i> St 99 42 мг. мин/л при 1°C; 15 мг. мин/л при 10°C; 7,3 мг. мин/л при 25°C; все при рН 6-9 <i>Cryptosporidium</i> St 99: 40 мг. мин/л при 22°C, рН 8	
Озон	Бактерии	St 99: 0,02 мг. мин/л при 5°C, рН 6-7	
	Вирусы	St 99: 0,09 мг. мин/л при 1°C; 0,3 мг. мин/л при 15°C	
	Простейшие	<i>Giardia</i> St 99 1,9 мг. мин/л при 1°C; 0,63 мг. мин/л при 15°C, рН 6-9 <i>Cryptosporidium</i> St 99: 40 мг. мин/л при 1°C; 4,4 мг. мин/л при 22°C	

Примечание: St и УФ относятся к микроорганизмам в суспензии, не образующим частиц или биопленки.

209. Во многих странах многие отдельные операции, которые вместе составляют производства по подготовке питьевой воды, не работают с запланированным уровнем эффективности. Плохой проект, плохое выполнение проекта, неправильное проведение отдельных операций проекта ухудшает проблему. Необходима всеобъемлющая программа оценки и анализа факторов риска для идентификации уязвимых моментов в работе предприятия, которая станет одним из ключевых компонентов плана безопасности воды (ПБВ).

210. Наилучшим способом для рассмотрения операций работы предприятия и выявления уязвимых моментов – последовать тем же маршрутам, что и вода, то есть начать с забора сырой воды, пройти через предприятие по переработке до резервуаров очищенной воды, начиная с рассмотрения операций, проводимых на отдельных установках, выделяя явные проблемы и затем формулируя возможные решения. Следующим шагом должен быть обзор результатов рутинного взятия проб, с тем чтобы оценить деятельность на каждой установке.

211. Важность поддержки деятельности предприятия очевидна, тем не менее поддержка может быть незначительной, поэтому требуется постоянное внимание к операциям и управлению со стороны управляющего состава, с тем чтобы эту важность осознали работники. Это серьезная проблема, и ее охват не входит в рамки рассмотрения в нашем руководстве. Поддержка включает использование структур предприятия и оборудования и заботу о них, с тем чтобы жизнь на предприятии протекала обычным образом и не было срывов и неотложных чрезвычайных ситуаций. Можно сформулировать общие правила, которые в широком смысле опишут картину поддержки:

(a) Обеспечьте хорошее ведение хозяйства – все должно быть чистым, в порядке и хорошо организованным.

(b) Разработайте план ежедневных операций и придерживайтесь его.

(c) Модифицируйте ежедневный план, если того требуют опыт и условия.

(d) Придерживайтесь рекомендаций производителей в отношении операций на оборудовании и его поддержки.

(e) Разработайте и придерживайтесь рутинного порядка, касающегося инспекции и смазывания каждого вида оборудования.

(f) Ведите записи операций поддержки и починки для каждого вида оборудования.

(g) Разработайте план поддержки структур предприятия. Большинство операций по обработке воды проводятся в условиях коррозии, и поэтому защитные слои необходимо периодически подправлять. Если конкретные слои поверхности не будут обновлены, это может привести к экспозиции армированной стали, приводящей к структурному ослаблению и потерям. Хорошая профилактическая поддержка не будет вызывать дорогостоящие потери.

(h) Организуйте хорошо-оснащенную мастерскую с компетентным электромехаником, имейте достаточные запасы труб, электрического шнура и деталей для починки.

212. В связи с опасным характером многих химических веществ, а также деятельности на обрабатывающем предприятии, следует разработать четкие руководства по охране здоровья и безопасности, которых следует придерживаться. Основные компоненты в них должны содержать следующие вопросы:

(a) Электрические и механические факторы риска

- (b) Факторы риска, связанные с обработкой воды химическими веществами
- (c) Факторы риска, связанные с хранением и использованием химических веществ
- (d) Ситуации с горючими веществами
- (e) Токсичность хлора и обращение с ним
- (f) Контроль транспорта на рабочих территориях
- (g) Строительные работы на территории и/или опасности, связанные с ямами
- (h) Работа в ограниченных и/или плохо вентилируемых пространствах
- (i) Факторы риска для слуха и зрения
- (j) Первая помощь

С. Уязвимость в системе распределения

213. Распределительная сеть доставляет воду от места обработки до потребителя. Ее конструкция и размер будут определяться размером обслуживаемой территории и ее топографическими особенностями. Ее цель – непрерывное обеспечение потребителя достаточным запасом очищенной питьевой воды; следует избегать ухудшения качества воды во время транспортировки, так как это может представлять значительный риск для здоровья. Тем не менее ухудшение качества может произойти в связи с нарушением интеграции в работе сети либо в связи с изменениями химических и микробиологических характеристик воды во время транспортировки.

Препятствие на пути интегрированной работы сети

214. Службы водоснабжения играют важную роль в обеспечении интегрированной работы сети и, следовательно, обеспечения постоянной безопасности воды.

215. Вода, попадающая в распределительную сеть, должна быть микробиологически безопасной и в идеале биологически стабильной. Сама распределительная сеть должна обеспечивать безопасный барьер для загрязнения воды после обработки, пока вода транспортируется потребителю. Остаточное обеззараживание обеспечит частичную защиту от повторного загрязнения, но может также маскировать наличие такого загрязнения.

216. Системы распределения воды должны быть полностью огорожены, и хранилища должны быть покрыты крышами и иметь внешний дренажный канал для предотвращения загрязнения. Следует применять политику предотвращения обратного потока и проводить мониторинг. Должны существовать эффективные процедуры поддержки для починки неисправностей и ремонта разрыва труб, чтобы предотвратить загрязнение. На всем протяжении распределительной сети должно поддерживаться давление воды. Необходимы соответствующие меры безопасности, чтобы предупредить несанкционированный доступ и/или вмешательство в хранилище воды.

217. Загрязнение в распределительной сети может произойти путем:

(a) Инфильтрация. Загрязненная подповерхностная вода попадает в распределительную сеть, когда загрязненная вода из субповерхностных слоев, окружающих распределительную сеть, попадает в зону низкого давления в недостаточно защищенной части распределительной сети. Перепады давления в

распределительной сети могут вызвать такие изменения давления в сети, усиливая доступ воды.

(b) Обратный подсос. Вода, загрязненная фекалиями, может попасть в распределительную сеть или в резервуар хранения воды путем обратного подсоса в связи с падением локального давления и физической связью между загрязненной водой и хранилищем или распределительной сетью.

(c) Открытые резервуары для хранения питьевой воды. Микробное загрязнение может также охватить систему распределения через открытые резервуары для хранения питьевой воды.

(d) Строительство и ремонт магистралей. При починке или замене существующих трубопроводов или введении в эксплуатацию новых, следует соблюдать строгие протоколы, касающиеся дезинфекции и промывки с целью предотвратить попадание загрязненной почвы в систему.

(e) Перекрестное соединение. Человеческая ошибка, в результате которой возникает непреднамеренное перекрестное соединение сточных или дождевых вод и распределительной системы или в случае незаконного или несанкционированного соединения.

(f) Прямое соединение. Физическое соединение системам трубопроводов питьевой и технической воды.

(g) Косвенное соединение. Когда вода делает соединение, например рукав, соединяющий источник питьевой воды с загрязненной водой или просачивание сточных вод в трубы с питьевой водой.

218. Если физическая интеграция распределительной сети находится под угрозой, даже в случае наличия незначительной остаточной концентрации дезинфектанта патогены могут появиться в концентрациях, которые вызовут вспышки болезней, передаваемых через воду.

219. Ремонтные работы на водных магистралях обуславливают опасность загрязнения. Локальное падение давления может привести к обратному подсосу загрязненной воды, если в системе воды для потребителей не установлены контрольные клапаны. По завершении ремонтных работ необходимо почистить, дезинфицировать трубы, затем освободить от воды и вновь наполнить водой из распределительной сети. После этого воду следует протестировать на бактериологическое загрязнение через 24 ч.

220. Если магистральная сеть повреждена, то существует риск попадания в нее стоков из разрушенного канализационного коллектора или дренажного канала. Уровень хлорирования должен быть увеличен, и магистральная сеть не должна эксплуатироваться, до того как качество воды будет удовлетворительным.

221. Подземные хранилища и сервисные резервуары должны инспектироваться в отношении ухудшения качества и инфильтрации поверхностных вод в подземные. Желательно, чтобы площадь, под которой находится подземное хранилище, была огорожена, с тем чтобы предотвратить доступ людей и животных, а также разрушения конструкций.

222. Хранение является основным критическим моментом в обеспечении безопасности на стадии потребления. Интегрирование структур и безопасное хранение резервуаров с водой над землей, включая соответствующие площади для хранения на уровне хозяйств, необходимы для охраны здоровья человека.

223. Поставки с перерывами либо в связи с запланированным прекращением подачи воды в определенные часы дня, либо в связи с (незапланированными) перебоями в энергетическом обеспечении имеют место во многих странах. Надзор за качеством питьевой воды при поставках с перерывами является серьезной проблемой здравоохранения, так как значительно увеличивается риск инфильтрации и обратного подсоса. Риск может усиливаться в зависимости от времени года, так как влажность почвы увеличивает вероятность градиента давления при поступлении воды из почвы в трубу. Если при прерывистых поставках вода загрязняется, возобновление снабжения может увеличивать риск для потребителей, когда концентрированная слизь загрязненной воды с силой выходит из кранов в домашних условиях. Прерывистые поставки также часто ассоциируются с домашним хранением воды, что также может вызвать риск для здоровья человека.

224. По оценкам, более половины запасов городской воды поставляется с перебоями. Прерывистые поставки вызывают напряжение в связи с отсутствием воды для гигиены. В то время как, по сообщениям, прерывистая система действует более половины времени, это маскирует значительные местные вариации между системами и в пределах каждой системы распределения. Если система функционирует с перерывами, загрязнение может также произойти путем поступления загрязненной воды в водопровод через плохие стыки, щели и т.д. Кроме того, трубопровод подвержен дополнительным нагрузкам попадающими в него транзитными потоками, которые влияют на продолжительность жизни системы и ухудшают трубы и стыкующие детали (Global Water Supply and Sanitation Assessment Report, 2000).

225. Меры контроля включают использование стабильных вторичных дезинфицирующих химических средств (таких, как хлорамины вместо свободного хлора), внесение операционных изменений с целью сократить время нахождения воды в системе (избежать застоя в емкостях для хранения и устранить тупики в системе), введение программы замены труб, промывки и повторного наполнения и поддержание положительного давления в системе распределения.

226. Мониторинг, наиболее часто используемый для определения, предоставляет ли распределительная сеть воду приемлемого качества, представляет собой определение наличия или отсутствия индикаторов микробного загрязнения. Тем не менее существуют патогены, более резистентные к обеззараживанию хлором, чем обычно используемые организмы-индикаторы, такие, как термоустойчивые, колиформные бактерии и/или *E.coli* и энтерококки.

Ухудшение микробиологического качества воды

227. Система распределения питьевой воды обеспечивает естественную среду для микроорганизмов, которая поддерживается органическими и неорганическими питательными веществами, присутствующими в воде распределительной системы.

228. Бактерии и грибы свободно растут в воде и образуют пленки на стенках труб, что делает их более устойчивыми к остаточному хлорированию. Среди основных родов бактерий, встречающихся в системах распределения – *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Listeria*, *Flavobacterium*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas* и *Pleisiomonas*. Тип микроорганизмов и их численность зависят от множества факторов, таких, как источник воды, тип ее подготовки, остаточный дезинфектант и уровни питательных веществ в обработанной воде. Образование биопленки приводит к выживанию других бактерий, таких, как *Legionella* spp. (Steinert et al., 2002). Развитие непатогенных колиформных бактерий возможно в биопленке, но оператор не должен исключать и нефекальную причину.

229. Питьевая вода, поступающая в систему распределения, может содержать свободно живущих амеб и штаммы различных видов бактерий, живущих в окружающей среде, которые обычно называют гетеротрофными бактериями. При благоприятных условиях (см. отдел 4.3) амебы и гетеротрофы колонизируют систему распределения воды и формируют биопленку. Многие штаммы бактерий из окружающей среды, такие, как *Citrobacter*, *Enterobacter* и *Klebsiella* могут также колонизировать систему распределения (van der Kooij, 2003). В настоящее время нет данных в пользу того, чтобы связывать появление этих микроорганизмов из биопленки (за исключением, например, *Legionella* или *Mycobacterium*) с неблагоприятными эффектами на здоровье населения в целом с возможным исключением групп с ослабленным иммунитетом.

230. Безвредные бактерии могут присутствовать в системе распределения даже при наличии остаточного дезинфектанта, и такая вода все еще может не представлять риска для здоровья. Однако чрезмерная микробная активность может вызвать ухудшение эстетического качества и повлиять на методы, используемые для мониторинга параметров, значимые для здоровья.

231. Температура воды, концентрация питательных веществ обычно не слишком повышены в системе распределения для поддержки роста *E.coli* (или кишечных патогенных бактерий) в биопленке. Поэтому наличие *E.coli* должно считаться свидетельством недавнего фекального загрязнения. Химические факторы риска могут быть вызваны такими материалами труб, стыков, припоев, кранов, химическими веществами, используемыми для очистки и дезинфекции систем распределения.

232. С целью сокращения микробного роста в системе распределения можно предпринять ряд мер. Поддержка остаточного количества дезинфектанта в системе распределения может защитить от повторного загрязнения и уменьшить проблемы повторного роста численности микроорганизмов. В местах, где используются остаточные количества дезинфектанта в системе распределения, необходимо рассмотреть вопрос о минимизации производства побочных продуктов дезинфекции, которые, по имеющимся данным, являются канцерогенными в более высоких концентрациях, чем обнаруженные в воде. Успешным оказалось хлорирование для контроля *Naegleria fowleri* в воде и осадках в длинных трубопроводах.

233. Рост грибов и актиномицет контролируется температурой. Их оптимальный рост наблюдается при 25°C. Поэтому необходимо обеспечить, чтобы вода в системах распределения не застаивалась в течение длительного времени и не подогревалась. Длительный период застоя также позволяет органическим материалам флокулировать и оседать, что в итоге делает их источником пищи для микроорганизмов. Если вода содержит ассимилированный органический углерод и ее температура превышает 20°C, остаточное количество хлора, равное 0,25 мг/л, может потребоваться для предотвращения роста *Aeromonas* и других мешающих бактерий.

234. Поддерживание хорошего качества воды в системе распределения также зависит от деятельности и конструкции этой системы, а также от процедур по предотвращению загрязнения и устранению и предотвращению накопления внутренних отложений и надзору за ними. Для профилактики загрязнения там, где ведется поддерживающая работа, необходимы хорошо документированные гигиенические процедуры.

Д. Планы безопасности воды (ПБВ)

235. Планы безопасности воды (ПБВ) были представлены в 3-м издании **Руководства по контролю качества питьевой воды** (ВОЗ, 2008) как «использование всеобъемлющего подхода оценки риска и управления риском, которое охватывает все ступени поставки воды от водосбора до потребителя». Цель ясна: «обеспечение непрерывных поставок безопасной и пригодной для питья воды». Большое преимущество стратегии ПБВ в том, что она применима для обеспечения безопасной воды всеми типами и размерами систем водоснабжения вне зависимости от их простоты или сложности. Другая важная особенность подхода ПБВ в том, что он является динамичным и применимым на практике, а не стандартизированной фиксированной операционной процедурой. Поэтому он подходит при изменениях количества и качества воды, которые могут произойти в результате чрезвычайных погодных ситуаций. В следующих параграфах будет сделан обзор ключевых ступеней ПБВ на основе официального Руководства ВОЗ. Специальные руководства представлены вкратце согласно этому образцу (Bartram et al., 2009).

Создание бригады ПБВ

236. Необходимо объединить технические экспертизы по развитию ВПБ в качестве первого шага в создании плана безопасности воды. Члены бригады обычно подбираются с соответствующего предприятия, но она может также включать представителей более широких групп заинтересованных сторон с коллективной ответственностью за понимание системы водоснабжения и определения факторов риска, которые могут повлиять на качество воды и безопасность в цепочке ее поставки. Бригада будет отвечать за ежедневное развитие, проведение и поддержку ПБВ в качестве ключевой части своих функций. Необходимо, чтобы все задействованные играли активную роль в развитии ПБВ, поддержке подхода ПБВ, а также имели видимую поддержку со стороны руководящего управления.

237. Ранним насущным заданием бригады являются создание плана осуществления подхода ПБВ и методологии, которая будет использоваться при оценке вероятности и оценки факторов риска.

Описание системы водоснабжения

238. Многие предприятия, связанные с водоснабжением, имеют описание своих систем. Эту документацию необходимо тщательно рассмотреть, включая инспекционные проверки в этой области. Опыт показывает, тем не менее, что эти описания должны быть обновлены. Особенно это касается более старых предприятий в отношении нового развития ресурсов в этой области. В описательном процессе также следует учитывать существующие потенциальные связи между одной и другими системами. В основном, следует рассмотреть два типа связей:

(а) Те, посредством которых предприятия, связанные с водоснабжением, получают поддержку в случае аварии, нарушений, в результате других чрезвычайных ситуаций.

(б) Те, с помощью которых предприятиям, связанным с водоснабжением, будет необходимо обеспечить поддержку в случае чрезвычайных ситуаций, произошедших в другом (неместном) районе обслуживания. Последнее не только должно включать площади обслуживания, которых можно достичь путем перекрестных соединений различных систем распределения, но также учитывать потенциальную возможность прийти на помощь населению в районах, которые не связаны с предприятием водопроводом.

239. Цель – обеспечить последующую документацию качества сырой, промежуточной и окончательной воды, а также систем, используемых для подготовки воды такого качества, которое позволяет адекватно оценивать факторы риска и управлять ими. Каждая поставка должна быть оценена самостоятельно.

Данные должны быть собраны в отношении этой поставки, и все другие меры, ведущие к ПБВ, должны исключительно относиться только к этой поставке.

Выявление опасностей, опасных событий и факторов риска

240. На этом этапе:

(а) Должны быть выявлены все потенциальные, биологические, физические и химические опасности, связанные с каждой ступенью снабжения питьевой водой.

(б) Должны быть выявлены все опасности и опасные события, которые могут привести к загрязнению или возможному загрязнению, срывам или перерывам в снабжении воды.

(с) Факторы риска, выявленные на каждом этапе диаграммы тока воды, должны быть оценены и ранжированы.

Определите и утвердите меры надзора, вновь оцените и определите очередность факторов риска

241. Бригада ПБВ должна документировать существующие потенциальные меры надзора и оценить, эффективны ли существующие меры. В зависимости от типа надзора это может быть сделано спектром предприятия, с помощью спецификаций производителя или данных мониторинга. Факторы риска затем должны быть переоценены в плане вероятностей и последствий, принимая во внимание все существующие меры надзора. Сокращение риска, достигнутое с помощью каждой меры, указывает на ее эффективность. Все оставшиеся факторы риска, после того как будут приняты во внимание все меры надзора и которые бригада ПБВ будет считать неприемлемыми, следует рассмотреть в плане дополнительных коррективных действий.

Разработайте, осуществите и поддерживайте план улучшения / соответствия более высокому уровню

242. Планы улучшения направлены на меры контроля, которые считались несуществующими или ошибочными на предыдущем этапе. Для каждого выявленного улучшения должен быть «ответчик», чтобы взять на себя ответственность за его осуществление и сроки. Планы улучшения / соответствие более высокому уровню могут включать кратко- средне- и долгосрочные программы, а также могут требовать капитальных инвестиций, но также могут включать пересмотр документации, стандартных процедур и т.д. Могут потребоваться значительные ресурсы, поэтому необходимо провести детальный анализ и тщательное определение приоритетов в соответствии с оценкой системы. Планы осуществления улучшений / соответствия более высокому уровню должны быть мониторируются для подтверждения проведенных улучшений и быть эффективными; соответственно ПБВ перейдут на более высокий уровень.

Операционный мониторинг

243. Операционный мониторинг включает определение, утверждение и мониторинг мер надзора, а также разработку процедур, демонстрирующих, что меры контроля продолжают работать. Такие действия должны быть документированы в процессе

управления. В мониторинг мер контроля также следует включать коррекционные действия, необходимые, когда операционные цели не достигнуты.

Подтвердите эффективность ПБВ

244. Наличие формального процесса подтверждения эффективности и аудита ПБВ укажет, что он работает нормально. Подтверждение эффективности включает 3 процесса, которые производятся одновременно для удостоверения того, что ПБВ работает эффективно:

- (a) Соответствующий мониторинг
- (b) Внутренний и внешний аудит операционной деятельности
- (c) Удовлетворенность потребителя

245. Подтверждение эффективности должно обеспечить данные, что комплексная конструкция системы и ее деятельность способны постоянно обеспечивать водой специфического качества, которое отвечает целям охраны здоровья. Если это не так, планы соответствия улучшению / более высокому уровню должны быть пересмотрены и претворены в жизнь.

Подготовьте процедуры управления

246. Два типа документации составляют интегрированную часть ПБВ: документированные процедуры управления, когда система работает при номинальных условиях, так называемые Стандартные операционные процедуры (СОП) и коррективные действия, когда система сталкивается с инцидентами. Документация должна быть написана опытным персоналом и пересматриваться по мере необходимости, особенно в свете плана улучшения / соответствия более высокому уровню и обзора инцидентов, непредвиденных случаев и незначительных промахов. Предпочтительно проинтервьюировать персонал и обеспечить, чтобы его деятельность была документирована. Это также позволит воспитывать ответственность и ускорить окончательное выполнение процедур.

Разработайте программы поддержки

247. Программы поддержки часто относятся к подготовке кадров, исследовательской деятельности и развитию, но также могут охватывать усиление косвенных служб, таких, как улучшение лабораторий, аккредитация, улучшение оборудования и т.д. Примеры другой деятельности включают непрерывное образование, калибровку оборудования, профилактическую поддержку, гигиену и санитарную, юридические аспекты водоснабжения и др.

Период пересмотра

248. Бригада ПБВ должна периодически собираться и пересматривать план в целом, учитывая опыт и новые процедуры (в добавление к регулярному пересмотру ПБВ путем анализа данных, собранных как часть процесса мониторинга). Процесс пересмотра является критическим для выполнения ПБВ в целом и дает основу, на которой будут сделаны оценки в будущем. Учитывая непредвиденные случаи, инциденты и незначительные промахи, факторы риска следует пересмотреть и, возможно, включить в план улучшения / соответствия более высокому уровню.

Пересмотр после инцидента

249. Важно, чтобы ПБВ пересматривался после каждого непредвиденного случая, инцидента или незначительного промаха. Чтобы убедиться в том, что ситуация не повторится, реакция была достаточной или что можно было справиться лучше.

Типичные проблемы

250. Следующая **таблица 10** суммирует проблемы и ожидаемые результаты каждого этапа процесса ПБВ.

Таблица 10 Проблемы и результаты различных этапов ПБВ (WHO, 2009)

Этапы ПБВ	Проблемы	Результаты
1. Создание бригады ПБВ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Подбор квалифицированного персонала ▪ Организация работы, которая соответствовала бы существующим структурам и ролям ▪ Выявление и наем внешних заинтересованных лиц ▪ Сохранение бригады во время проведения ПБВ ▪ Способность бригады эффективно общаться с остальным персоналом предприятия и заинтересованными сторонами 	<p>Создание опытной мультидисциплинарной бригады, которая понимает компоненты системы и поставлена в условия оценки факторов риска, которые могут быть ассоциированы с каждым компонентом системы. Бригаде следует понимать нацеленность на здоровье и другие цели и свободно проводить экспертизу для подтверждения после проведения оценки, соответствует ли система определенным стандартам качества воды</p>
2. Описание системы водоснабжения	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Отсутствие точных карт источника воды, его геогидрологических характеристик, моделей загрузки и взаимосвязей ▪ Отсутствие карт, показывающих систему распределения и ее взаимосвязи с соседними системами ▪ Отсутствие знаний о промышленности, закопанных свалках и исторически загрязненных местах ▪ Нахождение всех правительственных и местных организаций, имеющих потенциальную информацию, либо которые могут сыграть определенную роль ▪ Время, необходимое персоналу, для того чтобы выполнить полевую работу ▪ Устаревшие процедуры и документация 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Детальное современное описание системы водоснабжения, включая диаграмму потока воды 2. Понимание качества воды, которое обеспечивается в последнее время предприятием водоснабжения 3. Идентификация пользователей и использования воды
3. Выявление опасностей и оценка риска	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Возможность пропустить новые опасности и опасные события. ▪ Оценки факторов риска должны регулярно пересматриваться, с тем чтобы не пропустить новых опасностей. Это увеличит важность по мере того, как станут доступными новые 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание того, что и где может идти неправильно, имея в виду опасности и опасные события 2. Оценка факторов риска, выраженная интерпретируемым и сравнительным образом, чтобы более значимые факторы риска можно

Этапы ПБВ	Проблемы	Результаты
	<p><i>предсказывающие модели с лучшими географическими решениями.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Неопределенность в оценке факторов риска в связи с отсутствием данных, плохим знанием деятельности в рамках цепи водоснабжения и их относительный вклад в риск, генерированный опасностью или опасным событием.</i> ▪ <i>Соответствующее определение вероятностей и последствий с достаточной детализацией, с тем чтобы избежать субъективной оценки и содействовать последовательности</i> 	<p><i>было легко отличить от менее значимых</i></p>
<p><i>4. Оценка факторов риска</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Разделите обязанности персонала в отношении того, кто будет выполнять полевую работу по выявлению опасностей и определению мер надзора</i> ▪ <i>Обеспечьте выявление соответствующих мер контроля, которые будут эффективны с точки зрения стоимости и которые можно поддержать</i> ▪ <i>Неопределенность в определении первоочередности факторов риска в связи с недостаточностью данных; плохое знание деятельности в рамках цепи водоснабжения и ее относительный вклад в тип опасности, генерированный опасным событием, а также оценка риска этих событий</i> 	<ol style="list-style-type: none"> <i>1. Идентификация мер контроля</i> <i>2. Обоснованность эффективности мер контроля</i> <i>3. Идентификация и определение первоочередности недостаточно контролируемых факторов риска</i>
<p><i>5. Разработайте, внедрите и поддерживайте план улучшения / соответствия более высокому уровню</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Обеспечьте, чтобы ПБВ соответствовал современному уровню</i> ▪ <i>Обеспечьте финансовые ресурсы</i> ▪ <i>Недостаток человеческих ресурсов, в том числе для технической экспертизы планирования и осуществления необходимого перехода на более высокий уровень</i> ▪ <i>Обеспечьте, чтобы новые факторы риска не</i> 	<ol style="list-style-type: none"> <i>1. Разработка плана улучшения / перехода на более высокий уровень для каждого значительного неконтролируемого фактора риска с определением первоочередности</i> <i>2. Осуществление плана улучшения в соответствии с запланированным расписанием кратко- средне- и долгосрочной деятельности</i> <i>3. Мониторинг осуществления плана улучшения /</i>

Этапы ПБВ	Проблемы	Результаты
6. Определите мониторинг мер надзора	<p data-bbox="653 256 1087 282"><i>были вызваны улучшением программы</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="611 305 1157 363">▪ <i>Отсутствие достаточного лабораторного оборудования для проведения анализов</i> <li data-bbox="611 380 1207 438">▪ <i>Отсутствие достаточных человеческих ресурсов для проведения мониторинга и анализа</i> <li data-bbox="611 454 1136 513">▪ <i>Финансовые затраты в связи с усилением мониторинга</i> <li data-bbox="611 529 1129 587">▪ <i>Недостаточные данные по оценке или их отсутствие</i> <li data-bbox="611 604 1121 691">▪ <i>Изменение отношения членов персонала, привыкших к определенным способам мониторинга</i> <li data-bbox="611 708 1188 821">▪ <i>Обеспечение того, чтобы коррективные действия, выявленные мерами контроля, были согласованы между отделом управления безопасностью воды и операционным отделом</i> <li data-bbox="611 837 1146 933">▪ <i>Обеспечение того, чтобы у операционного отдела были ресурсы для проведения коррективных действий</i> 	<p data-bbox="1241 256 1654 282"><i>соответствия более высокому уровню</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1241 305 1814 363">1. <i>Оценка действия мер контроля через соответствующие промежутки времени</i> <li data-bbox="1241 380 1814 435">2. <i>Обозначение коррективных действий для отклонений, которые могут произойти</i>
7. Подтверждение	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="611 954 1207 1013">▪ <i>Отсутствие способных внешних аудиторов для ПБВ</i> <li data-bbox="611 1029 1199 1088">▪ <i>Отсутствие квалифицированных лабораторий для проведения анализа проб</i> <li data-bbox="611 1104 1121 1162">▪ <i>Отсутствие человеческих и финансовых ресурсов</i> <li data-bbox="611 1179 1163 1234">▪ <i>Отсутствие осведомленности об удовлетворении или жалобах потребителей</i> 	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1241 954 1814 1013">1. <i>Подтверждение того, что ПБВ правильные и соответствующие</i> <li data-bbox="1241 1029 1814 1110">2. <i>Данные о том, что ПБВ используются на практике, как и предполагалось, и работают эффективно</i> <li data-bbox="1241 1127 1814 1182">3. <i>Подтверждение того, что качество воды соответствует определенным целям</i>

Е. Обработка в месте использования

251. Обработка в месте использования (ОМИ) относится к простым приемлемым дешевым вмешательствам, которые могут быть применены на коммунальном или домашнем уровне и которые обеспечивают возможность улучшения микробиологического качества воды. Эти методы могут использоваться там, где люди могут рассчитывать только на свою инициативу в плане обеспечения микробиологической безопасности, а также в тех местах, где качество водопроводной воды оставляет желать лучшего. Обработку в месте использования следует также сочетать с безопасным хранением (Arnold and Colford, 2007; Fewtrell, Kaufmann et al., 2005; Clasen et al., 2007; Clasen et al., 2006; Clasen et al., 2005; Clasen and Bastadle, 2003; Trevett and Carter, 2005). Описано много различных технологий обработки воды в домашних условиях, и многие широко применяются в различных частях мира.

252. Предварительная подготовка с помощью отстаивания или коагуляции часто также может помочь в некоторой степени сократить фекальное загрязнение. Технологии предварительной обработки с целью устранения мутности (взвешенных частиц) воды, подходящей для их применения, потенциально включают:

(а) Отстаивание или простое осаждение. Когда вода содержит взвесь, простая обработка поможет частицам осесть в течение ночи. Чистая вода сверху контейнера из контейнера переливается в чистый контейнер. Добавление некоторых химических веществ, таких, как сульфат алюминия или порошок из семян *Moringa oleifera* (дерево хрена обыкновенного) на поверхность воды поможет ее отстаиванию. Отстаивание не удалит всех патогенов, осадок или глину. Воду следует прокипятить и продезинфицировать до употребления.

(б) Фильтр цилиндрической формы из пористого материала. Фильтры производятся коммерчески. Загрязненная вода медленно фильтруется, проходя через пористый керамический материал. Большие микроорганизмы – яйца, цисты и большинство бактерий остаются во внешнем слое материала фильтра, который периодически чистится мягкой щеткой под чистой проточной водой. Маленькие микроорганизмы, такие, как вирусы, вызывающие гепатит А, могут не удалиться с помощью этих фильтров.

(с) Каменные или керамические фильтры. Эти фильтры схожи с фильтрами из пористого материала за исключением того, что они сделаны из пористого местного камня. Их трудно чистить и тяжело поднимать, но они относительно недороги, если их производить на местном уровне. Тем не менее важно протестировать воду, взяв репрезентативный образец, чтобы определить эффективность удаления фекального загрязнения.

(d) Фильтры, использующие медленную фильтрацию песком. Несмотря на то что фильтры, использующие медленную фильтрацию песком, эффективны для удаления микроорганизмов из загрязненной воды, для того чтобы они функционировали эффективно, им требуется непрерывный поток воды; они, менее вероятно, используются на домашнем уровне. В основном это происходит потому, что их конструкция и устройство часто большие и способны обработать больше воды, чем необходимо в индивидуальных хозяйствах и потому что для их поддержки и оперирования требуются технические умения, которыми не обладают индивидуальные пользователи.

(i) После удаления частиц существует ряд способов обработки ОМИ. Наиболее распространенными являются:

(e) Кипячение. Несмотря на то что некоторые авторитетные специалисты рекомендуют кипятить воду в течение 1-5 мин., JDWQ ВОЗ рекомендует доводить воду до кипения как показателя достижения высокой температуры. Эти рекомендации по кипению, вероятно, избыточны для нагревания, необходимого для значительного сокращения большинства патогенов, передаваемых через воду, однако наблюдение за кипением создает уверенность в том, что значительные температуры достигнуты для разрушения патогенов. Для каждых тысячи метров выше уровня моря должна быть добавлена одна лишняя минута кипячения. Недостатками кипячения является то, что требуется большое количество топлива, которое может быть дорогим; оно придает неприемлемый вкус воде; очень горячая вода может вызвать несчастные случаи; кипяченая вода может вновь загрязниться, когда остынет. Последствия обезлесивания в засушливых районах могут считаться такими же, как последствия ингаляции дыма для здоровья.

(f) Солнечная дезинфекция комбинированным методом тепла и УФ-радиации – этот метод показал себя как эффективный при обработке воды, но требуется больше времени, чем при обеззараживании хлором.

(g) Солнечная дезинфекция только с помощью тепла («готовка на солнце»).

(h) УФ-дезинфекция с помощью ламп.

(i) Хлорирование. Добавление хлора убивает большинство бактерий и некоторые вирусы. Так как вкус хлора исчезает, когда вода находится в открытых контейнерах, очень небольшое количество обесцвечивающего порошка или одна капля домашнего обесцвечивающего средства может быть добавлена в 20-литровый контейнер с водой. Смесь должна постоять 30 мин. После этого, если слабый запах хлора остается в воде, она будет представлять низкий риск и будет аппетитной на вкус. Хлор должен добавляться только к чистой воде, иначе он будет абсорбирован грязью в воде. Кроме того, хлор, который хранился в течение некоторого времени, будет менее эффективным. Использование дезинфектантов в домашней обработке воды с успехом применяется в Азии и Южной Америке.

(j) Комбинированные системы химической коагуляции-фильтрации и обеззараживания хлором. Даже наиболее многообещающие системы домашней обработки воды остаются проблемой. Это происходит в связи с тем, что сокращение микробной загрязненности уменьшается или препятствуется частицами, создающими мутность, которые сокращают доступ к целевым микробам или, другими словами, защищают их от инактивации другими механизмами. Взвесь в воде уменьшает эффективность хлора или других химических дезинфектантов и физически защищает микробов от УФ-радиации солнечного света и ламп, содержащих ртуть, и отвечает за большую часть дезинфекционной деятельности.

253. В качестве последнего этапа ОМИ безопасность конечного продукта должна быть гарантирована. Вода, обработанная в ОМИ, если не употребляется тотчас же, должна храниться в безопасном месте вне зависимости от методов обработки.

V. Основы эпидемиологии

Главные авторы: Angela Queste, Thomas Kistemann

A. Основные определения

254. Эпидемиология – это исследование, посвященное распределению и детерминантам состояний и событий, связанных со здоровьем, в определенных популяциях, а также использование результатов этого исследования для решения проблем здравоохранения. (Last, 2001). Эпидемиология заболеваний, связанных с водой, включает в себя исследование встречаемости, распределения и борьбы с заболеваниями, связанными с водой, среди населения, а также источников, путей распространения или передачи и методов искоренения этих заболеваний. Знания о воздействии заболеваний, связанных с водой, на население необходимы органам здравоохранения для максимально эффективного использования ограниченных ресурсов при профилактике и лечении заболеваний.

255. Ниже приведены некоторые основные эпидемиологические термины, которые используются в эпидемиологии болезней, связанных с водой.

Эпидемиологический надзор

256. Эпидемиологический надзор – это систематический сбор, анализ и интерпретация данных о здоровье населения в процессе описания и мониторинга событий, связанных со здоровьем.

Смертность

257. Уровень смертности (или общий уровень смертности) для всех смертельных случаев или для смертельных случаев, вызванных конкретным заболеванием, вычисляется по следующей формуле (Bonita R et al, 2006):

$$\text{Общий уровень смертности} = *10^n \frac{\text{Число случаев смерти за определенный период}}{\text{Число людей с высоким риском летального исхода за тот же период}}$$

258. Основным недостатком показателя общего уровня смертности является то, что в нем не учитываются такие факторы, как возраст, пол, социально-экономический статус и др. В силу этого обычно необходимы дальнейшие уточнения, например, расчет смертности в отдельных возрастных группах, определение уровня младенческой или детской смертности и т. д.

259. Расчет уровня смертности в эпидемиологии болезней, связанных с водой, может понадобиться, например, при изучении связи между доступностью безопасной питьевой воды и детской смертностью. В этом случае будут сравниваться уровень детской смертности в возрасте до 5 лет и процент населения, имеющий доступ к безопасной питьевой воде.

Заболееваемость

260. Заболееваемость (morbidity) описывает любое отклонение от состояния благополучия (Last, 2001). Заболееваемость описывает долю пациентов с конкретным заболееванием в данный год на единицу населения. Иными словами, заболееваемость описывает число случаев данного заболеевания или расстройства среди населения и обычно выражается в количестве случаев на 100 тыс. или 1 млн населения в год. Этот показатель включает в себя все случаи заболеевания, то есть смертельные и не смертельные исходы. В качестве примера можно привести заболееваемость гепатитом А, которая включает в себя всех заболеевших и всех умерших. Для заболееваний с низким числом смертельных исходов, таких как, например, самоограничивающаяся диарея, данные о заболееваемости являются более информативными, чем уровень смертности. Во многих странах сбор некоторых данных о заболееваемости осуществляется в соответствии с требованиями закона, например, в отношении заболееваний, связанных с водой, которые подлежат регистрации.

Распространенность и степень заболееваемости

261. Распространенность и степень заболееваемости показывают количество случаев заболеевания среди всего населения или его определенной подгруппы

262. Распространенность – это *процент* заболеевших в определенный момент времени. (Last, 2001). Другое определение термина: “количество лиц, пораженных болезнью, на данный момент времени, деленное на число лиц в популяции в этот момент времени”. (Gordis, 2000). Термин “**распространенность в момент обследования**” отражает состояние популяции в определенный момент времени; термин “**общее число случаев болезни за определенный период**” является сочетанием показателей распространенности в момент обследования и степени заболееваемости. Данные о распространенности показывают остроту проблемы, связанной с данным заболееванием, и могут быть использованы для определения перечня услуг, необходимых данной местной общине. Примером показателя распространенности может быть частота рака мочевого пузыря по состоянию на 1 января 2003 г. в стране, где применяется хлорирование питьевой воды.

$$\text{Распространенность на 1 тыс. чел.} = \frac{\text{Количество случаев заболеевания, представленных в конкретной популяции в данное время}}{\text{Численность людей, представленных за то же время}} * 1000$$

263. Степень заболееваемости (incidence) - число новых случаев болезни в определенной популяции в пределах установленного периода времени, например в течение года (Last, 2001, Gordis, 2000). Показатель степени заболееваемости использует в числителе только новые случаи, более ранние случаи не учитываются. В знаменателе указывается численность населения, входящего в группу риска.

$$\text{Степень заболееваемости на 1 тыс. чел.} = \frac{\text{Количество новых случаев заболеевания за определенный период времени}}{\text{Количество людей, подверженных риску развития заболеевания за тот же период времени}} * 1000$$

264. Математически степень заболееваемости часто выражается как X случаев на определенное базовое количество населения (например, 10 тыс. или 100 тыс.)

265. При расчете выбор одного из двух показателей – степени заболееваемости или распространенности – зависит от характера болезни и цели исследования.

Эндемическое, эпидемическое и пандемическое распространение заболеваний

266. Термины “эндемический”, “эпидемический” и “пандемический” описывают характер распространения инфекционных заболеваний, в том числе заболеваний, связанных с водой.

267. *Эндемическая (местная) болезнь* – это болезнь, постоянно присутствующая среди данной популяции, например, гепатит А в нескольких регионах Восточной Европы.

268. Эпидемическая болезнь характеризуется необычно высокой степенью заболеваемости, т. е. частота случаев превышает определенный уровень, который обычно ожидается в данный период времени. В качестве примера можно привести вспышку брюшного тифа в общине, которая потребляла питьевую воду, загрязненную сточными водами, как это произошло в южном Кыргызстане в конце 2003 г.

269. *Пандемической* является болезнь, которая характеризуется необычно высокой степенью заболеваемости на обширной территории. Пандемии холеры – самые известные пандемии заболеваний, связанных с водой. Седьмая пандемия, которая была вызвана холерным вибрионом *V. cholerae* El Tor, вспыхнула в Индонезии в 1961 г. и затем распространилась по Индии, материковой части Азии, Западной Африке и Латинской Америке. Последняя, восьмая, пандемия началась в 1992 г. в Индии и Бангладеш и была вызвана холерным вибрионом поп-01 - 0139 (Бенгал).

270. Иногда возникает путаница относительно употребления понятий “эпидемия”, “вспышка” и “кластер”. Хотя они связаны по смыслу, термин “эпидемия” обычно используется для описания проблем, охватывающих значительную территорию, в то время как “вспышка” и “кластер” обычно используются для описания проблем, которые затрагивают меньшее число людей или более резко определены с точки зрения территории распространения.

Вспышка заболевания

271. Вспышкой заболевания называют кратковременное местное увеличение заболеваемости (Last, 2001). ВОЗ считает вспышкой два или больше случаев болезни, происходящих из одного источника (Andersson Y and Bohan P, 2001). Возможным источником вспышки заболевания, связанного с водой, может быть загрязнение водопровода питьевого назначения. Общеизвестно, что выявление незначительных по масштабу вспышек заболевания, передаваемого через воду или из другого источника, является непростой задачей (Hunter P, 2002); однако ещё сложнее порой бывает выявить вспышки заболеваний, охватывающие большое количество людей в густонаселенных районах, например, в крупных городах (Kožíšek, 2010).

Группы риска

272. В эпидемиологии заболеваний, связанных с водой, необходимо определить группы риска среди населения. Это часть населения, которая наиболее восприимчива к болезням, например, дети, беременные женщины, или люди, пользующиеся водопроводной водой, которые попадают в группу риска, если качество воды не соответствует требованиям качества (Beaglehole R, 1993).

В. Основные виды исследований

273. Описательные и аналитические исследования могут использоваться для выполнения эпидемиологического обследования вспышек заболевания, связанного с водой. Важнейшими описательными исследованиями являются экологические исследования и опросы. Важнейшими исследованиями, используемыми для анализа вспышек заболеваний, связанных с водой, являются исследования по методу “случай-контроль” и когортные исследования.

Описательные исследования

274. Как правило, *описательные исследования* описывают особенности заболевания в конкретной местной общине. Они являются отправной точкой при исследовании любой вспышки заболевания, которое, возможно, связано с водой, и помогают формулировать гипотезы для дальнейших исследований.

275. В качестве источника данных при проведении таких исследований используются главным образом данные рутинного эпиднадзора, такие как статистика смертности, уведомления о случаях инфекционных заболеваний, результаты лабораторных исследований или учения по выявлению заболеваний. Во время учений по выявлению заболеваний проводится сбор информации о временном, географическом и демографическом распределении заболевания (время, место, больной). Таким образом, в рамках исследований производится сбор данных о дате начала заболевания, месте жительства заболевшего, данные о предпринятых поездках, а также возраст, пол, характер потребления заболевшими лицами пищи и воды (Н, 1997).

276. В описательных исследованиях возможности анализа ограничены и обычно сводятся к подведению итогов и представлению данных в табличной и графической форме.

277. Одним из важнейших вариантов описательных исследований является так называемое *экологическое исследование*. Этот вид исследования основан на заключениях о причинах заболевания, которые являются результатом сопоставления показателей распространенности или степени заболеваемости для различных групп населения (т. е. местных общин) с возможными факторами риска, такими как доля населения, использующего колодезную воду, или процент безработных (Hunter P, 1997). Достоинствами таких исследований являются простота и низкая стоимость, а также возможность использовать популяционные данные с различными характеристиками. Тем не менее, данным исследованиям присущ и ряд недостатков. Самый важный фактор – невозможность однозначно определить связь между воздействием и эффектом. Эту проблему называют экологической ошибкой. В таких исследованиях сложно учитывать влияние возможных вмешивающихся факторов. Так или иначе, эти ограничения не позволяют сделать какой-либо обоснованный вывод по результатам таких исследований (Beaglehole R, 1993 and, Hunter P, 1997).

278. План экологического исследования может предусматривать изучение связи между потреблением воды, содержащей побочные продукты хлорирования, и заболеваемостью раком среди групп населения, пользующихся водой из различных источников. В качестве примера экологического исследования можно привести исследование Munger et al. (1997). В нем сравнивалась частота случаев внутриутробной задержки роста плода в 13 местных общинах штата Айова, которые пользовались водой от загрязненного гербицидами озера Ратбан, с аналогичным показателем в других общинах штата Айова аналогичного размера. Результаты показали более высокую частоту случаев внутриутробной задержки роста плода у

матерей, употреблявших воду из озера Ратбан. Однако ограничения, содержащиеся в плане данного экологического исследования, привели к тому, что выявленная зависимость могла рассматриваться только как предварительный результат.

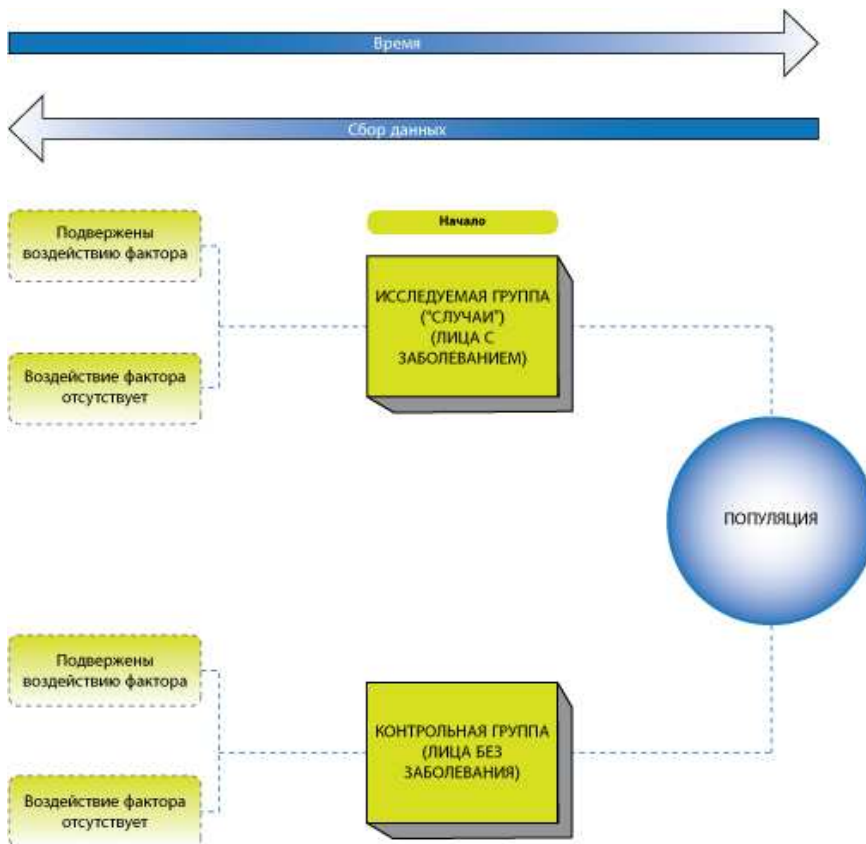
279. Опросы – еще один вариант описательных исследований. Здесь описываются индивидуальные особенности населения, включая их индивидуальные свойства, наличие конкретного заболевания в анамнезе, экспозиция к предполагаемым возбудителям (например, употребление воды из колодца) (Hunter PR, 1997). Это означает, что экспозиция (воздействие) и эффект измеряются одновременно. Для сбора данных отобранная группа населения опрашивается путем личного интервью, телефонного интервью или рассылки анкет по почте. Важнейшее преимущество этого вида исследования состоит в том, что такое исследование является относительно несложным и не требует больших затрат (Beaglehole R, 1993). При использовании этого вида исследования необходимо принимать во внимание проблему систематической ошибки и, в особенности, ошибки выборки. Так, например, лица, недавно перенесшие диарею, с большей вероятностью примут участие в исследовании диарейных заболеваний. Напротив, если значительный процент больных диареей будет госпитализирован, то они окажутся недоступны для интервьюирования (Hunter P, 1997). В случае вспышки одномоментное поперечное углубленное исследование, включающее в себя измерение многих факторов риска, часто является первым шагом по выявлению причин заболевания (таких как использование загрязненной питьевой воды).

Аналитические исследования

280. Хотя описательные исследования часто используются из-за их преимуществ, именно аналитические исследования приводят к выводам и свидетельствам, которые не могут быть получены из описательных исследований.

281. Исследования по методу “случай–контроль” – самый распространенный тип аналитического эпидемиологического исследования потенциальных вспышек заболеваний, связанных с водой. Здесь гипотезы проверяются путем сравнения частоты ранее произошедшего события среди заболевших (“случай”) и среди тех, кого болезнь не затронула (“контроль”) (Hunter P, 1997). Преимущество исследований по методу “случай–контроль” состоит в том, что их можно осуществить просто, быстро и с небольшими затратами; кроме того, можно сразу изучить влияние нескольких факторов. Хотя исследования “случай–контроль” ограничиваются изучением только одного заболевания, их преимущество состоит в том, что они дают возможность исследовать сразу несколько факторов, чтобы оценить относительное влияние каждого из них (например, пищи, воды и т. д.). Рисунок 5 иллюстрирует процедуру проведения исследования по методу “случай–контроль”. Исследования по методу “случай–контроль” являются ретроспективными, т. е. анализ направлен в прошлое.

Рисунок 5 Основные исследования в рамках эпидемиологического надзора заболеваний, связанных с водой



282. Обычно исследования по методу случай-контроль выполняются следующим образом. Сначала отбирается исследуемая группа, которая будет представлять все случаи заболевания в выбранной популяции. Затем отбирается контрольная группа, которая представляет распространенность воздействия фактора риска в популяции, в которой отмечены случаи заболевания. Контрольная группа включает в себя лиц, которые были бы включены в состав исследуемой группы, если бы у них развилось данное заболевание. Контрольная группа должна быть отобрана своевременно во избежание ошибки памяти. Состав исследуемой и контрольной групп может быть ограничен представителями определенных подгрупп населения (женщины, дети). Ключ к успеху в исследованиях по методу "случай-контроль" состоит в правильном определении исследуемой группы и отборе контрольной группы. Исследуемая группа отбирается по клиническим, эпидемиологическим и микробиологическим или другим лабораторным признакам. Контрольная группа не должна иметь признаков заболевания, т.е. у них не должно наблюдаться, например, таких симптомов, как диарея или рвота. Методы, которые могут использоваться для того, чтобы отобрать исследуемую группу, могут включать в себя отбор по результатам телефонного собеседования или использование административных реестров (Beaglehole, 1993).

283. После формирования исследуемой и контрольной групп проводится их сравнение. Каждый участник исследуемой группы может сравниваться с несколькими – до четырех – участниками контрольной группы. Важно обеспечить необходимое сходство между участниками разных групп в случае, если данные анализируются, например, с разбивкой по возрастным или социальным группам

(Beaglehole, 1993). Затем в обеих группах сравнивается количество участников, употребляющих воду из одного и того же источника, на основании чего делается вывод о том, является ли питьевая вода фактором риска. Экспозиция к фактору может быть определена гипотетически или на основе данных о конкретном заболевании. В случае заболеваний гастроэнтеритом неизвестного происхождения в местной общине необходимо учитывать такие факторы, как употребление пищи, употребление небезопасной питьевой воды или употребление питьевой воды, загрязненной химикалиями.

284. В исследовании по методу “случай-контроль” измеряется отношение шансов (ОШ). Пример расчета ОШ представлен в **таблице 11**. Отношение шансов – это отношение между вероятностью того, что заболевший подвергся в прошлом возможному воздействию фактора и вероятностью того, что незаболевший человек испытал воздействие того же фактора (Hunter, 1997). В данном примере проверялось, подверглись ли люди, заболевшие холерой, воздействию определенного фактора риска, например, употребляли ли они морепродукты или нет. В **таблице 11** ОШ равен 11.6. Это значит, что вероятность того, что лица из исследуемой группы употребляли в пищу в недавнем прошлом морепродукты, в 11.6 раза выше вероятности употребления морепродуктов лицами из контрольной группы (Beaglehole, 1993). В исследованиях по методу “случай-контроль” нельзя рассчитать относительный риск (ОР), являющийся измеряемой величиной когортных исследований (которые будут рассмотрены ниже), потому что исследуемая и контрольная группы не формируются случайной выборкой из всего населения.

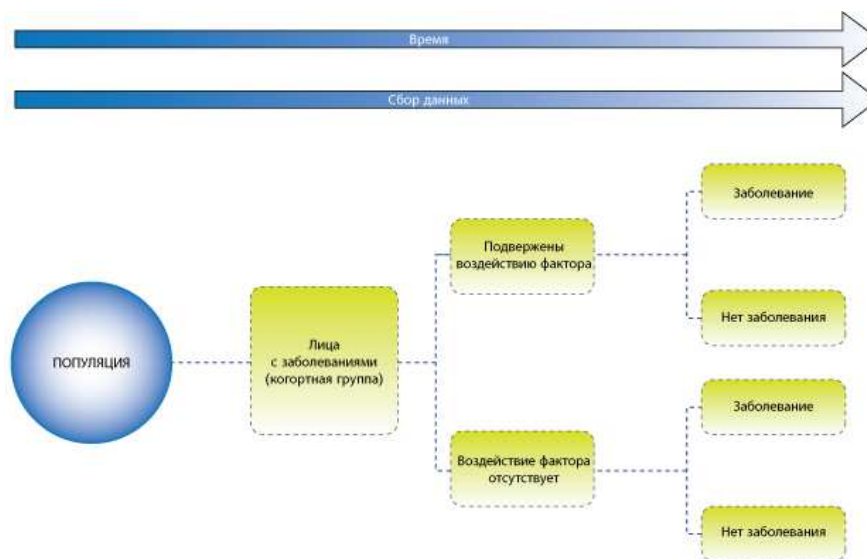
Таблица 11 Расчет отношения шансов (ОШ)

Disease (cholera)	Exposure: consumption of seafood			Total
	Yes	No		
Yes	50 _a	11 _b		61
No	16 _c	41 _d		57
Total	66	52		118

OR = (a*d)/(b*c) = (50*41)/(11*16)=11.6

285. В отличие от исследований по методу “случай-контроль” когортные исследования изучают группы лиц, для которых данные об экспозиции известны. Обследование обычно направлено на прогнозирование будущего и исследует уровень риска, при котором воздействие ведет к развитию заболевания.

Рисунок 6 Характеристики когортных исследований



286. При проведении когортного исследования вначале отбирается когорта (группа людей), без заболевания. Эта группа делится на подгруппы в зависимости от подверженности воздействию потенциальной причины заболевания или в зависимости от исходов. Затем интересующие нас переменные определяются и измеряются. Вся когорта остается под наблюдением с тем, чтобы определить разницу в количестве новых случаев заболевания в группах, подверженных и не подверженных воздействию фактора риска. (Beaglehole, 1993). В качестве примера факторов риска можно привести наличие химикатов в воде, напр., нитратов, мышьяка, тригалометанов или использование различных типов водоснабжения (вода из подземных источников по сравнению с водой прошедшей через пористые фильтры)

287. Когортные исследования начинаются с выявления лиц, подвергшихся и не подвергшихся воздействию факторов риска. Поэтому для оценки простоты использования данного типа исследования важно знать, какие трудности могут возникнуть при измерении экспозиции к фактору риска или получении доступа к имеющимся данным об индивидуальной экспозиции к этим факторам.

288. Преимуществом когортных исследований является то, они дают наилучшую информацию о причинах заболеваний и обеспечивают наилучшие возможности для измерения риска. Для сравнения встречаемости заболевания у тех, кто подвергается воздействию патогена, и у тех, кто такому воздействию не подвергается, используется показатель относительного риска (OR) (Hunter, 1997). В остальном когортные исследования концептуально просты. Основной недостаток когортных исследований заключается в том, подобные исследования являются масштабным мероприятием и требуют продолжительного периода последующего наблюдения из-за того, что заболевание нередко проявляется спустя длительное время после экспозиции. Особым видом когортных исследований являются ретроспективные (исторические) когортные исследования, обычно проводимые при вспышках заболеваний, влияющих на водоснабжение небольших местных общин.

289. Ретроспективные когортные исследования проводятся, когда все население подвергается воздействию одного и того же фактора риска (например, пользуется водой из одного и того же источника). В главе 6 настоящего руководства подробно

описан случай применения метода такого когортного исследования. В качестве когорты были отобраны ученики начальной школы в Германии, где в период с мая по август 2000 произошла вспышка лямблиоза. Для выявления возможных путей передачи инфекции были составлены анкеты, содержавшие вопросы о привычках, связанных с потреблением пищи и воды, о контактах с животными и о купании в открытых водоёмах. Относительный риск свидетельствовал о том, что у некоторой части когорты заболевание развилось из-за употребления водопроводной воды из особой зоны водоснабжения.

С. Источники ошибок в эпидемиологических исследованиях

290. На результаты эпидемиологических исследований иногда влияют случайные и систематические ошибки, а также вмешивающиеся факторы.

Случайная ошибка

291. Случайные ошибки возникают в силу индивидуальных биологических вариаций, ошибок выборки и ошибок измерения. Влияние подобных ошибок может быть уменьшено благодаря тщательности измерения воздействия и исхода с тем, чтобы каждое измерение было как можно более точным. Но подобные ошибки не могут быть полностью устранены. Это происходит в силу того, что: изучать можно только выборки населения (например, детей); всегда имеют место индивидуальные вариации (например, у одного и того же человека утром и вечером различаются показатели артериального давления); и невозможно провести измерение с абсолютной точностью (например, лабораторное исследование анализа стула). (Beaglehole, 1993).

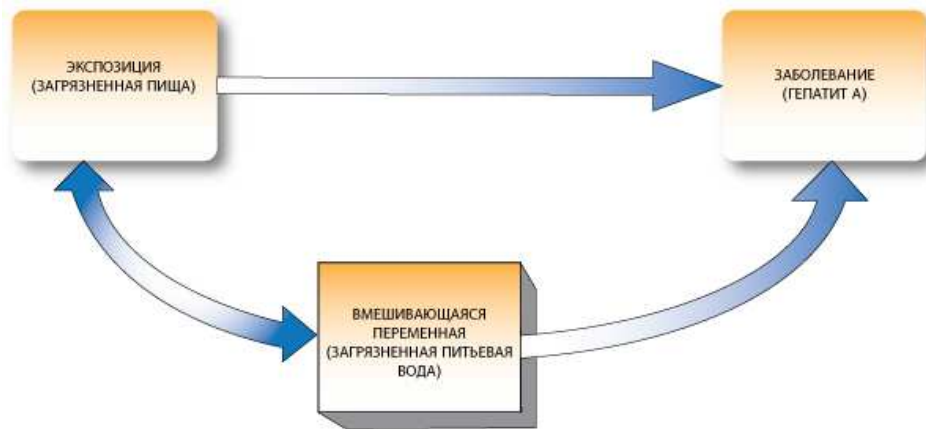
Систематическая ошибка

292. Также могут встречаться систематические ошибки, которые необходимо учитывать при изучении вспышек заболеваний. Ошибка считается систематической, если в результаты измерений систематически отличаются от реальных величин. Основными видами системных ошибок являются ошибка выборки, ошибка измерения и ошибка памяти. Систематическая разница между характеристиками людей, отобранных для участия в исследовании, и характеристиками тех, кто не был отобран, называется ошибкой выборки, которая может наблюдаться в случае самоотбора участников для проведения исследования. Ошибка измерения (или классификации) означает, например, что разные лаборатории измеряют разную концентрацию патогенов. И, наконец, примером ошибки памяти являются различия в воспоминаниях больных и здоровых людей, участвующих в исследовании «случай–контроль», о потреблении пищи.

293. Потенциальным источником ошибок могут быть также вмешивающиеся факторы. Вмешивающиеся факторы приводят к неправильной оценке эффекта. Они возникают из-за того, что неслучайное распределение факторов риска в источниковой популяции наблюдается также и в исследуемой популяции. В исследовании связи между экспозицией к патогену (или фактору риска) и частотой встречаемости заболевания вмешивающийся фактор возникает в том случае, когда в исследуемой популяции существует другая экспозиция, которая связана как с заболеванием, так и с исследуемой экспозицией. **Рисунок 7** (с изменениями согласно Beaglehole et al., 1993) иллюстрирует соотношение между экспозицией, заболеванием и вмешивающимся фактором. Например, при исследовании вспышки гепатита А употребление загрязненной питьевой воды будет вмешивающимся фактором только

в том случае, если в качестве фактора экспозиции будет учитываться употребление загрязненной пищи.

Рисунок 7 Вмешивающийся фактор: загрязненная пища и вода и развитие гепатита А (изменение согласно Beaglehole et al., 1993)



D. Методологические проблемы проведения эпидемиологических исследований

294. Большинство заболеваний ЖКТ, в том числе заболевания, связанные с питьевой водой, могут распространяться несколькими путями. Эпидемиологическое исследование является единственным методом, позволяющим использовать реальные данные для того, чтобы отделить риск, заболевания, вызванного употреблением загрязненной воды, от других факторов риска возникновения данного заболевания. Без этого оценка конкретного фактора риска может оказаться завышенной. Метод эпидемиологических исследований часто критикуется из-за того, что данный подход к сбору данных не является по своей природе экспериментальным. Несмотря на то, что существует большое количество переменных, связанных с риском употребления загрязненной воды, использование стандартных процедур позволяет провести исследование и получить достоверные результаты. Эпидемиологические исследования должны быть хорошо спланированы и проведены не только с целью оценки риска для здоровья с достаточным уровнем точности, но и для учета других факторов риска и/или вмешивающихся факторов исследуемого результирующего заболевания.

Дизайн исследования

295. Существуют методологические проблемы, на которые необходимо обращать внимание при планировании и проведении эпидемиологических исследований для того, чтобы минимизировать отклонения, которые могут произойти. Тип используемого исследования определяется:

- (a) целями исследования;
- (b) особенностями исследуемых заболевания и экспозиции;
- (c) наличием квалифицированного персонала, имеющего опыт проведения эпидемиологических и биостатистических исследований, с учетом бюджетных ограничений

296. Эти три элемента должны быть учтены в начале любого исследования. При выборе подходящего протокола эпидемиологического исследования в первую очередь необходимо принимать во внимание цели исследования и возможность получения достоверных результатов, что в свою очередь определяет область применения полученных данных.

297. Ограничения и методологические проблемы эпидемиологических исследований связаны с тем, что для определения очень небольшого увеличения риска, необходимо использовать нереалистично большую выборку, что увеличивает стоимость исследования и требует значительного числа квалифицированного персонала для проведения хорошего исследования. По сравнению с другими видами научных исследований, для проведения эпидемиологических исследований требуется длительное время. Часто вследствие бюджетных ограничений эпидемиологические исследования не могут охватить все аспекты проблемы или все группы населения. Следует также помнить, что неудовлетворительно спланированные исследования приведут к неудовлетворительным результатам.

298. Для проведения высококачественных эпидемиологических исследований вспышек заболеваний, передающихся через воду, необходимо ещё до начала исследований иметь в своем распоряжении следующие ресурсы:

(а) Релевантную информацию, включая гидрографические карты со схемами водоснабжения (предоставленные компаниями, осуществляющими водоснабжение) и данные о населении, проживающем на исследуемой территории.

(б). Персонал, обладающий соответствующими навыками, включая умение проводить эпидемиологические исследования, в том числе опросы населения, осуществлять статистическую обработку и хранение данных. Привлекаемый к работе персонал должен обладать навыками организации и управления.

(с) Помещения, включая “комнаты для совещаний”, где будет координироваться работа команды исследователей и осуществляться агрегация всех данных.(Источник: Hunter, 2003).

Какой дизайн исследования является наиболее подходящим?

299. Считается, что экспериментальные или интервенционные исследования обеспечивают наиболее точные результаты, при условии учета систематических ошибок и вмешивающихся факторов, однако эти типы исследований могут оказаться неприемлемыми по этическим или финансовым соображениям. Проспективные когортные исследования являются следующим по точности видом исследования, однако стоимость и сложность организации таких исследований могут быть недопустимо высокими. В этих случаях углубленные одномоментные поперечные исследования могут дать полезную информацию там, где необходимо точное измерение воздействия и заболевания с учетом возможных вмешивающихся факторов (Blum and Feacham, 1985).

300. Снижение вероятности систематических ошибок является одной из важнейших задач при проведении эпидемиологических исследований. Систематические ошибки возникают из-за неверной оценки связи между экспозицией и заболеванием. Основные виды систематических ошибок – это ошибка отбора, ошибка информации, ошибка памяти, ошибка интервьюера и вмешивающиеся факторы.

(а) *Ошибка отбора* происходит в том случае, если отбор в изучаемую группу на основе экспозиции или заболевания так или иначе связан с изучаемыми заболеванием или экспозицией.

(b) *Ошибка информации* происходит в тех случаях, когда имеются систематические различия в способе получения информации об экспозиции или исходе заболевания в разных исследуемых группах.

(c) *Ошибка памяти* происходит, когда случай заболевания регистрируется по-разному в зависимости от воздействия.

(d) *Ошибка интервьюера* происходит, когда интервьюерам известна степень воздействия неблагоприятного фактора на опрашиваемого и это может повлиять на ответы относительно заболевания.

(e) *Вмешивающиеся факторы* оказывают свое влияние на результаты исследования в том случае, если связь между экспозицией и заболеванием определяется (полностью или частично) воздействием другого фактора риска, который в данном случае будет вмешивающимся фактором (см. ниже примеры факторов риска гастроэнтерита, не связанных с водой). Это случается, когда другой фактор риска является независимым фактором риска и при этом тоже связан с экспозицией. Это ведет к переоценке или недооценке связи между экспозицией и заболеванием. Например, навыки личной гигиены являются возможным вмешивающимся фактором в исследовании связи между качеством питьевой воды и желудочно-кишечными заболеваниями.

Примеры факторов рисков гастроэнтерита, не связанных с водой

- (i) Возраст
- (ii) Пол
- (iii) Мигрень в анамнезе
- (iv) Стресс или нервное возбуждение в анамнезе
- (v) Частота случаев диареи (часто, иногда, редко или никогда)
- (vi) Использование в настоящее время прописанных врачом лекарств
- (vii) Перенесенные заболевания, продолжавшиеся более суток, в течение 4-х недель до обследования
- (viii) Использование прописанных врачом лекарств в течение 4-х недель до обследования
- (ix) Употребление в течение трех дней до обследования и семи дней после обследования следующих продуктов: майонез, сэндвичи, купленные в магазине, курица, яйца, гамбургеры, сосиски, сырое молоко, холодное мясо или морепродукты.
- (x) Заболевания в семье в течение трех недель после обследования
- (xi) Употребление алкоголя в течение семи дней после обследования
- (xii) Частота употребления алкоголя
- (xiii) Прием слабительных средств в течение четырех дней до и после обследования
- (xiv) Прием других желудочных средств в течение четырех дней до и после обследования
- (xv) (Адаптировано из Kay and Dufour, 2000).

Оценка экспозиции

301. Оценка экспозиции (воздействия) является важнейшей задачей эпидемиологических исследований. Многие исследования исходят из того, что в быту используется питьевая вода из ближайшего источника или системы водоснабжения, и часто реальный источник воды не устанавливается. Для различных целей используются различные источники воды, и вода для питья может поступать из одного источника, а для целей гигиены или стирки – из другого. Дети и взрослые могут употреблять воду из разных источников, и это следует учитывать при оценке экспозиции. В некоторых ситуациях следует провести независимый анализ водопользования, а не полагаться на данные опросов или анкетирования, потому что реальная схема водопользования, может отличаться от описанной в анкетах.

302. Необходимо проверять соответствие воды требуемым параметрам качества, а не отслеживать виды источников водоснабжения, так как нельзя рассматривать вид источника как однозначное указание на качество воды. Например, очень часто при оценке микробиологического качества воды используются неадекватные индикаторы микробиологического качества воды и неточные методы лабораторных исследований. Обычно измеряется общая концентрация колиформных бактерий и фекальных колиформных бактерий. Хотя эти бактерии считаются стандартным индикатором микробиологического качества воды в умеренном климате, у данного метода имеются недостатки. Использование этих индикаторов неэффективно в условиях тропического климата из-за более высокой температуры окружающей среды и большего количества питательных веществ. Более высокие температуры способствуют развитию термотолерантных водных микроорганизмов, которые хорошо приспособлены к высоким температурам, используемым для выявления термотолерантных колиформных бактерий при анализе воды. Несколько исследователей сообщали о проблеме ложно-положительных результатов из-за естественного присутствия в водной среде термотолерантных колиформных бактерий. Кроме того, развитие термотолерантных нефекальных микроорганизмов затрудняет обнаружение и подсчет микроорганизмов, используемых в качестве индикаторов. Для решения этих проблем в условиях теплого климата предпочтительнее использовать в качестве индикатора *E. coli*. (Hunter et al, 2003).

303. Оценка микробиологического качества воды в источнике затрудняется высокой вариабельностью качества этой воды, особенно если в источник попадают ливневые воды. Во время дождей увеличивается количество воды, стекающей в открытые водоемы, что может привести к увеличению загрязнения воды фекалиями и снижению качества воды. И наоборот, качество воды может улучшиться во время дождливого сезона из-за снижения концентрации фекалий в воде. В засушливый период качество воды может снизиться из-за концентрации фекальных загрязнений в небольших объемах воды. На качество воды из подземных источников влияют осадки и наводнения. Качество воды из традиционных систем водоснабжения может значительно различаться и со временем часто меняется. В воде с низким средним содержанием *E. coli*, могут наблюдаться пиковые повышения концентрации загрязнителей, которые не будут обнаружены, если пробы воды берутся нечасто или только в течение коротких периодов времени. Таким образом, рекомендуется чтобы при определении степени экспозиции, связанной с источником воды, исследователь должен учитывать среднюю и пиковую концентрацию загрязнителей. Для этого нужно взять много проб воды в течение длительного периода времени, что удорожает исследование. Обычно вода из незащищенных источников должна проверяться чаще, чем вода из защищенных источников. Однако даже качество воды из водопроводных труб может демонстрировать временную и географическую изменчивость. В системах распределения воды могут отмечаться местное пиковое увеличение загрязненности из-за незаконных врезок а также отключения

электроэнергии, в результате чего в системе возникает разряжение и происходит обратный подсос загрязненных или сточных вод.

304. В зависимости от того, где проводится эпидемиологическое исследование, оценка воздействия может включать анализ качества воды, поступающей в домохозяйство. Качество воды в домохозяйстве может значительно отличаться от качества воды в источнике. Необходимо также выяснить, не подвергается ли вода в домохозяйстве дополнительной обработке, включая кипячение, фильтрацию или дезинфекцию. Было доказано, что транспортировка и хранение воды в загрязненных емкостях может быть источником загрязнения. Извлечение воды из сосудов для хранения путем зачерпывания может привести к контакту воды с рукой и возможному загрязнению. Риски для здоровья, связанные с загрязнением воды в источнике, отличаются от рисков, связанных с загрязнением воды, хранящейся в домохозяйстве. Вода, загрязненная вне домохозяйства может привести дополнительные патогены в домохозяйство или общину. В противоположность этому, вода, загрязненная в домохозяйстве, скорее всего, содержит патогены, уже имеющиеся в домохозяйстве и, возможно, передающиеся другим путем.

305. Другие члены домохозяйства могут подвергнуться воздействию патогенов не через воду, а другими путями или уже иметь иммунитет к этим патогенам.

Оценка последствий для здоровья

306. Наиболее распространенным последствием для здоровья при болезнях, передающихся с водой, является диарея. Определение ‘случая диарейного заболевания’ осложняется необходимостью учитывать фактор возраста, рациона питания и культуры. В литературе диарея определяется как “три и более случая жидкого стула в течение 24 часов” или “два и более случая жидкого стула в сочетании с одним из следующих симптомов: боль в брюшной полости, спазмы, тошнота, рвота или лихорадка” или “единичный случай жидкого стула с примесью крови или слизи” (Vaqui et al, 1991; Isenbager et al. 2001; Wright et al. 2006). Кроме того, степень заболеваемости и распространенность диареи, как правило, определяются с помощью периодического опроса домохозяйств, при этом пациентов просят вспомнить анамнез заболевания и/или анамнез болезни их детей и других членов семьи за период с последнего опроса до настоящего времени. Чем больше времени проходит между опросами, тем более вероятно возникновение ошибок при сборе информации о заболеваемости. Таким образом, важно проводить опросы максимально быстро после заболевания.

307. Egorov et al. (2002) провели профильное эпидемиологическое исследование в России с целью оценки связи между снижением концентрации остаточного хлора и риском развития желудочно-кишечного заболевания. Исследование включало в себя проведение мониторинга качества воды и анкетирование жителей городов.

308. В последние годы в городе Череповец на северо-западе России была проведена серия эпидемиологических исследований, направленных на изучение заболеваний, связанных с водой. Egorov et al. изучали уровни остаточного хлора и желудочно-кишечные заболевания ((2002), наличие в воде производных дезинфекционных агентов (2003а), относительную частоту встречаемости инфекций, вызванных криптоспоридиями (2004). Кроме того, оценивалась связь между мутностью питьевой воды и заболеваемостью диареей (2003b).

309. Все жилые районы города Череповец получают питьевую воду из одной водоочистительной станции, которая осуществляет водозабор из реки Шексна. На водоочистительной станции проводится хлорирование воды жидким хлором, коагуляция квасцами и быстрая восходящая фильтрация через песочные фильтры.

Хлор также применяется в качестве остаточного дезинфектанта. Повторное хлорирование в системе водоснабжения не практикуется, и многие жители регулярно употребляют воду без содержания остаточного хлора, в то время как концентрации растворенных органических веществ в очищенной воде высоки. Благодаря этому создаются благоприятные условия для роста биопленки. Целью исследования являлась демонстрация того, что в районах с постоянно низким уровнем свободного хлора в водопроводной воде вероятность возникновения рисков для здоровья выше.

310. Участники исследования использовали воду со средними показателями качества в выбранных районах. Пробы воды брались из отдельных квартир и исследовались по стандартной методике. Кроме того, была возможность провести анализ качества воды, прошедшей обработку на водоочистительной станции, пробы которой отбирались в плановом порядке.

311. Анкетирование участников исследования было проведено специально обученными специалистами. Отбор семей для участия в исследовании производился из числа лиц, постоянно проживающих в случайно отобранных квартирах в предварительно выбранных районах. В анкетах учитывались такие вмешивающиеся факторы, как социально-экономические и демографические особенности населения. Последствием для здоровья, представлявшим интерес для исследователей, было желудочно-кишечное заболевание, проявлявшееся диареей или другими желудочно-кишечными (ЖК) симптомами, такими как рвота или кишечные спазмы, продолжительностью в один день после как минимум двухнедельного спокойного периода. Информация об эпизодах желудочно-кишечного заболевания собиралась за три месяца и за месяц до анкетирования.

312. Результаты исследования показали связь между снижением концентрации свободного хлора в водопроводной воде и повышением риска возникновения желудочно-кишечных заболеваний в городе Череповец, Россия. Для снижения бремени желудочно-кишечных заболеваний среди населения рекомендуется повторное хлорирование воды на определенных этапах водоснабжения, например, на местных насосных станциях с тем, чтобы поддерживать адекватный уровень свободного хлора во всей системе водоснабжения

Анализ

313. Данные эпидемиологических исследований указывают на тесную связь между степенью заболеваемости и воздействиями различных факторов, включая экологические факторы. Однако статистические выводы не являются неопровержимым доказательством наличия причинно-следственной связи. Тем не менее, статистические данные в сочетании с биологически правдоподобной моделью могут достаточно точно указать на причину проблемы.

314. Анализ комплексных данных, полученных в результате исследований воды и состояния здоровья населения, как правило, требуют применения методик многомерной регрессии для учета влияния различных вмешивающихся факторов, связанных с особенностям культуры, а также с бытовыми условиями и условиями проживания детей. Эти вмешивающиеся факторы включают в себя доход, размер семьи, тип санитарного оборудования, возраст и образование. Во многих регрессионных моделях (таких как логистическая регрессия, анализ пропорциональных рисков/регрессия Кокса) предполагается, что все наблюдения проводятся независимо друг от друга. В реальности этого не происходит, так как чаще всего все случаи диареи у одного пациента или все случаи диареи в домохозяйстве взаимосвязаны. Следовательно, необходимы дополнительные инструменты анализа для учета индивидуальной и семейной кластеризации, такие

как регрессия Пуассона или генерализованные оценочные уравнения (Liang and Zeger, 1986).

315. Аналитический подход должен также учитывать возможную взаимосвязь воздействия таких ковариат, как возраст и время года. Значимая ковариата указывает, что данная ковариата модифицирует влияние водоснабжения на риск диарейных заболеваний. Если не проводить анализ заболеваемости с учетом возраста, то можно не обнаружить влияния различных интервенций в сфере водоснабжения на определенные группы населения. Показатели многих исходов в отношении здоровья изменяются в зависимости от возраста. Эти различия возникают из-за биологических особенностей восприимчивости в разных возрастных группах. В разных возрастных группах различаются характер водопотребления и риски для здоровья. Дети до пяти лет подвержены большему риску возникновения диарейного заболевания и воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, чем дети старшего возраста и взрослые.

316. При анализе следует учитывать влияние сезонных факторов. В большинстве районов мира существуют специфические сезонные пики заболеваемости, которые необходимо учитывать при изучении связи диарейных заболеваний и качества воды. Характер потребления воды изменяется в течение года; например, летом вода менее доступна. Качество воды также значительно различается в зависимости от сезона, типа источника и вероятности его загрязнения.

Связь

317. Поскольку в настоящем руководстве невозможно детально описать все статистические методы и виды анализа, позволяющие оценить связь и потенциальное воздействие, читателю предлагается список литературы для дальнейшего изучения. Ниже приведено краткое описание. Оценка степени связи показывает степень зависимости между двумя и более переменными. В эпидемиологии, как правило, используется термин “экспозиция” (воздействие) для обозначения объясняющей или независимой переменной, которые могут рассматриваться как возможный определяющий фактор состояния здоровья. Термин “заболевание” используется для обозначения любой переменной, связанной с последствиями для здоровья (“зависимая переменная”). Измерение связи производится для оценки степени экспозиции на частоту возникновения заболевания. Следует понимать, что наличие связи между экспозицией (воздействием) и заболеванием не указывает на экспозицию как на причину заболевания.

Измерение абсолютных показателей связи

Расчет отношения рисков

318. Отношение рисков – это отношение степени заболеваемости в группе, подверженной воздействию (P1) к степени заболеваемости в группе, не подверженной воздействию (P0): Отношение рисков = P1/P0

319. Отношение рисков отражает связь между экспозицией и заболеванием. Базовое значение соотношения рисков равно 1, что указывает на отсутствие связи между экспозицией и заболеванием. Отношение рисков больше 1 показывает положительную связь, а соотношение рисков менее 1 демонстрируют отрицательную связь. Отношение рисков также показывает прочность связи. Например, отношение рисков, равное 5 показывает, что в группе, подвергавшейся воздействию, риск был в 5 раз больше, чем в группе, не подвергавшейся воздействию.

Расчет отношения шансов

320. При определении степени заболеваемости и распространенности частота заболеваемости может быть описана как вероятность, а соотношение экспозиции и частоты заболеваемости – как отношение шансов. Расчет производится следующим образом:

A_1 = количество случаев заболевания в группе, подвергшейся воздействию

B_1 = количество незаболевших в группе, подвергшейся воздействию

A_0 = количество случаев заболеваний в группе, не подвергшейся воздействию

B_0 = количество незаболевших в группе, не подвергшейся воздействию.

Вероятность развития заболевания в группе, подвергшейся воздействию (O_1) = A_1/B_1

Вероятность развития заболевания в группе, не подвергшейся воздействию (O_0) = A_0/B_0

321. Отношение шансов – это

$$\frac{O_1}{O_2} = \frac{A_1 / B_1}{A_0 / B_0} = \frac{A_1 * B_0}{A_0 * B_1}$$

322. Конечный результат ($A_1 * B_0 / A_0 * B_1$) – это значение, находящееся на пересечении в матрице, представленной ниже:

	Заболевание +	Заболевание -	
Воздействие +	A_1	B_1	N_1
Воздействие -	A_0	B_0	N_0

323. Отношение шансов, равное 1, показывает отсутствие связи между воздействием и заболеванием. Кроме того, шансов вероятностей является также показателем прочности взаимосвязи между воздействием и заболеванием – чем дальше от 1 в положительную или отрицательную сторону, тем прочнее связь. Если заболевание является редким, отношение шансов приблизительно равно отношению рисков.

324. Представленная ниже памятка поможет лучше провести эпидемиологическое исследование:

(а) Весьма важен дизайн эпидемиологического исследования, поскольку он касается всех аспектов исследования. Дизайн исследования зависит от целей и задач исследования.

(б) Должны быть точно определены последствия для здоровья и характер воздействия. Ключевыми факторами в описании результатов эпидемиологического исследования являются конечный результат воздействия микробиологических рисков, а также воздействие как таковое. Конечный результат воздействия может быть описан в виде набора симптомов по самооценке больного и указывать на широкий спектр патогенов, или на конкретный патоген. По возможности, нужно стремиться определить конкретную причину заболевания.

(с) Необходимо четко определить, кто будет участвовать в исследовании. Должна быть собрана демографическая информация, сформулированы критерии отбора участников исследования, а также критерии исключения.

(d) Большое значение также имеет количество участников в группе, подвергшейся воздействию, и в группе, не подвергшейся воздействию. Размер этих групп определяется частотой исследуемых случаев появления последствий для здоровья. Заболевания или инфекции, возникающие с большей частотой, требуют меньших по размеру групп. На численность отбираемых популяций влияет разница в частоте заболеваемости в группе, подвергшейся воздействию, и группе, не подвергшейся воздействию. Чем меньше разница в заболеваемости между этими группами, тем большее количество участников необходимо в каждой из них. Перед проведением эпидемиологического исследования необходимо проконсультироваться со специалистами по поводу популяции.

(e) Должен быть детально описан подход к сбору данных о воздействии и его эффектах на здоровье.

(f) Анализ данных должен учитывать систематические ошибки отбора и неправильной классификации, а также вмешивающиеся факторы.

(g) Необходимо детально описать все меры по обеспечению качества данных, включая уровень квалификации ученых, принимающих участие в исследовании.

(h) План исследования должен пройти все необходимые административные проверки с целью соблюдения всех регулятивных ограничений, касающихся исследований на людях, особенно в части, затрагивающей конфиденциальность исследования и процедуру получения информированного согласия.

Е. Выявление, изучение и регистрация вспышек заболеваний, связанных с водой

325. Вспышкой заболеваний, передающихся водным путем, является наличие у двух или более людей (лучше, если количество случаев больше ожидаемого (Quigley, 2003)) одинаковых проявлений заболевания после потребления воды из одного источника. Вспышки заболеваний, передающихся водным путем, являются результатом нарушения или сбоя в системе водоснабжения и предоставляют возможность изнутри изучить механизм передачи заболевания и улучшить систему водоснабжения (Andersson, 2001).

326. В настоящей главе мы обсудим, каким образом следует эффективно ликвидировать вспышку заболевания, связанного с водой. Мы рассмотрим различные фазы ликвидации вспышек заболеваний, связанных с водой: профилактическую фазу (см. главу 5.6.1: подготовка) и фазу активной реакции (см. главу 5.6.2: реагирование). Однако чтобы облегчить понимание основных проблем ликвидации вспышек мы сначала кратко остановимся на следующих аспектах:

(a) новые факторы риска вспышек заболеваний, связанных с водой; и

(b) основные препятствия на пути выявления вспышек заболеваний, связанных с водой.

327. Список факторов, приводящих к риску возникновения вспышек заболеваний, передающихся водным путем, довольно обширен и включает в себя природные, антропогенные, технические, социальные, экономические и политические аспекты. Значимость различных факторов зависит как от природных условий, так и от уровня социально-экономического развития стран и подвержена влиянию различных глобальных процессов, а зачастую и инициируется ими. Однако по данным

исследований в последние десятилетия ни в одной стране до сих пор не сумели свести к нулю риск возникновения вспышек заболеваний, связанных с водой.

328. Среди основных факторов риска целесообразно выделить следующие группы (Kistemann and Exner, 2000):

329. Относящиеся к источникам водоснабжения:

(a) Увеличение количества необработанной воды, извлекаемой из плохо защищенных поверхностных водоемов, животноводство, полеводческое хозяйство, сброс сточных вод, промышленное производство, перевозка, использование и сброс опасных веществ в зонах водозабора;

(b) Отсутствие защищенных законом зон водозабора;

(c) Пространственные и временные изменения в характере осадков из-за изменения климата;

330. Относящиеся к обработке воды:

(a) Недостаточные, изношенные и/или неадекватные мощности для обработки воды;

(b) Изменение давления в водораспределительных системах, приводящее к активизации микроорганизмов и биопленок ;

(c) Недостаток образования и опыта у персонала, работающего в сфере водоснабжения, приводящий к недостаточному планированию, нарушению правил эксплуатации или обслуживания оборудования;

331. Относящиеся к правильному и неправильному использованию воды:

(a) Рост числа людей со сниженным иммунным ответом в силу возраста (демографические изменения), злоупотребления лекарствами и неправильного лечения;

(b) Новые и сложные технические варианты применения воды, например, в зубо врачебных установках, системах кондиционирования воздуха, градирнях, спа-бассейнах.

(c) Увеличение осведомленности о потенциально неправильном использовании уязвимых систем водоснабжения, приводящем к действиям, грозящим здоровью людей

332. Несмотря на вышеперечисленное, в последние десятилетия основным поводом для беспокойства является появление новых патогенных микроорганизмов (NAS, 1992). Новые патогенные микроорганизмы включают в себя: группы вновь выявленных микробов (например, патогены, связанные с водой: *Cryptosporidium parvum*, *Legionella pneumophila*), микробы, чьи мутировавшие штаммы были выявлены впервые (*V. cholerae* O 139), группы выявленных впервые микробов, чья патогенность для человека была доказана (*Campylobacter* spp.), группы микроорганизмов, вызывающих известные инфекционные заболевания (вирус гепатита E) или связь которых с хорошо изученным злокачественным или дегенеративным заболеванием была выявлена впервые (*Helicobacter pylori*).

333. Выявление и регистрация вспышек заболеваний, связанных с водой, часто затруднены. Вероятно, многие вспышки заболеваний, связанных с водой, остаются не выявленными ввиду нескольких причин. Случаи заболеваний со слабо выраженной симптоматикой могут остаться незарегистрированными, так как пациенты могут не обратиться за медицинской помощью. Пациенты реже обращаются за помощью к врачу, если за это надо платить. Врачи редко отправляют на анализы образцы стула

больных диареей, особенно если это требует дополнительных финансовых затрат. Если среди жалоб пациента доминируют желудочно-кишечные, то специалисты часто подозревают пищевое отравление, не принимая во внимание воду как возможный источник заболевания.

334. Многие учреждения здравоохранения, даже в экономически развитых странах, не имеют необходимого числа специалистов в сфере эпидемиологии, микробиологии и токсикологии. Еще одна проблема заключается в том, что связь между учреждениями здравоохранения и учреждениями по охране окружающей среды (обычно ответственными за качество необработанной воды и процессы очистки) слаба, недостаточна и не приспособлена для экстренных случаев. Это приводит к тому, что трудно сравнивать количество вспышек заболеваний в разных странах, так как эти различия часто отражают не столько количество вспышек заболеваний, связанных с водой, сколько готовность национальной системы эпиднадзора выявлять эти вспышки.

Подготовка

335. Вышеизложенные факты и препятствия свидетельствуют о том, что органы здравоохранения должны быть способны (i) выявить вспышку заболевания, связанного с водой, и (ii) адекватно реагировать в случае, если такая вспышка произойдет (Exner M and Kistemann T, 2003).

336. Инфраструктура и процедуры необходимые для ликвидации вспышки, должны быть подготовлены и отработаны заранее. Должна быть сформирована группа ликвидации вспышки (ГЛВ, далее просто группа), основная задача которой – подготовка мер на случай вспышки. Во главе группы должен стоять руководитель местного органа здравоохранения. Кроме того, в состав группы должны быть официально включены:

(a) специалист в области гигиены и экологической медицины из регионального центра, если таковой имеется;

(b) представители руководства компаний, отвечающих за водоснабжение населения;

(c) представители управления по вопросам водопользования из регионального агентства по охране окружающей среды, а также, при необходимости, специалисты управлений сельского и лесного хозяйства;

(d) в состав группы должны быть также включены представители полиции и пожарной охраны.

337. ГЛВ должна регулярно встречаться для установления доверия и снятия барьеров в общении. Необходимо назначить заместителя каждого члена группы с тем, чтобы обеспечить постоянное представительство всех задействованных институтов. В случае, если прогнозируется вспышка заболевания, полномочия группы должны включать в себя:

(a) повторный анализ данных о вспышке

(b) идентификация населения, находящегося в группе риска

(c) определение списка мер по ликвидации вспышки

(d) выделение необходимых людских и материальных ресурсов

(e) мониторинг осуществления мер по ликвидации вспышки и оценка эффективности их применения

(f) определение момента прекращения вспышки

(g) подготовку доклада и выработку рекомендаций по профилактике вспышки заболевания в будущем.

338. Основательная упреждающая подготовка необходима для того, чтобы группа могла ликвидировать вспышку заболевания, связанного с водой, в условиях чрезвычайной ситуации.

339. Необходимо разработать детальный план действий на случай вспышки и проводить периодические учения. Необходимо также определить местные факторы риска и каждый из общих факторов риска, упомянутых выше, должен приниматься во внимание в соответствии с его региональной и/или местной значимостью. Для успешной ликвидации вспышки необходимо иметь базу данных, содержащую всю необходимую информацию и обеспечивающую быстрый доступ к ней. Система водоснабжения в целом и соответствующие процедуры, от водозабора до крана в домах потребителей, должны быть подробно описаны и задокументированы. Эту работу можно провести очень эффективно при помощи Географической информационной системы (ГИС), которая подробно описана в главе 7. Необходимо также заранее определить основные шаги по ликвидации вспышки.

340. Предоставление информации общественности является ключевым моментом действий в чрезвычайных ситуациях. Таким образом, необходимо заранее определить, кто и как будет получать информацию о действиях ГЛВ в чрезвычайной ситуации. Во избежание противоречий только один член группы должен быть уполномочен доводить информацию до сведения общественности. На такой должности неплохо иметь специалиста по связям с общественностью.

Реагирование

341. Фаза реагирования в процессе ликвидации вспышки заболевания системно подразделяется на несколько этапов:

(a) Иницирующее событие: обнаружение и подтверждение факта вспышки

(b) Немедленная реакция: объявление о вспышке, быстрое и предварительное описательное исследование угрозы, начальные и срочные меры по ликвидации вспышки

(c) Анализ: углубленное аналитическое исследование угрозы, непрерывная оценка принимаемых мер

(d) Нормализация: завершение мероприятий и заявление о нормализации

(e) Окончание работы: оценка, официальный доклад, уроки на будущее

342. Хотя процесс, в принципе, является последовательностью этапов, можно одновременно совершать несколько действий. Более того, при изучении вспышки возникает необходимость возвращаться к предыдущим этапам, чтобы проверить прежние выводы и гипотезы. Наконец, исследование вспышки должно быть циклическим – уроки, извлеченные из одной вспышки, лягут в основу мер по профилактике новой вспышки и планировании мероприятий по ликвидации ее возможных последствий (Quigley S and Hunter P, 2003).

Иницирующее событие

343. Необходимо заранее составить список возможных иницирующих событий. Наиболее очевидным событием является возрастание числа регистрируемых

органами эпиднадзора случаев конкретного заболевания, возможно, связанного с водой. Однако всегда необходимо ответить на вопрос, действительно ли число случаев больше ожидаемого, учитывая предыдущий опыт исследования данного заболевания на конкретной территории водоснабжения. Например, началась ли уже вспышка? Ряд проблем связан с выявлением иницирующих эпидемиологических событий. Эти проблемы относятся главным образом к оценке тенденций изменения ситуации во времени: случайные вариации, сезонные вариации, долговременные тренды и влияние опыта предыдущих вспышек на оценку ожидаемого роста заболеваемости.

344. Результаты микробиологического или химического исследования образцов воды, превышающие допустимые нормы, всегда должны настораживать и служить сигналом к принятию соответствующих мер. Аварии в системе водоочистки или водоснабжения приводят к нарушению процесса очистки воды (флокуляции, фильтрации и дезинфекции), особенно это касается возникновения обходных путей движения воды, разрыва магистрального трубопровода или необычно высоких потерь воды в сети. Чрезвычайные ситуации в районе водозабора, например, автомобильные аварии, сильные ливни, значительный сброс воды, наводнение, аварии в системах канализации и удаления сточных вод, могут быть оперативно обнаружены, если будет создана система раннего предупреждения. Коллективные жалобы потребителей воды на изменение ее органолептических свойств также следует рассматривать как иницирующее событие. Военные действия или террористические акты тоже могут представлять угрозу для системы водоснабжения. Особой бдительности требуют угроза применения или применение биологического и/или химического оружия, а также обнаружение необычных или особо опасных микроорганизмов (в частности *Salmonella*, *Shigella dysenterica*, *E. coli* O 157:H7, *Cryptosporidium parvum*).

Немедленная реакция

345. Любое иницирующее событие является основанием для немедленного созыва заседания ГЛВ. Группа использует применяемые в эпидемиологии описательные методы для описания и обобщения определенной ключевой информации о заболевших и характере их заболевания: Кто? Когда? Где? Необходимо дать определение первому случаю. Оно основывается на описании заболевания (клинические симптомы, результаты лабораторных исследований), времени начала проявления симптомов заболевания и географическом районе события. Основными результатами описательного исследования являются: (i) эпидемическая кривая и (ii) эпидемическая карта, содержащая важную информацию о времени и территории. На основании этих данных можно оценить эпидемиологический риск и сформулировать гипотезу о причинах вспышки. Последнее необходимо как для принятия необходимых мер и для выбора дизайна аналитического исследования.

346. Однако конечной целью этого этапа является снижение рисков благодаря быстрому принятию мер по борьбе со вспышкой. Аварии в системе водоочистки должны быть ликвидированы; возможно, возникнет необходимость в дальнейшей дезинфекции. Иногда, если есть такая возможность, необходимо задействовать альтернативные источники водоснабжения. Лица, входящие в группу риска, должны быть изолированы от системы водоснабжения (список таких лиц и учреждений необходимо составить заранее), кроме того, можно рекомендовать населению кипятить воду перед употреблением.

347. Информация должна сообщаться населению только одним уполномоченным представителем группы и, несомненно, на этот пост должен быть назначен профессионал.

Анализ

348. Углубленный анализ ситуации основывается на трех подходах:

(а) Для оценки уровня риска возникновения вспышек заболеваний, связанных с водой, можно использовать различные методы изучения: экологические исследования, анализ с помощью временных рядов, исследование по методу “случай–контроль”, (ретроспективные) когортные исследования, интервенционные исследования, исследование по серологическому доминированию.

(b) Детальное экологическое и гигиеническое обследование системы водоснабжения, включая зону водозабора, станции водоочистки и водообработки и системы подачи воды конечным потребителям, поможет сформулировать предположения о возможных причинах вспышки. Картографирование является основным инструментом данного подхода.

(с) Гигиеническое исследование воды до обработки, воды после обработки, воды после дезинфекции и воды, подаваемой непосредственно потребителям, обычно основано на интерпретации некоторых стандартных микробиологических, физических и химических параметров.

349. Разработана схема определения степени взаимосвязи воды и инфекционных заболеваний человека для применения в национальной системе эпиднадзора в отношении заболеваний, связанных с водой, в Англии и Уэльсе. (Tillett HE, 1998).

350. Во время проведения анализа необходимо оценивать дальнейшее развитие ситуации: есть ли новые случаи заболевания? Снижается или повышается степень заболеваемости? Следует постоянно оценивать эффективность применяемых мер. Необходимо выработать рекомендации по долгосрочным мерам по предотвращению новых вспышек. Эти меры могут включать в себя новые процедуры надзора, усовершенствование станций водоочистки, изменения в процедурах рутинного контроля, или принятие нового законодательства.

Нормализация

351. Прежде чем объявить о нормализации, необходимо ответить на следующие вопросы:

- (а) Полностью ли поняты причины вспышки?
- (b) Были ли приняты эффективные меры борьбы со вспышкой?
- (с) Отмечаются ли новые случаи заболевания с учетом инкубационного периода?

(d) Отвечают ли образцы воды микробиологическим или химическим требованиям, по меньшей мере, в течение 3-х дней?

352. Наконец, ГЛВ официально объявляет об окончании вспышки.

Окончательный доклад

353. Работа ГЛВ не заканчивается после нормализации положения. Необходимо подготовить официальный доклад о вспышке заболевания. Оценивается эффективность принятых мер: что сработало? что можно было сделать лучше? Дополнительно необходимо оценить ущерб от вспышки заболевания; это поможет лицам, принимающим решения, обосновать необходимость адекватных профилактических мер. Наконец, надо извлечь определенные уроки с тем, чтобы предотвратить новые вспышки или, по крайней мере, эффективно с ними бороться.

VI. Основы эпидемиологического надзора

Главный автор: Christine L. Moe

A. Введение

354. Эпидемиологический надзор (эпиднадзор) в сфере здравоохранения определяется как «непрерывные и систематические сбор, анализ и интерпретация данных о здоровье для описания и мониторинга событий, связанных со здоровьем» (Клауске, 1992). Следует отметить, что в данной главе слово «эпиднадзор» относится к сбору данных о здоровье, а не данных о качестве воды. Информация, полученная от систем эпиднадзора, используется для планирования интервенций в сфере здравоохранения, а также для осуществления мониторинга их эффективности для улучшения здоровья населения. Системы эпиднадзора различаются по задачам, методам сбора и распространения данных, а также в зависимости от сложности и размеров. Данная глава рассматривает необходимость эпиднадзора в сфере здравоохранения, описывает различные подходы к мониторингу отдельных случаев и вспышек заболеваний, связанных с водой, и анализирует критерии оценки систем эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой.

Для чего нужна отдельная система эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой

355. Прежде, чем создавать систему эпиднадзора или проводить надзорные мероприятия, необходимо ответить на вопрос «для чего»? Для чего органы здравоохранения должны выделять людские и материальные ресурсы для осуществления эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой? Являются ли заболевания, связанные с водой, серьезной проблемой? Как будет использоваться информация, собранная системой эпиднадзора, для улучшения здоровья населения? Ответы на эти вопросы могут быть такими: система эпиднадзора поможет выявить общины, в которых существуют проблемы заболеваний, связанными с водой, требующие принятия срочных мер для профилактики и борьбы с заболеваниями. Информация о том, в каком районе страны или в каком городе существуют проблемы заболеваний, связанных с водой, позволит адресно направлять ресурсы туда, где в этом есть наибольшая необходимость. После того как будут осуществлены необходимые интервенции в сфере водоснабжения и канализации, система эпиднадзора покажет, насколько эффективными они были для снижения заболеваемости.

356. В странах с ограниченными финансовыми ресурсами необходимо тщательно оценить действенность системы эпиднадзора и выбрать тот тип системы, который требуется. Продолжение использования неэффективно работающей традиционной системы эпиднадзора (например, пассивной системы регистрации заболеваний) может не отвечать информационным потребностям здравоохранения. Данные эпиднадзора должны быть связаны с целями здравоохранения и ориентированы на мониторинг влияния интервенций, которые реально осуществимы, эффективны и экономичны. Информация о конкретных заболеваниях, связанных с водой, поможет выбрать вид интервенции в зависимости от распространенности заболеваний и типа используемых систем водоснабжения. Например:

(а) Информация о степени заболеваемости тифозной лихорадкой может указывать на необходимость проведения кампаний по вакцинации в конкретных географических районах.

(b) Информация об эпидемическом и эндемическом распространении лямблиоза и криптоспориоза в общинах, где используется вода из открытых источников, может свидетельствовать о необходимости дополнительной фильтрации воды, потому что хлорирование не слишком эффективно против этих патогенов.

(c) Информация о вспышках заболеваний, связанных с водой, в условиях систем водоснабжения, обеспечивающих надлежащую очистку воды и ее подачу по водопроводным сетям, может указывать на возможное вторжение патогенов в систему распределения воды и на необходимость дополнительного хлорирования в системе водоснабжения или дополнительной обработки воды на уровне домохозяйства. Исследование, проведенное в Узбекистане (Semenza et al., 1998), показало, что более чем в 30% домохозяйств с централизованным водоснабжением не выявлено следов остаточного хлора, несмотря на двухступенчатое хлорирование воды на станции водоочистки. Хлорирование питьевой воды в домашних условиях привело к снижению числа случаев диареи на 62%; это позволяет сделать вывод, что значительная часть случаев диареи в домохозяйствах с централизованным водоснабжением связана с употреблением питьевой воды, загрязненной в системе распределения.

(d) Информация, показывающая высокую распространенность гельминтозных инфекций, может указывать на необходимость улучшения санитарии и повышения доступности воды для мытья рук.

Подходы к эпиднадзору за заболеваниями, связанными с водой

357. Существует несколько подходов к построению систем эпиднадзора за заболеваниями связанными с водой. Для планирования системы эпиднадзора и определения того, какие данные необходимо собрать в первую очередь и сколько времени займет их сбор и анализ, необходимо понимание того, как будут использоваться данные, полученные системой эпиднадзора. Планирование системы эпиднадзора можно разделить на несколько этапов:

- (a) Какая информация (исходы для здоровья, демографические данные и факторы риска) должна собираться системой эпиднадзора?
- (b) Какие источники данных необходимо использовать и кто будет осуществлять сбор данных?
- (c) Какие механизмы используются для передачи информации от сборщика данных к их обработчику, аналитику и конечному пользователю?

Исходы для здоровья от заболеваний, связанных с водой

358. В случае заболевания, связанного с водой, исходы для здоровья варьируют от бессимптомного течения до смерти (Таблица 12). Кроме того, патогены, содержащиеся в воде, могут вызывать целый ряд симптомов. Обычно заболевания связанные с водой, вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта и проявляются в виде диареи, тошноты, рвоты, спазмов в брюшной полости и иногда лихорадки. Однако важно сознавать, что патогены, содержащиеся в воде, могут вызвать и другие последствия для здоровья, такие как гепатит (вирусы гепатита А и Е), конъюнктивит (энтеровирусы), асептический менингит (энтеровирусы), респираторные расстройства (энтеровирусы), гемолитический уремический синдром (*E. coli* O157:H7), миокардит (Coxsackieviruses), диабет (Coxsackieviruses), реактивный артрит (*Yersinia*, *Shigella*, *Salmonella*), язвы желудка и двенадцатиперстной кишки (*Helicobacter pylori*), рак желудка (*Helicobacter pylori*), синдром Гийена-Барре (*Campylobacter*). Токсины патогенов, содержащиеся в воде, например, сине-зеленые водоросли, связаны с различными негативными последствиями для здоровья, такими

как гастроэнтерит, поражение печени, нервной системы, пневмония, ангина, боли в ушах и контактное раздражение кожи глаз. (Codd and Bell, 1989; Turner et al., 1990).

359. Эпиднадзор за заболеваниями, связанными с водой, может сосредоточиться на выявлении отдельных случаев инфекций, связанных с водой, или вспышек таких заболеваний. Системы эпиднадзора могут следить за широким спектром исходов для здоровья как, например, диарейные заболевания, или могут быть направлены на выявление конкретных патогенов, вызывающих тиф, гепатит или холеру.

360. **Таблица 12** классифицирует исходы для здоровья по степени тяжести заболевания и указывает на различные подходы к сбору данных по этим исходам. В случаях заболевания легкой и умеренной степени учащиеся пропускают занятия, взрослые не выходят на работу, лечение осуществляется на дому с применением противодиарейных препаратов, иногда врача вызывают на дом. Все это может быть выявлено службой эпиднадзора, которая учитывает непосещение «дозорных» учреждений (школ), продажи противодиарейных препаратов, обращения за консультациями по «горячей линии» крупных медицинских учреждений и случаи желудочно-кишечных заболеваний в «дозорной» группе населения (семьи, детские сады). Клинические случаи инфекции могут быть выявлены во время приема врача, а также при анализе результатов лабораторных исследований, госпитализаций и смертности. Источником информации о таких исходах могут быть электронные системы регистрации обратившихся за медицинской помощью, записи служб скорой помощи, приемных покоев больниц, лабораторные отчеты о подтвержденных случаях инфекции и свидетельства о смерти, фиксирующие причины смерти. Некоторые из этих подходов к эпиднадзору могут способствовать быстрому выявлению вспышки заболевания и будут детально рассмотрены в этой главе. Однако следует учесть, что информация полученная таким путем, не позволяет отличить заболевания, связанные с водой, от заболеваний, передающихся через пищу или другими путями. Только эпидемиологические исследования, где сравниваются исходы для здоровья населения, пользующегося водой из разных источников, могут быстро определить распространенность заболеваний, связанных с водой.

Таблица 12 Подходы к эпиднадзору за конкретными исходами для здоровья

<i>Исход для здоровья</i>	<i>Исходы, которые могут быть обнаружены системой эпиднадзора</i>	<i>Возможные методы эпиднадзора</i>
Бессимптомная к сбору данных по этим инфекция	<ul style="list-style-type: none"> • Иммунный ответ на инфекцию • Возможная вторичная передача инфекции через контакты 	<ul style="list-style-type: none"> • Серологический контроль
Мягкая инфекция	<ul style="list-style-type: none"> • Непосещение занятий или работы • Самолечение противодиарейными препаратами • Консультации врача по телефону 	<ul style="list-style-type: none"> • Опросы по телефону «дозорных» семей • Система учета неявки на работу или учебу на основе компьютера или телефона, установленных на дозорных предприятиях • Мониторинг продаж противодиарейных препаратов в «дозорных» аптеках • Мониторинг обращений

Умеренная инфекция	<ul style="list-style-type: none">• Неявка на работу или учебу• Самолечение противодиарейными препаратами• Обращение за медицинской помощью	<p>за медицинскими консультациями по «горячей линии»</p> <ul style="list-style-type: none">• Мониторинг журналов регистрации «дозорных» медицинских учреждений.• Мониторинг журналов регистрации приемного покоя• Мониторинг журнала регистрации результатов анализов кала в лаборатории. и/или регистрация обнаружения патогена
Тяжелая инфекция	<ul style="list-style-type: none">• Неявка на работу или учебу• Обращение за медицинской помощью• Госпитализация	<ul style="list-style-type: none">• Мониторинг журналов регистрации «дозорных» медицинских учреждений• Мониторинг журналов регистрации приемного покоя• Мониторинг журналов регистрации госпитализации и выписки• Мониторинг журнала регистрации результатов анализов кала в лаборатории. и/или регистрация обнаружения патогена
Смерть	<ul style="list-style-type: none">• Смерть	<ul style="list-style-type: none">• Мониторинг свидетельств о смерти• Обследование домохозяйств для выявления членов домохозяйства, умерших от диарейного заболевания

Подходы к сбору данных

361. В качестве следующего шага после решения о том, за какими заболеваниями будет осуществляться эпиднадзор, необходимо определить, как будет осуществляться сбор данных и кто будет его осуществлять. Некоторые системы эпиднадзора данных являются пассивными, т. е. работа системы основана на том, что сотрудники учреждений здравоохранения или лабораторий в добровольном порядке сообщают в органы эпиднадзора или координатору сбора данных о выявленных конкретных инфекциях, отдельных (симптомы или болезнь) или многочисленных (совокупность клинических случаев в определенном месте может означать вспышку заболевания) случаях заболевания. Во многих странах существуют законодательно закрепленные списки заболеваний, которые необходимо регистрировать. Список таких заболеваний, «подлежащих уведомлению», был гармонизирован на международном уровне и закреплен в Международных медико-санитарных правилах (2005)⁴. В странах Центральной Азии подлежат обязательной регистрации случаи холеры, сальмонеллеза, шигеллеза, патогенной *E. Coli*, брюшного тифа и гепатита А. В некоторых странах существуют нормы, согласно которым необходимо регистрировать случаи острого гастроэнтерита, если они носят групповой характер (кластер более пяти случаев заболевания). В большей части США сотрудники здравоохранения обязаны сообщать о единичных случаях сальмонеллеза, шигеллеза, вирусного гепатита А, брюшного тифа, холеры, *E. Coli* штамма O157:H7, криптоспориоза и ляблиоза. Пассивной системе эпиднадзора присущи следующие недостатки:

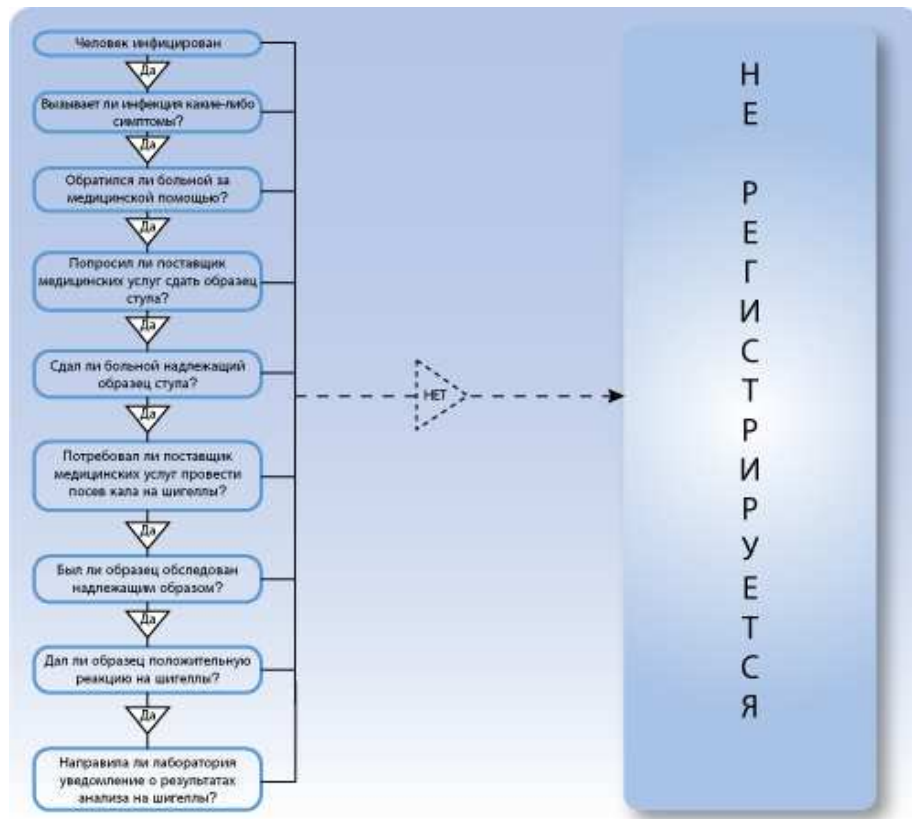
(а) Низкая чувствительность. Процесс передачи информации состоит из большого количества этапов, на каждом из которых возможна потеря данных (**Рис. 8**). Многие случаи, возможно вообще никогда не будут зарегистрированы.

(б) Медлительность. Может пройти несколько недель от момента начала заболевания до момента получения надзорными органами данных об этом клиническом случае, из-за длительного и многоступенчатого процесса передачи и обработки информации.

(с) Система базируется на добровольном участии сотрудников учреждений здравоохранения, которые обычно очень заняты, вследствие чего у них может не оказаться времени для регистрации того или иного случая заболевания. В системе не предусмотрено никаких мер воздействия к сотрудникам, не регистрирующим случаи заболевания, и отсутствует ответственность сотрудника за нерегистрацию.

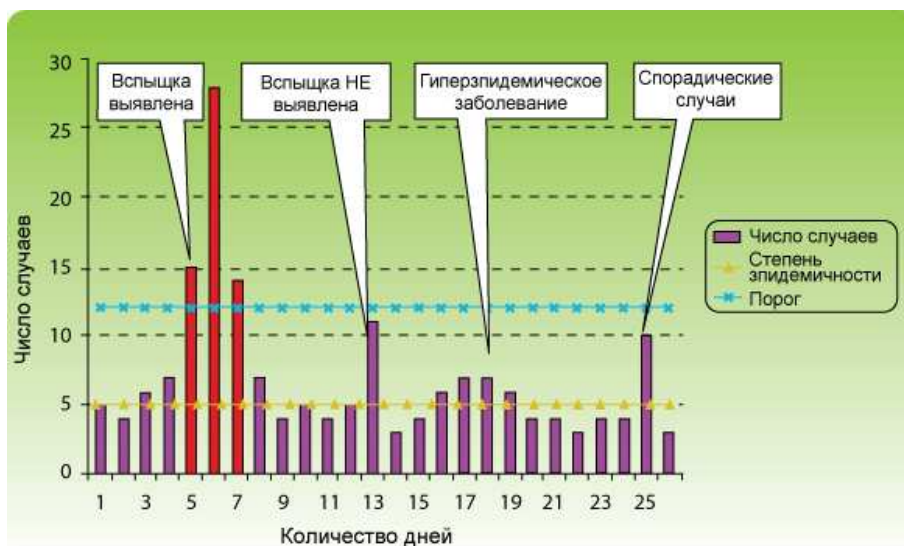
⁴ Более подробную информацию о ММСП 2005 см. в Интернете по адресу:
http://www.who.int/csr/ihp/wha_58_3/en (просмотрено 17 ноября 2008 г.)

Рисунок 8 Последовательность действий перед регистрацией единичного случая шигеллеза



362. Пассивная система сбора и анализа данных обычно слишком медленна и малочувствительна, поэтому с ее помощью невозможно определить вспышку заболеваемости в момент ее появления. Однако некоторые вспышки могут быть обнаружены ретроспективно при анализе полученных данных. **Рис. 9** иллюстрирует функционирование такой системы: предоставление информации об уровне эндемических заболеваний, определение пороговых значений для идентификации вспышки при превышении порогового значения заболеваемости.

Рисунок 9 Определение эпидемических и эндемических заболеваний с помощью систем эпиднадзора (по материалам Frost et al (1996))



363. Системы эпиднадзора, как правило, не ограничиваются сбором информации о встречаемости случаев заболевания. В зависимости от типа системы производится сбор следующей информации:

- (a) дата начала болезни;
- (b) симптомы;
- (c) этиология (диагноз, лабораторное подтверждение);
- (d) географическое положение;
- (e) возраст;
- (f) пол;
- (g) факторы риска (другие заболевшие члены домохозяйства, источники питьевой воды, контакт с животными, поездки, контакт с рекреационной водой);
- (h) общие проблемы со здоровьем.

364. Хотя вся эта информации может быть полезной для обнаружения групп населения, восприимчивых к тем или иным заболеваниям, и важных факторов риска, задачи системы эпиднадзора должны ограничиваться сбором только наиболее важной информации для планирования и вмешательства в сфере здравоохранения. Чем больше информации запрашивается в форме отчета, тем больше рабочего времени тратят сотрудники и тем ниже вероятность, что случай заболевания будет зарегистрирован. Органы здравоохранения должны понимать, что для сбора определенной информации лучше организовать специальное эпидемиологическое исследование целевой группы населения и болезни, а не поручать сбор данной информации системе эпиднадзора. Другой подход к эпиднадзору – анализ и сбор данных по дозорной группе населения. Этот подход будет более подробно рассмотрен в разделе этой главы «Усовершенствованные подходы к системе эпиднадзора».

365. Пассивный эпиднадзор за случаями острого гастроэнтерита или другими конкретными заболеваниями имеет свои достоинства и недостатки. Этот тип

эпиднадзора может предоставить полезную информацию об изменении степени заболеваемости с течением времени. Кроме того, с помощью пассивного эпиднадзора можно ретроспективно обнаружить вспышки заболеваемости на основе анализа собранных ранее данных. Тем не менее, важно использовать такие данные. Например, пиковые значения степени заболеваемости должны быть изучены, даже ретроспективно, для определения причины вспышки с тем, чтобы выяснить, была ли она связана с недостаточной обработкой воды или воздействовали другие факторы риска. Пассивный эпиднадзор имеет следующие ограничения:

(а) Обладает низкой чувствительностью, так как лишь небольшое количество случаев подтверждается анализами кала, диагностируется и регистрируется.

(б) Некоторые заболевания, связанные с водой, такие как вирусный гастроэнтерит, могут не быть включены в список заболеваний, подлежащих обязательной регистрации.

(с) Обычно с момента выявления случая заболевания до получения отчета о нем проходит значительное время.

Эпиднадзор за вспышками заболеваний, связанных с водой

366. Еще одним подходом к эпиднадзору за заболеваниями, связанным с водой, является пассивный эпиднадзор за вспышками заболеваний, используемый в нескольких странах Европейского союза (Kramer et al, 2001), Великобритании и США (Lee et al., 2002).

367. В Великобритании регистрация вспышек заболеваний, связанных с водой, sporadически проводится с 1850-х годов. Однако официальная система эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, была создана только в 1990-х гг. (Stanwell-Smith, 2003). Эта система получает информацию из четырех основных источников: 1) отчеты о возможных вспышках от участковых врачей и микробиологов; 2) лабораторно-подтвержденные отчеты о заболеваниях, подлежащих регистрации; 3) наблюдение за качеством воды и состоянием окружающей среды; и 4) отчеты органов, ответственных за качество питьевой воды, по предполагаемым или подтвержденным случаям контаминации воды. Сводная информация о зарегистрированных вспышках публикуется каждые шесть месяцев в издании «Communicable Disease Weekly». Эти отчеты содержат информацию о количестве и причине вспышек, числе случаев заболевания, этиологических агентах вспышек, а также о том, через какую систему водоснабжения – государственную или частную – происходила передача заболевания.

368. В Швеции существует многокомпонентная система эпиднадзора за инфекционными заболеваниями (Stanwell-Smith, 2003), в соответствии с которой поставщики услуг здравоохранения и лаборатории обязаны предоставлять отчеты по заболеваниям, подлежащим регистрации. В список таких заболеваний входят: амебиаз, кампилобактериоз, холера, кишечные инфекции, вызванные *E. coli* 0157, лямблиоз, вирус гепатита А, брюшной тиф, паратиф, сальмонеллез, шигеллез и иерсиниоз. Кроме того, лаборатории добровольно регистрируют случаи нововирусов, циклоспор, криптоспорициоза, другие патогенные штаммы *E. coli* и ротавирусы. В Швеции вспышки заболеваний, связанных с водой, редко выявляются этой системой эпиднадзора в момент возникновения. Некоторые вспышки были обнаружены врачами, которые инициировали исследование при возникновении кластера случаев заболеваемости.

369. В США пассивная добровольная система эпиднадзора за вспышкам заболеваний, связанным с водой, была создана в 1971 году совместными усилиями

Центров контроля и профилактики заболеваний (CDC)», Агентства США по охране окружающей среды (USEPA), а так же врачей-эпидемиологов на уровне штатов и районов. Основные направления работы этой системы эпиднадзора: 1) описание эпидемиологических вспышек заболеваний, связанных с водой; 2) выявление причин, вызвавшую вспышку; 3) определение факторов риска, способствующих возникновению вспышки; 4) информирование и обучение сотрудников здравоохранения основным принципам выявления и расследования случаев вспышек заболеваний, связанных с водой; и 5) сотрудничество с локальными, региональными, национальными и международными организациями по разработке стратегии предотвращения вспышек заболеваний, связанных с водой (Stanwell-Smith, 2003).

370. С 1971 по 2000 г. с помощью данной системы эпиднадзора были зарегистрированы 731 вспышка заболеваний, связанных с водой. Скорее всего, это заниженная цифра, не отражающая реального количества вспышек заболеваний, связанных с водой, за этот период, однако информация, собранная этой системой эпиднадзора, крайне важна для улучшения нашего понимания того, какие патогены вызывают вспышки заболеваний, связанных с водой, и какие факторы риска способствуют их возникновению. Данная система эпиднадзора осуществляет сбор следующих данных:

- (a) Способ передачи заболевания (питьевая или рекреационная вода);
- (b) Место и дата возникновения вспышки;
- (c) Фактическое или расчетное количество зараженных, больных, госпитализированных, умерших;
- (d) Симптомы, инкубационный период, продолжительность заболевания;
- (e) Этиология заболевания;
- (f) Эпидемиологические данные (темпы распространения заболевания, относительный риск и отношение шансов);
- (g) Клинические лабораторные данные (результаты анализа кала и серологических тестов);
- (h) Тип системы водоснабжения (государственная, частная или индивидуальная);
- (i) Плавательный бассейн, горячая ванна, парк водных развлечений или озеро для рекреационных вод;
- (j) Данные об окружающей среде (результаты анализов воды, обследование санитарного состояния, инспекция станций водоочистки);
- (k) Факторы, способствующие загрязнению воды.

371. Эти данные обобщаются в виде докладов (Morbidity and Mortality Weekly Report Surveillance Summaries), которые публикуются CDC дважды в год и распространяются по учреждениям здравоохранения и среди практикующих врачей по всей стране. Эта информация также доступна в Интернете на сайте www.cdc.gov/mmwr. Пример сводки по вспышкам заболеваний, связанных с питьевой водой, за год представлен в Таблице 13.

Таблица 13 Вспышки заболеваний, связанных с водой, вызванные некачественной питьевой водой (США, 1998, n=10)*

Штат	Месяц	Класс ∅	Этиологический агент	Кол-во случаев	Тип системы ◆	Нехватка каких-либо факторов ∴	Источник	Условия
Флорида	Май	III	<i>Giardia intestinalis</i>	7	Общ.	2	Колодец	Община
Флорида	Сентябрь	III	Отравление медью	35	Общ.	3	Колодец	Община
Флорида	Декабрь	III	<i>Giardia intestinalis</i>	2	Инд.	2	Колодец	Дом
Иллинойс	Май	III	<i>E. coli O157:H7</i>	3	Инд.	2	Колодец	Дом
Миннесота	Август	I	<i>Shigella sonnei</i>	83	Общ.	4	Колодец	Выставка
Монтана	Июль	III	ОЖКТ ¹	5	Инд.	3	Колодец	Дом
Нью-Мексико	Июль	I	<i>Cryptosporidium parvum</i> ^{II}	32	Инд.	5	Колодец	Многоквартирный дом
Огайо	Октябрь	III	ОЖКТ ^Δ	10	Общ.	4	Открытый водоём ³	Станция водоочистки
Техас	Июль	I	<i>Cryptosporidium parvum</i> [#]	1400	Общ.	3	Колодец	Подразделение
Вайоминг	Июнь	I	<i>E. Coli O157:H7</i>	157	Общ.	2	Колодец / Родник	Община

* Вспышка заболевания определяется как (а) два или более человек, заболевшие одинаковой болезнью после употребления питьевой воды, и как (б) эпидемиологические данные о том, что эта вода является возможной причиной заболевания.

∅ На основании эпидемиологических данных и показателей качества воды, предоставленных CDC, форма 52.12

◆ Com = общинный, Ind = индивидуальный. Общинная система водоснабжения – это государственная система водоснабжения, которая обслуживает постоянных жителей общины, коттеджного поселка или секций передвижных домов, охватывает не менее 15 сервисных подключений, не менее 25 жителей и работает не менее 60 дней в году. Индивидуальные системы водоснабжения – это небольшие системы, которые не принадлежат или не обслуживаются коммунальными предприятиями и обслуживают менее 15 подключений или человек.

∴ 1 = необработанная вода, 2 = необработанная грунтовая вода, 3 = недостаточная обработка (например, временное прекращение обработки или дезинфекции, случаи недостаточной дезинфекции, а также

неполная фильтрация или отсутствие фильтрации); 4 = недостатки системы распределения, например, поперечное соединение труб, контаминация водопроводной сети во время ее монтажа или ремонта, а также контаминация при хранении воды); и 5 = неизвестный или другой недостаток (например, контаминированная вода в бутылке).

└ Острое желудочно-кишечное заболевание неизвестной этиологии

П У девяти пациентов анализ кала был положительным на *Cryptosporidium*, и у одного – положительным на *Blastocystis hominis*.

Δ У одного пациента анализ кала был положительным на *B. hominis*

э Поверхностные воды неизвестного происхождения

У 89 пациентов анализ кала был положительным только на *Cryptosporidium*, и только у одного – на *Giardia*. Ни один из анализов не был положительным на обе инфекции.

372. Анализ этих данных позволяет определить основные тенденции заболеваемости, связанной с водой, в США. Например, эти данные показывают, что с середины 1980-х гг. общее количество зарегистрированных вспышек заболеваний, связанных с питьевой водой, неуклонно снижается. Однако количество вспышек заболеваний, связанных с рекреационной водой, постепенно увеличивается, начиная с 1978 г., когда система эпиднадзора начала собирать данные по таким вспышкам. В большинстве случаев возбудитель вспышек заболеваемости не определяется. Наиболее часто регистрируемыми возбудителями заболеваний, связанных с водой, являются *Giardia* и *Cryptosporidium*. В конечном счете, большинство вспышек связано с загрязнением воды из подземных источников, в частности, в небольших системах водоснабжения.

373. Достоинствами данной системы эпиднадзора являются, прежде всего, предоставление полезной информации об изменении тенденций развития вспышек заболеваний, связанных с питьевой водой, в США а также гибкость системы. Система включает в себя мониторинг как питьевой, так и рекреационной воды, охватывает случаи вспышек неизвестной этиологии и случаи, связанные одновременно с инфекционными и химическими автогенами, случаи вспышек, вызванные гастроэнтеритом и респираторными заболеваниями, а также рассматривают вспышки различного масштаба. Ограничения данной системы мониторинга: 1) низкая чувствительность (регистрируется только 1 из 25 вспышек заболеваний, связанных с водой); 2) не охватывает единичных случаев заболеваемости; 3) нет единой формы отчетности и изучения вспышек заболеваемости (в некоторых штатах тщательно исследуют случаи вспышек, включая взятие образцов (как клинических, так и окружающей среды), тогда как в других проводится исследование в минимальном объеме; 4) несовместимость и неполнота данных, полученных от разных штатов; и 5) анализ данных обычно проходит на федеральном, а не на местном уровне. Общим недостатком является то, что многие вспышки заболеваний, связанных с водой, не обнаруживаются на местном уровне. Даже если местные службы здравоохранения обнаружили вспышку, она может не быть изученной и зарегистрированной из-за недостатка квалифицированного медицинского персонала для работы по заболеваниям, связанным с водой, в местных отделах здравоохранения.

374. Во все системы эпиднадзора за вспышками заболеваний, связанных с водой, необходимо включить метод оценки данных о том, действительно ли данная вспышка заболевания вызвана контаминированной водой, или заражение произошло другим путем. **Таблица 14** иллюстрирует критерии, используемые национальной системой эпиднадзора Великобритании и Уэльса. **Таблица 15** иллюстрирует критерии классификации таких вспышек в США (Stanwell-Smith, 2003). Оба набора критериев объединяют и оценивают достоверность эпидемиологических заключений,

данных по качеству воды и информации о функционировании предприятия водоочистки.

Таблица 14 Критерии оценки степени связи воды с заболеванием человека

<i>Событие</i>	<i>Степень связи</i>
Возбудитель найден у пациента и в образцах воды	Сильная взаимосвязь при: a+c, a+d или b+c
Документируется низкое качество воды или неполадки в системе очистки воды.	Вероятная взаимосвязь при: b+d, только с или только a
Значительные результаты эпидемиологических исследований (индивидуальный контроль или групповой)	Вероятная взаимосвязь при: b + d
Предполагаемая взаимосвязь иллюстрируется описательными эпидемиологическими исследованиями	

Национальный эпиднадзор за заболеваниями, связанными с водой, в Великобритании и Уэльсе. Источник: Stanwell-Smith, Andersson and Levy 2003.

Таблица 15 Классификация исследований вспышек заболеваний, связанных с водой, в США

<i>Класс</i>	<i>Эпидемиологические данные</i>	<i>Данные о качестве воды</i>
I	Достаточный объем данных, позволяющий сделать вывод о том, что вода является источником возникновения вспышки; выборка включала лиц, подверженных и не подверженных воздействию; относительный риск или отношение шансов составляли ≥ 2 или значение p составляло $<0,05$	Представлены в достаточном объеме: в виде исторической информации или лабораторных данных (например, информация о поломке хлоратора, неисправности водопровода, отсутствии остаточного хлора или присутствии колиформных бактерий в воде)
II	Достаточны	Не представлены или представлены в недостаточном объеме (например, есть информация, что озеро вышло из берегов)
III	Эпидемиологические данные представлены в ограниченном объеме, не соответствуют критериям класса I; утверждается, что пациенты не были подвержены воздействию других общих факторов, кроме	Представлены в достаточном объеме

воды, но данные об этом не
представлены

IV Представлены в ограниченном объеме Данных нет либо они недостаточны

Альтернативные подходы к эпиднадзору за заболеваниями, связанными с водой

375. Другой подход к эпиднадзору – это «активный эпиднадзор». Это означает, что орган эпиднадзора контактирует с медицинскими работниками и лабораториями на регулярной основе с тем, чтобы выяснить, не отметили ли они каких либо инфекций, случаев заболевания или событий. Обычно активный эпиднадзор более чувствителен и быстрее собирает информацию, чем пассивный эпиднадзор. Активный эпиднадзор за случаями конкретных заболеваний включает в себя, например, общение по телефону с дозорными работниками здравоохранения и/или лабораториями на регулярной основе (например, еженедельно) с целью узнать количество случаев конкретного заболевания, которое они диагностировали за прошедшую неделю. Благодаря такому подходу регистрируется больше случаев заболевания и уменьшается задержка между диагностированием заболевания и его регистрацией. Тем не менее, активной системой эпиднадзора не выявляются случаи заболевания, при которых больные не обращаются к врачу или не сдают специальных анализов. Кроме того, активная система эпиднадзора предусматривает более высокие затраты, чем пассивная, так как требует больше персонала и ресурсов для обеспечения связи.

376. **Таблица 12** содержит список подходов активного эпиднадзора к сбору данных о конкретных исходах для здоровья населения общины в диапазоне от легкой до тяжелой форм заболевания. Некоторые из этих подходов можно назвать «улучшенным» эпиднадзором, потому что они могут сочетаться с традиционной пассивной системой эпиднадзора за заболеваниями, подлежащими обязательной регистрации. (Frost et al., 1996). Некоторые из этих подходов могут быть полезны для быстрого выявления вспышек заболевания среди населения. Каждый из этих подходов, а также присущие им достоинства и недостатки будут описаны в следующих частях.

377. **Обследования:** Проведение обследований является гибким и зачастую недорогим подходом к сбору информации о конкретном заболевании или исходе для здоровья. Обследование серотипа, при котором проводятся сбор и анализ образцов плазмы крови от конкретной группы населения, может указать на явное или латентное заражение определенными патогенами. Исследование образцов стула школьников может выявить наличие гельминтной инфекции, такой как аскариды. Иногда это в большей степени научная работа, чем эпиднадзор. Однако результаты таких обследований помогают оценить эффективность или неэффективность программ в сфере здравоохранения, таких как кампания по вакцинации или противогельминтные мероприятия. Ограничением этого способа сбора данных является необходимость получения согласия пациента и стоимость лабораторных исследований. Кроме того, есть данные, что опросы населения на уровне общин о случаях диареи на основе самооценки респондентов дают завышенные результаты (Hunter, 2001).

378. **Мониторинг неявки на работу или учебу:** Очень часто первым последствием инфекции является неявка заболевшего на работу или учебу. Большое количество детей, пропускающих занятия может указывать на вспышку заболевания. Можно создать систему, использующую телефонную или компьютерную связь для мониторинга неявки учебу или на работу на дозорных предприятиях (промышленных предприятиях или государственных учреждениях с большим количеством работающих, чей приход на работу и уход домой ежедневно регистрируется). Такую

систему можно организовать относительно легко и без особых затрат, она может быть автоматизирована и обеспечить раннее выявление вспышек заболевания. Однако даже если вспышка зарегистрирована, эта система не покажет, связано ли заболевание с водой. Такой подход позволяет определить, нет ли корреляции между неявкой на работу в разных учреждениях, расположенных в разных местах, и не пользуются ли они одним и тем же источником воды. Если этот так, то, возможно, вспышка заболевания связана с водой. Для данной системы необходимо участие учреждений, которые могут точно оценить уровень неявки на работу или учебу в стабильных трудовых коллективах и учебных заведениях.

379. Мониторинг обращений за медицинскими консультациями лично или по телефону: Заболевшие легкими формами заболевания могут обратиться за консультациями к медицинским работникам по телефону вместо посещения врача или поликлиники. Это может быть вызвано нежеланием платить за посещение врача или стремлением удостовериться, являются ли данные симптомы поводом для обращения за медицинской помощью. Некоторые медицинские учреждения проводят консультации по телефону; в этом случае пациент беседует с медсестрой, описывая свои симптомы, а медсестра решает, стоит ли больному обратиться к врачу.

380. Некоторые системы здравоохранения позволяют отслеживать такие обращения и используют эту форму контроля как недорогой способ своевременного эпиднадзора за заболеванием. От работников медицинских учреждений на уровне общин можно потребовать сохранять данные об обращениях по поводу желудочно-кишечных заболеваний. Медсестры обычно получают директиву сохранять данные об обращениях, включая данные о пациенте и симптомах. Этот тип эпиднадзора требует времени и взаимодействия с врачами и медсестрами. Преимуществом такого подхода является возможность сбора информации о конкретных симптомах и выявления легких форм заболевания, обычно не регистрируемых медицинскими учреждениями. Ограничением этого подхода является регистрация заявленных симптомов, которые могут не быть связаны с водой.

381. Мониторинг продаж противодиарейных средств: Повышение объема продаж противодиарейных средств может быть первым признаком вспышки диарейных заболеваний (Sacks, 1986). Мониторинг продаж противодиарейных средств также используется как индикатор желудочно-кишечных заболеваний на уровне общин при проведении исследований зависимости между качеством воды и заболеваниями (Beaudeau, 1999). Такой тип эпиднадзора предусматривает наличие сети аптек, которые готовы вести учет продажи противодиарейных средств, а также возможность организовать систему регулярного сбора информации. Это сравнительно легкий и дешевый способ сбора данных о случаях гастроэнтерита, который может быть реализован в виде электронной системы регистрации. Этот подход охватывает также и легкие случаи заболевания, когда заболевшие не обращаются к врачу; кроме того, данный подход позволяет осуществлять сбор данных регулярно (еженедельно), что позволяет быстро выявить рост заболеваемости гастроэнтеритом. Однако подобная система эпиднадзора требует взаимодействия с большим количеством аптек, которые должны точно регистрировать продажи конкретных препаратов. Следует также помнить, что некоторые пики продаж, возможно, связаны не с заболеваемостью, а со скидками или рекламными кампаниями

382. Мониторинг заболеваемости в дозорных семьях или учреждениях: Ещё один подход к эпиднадзору – это регулярный сбор данных о симптомах/заболеваниях в дозорных семьях, которые согласились регистрировать случаи желудочно-кишечных заболеваний. Сбор данных может осуществляться в виде дневников здоровья путем периодического опроса лично или по телефону. Эта система может быть также

использована для рутинного сбора данных о симптомах/заболеваниях в различных учреждениях (таких как дома престарелых, общежития или тюрьмы). Этот метод эпиднадзора способен выявлять легкие случаи заболевания, может быть нацелен на сбор данных через короткие промежутки времени и использовать электронную систему регистрации. Понятно, что такая система требует желаний взаимодействовать и времени для сбора данных. Кроме того, в некоторых учреждениях (например, в домах престарелых) имеется фоновый уровень заболеваемости из-за наличия восприимчивого населения и множества путей распространения заболеваний. Однако если отмечен пик заболеваемости, можно проверить не возникают ли заболевания одновременно и в других учреждениях, расположенных в других местах, но пользующихся теми же источниками водоснабжения. Если это так, то вполне вероятно, что заболевание связано с водой.

383. Мониторинг обращений в медицинские учреждения по поводу желудочно-кишечного заболевания: В зависимости от системы медицинского обслуживания в регионе можно организовать систему регулярного сбора данных в различных медицинских учреждениях (включая поликлиники, приемные покои больниц) об обращениях больных по поводу желудочно-кишечного заболевания. Такой подход к эпиднадзору должен учитывать умеренные и тяжелые случаи заболевания и может быть реализован в виде электронной системы. Однако данная система тоже требует взаимодействия с большим числом медицинских работников и отнимает у них много времени; кроме того, трудно установить, связано ли заболевание с водой. Это напоминает систему эпиднадзора за заболеваниями, подлежащими обязательной регистрации, с той разницей, что она может быть ориентирована на эпиднадзор за дозорным населением и работать с медицинскими учреждениями, ведущими компьютерный учет обращений пациентов.

384. Мониторинг деятельности лабораторий: Клиническилаборатории могут быть источником ценной информации для нужд эпиднадзора. Для учета количества случаев диареи можно собрать информацию об общем количестве анализов стула, направляемого в лабораторию в течение недели или месяца. Эти данные классифицируются исходя из того, брались ли они у пациента больницы или поликлиники с тем, чтобы различать диарею полученную внутрибольничным путем, от остальных случаев. Даже без этиологических результатов информация о количестве образцов стула может быть важной в выявлении резких изменений в степени заболеваемости желудочно-кишечными инфекциями. Кроме того можно вести мониторинг подтвержденных лабораторными исследованиями случаев инфицирования кишечными патогенами. Во многих регионах, больничные и клинические лаборатории, частные медицинские лаборатории и государственные лаборатории уже обязаны регистрировать случаи заражения определенными кишечными патогенами. (*Giardia*, *Entamoeba histolytica*, *V. cholera*, etc.). Система активного эпиднадзора и электронной регистрации, действующая на базе лаборатории позволяет быстро выявлять подтвержденные умеренные и тяжелые случаи заболевания, при которых заболевшие обращаются за медицинской помощью. Такая система очень избирательна. Однако она будет не эффективна если врачи не будут назначать анализ стула, а пациенты будут уклоняться от сдачи образцов на анализ.

385. Мониторинг свидетельств о смерти: Свидетельства о смерти – важный источник информации при эпиднадзоре за многими заболеваниями. Информация, содержащаяся в свидетельствах о смерти, является основным источником данных официальной статистики смертности, которая часто используется в эпидемиологических и статистических исследованиях для оценки смертности, связанной с воздействием определенных факторов. Данные, содержащиеся в свидетельстве о смерти, обычно анализируются в аспекте определения того, что

является «истинной» системой смерти: заболевание или травма, приведшая к смерти. Для каждого случая истинная причина смерти указывается в медицинской части свидетельства. Этот раздел создает формат, позволяющий последовательно фиксировать причины смерти.

386. В случае заболеваний, связанных с водой, можно организовать систему рутинной проверки свидетельств о смерти, связанной с кишечными патогенами. Однако качество данных в свидетельствах о смерти сильно различается, потому что в свидетельстве о смерти будет указываться непосредственная, а не истинная причина смерти. Другое ограничение данного подхода связано с тем, что многие случаи кишечной инфекции остаются недиагностированными и не указываются в свидетельствах о смерти. Кроме того, невозможно установить, связана ли с водой смертность от кишечной инфекции. Ещё одна проблема связана с тем, что в некоторых регионах смертность от кишечных инфекций является редким явлением, и нет смысла организовывать систему эпиднадзора за таким редким событием.

387. Мониторинг жалоб потребителей на качество воды: Ещё одним подходом к эпиднадзору за заболеваниями, связанными с водой, является мониторинг жалоб потребителей на качество воды. В некоторых странах станции водоочистки регистрируют жалобы потребителей и собирают информацию о характере претензий (вкус, запах, мутность) и месте жительства потребителя, подавшего жалобу. Когда это возможно, учреждение водоочистки должно послать бригаду для взятия образцов воды по месту проживания лица, подавшего жалобу, и провести анализ на содержание остаточного хлора, мутность воды и наличие колиформных бактерий. Жалобы потребителей могут указывать на наличие серьезных проблем с качеством воды. Одним из первых признаков вспышки криптоспориоза в штатах Милуоки и Висконсин, США, в 1993 г. была жалоба потребителя на мутность воды (MacKenzie et al., 1994). Анализ жалоб потребителей может быть источником географической информации о проблемах с качеством воды, хотя однозначного указания на заболевание, связанное с водой, они не дают. Информация о жалобах потребителей может быть также интегрирована в базу данных Системы географической информации (СИГ) с тем, чтобы отслеживать жалобы потребителей..

388. Общие замечания о достоинствах и недостатках улучшенного эпиднадзора: Представленные выше альтернативные подходы к эпиднадзору позволяют получить важную информацию об изменении заболеваемости с течением времени. Некоторые более чувствительные методы могут продемонстрировать эффективность нового законодательства в сфере водоснабжения или новых процессов водоочистки. Некоторые из симптомов могут в реальном масштабе времени информировать органы здравоохранения о начале вспышки и способствовать принятию необходимых мер. Более детальную информацию о применении этих методов можно найти в докладе Исследовательского фонда Американской ассоциации работников водных объектов по выявлению вспышек заболеваний желудочно-кишечного тракта, связанных с водой (Emde, 2001). Важно помнить, что большинство этих подходов предусматривают эпиднадзор за кишечными заболеваниями, а не за заболеваниями, связанными с водой, или патогенами, которые могут передаваться через пищу и физический контакт, а не только через воду. Для определения того, какой процент людей заразились через загрязненную воду, необходимо провести эпидемиологическое исследование или оценку эффективности вмешательства в системе водоснабжения.

Подходы к организации эпиднадзора в регионах с ограниченными ресурсами

389. В условиях ограниченных ресурсов необходимы инновационные подходы к эпиднадзору. В таких ситуациях необходимо, чтобы мероприятия по эпиднадзору были напрямую связаны с решением конкретной проблемы здравоохранения.

Например, если целью региональных органов здравоохранения является снижение заболеваемости диареей и улучшение питания среди детей на 25% в течение 2 лет, то им понадобятся надежные данные о заболеваемости диареей и характере питания. Пользователи системы эпиднадзора должны принимать участие в формировании системы сбора информации, особенно в определении того, какие данные будут отслеживаться и в каком формате они будут представлены. В этом случае пользователи будут уверены, что они получают требуемые данные в необходимой форме. Несколько подходов к эпиднадзору в условиях дефицита ресурсов описаны ниже (White, 2000).

390. Дозорные клиники и лаборатории: Одним из подходов, хорошо работающим в регионах, где уровень медицинского обслуживания неоднороден, является организация сети дозорных учреждений. Это должны быть клиники и/или лаборатории, обладающие лучшими ресурсами и высококвалифицированным персоналом, которые могут собрать больший объем подробной информации по каждому случаю заболевания. Эти клиники и лаборатории могут получать дополнительную помощь от правительства или международных организаций, что позволит им проводить больше диагностических исследований и более точно регистрировать посещения пациентов и заносить результаты анализов в компьютерные базы данных. Данные, собранные в дозорных учреждениях, могут быть не репрезентативными для всего населения. Обычно дозорные учреждения сконцентрированы в городских районах, и, возможно, для полноценной работы системы эпиднадзора потребуются создание небольших дозорных клиник с дополнительными ресурсами для лучшей диагностики и сбора данных. Такая сеть дозорных клиник может быть полезной для сбора более детальной и точной информации по конкретным факторам риска, восприимчивого населения, наличия штаммов микроорганизмов, устойчивых к антибиотикам и т. д.

391. Фокусные обследования: Ещё один полезный подход – это проведение периодических фокусных обследований в рамках рутинной деятельности (White, 2001); подобные обследования могут дать информацию о широком спектре исходов для здоровья на базе населения в целом. Пример подобного подхода: обследование в школе, посвященное анемии у школьников из-за глистных инвазий, или обследование на дому с целью выявления диарейных заболеваний у маленьких детей. Обследование школьников начальных классов, включающее сбор образцов стула, может показать необходимость антигельминтной терапии для групп населения высокого риска, или может быть использовано для оценки. Обследование на диарею на дому может быть увязано с обучением применению пероральной регидрационной терапии.

392. Совместное использование ресурсов: Система эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, может также использовать возможность интегрирования с существующими системами эпиднадзора, предназначенными, например, для борьбы с полиомиелитом, детской смертностью, малярией и т. д. Многие программы эпиднадзора получают поддержку от национальных и международных специализированных учреждений и могут выразить желание поделиться информацией, персоналом, транспортными средствами, компьютерами, референтными лабораториями и другими ресурсами, которые более необходимы системе эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой

393. Обучение и стимулирование персонала: Успешные программы эпиднадзора всегда требуют обученного персонала, преданного своему делу, системы подготовки и переподготовки, возможности руководства карьерным ростом с соответствующим материальным стимулированием. В регионах с ограниченными ресурсами особенно важно, чтобы программы эпиднадзора включали в себя необходимую подготовку

персонала, ответственного за сбор данных, потому что их общеобразовательный уровень может оказаться недостаточным. Методы оценки и повышения качества данных должны быть включены в программу подготовки. Полнота осуществления обязанностей по эпиднадзору должна быть частью рутинной проверки качества работы персонала, ответственного за регистрацию данных. Отзывы о работе системы наблюдения со стороны регионального уровня, показывающие, как используются полученные данные, могут быть дополнительным стимулом для повышения качества сбора и анализа данных.

394. Инфраструктурные нужды Органы здравоохранения, отвечающие за эпиднадзор, должны тщательно оценить задачи системы эпиднадзора, выбрать соответствующий подход к решению этих задач и определить необходимые ресурсы для сбора и анализа данных. Для работы системы эпиднадзора необходимо наличие определенной транспортной и коммуникационной инфраструктуры. Одной из серьёзнейших проблем системы эпиднадзора является отсутствие в сельской местности или в небогатых районах средств транспорта для транспортировки медицинского персонала с целью исследования случаев заболевания, взятия образцов и доставки их в лабораторию. Как уже указывалось выше, использование транспортных и коммуникационных ресурсов других государственных и международных организаций может способствовать решению этих проблем. Форма сбора данных и системы связи (телефоны, Интернет или надежная почтовая служба) также необходимы для передачи данных от сборщиков к обработчикам и аналитикам информации. В некоторых регионах компьютеры могут оказаться недоступными либо устаревшими или постоянно требовать ремонта. Ручной ввод данных в формы занимает время и ведет к ошибкам. Если ручной ввод данных является единственным вариантом, то формы должны включать в себя контрольные листы, составленные так, чтобы их легко было заполнять. Передача и ввод данных должны предусматривать приемы предотвращения ошибок, например, двойной ввод данных с последующей проверкой дублируемых баз данных на несоответствие.

В. Создание национальной системы эпиднадзора

Введение

395. Успех любой системы эпиднадзора определяется степенью подготовленности и обязательностью персонала, осуществляющего сбор данных на местном уровне. Медицинские работники, кто непосредственно работает с пациентами, кто обнаруживает кластеры случаев заболевания, кто организует исследование вспышек заболеваний, должны иметь четкое представление о задачах системы эпиднадзора, понимать, как работает система и каков уровень заболеваемости в его районе. Именно эти люди собирают данные, которые включаются в национальную и международную систему эпиднадзора (Stanwell-Smith, 2003; Hunter, 2003, Quigley, 2003).

396. Обычно вспышки заболеваний сначала идентифицируются и регистрируются на местном уровне. Позже эксперты из национального уровня смогут оказать помощь в исследовании вспышки, но самым важным этапом в исследовании вспышки является её начало, когда можно собрать самые лучшие образцы, как в клинике, так и в окружающей среде, позволяющие определить этиологию вспышки; кроме меры по борьбе и профилактике вспышек принимаются также на местном уровне. Однако следует понимать, что местные работники медицинских учреждений и органов здравоохранения имеют много важнейших обязанностей и для них может быть трудно уделить достаточное время для эпиднадзора. Таким образом, при создании системы эпиднадзора необходимо определить, на каком уровне происходят

конкретные действия. Если принятие мер в сфере здравоохранения и решение проблем водоснабжения и канализации происходит на местном уровне, то необходимо создать местную систему эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, и обеспечить ее требуемыми людскими и материальными ресурсами. (White, 2000). Национальная система эпиднадзора может не иметь большого значения или даже не быть нужной, если необходимые меры будут приниматься органами здравоохранения, а также водоснабжения и канализации на местном уровне.

397. Независимо от того, организуется ли система на местном или региональном уровне, необходимо принимать стандартные решения в отношении того, как система будет работать. Эти решения можно обобщить в виде ряда вопросов:

- (a) Кто отвечает за регистрацию случая заболевания?
- (b) Кому направляется информация о случаях заболевания?
- (c) Сбор какой информации производится?
- (d) Кто собирает информацию?
- (e) Как данные перемещаются между административными уровнями?
- (f) Как хранится информация?
- (g) Кто анализирует данные?
- (h) Как анализируются данные?
- (i) Как часто анализируются данные?
- (j) Какие отчеты подготавливаются?
- (k) Как часто отчеты распространяются?
- (l) Кому направляются отчеты?
- (m) Как распространяются отчеты?
- (n) Предусмотрено ли автоматическое реагирование на регистрацию случаев заболевания?

Сбор данных

398. Способ сбора и передачи данных определяется техническими возможностями региона. Данные могут регистрироваться в рукописной форме или вводиться непосредственно в портативный компьютер прямо во время полевых исследований. Лаборатории могут регистрировать данные, вводя их прямо в Интернет сайт, созданный для местных лабораторий или для национальных референтных лабораторий. Данные могут храниться в бумажной форме в виде журналов регистрации или картотек, а также в форме компьютерных баз данных с регулярным резервным сохранением. Какая бы система не использовалась, основными приоритетами должны быть 1) сохранение конфиденциальности информации 2) минимизация потерь данных при хранении 3) минимизация ошибок при вводе 4) минимизация ошибок при передаче данных 5) хранение резервных копий данных, как на бумажных, так и на электронных носителях.

Обработка и анализ информации

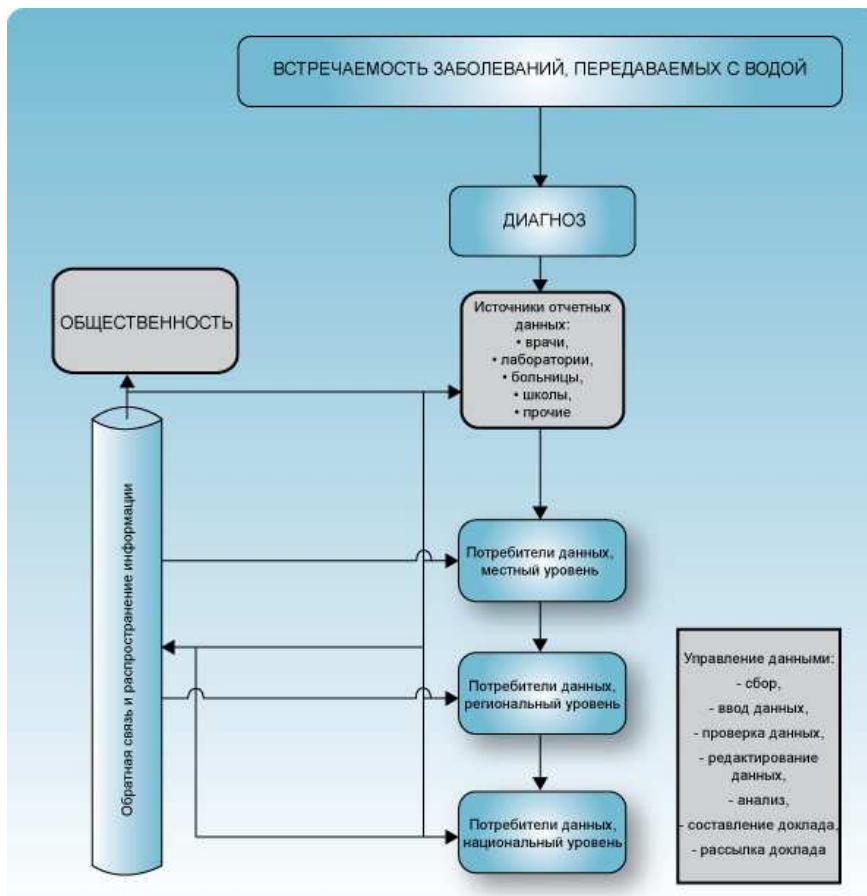
399. Для накопления и анализа данных эпиднадзора может быть использовано бесплатное программное обеспечение по эпидемиологии, такое как «Epi Info». Программа «Epi Info» также доступна через интернет по адресу <http://www.cdc.gov/epiinfo/> на семи языках (английском, французском, арабском,

русском, китайском, сербском и хорватском), инструкции для пользователей доступны также на итальянском, португальском, немецком, норвежском, венгерском, чешском, польском, и румынском языках. Обычно нет необходимости в сложном анализе данных эпиднадзора. Что касается системы эпиднадзора за вспышками заболеваний, то число вспышек и число случаев обычно классифицируются по месяцам, по географическому региону, типу водоснабжения, этиологическим агентам и иногда по фактору риска или недостаточностью. Для систем эпиднадзора, которые регистрируют число случаев конкретных заболеваний, данные подсчета уровня заболеваемости по сезону, географическому региону, возрастным группам и полу полезны для отображения временной и географической встречаемости заболевания и того, какая часть населения подвергается риску. Возможно, самой сложной аналитической задачей является определение знаменателя при подсчете стандартизированных уровней заболеваемости для конкретной популяции. Например, при сравнении уровня диарейных заболеваний в городской и сельской местности для получения информации о количестве случаев, могут быть использованы данные больничных записей об обращении за медицинской помощью. Чтобы подсчитать уровни заболеваемости (степень или распространенность) важно иметь информацию о количестве населения, которое обслуживает отдельная больница или иное учреждение здравоохранения на протяжении определенного периода, во время который были зарегистрированы случаи заболевания.

Движение информации

400. В большинстве систем эпиднадзора информация собирается на местном уровне и направляется в региональные и национальные органы здравоохранения, где она объединяется и анализируется. Результаты анализа данных суммируются и в виде отчетов направляются в национальные и возможно местные органы здравоохранения. Общая схема движения информации системы эпиднадзора за заболеванием представлена на **Рис. 10** Движение информации о результатах эпиднадзора между местным, региональным и национальным уровнями. В некоторых странах эти доклады доступны общественности и международным организациям, таким как Всемирная организация здравоохранения и неправительственные организации. Очень важно, чтобы доклады о эпиднадзоре дошли до тех, кто реализует политику в сфере здравоохранения и принимают решения о интервенциях в сфере водоснабжения и санитарии, стратегиях вакцинации, организации медицинской помощи и т.д. Также необходимо направление результатов эпиднадзора и их анализа обратно на местный уровень для поддержания заинтересованности в сотрудничестве со стороны тех, кто непосредственно собирает и регистрирует данные. В большинстве стран те, кто собирает данные (медицинские работники и лаборатории) редко несут ответственность за нерегистрацию случаев заболевания. В силу этого, они должны понимать задачи и цели системы эпиднадзора и видеть как, собранная ими информация используется для улучшения здоровья населения.

Рис. 10 Движение информации о результатах эпиднадзора между местным, региональным и национальным уровнями (Источник Клауске, 1992)



Использование информации

401. На этом этапе определяется, как информация, полученная системой эпиднадзора, будет использоваться для улучшения здоровья населения. Для системы эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, действия могут начинаться на самом верху, с введения соответствующего руководства по очистке воды и улучшению водоснабжения и выделения дополнительных ресурсов на совершенствование системы водоснабжения и канализации в районах с высоким уровнем заболеваемости желудочно-кишечными инфекциями. На региональном уровне информация от системы эпиднадзора может стимулировать местные органы здравоохранения и водоснабжения к проведению инспекции системы водоснабжения и обеспечению тщательную очистку воды и безопасной доставки её потребителям. Важно наладить тесные связи между органами здравоохранения и водоснабжения с тем, чтобы обеспечить эффективное взаимодействие по выявлению и борьбе со вспышками заболеваний, связанных с водой. В конечном счете, успех в работе системы эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, зависит от того, смогут ли органы здравоохранения и водоснабжения использовать информацию от системы для борьбы с заболеваниями, связанными с водой.

Оценка системы эпиднадзора

402. Любая программа в сфере здравоохранения должна периодически оцениваться в аспекте эффективности решения поставлены задач. Оценка особенно важна для системы эпиднадзора, потому что иначе она превратится в систему рутинного сбора данных, который осуществляется ради самого процесса и без ясного понимания конечных задач. В данном разделе рассматриваются критерии, которые обычно используются для оценки системы эпиднадзора как их можно применить для оценки системы эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой.

Критерии оценки

403. При оценке системы эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, необходимо взглянуть на задачи системы и задаться вопросом:

- (a) Нужна ли система эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой?
- (b) Полезна ли эта система? Позволяет ли информация, полученная от системы, принимать решения по улучшению санитарных условий и водоснабжения?
- (c) Привело ли внедрение системы эпиднадзора к улучшению здоровья населения?

404. Чтобы ответить на первый вопрос – нужна ли система эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, – необходимо определиться, являются ли такие заболевания серьёзной проблемой здравоохранения. Если имеются соответствующие данные, можно выяснить::

- (a) Масштабы заболевания, связанного с водой;
- (b) Уровень заболеваемости, связанный заболеваниями, передающимися через воду;
- (c) Тяжесть заболевания;
- (d) Преждевременная смертность, связанная данными заболеваниями;
- (e) Экономические потери (включая затраты на медицинское обслуживание, потери из-за неявки на работу и снижения производительности)№
- (f) Можно ли предотвратить развитие заболевания связанного с водой.

405. Обычно в том или ином виде система эпиднадзора необходима, чтобы ответить на вопрос, является ли болезнь, связанная с водой, важной проблемой здравоохранения. При отсутствии такой информации органы здравоохранения и органы государственной власти могут придти к ошибочному выводу, что в их регионе нет заболеваний, связанных с водой, потому что они за ними не следят. На глобальном уровне важность заболеваний, связанных с водой, хорошо задокументирована. Отсутствие доступа к чистой питьевой воде, адекватным санитарным условиям и плохая гигиена являются причиной 4% случаев смерти и 5,7% мирового бремени болезней (Pruss, 2002). Однако распространённость заболеваний, связанных с водой, сильно меняется от региона к региону. Многие страны мира имеют системы эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, независимо от того являются они странами в высоком, среднем или низком доходе. Вспышки заболеваний, связанных с водой, происходили в странах с весьма развитыми технологиями водоочистки. Кроме того, есть результаты многочисленных исследований, проведённых в разных странах, которые указывают, что улучшение водоснабжения и канализации, способствует снижению заболеваемости и смертности от заболеваний связанных с водой. (Esrey, 1991). Задача эффективной системы

эпиднадзора – обеспечить получение информации, способствующей повышению эффективности интервенций по улучшению водоснабжения и санитарных условий .

406. Оценка полезности системы эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, зависят от целей этой системы. Обычно ожидается, что эффективная система эпиднадзора сможет обнаружить тенденции в заболеваемости болезнями, связанными с водой. Также система эпиднадзора должна быть способна оценить масштаб смертности и заболеваемости, связанных с водой. В идеале система эпиднадзора должны быть способна выявить факторы риска заболеваний, связанных с водой (как на эндемическом, так и на эпидемическом уровне) и стимулировать разработку и/или реализацию профилактических стратегий. И, наконец, система эпиднадзора должна обеспечивать возможность оценки эффективности мер по борьбе и профилактике заболеваний, связанных с водой.

Критерии оценки данных на выходе системы

407. Данные на выходе системы можно оценить по пяти критериям 1) чувствительность, 2) положительное предсказывающее значение, 3) своевременность, 4) репрезентативность и 5) качество данных.

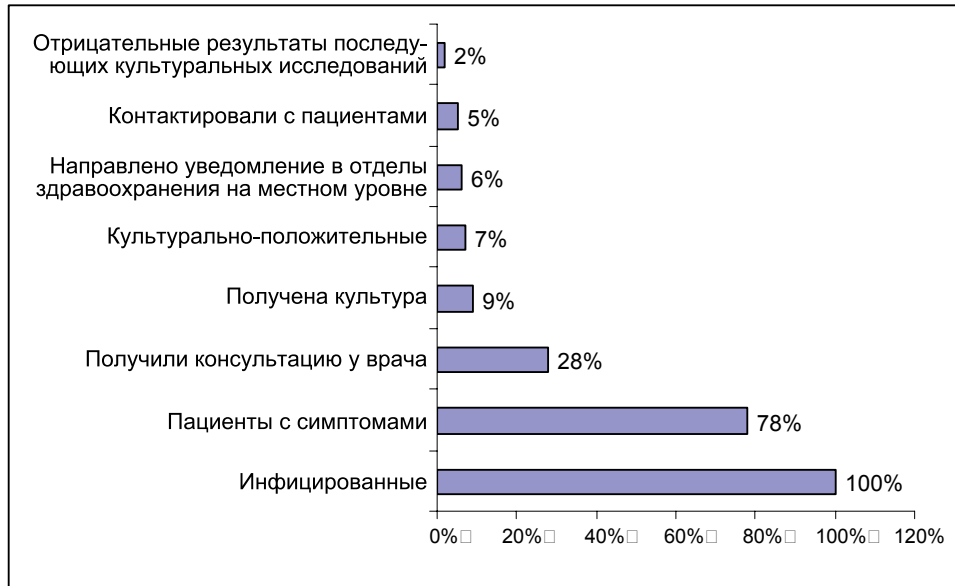
408. Чувствительность: Чувствительность системы – это ее способность обнаружить подлежащие эпиднадзору события, например, случаи шигеллеза. Чувствительность может быть выражена как $A/(A+C)$, что является процентной долей всех подтвержденных случаев среди данной группы населения, которые были зарегистрированы системой. (Табл. 16 Выявление состояния здоровья с помощью системы эпиднадзора).

Табл. 16 Выявление состояния здоровья с помощью системы эпиднадзора

		Заболевание имело место		
		Да	Нет	
Выявлено системой эпиднадзора	Да	Ложно-положительный результат А	Ложно-положительный результат В	A+B
	Нет	Ложно-отрицательный результат С	Ложно-отрицательный результат D	C+D
		A+C	B+D	Всего
		$Чувствительность = A/(A+C)$		

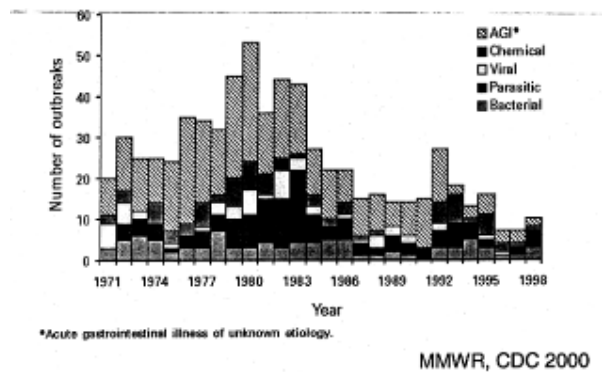
409. Чувствительность системы определяется числом этапов передачи информации и уровнем соблюдения правил на каждом этапе. Чем длиннее процесс передачи информации, тем больше информации будет потеряно. Большинство систем эпиднадзора недостаточно чувствительны, чтобы оценить реальное бремя болезни. Например, некоторые случаи шигеллеза неизбежно не диагностируются и не регистрируются (См. рис. 11).

Рис. 11 Этапы идентификации, регистрации и исследования шигеллеза



410. Система эпиднадзора должна быть достаточно чувствительной, чтобы обнаружить изменения в степени заболеваемости. Например, данные системы эпиднадзора за вспышками заболеваний, связанных с водой, в США показывают, что число зарегистрированных вспышек заболеваний, связанных с водой, снизилось в период 1978-1998 гг., и что было больше вспышек заболеваемости паразитическими агентами в начале 1980-х гг. (Рисунок 12). Хотя эта добровольная система пассивного эпиднадзора не слишком чувствительна, она позволяет получить полезную информацию о тенденциях встречаемости вспышек заболеваний, связанных с водой, и их этиологии.

Рисунок 12 Число вспышек заболеваний, связанных с водой, по годам и этиологиям (США 1971–1998 n=691)



411. Чувствительность системы меняется от системы к системе и от страны к стране, поэтому сравнить или объединить данные из разных систем сложно. Недавнее обследование европейских систем эпиднадзора показало, что данные, полученные в разных странах, нельзя сравнить между собой из-за различий в методах регистрации, определения случаев, а также качества данных. (Kramer, 2001).

412. Положительное предсказывающее значение: «Положительное предсказывающее значение» – это мера точности системы эпиднадзора и определяется как отношение числа случаев, зарегистрированных системой и действительно оказавшимися случаями заболевания, к общему числу случаев, зарегистрированных системой. В **Таблица 17** Положительное предсказывающее значение равно $A/A+B$, где A – число подтвержденных случаев заболевания, B – число случаев, где заболевание не подтвердилось, и $(A+B)$ – общее количество случаев, зарегистрированных системой эпиднадзора. Некоторые ложно-положительные случаи (B) могут быть зарегистрированы системой эпиднадзора из-за ошибочной диагностики или потому что состояние, которое необходимо регистрировать, не имеет четкого определения. Например, мониторинг продаж антидиарейных средств не имеет предсказывающего значения, потому что пик продаж может быть связан со снижением цен или новой рекламной кампанией. Поэтому необходимо сравнивать результаты мониторинга продаж антидиарейных средств с данными другой системы эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой.

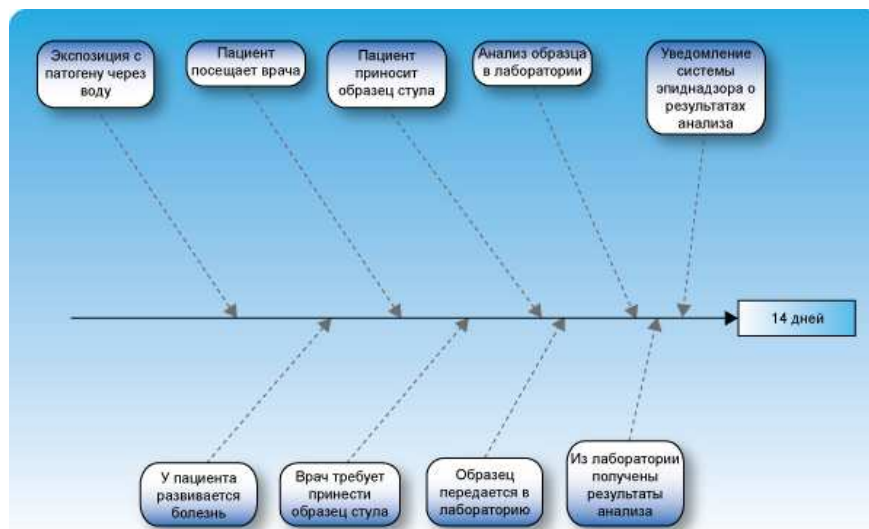
Таблица 17 Число вспышек заболеваний, связанных с водой, по годам (Германия 1945–2008, n = 10) заимствовано из (Thofern, 1990)

<i>Год</i>	<i>Место</i>	<i>Заболевание/Патоген</i>	<i>Число случаев</i>
1946	Ной-Оттинг	Тиф	≈ 400
1948	Ной-Оттинг	Тиф	≈ 600
1956	Хаген	Тиф /паратиф	≈ 500
1971	Хайденау	Дизентерия	482
1972	Ворбис	Дизентерия	≈ 1400
1972	Дингельштедт	Гепатит А	≈ 40
1978	Мюнхен-Исманинг	Дизентерия	2450
1980	Йена	Тиф	69
1981	Халле	Ротавирус	11 600
2000	Регенсдорф	Лямблиоз	10

413. Своевременность: Своевременность и качество работы системы эпиднадзора за заболеванием, связанным с водой, можно оценить, измеряя время, которое требуется системе для того, чтобы обнаружить и зарегистрировать отдельный случай или вспышку заболевания, связанного с водой. Как и в случае с чувствительностью, своевременность работы системы эпиднадзора может быть связана с количеством этапов процесса регистрации. (Рис. 10) Чем больше таких этапов – тем больше времени будет затрачено. Как, например, при лабораторной диагностике может быть длительная временная задержка между заражением пациента каким-либо патогеном и направлением подтвержденного лабораторией сообщения о наличии инфекции в систему эпиднадзора. (Рис. 13). Если задержка между обнаружением случая шигеллёза и регистрацией его в системе эпиднадзора составляет 11-14 дней, то этого времени достаточно для вторичного и последовательно заражения и своевременность работы системы эпиднадзора будет недостаточной для эффективной борьбы. Своевременность работы системы эпиднадзора также зависит от применяемых технологий. Если данные собираются лично врачом, записываются на бумаге и затем вводятся в базу данных, то работа такой системы эпиднадзора будет медленнее, чем случае использования автоматизированных систем, передающих данные в систему эпиднадзора по телефону или через Интернет.

414. Наконец, своевременность регистрации событий в системе эпиднадзора определяется тем, является ли система пассивной или активной. Действенность системы эпиднадзора определяется задачами системы. Может ли система эпиднадзора собрать и проанализировать информацию достаточно быстро, чтобы медицинские учреждения могли принять меры по профилактике дальнейшего распространения инфекции? Большинство пассивных систем контроля не достаточно быстры, чтобы обнаружить начало вспышки заболевания, связанного с водой. Вспышки обычно регистрируются, когда событие, вызвавшее первичное заражение уже прошло. Если основная цель системы эпиднадзора быстрое распознавание вспышек инфекции, то необходимо использовать более совершенные, активные методы наблюдения, описанные в предыдущей главе. Напротив, если цели данной системы – наблюдение и оценка долгосрочных тенденций в развитии заболеваний, связанных с водой; или оценка эффективности санитарно-эпидемиологических мер или ужесточения регламентов качества воды – тогда длительный период регистрации событий, характерный для которых характеризуется пассивных система эпиднадзора, являются вполне приемлемыми.

Рис. 13 Временная задержка в лабораторной диагностике



415. **Репрезентативность:** Данные, собираемые системой эпиднадзора, должны быть репрезентативными, т. е. показывать реальную ситуацию со здоровьем населения, входящего в сферу системы эпиднадзора. Все ли случаи зарегистрированных заболеваний являются типичными случаями заболеваний у данной группы населения. Зачастую выше вероятность регистрации тяжелых случаев заболевания, чем легких и умеренных случаев, потому что в тяжелых случаях больные чаще обращаются за медицинской помощью и, соответственно, такие случаи чаще диагностируются и регистрируются. Вспышки опасных заболеваний связанных с водой, таких как тиф, холера или заражение *E. coli* O157:H7, также с большей долей вероятности будут выявлены и зарегистрированы из-за возможности летальных исходов. Система эпиднадзора должна также учитывать возможность завышения или занижения количества случаев заболеваний среди представителей некоторых экономических классов из-за неодинакового доступа к медицинскому обслуживанию. Очень часто сельские районы и бедные слои населения не охватываются системой эпиднадзора из ограниченного доступа к медицинскому обслуживанию. Иногда возникает необходимость использования альтернативной

активной системы эпиднадзора для выявления распространенности заболевания в этих районах. Системы эпиднадзора за вспышками заболеваний, связанных с водой с большей долей вероятности выявят крупные вспышки заболевания, которые случаются в крупных населенных пунктах, где большее количество людей будет затронуто вспышкой и где есть хороший доступ к медицинским услугам и диагностическим лабораториям, которые могут обнаружить и зарегистрировать вспышку.

416. Конечно, если заболевшие в крупных городах будут обращаться к частнопрактикующим врачам, то информация о необычно высокой степени заболеваемости может быть «размазана» и потеряна. Например, «знаменитая» вспышка криптоспориоза в шт. Милуоки, США (1993) была признана вспышкой, когда количество заболевших достигло 200 тыс. (примерно половина заразившихся).

417. Небольшие системы водоснабжения могут быть подвержены большему риску возникновения проблем с заболеваниями, связанными с водой, потому что качество воды в таких системах проверяется реже, они могут использовать меньшее число технологических процессов, персонал может быть менее квалифицированным и работать по совместительству неполный рабочий день. Однако выявить вспышки заболеваний, связанных с водой в таких системах сложнее из-за меньшего числа пользующихся этой водой. Кроме того могут сказаться ограниченный доступ к медицинским услугам и плохая связь с региональными или национальными органами здравоохранения.

418. Качество данных: На выходе системы эпиднадзора необходимо оценивать качество данных, полученных системой эпиднадзора. Качество данных можно просто оценить путем проверки форм с данными и баз данных. Являются ли данные, полученные системой, полными? Все ли формы полностью заполнены или где-то есть пропуски и неясности? Все ли поля базы данных заполнены или имеются пропуски? Оценка точности данных требует наличия системы подтверждения данных. В некоторых системах часть данных сравнивается с данными последующего наблюдения с тем, чтобы подтвердить реальность зарегистрированных системой вспышек и случаев заболевания.

Критерии оценки процесса

419. Процесс работы системы эпиднадзора можно оценить по четырем критериям: 1) приемлемость, 2) простота, 3) гибкость, и 4) стоимость.

(а) Приемлемость: Приемлемость зависит от того, насколько система проста в использовании – особенно для тех пользователей, которые проводят первичную регистрацию. Случаев и вспышек заболевания. Формы для регистрации должны быть краткими, содержать ясные инструкции, быть простыми для заполнения и требовали немного времени для заполнения. Система эпиднадзора должна быть приемлема для населения. Эпиднадзор в сфере здравоохранения часто предусматривает сбор данных о чувствительных, болезненных или смущающих человека факторах риска, например, вопросы о заражении ВИЧ или заболеваний, передающихся половым путем. Система эпиднадзора должна предусматривать обязательную защиту личной информации

(б) Простота: Простые системы эпиднадзора требуют меньше затрат и с большей вероятностью будут успешными и устойчивыми. Определение случая и определение вспышки должны быть ясными. При регистрации необходимо фиксировать только необходимую информацию. Технология передачи данных от местного уровня на региональный и национальный уровень должна быть как можно более простой, особенно в тех районах где, проживает населения с низким или

средним уровнем достатка и где коммуникационные ресурсы ограничены. Наиболее ценная информация может быть получена простым прямолинейным анализом данных, путем подсчета степени заболеваемости с учетом времени года, географического расположения, возраста и пола.

(с) Гибкость: Эффективная система эпиднадзора должна быть гибкой и способной адаптироваться к изменениям в здравоохранении, политике и технологии. Могут произойти изменения в эпидемиологии некоторых заболеваний, связанных с водой из-за появления более чувствительного населения или новых штаммов патогенов в конкретный регион в силу миграции населения, военных действий, природных катаклизмов или новых факторов риска. Изменения в правительстве могут привести к смене политических приоритетов, изменений информационных потребностей в сфере здравоохранения и в законодательстве относительно регистрации заболеваний. Изменения в технологии могут привести к изменению технологий регистрации и передачи данных. Гибкие системы эпиднадзора будут легче адаптироваться к будущим изменениям..

(d) Стоимость: Стоимость является основным фактором при оценке системы эпиднадзора и обычно определяет, будет ли система создана и будет ли она финансироваться в дальнейшем. Системы эпиднадзора могут требовать значительных финансовых и людских ресурсов. Органы здравоохранения должны оценить затраты и эффективность системы эпиднадзора и решить являются ли затраты приемлемыми и собирается ли важная информация наиболее экономичным путем. **Таблица 18** сравнивает затраты на пассивную и активную системы эпиднадзора в местном департаменте здравоохранения в США (Vogt, 1983). В данном случае активная система эпиднадзора зарегистрировала 60, а пассивная – 37 случаев заболевания. Отчеты активной системы были полными и врачи отмечали, что активная система была предпочтительнее, потому что избавляла их от необходимости помнить о необходимости доложить о случае заболевания, подлежащего регистрации, кроме того активная система эпиднадзора облегчила общение врачей с органами здравоохранения. В этом конкретном случае стоимость каждого дополнительно зарегистрированного случая составила 861 доллар США (Vogt, 1983).

Таблица 18 Сравнение расчетных затрат на активную и пассивную системы эпиднадзора

<i>Затраты на здравоохранение в шт. Вермонт, США (1 июня 1980 г. – 31 мая 1981 г.)</i>		
	Тип системы эпиднадзора	
	Активная* (Долл. США)	Пассивная** (Долл. США)
Бумага	114	80
Постовые расходы	185	48
Пользование телефоном	1947	175
Персонал (секретарь)	3000	2000
Персонал (мед.сестра)	14 025	0
Итого	19 271	2303

* Активная: еженедельный запрос докладов по телефону из департамента Здравоохранения

** Пассивная: доклады по инициативе тех, кто их предоставляет

(e) Оценка потенциала персонала Кроме того, способность персонала учреждений и органов здравоохранения эффективно организовать и эффективно использовать систему эпиднадзора можно оценить с использованием ряда базовых

индикаторов. Персонал должен: а) регулярно регистрировать данные, б) демонстрировать собранные агрегированные данные, в) быть способным объяснить смысл данных г) быть способным предложить пути решения местных проблем; и д) быть способным на основе полученных данных оценить эффективность интервенций, направленных на решение конкретных водных и санитарных проблем. Если персонал осуществляет данные виды деятельности, то он понимает полезность информации, полученной от системы эпиднадзора, для планирования интервенций в сфере здравоохранения и сможет поддерживать работоспособность системы эпиднадзора (White, 2000).

Резюме

420. Эффективная система эпиднадзора в сфере здравоохранения должна быть полезной. Цели системы эпиднадзора за случаями или вспышками заболеваний, связанных с водой, должны быть связаны с конкретными и достижимыми целями в области здравоохранения, такими как полное искоренение тифозной лихорадки или сокращение случаев детского гастроэнтерита. Система эпиднадзора должна быть организована так, что выдаваемая ею информация была релевантной для решения проблем, связанных с водой, в конкретном регионе.

421. Эффективная система эпиднадзора за случаями и вспышками заболеваний, связанных с водой, может предоставить информацию для разработки и воплощения в жизнь интервенций по улучшению системы водоснабжения и повышению качества воды с целью улучшения здоровья населения. Система эпиднадзора может быть использована для оценки эффективности вмешательства, для чего необходимо сравнить распространенность заболевания до и после вспышки. Экономическая эффективность системы эпиднадзора за случаями и вспышками заболеваний, связанных с водой, зависят от масштаба решаемой проблемы, политической ситуации в обществе и системы общественных приоритетов. Если будет производиться только сбор данных без последующего их анализа и использования, то система работать не будет. Распространение докладов, подготавливаемых системой эпиднадзора за заболеваниями, связанными с водой, должно осуществляться на нескольких уровнях. Чтобы система была эффективной, результаты анализа должны передаваться органам, отвечающим за здравоохранение, водоснабжение и канализацию, которые будут использовать их для принятия соответствующих мер, – в том числе органам, отвечающим за здравоохранение, водоснабжение и канализацию на местном, региональном и национальном уровнях. Данные эпиднадзора необходимо доводить до лиц, занимающихся сбором данных на низовом уровне – в противном случае сбор данных будет рассматриваться, как бессмысленная обязанность без какого-либо стимула её выполнять. Для работников здравоохранения, перегруженных медицинскими и административными задачами, не будет никакого стимула собирать информацию для системы эпиднадзора, если они не будут видеть, что эта информация используется для значительного улучшения состояния здоровья населения.

VII. Управление данными и их анализ с использованием географической информационной системы (ГИС)

Главные авторы: Thomas Kistemann, Angela Queste, Ina Wienand, Thomas Classen

A. Введение в ГИС

422. Географическая информационная система (ГИС) – это компьютерная технология для ввода, хранения, управления, анализа и отображения пространственно-референтных данных (Clarke, 1996; Croner, 1996; Moore, 1999; WHO, 1999). ГИС используется в основном для сочетания средств картографирования и методов пространственно статистического анализа.

Рисунок 14 Медико-географическое картографирование, пространственный анализ и ГИС - Источник: Институт гигиены, Боннский университет, Германия.



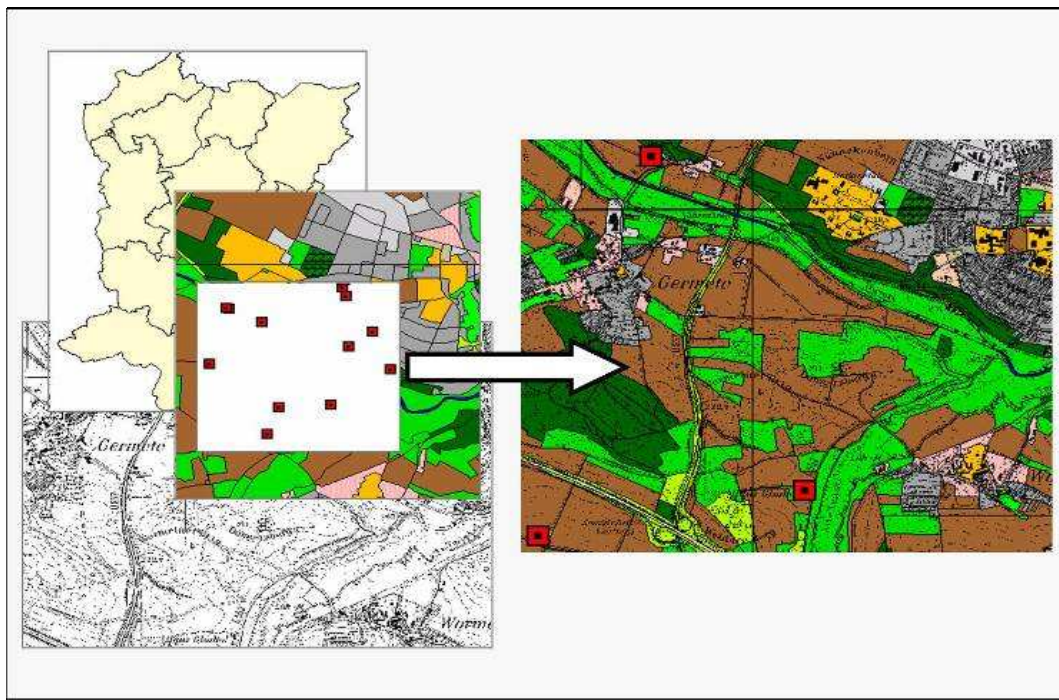
423. ГИС может использоваться для определения тяжести и местоположения случаев заболевания, анализа развития событий во времени, исследования пространственного распределения заболеваемости и осуществления моделирования развития заболеваний. Функции ГИС: создание тематических карт с целью наложения различных дополнительных данных, а также формирование буферных зон вокруг выбранных объектов. Также ГИС может использоваться для выполнения точных расчетов, таких как измерение расстояния.

424. ГИС работает с постоянно изменяющимися базами данных, что позволяет осуществлять связь между пространственными данными и картами. Благодаря этому на карте автоматически отображаются обновленные данные.

425. ГИС хранит информацию в виде набора тематических слоев, что позволяет, в частности, сочетать данные о заболевании и факторах, влияющих на его развитие. Тематические слои могут быть представлены областями, топографическими картами, схемами использования земли, местами жительства больных, системой распределения воды или, например, частотой возникновения желудочно-кишечных инфекций. На **рис.15** представлены различные слои – «области», «топографические

карты», «землепользование» и «местонахождение скважин для добычи питьевой воды». Совмещение этих данных позволяет получать новую информацию, а также помогает в поиске и анализе данных.

Рисунок 15 Многослойная структура ГИС



426. Применение ГИС может представлять особую ценность при определении уровня опасности, оценки воздействия, мер профилактики, управления и надзора.

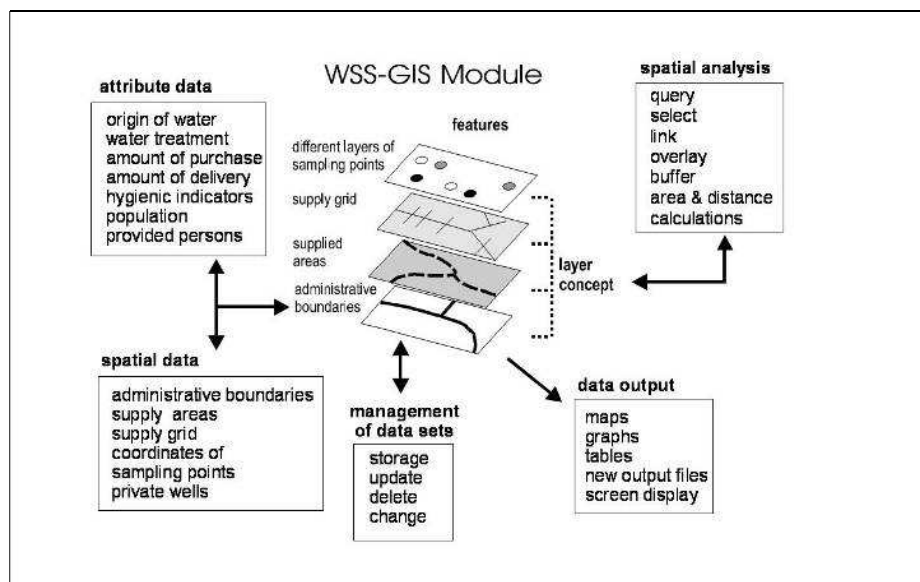
В. Применение ГИС для исследования эпидемиологии заболеваний, связанных с водой

427. Следующим шагом после краткого введения в ГИС будет объяснение того, как ГИС может использоваться для изучения эпидемиологии заболеваний, связанных с водой. Актуальность применения ГИС заключается в возможности оценки риска, борьбы со вспышками заболеваний, выявления их причин или уведомления о факторах риска органов здравоохранения, водоснабжения, а также других государственных учреждений.

428. В условиях вспышки заболевания медицинские учреждения должны действовать быстро. В подобных ситуациях важно понимать пространственные связи, что является условием для успешной профилактики, эпидемиологического надзора и борьбы с заболеванием. ГИС является идеальным инструментом для мониторинга результатов, принятых в сфере борьбы с заболеваниями, связанными с водой. Это позволяет определить, с каким заболеванием и где приходится иметь дело, просто анализируя пространственные и временные тенденции, определяя размещение населения, находящегося в зоне риска и оценивая распределение ресурсов. Значительная часть необходимой информации является пространственно-связанной, например, распределение случаев заболевания, характер факторов риска, наличие и расположение медицинских учреждений, инфраструктуры и учреждений

экстренной медицинской помощи. ГИС должна быть создана ещё до вспышки заболевания в рамках подготовки планов действий в чрезвычайных ситуациях и планов по борьбе со вспышками заболеваний. Система «структура водоснабжения–ГИС (WSS-GIS)» сочетает в себе большие объемы данных из различных источников (данные о землепользовании в водосборных бассейнах, качестве воды, жалобы на качество материалов для труб и т. д.), что делает её идеальным инструментом для хранения, анализа и отображения данных о структуре водоснабжения (Kistemann T, 2001). Для управления имеющимися данными специалистами Института гигиены и общественного здоровья (ИПН) в Бонне разработали модуль «Структуры водоснабжения–ГИС». Принцип организации данного модуля показан на **рис.16**.

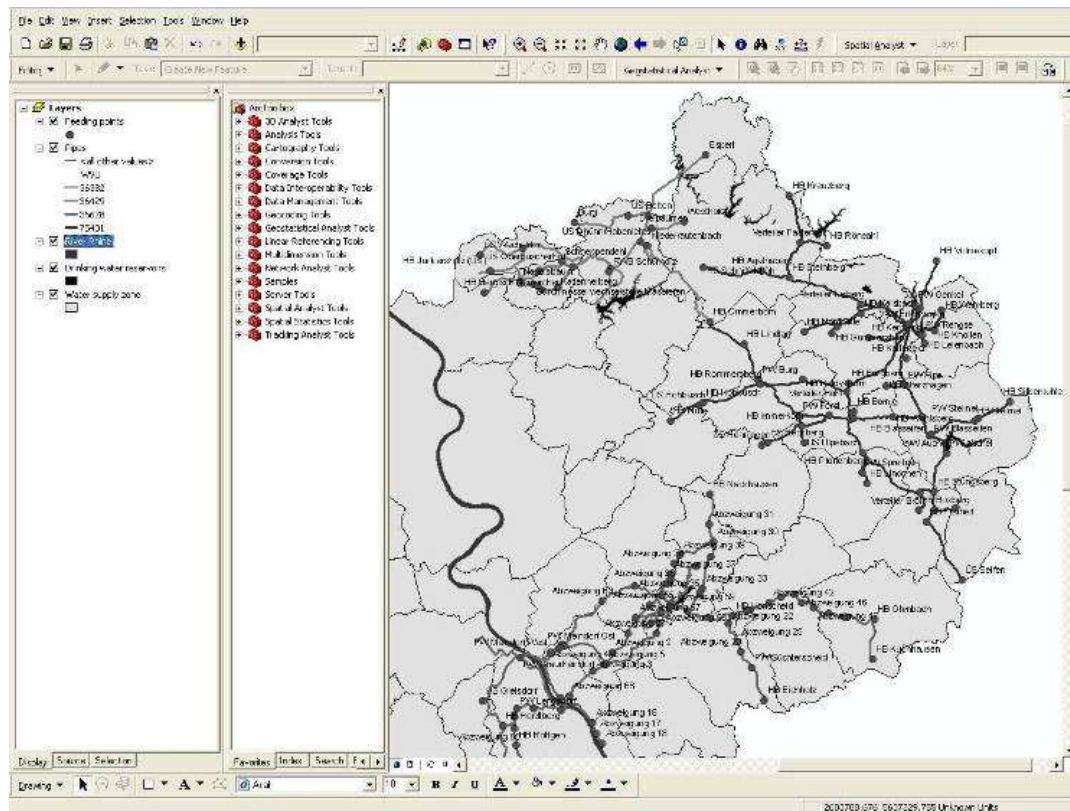
Рисунок 16 Элементы структуры водоснабжения-ГИС Источник: Kistemann et al., 2001 [Kistemann, T., Herbst, S., Dangendorf, F. and Exner, M. (2001). GIS-based analysis of drinking-water supply structures: a module for microbial risk assessment, *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 203, 301-310].



429. Возможности ГИС, как и других баз данных, ограничены исходными данными, поэтому крайне важно, чтобы эти данные были высокого качества. Как правило, для решения различных задач к данным предъявляют особые требования, хотя определенные наборы данных можно приобрести, например, некоторые оцифрованные карты.

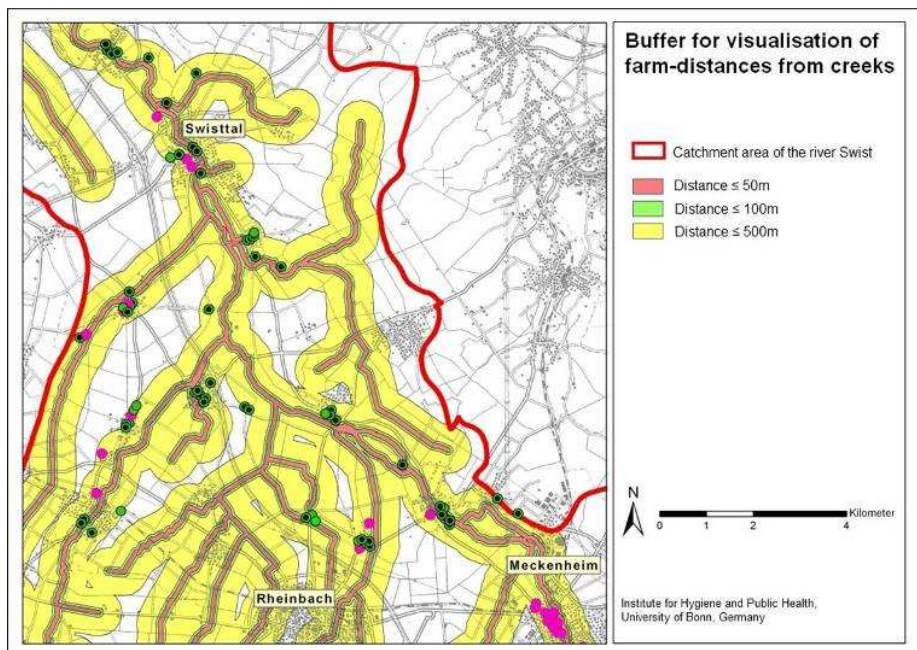
430. Инфраструктура водоснабжения оказывает существенное влияние на пространственное распределение заболеваний, связанных с заражением питьевой воды. Таким образом, необходимо иметь детальную информацию о станциях очистки и обеззараживания воды, точках водозабора и распределении воды, например, при использовании стандартов качества воды НАССР (ХАССП). Одним из наиболее очевидных преимуществ ГИС является способ отображения имеющихся данных. Карты могут отображать и передавать целый ряд различных типов данных, что позволяет быстро выявлять характерные особенности и взаимосвязи в большом количестве информации. На **рис.17** представлены данные о точках водозабора и оцифрованных трубах. Цвета точек показывают различные органы здравоохранения, ответственные за эпиднадзор в этих областях.

Рисунок 17 Трубы и точки водозабора поставщиков воды в Германии –
Источник: Институт гигиены и общественного здоровья, Боннский
университет, Германия



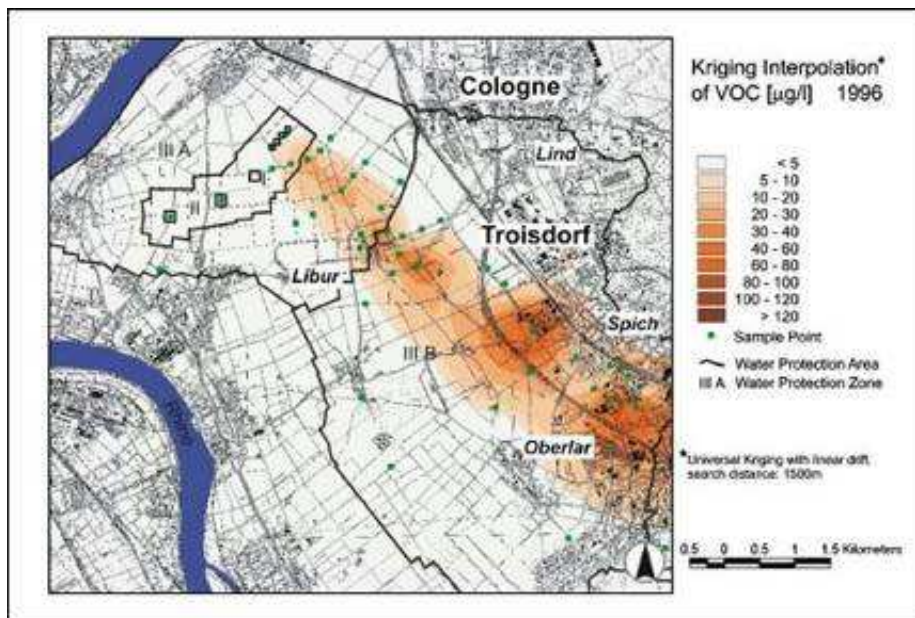
431. Очень удобно использовать пространственные показатели, так как инфраструктура водоснабжения, по крайней мере, в густонаселенных районах, является довольно сложной и зачастую нелегко понять взаимосвязь между разными системами водоснабжения. Благодаря использованию в ГИС пространственно-аналитических инструментов можно описать пространственные особенности, рассчитать расстояния до выбранных объектов и предсказать ситуацию в тех местах, где измерения не проводились. На **рис.18** показано применение буферной программы для небольшого ручья в Германии для расчета площади зон, находящихся на определенном расстоянии от ручья, на которые оказывает влияние сельскохозяйственная деятельность, например, животноводство и т. д.

Рисунок 18 Создание буферных зон в ГИС - Источник: Институт гигиены и общественного здоровья, Боннский университет, Германия



432. Более сложным методом пространственного анализа в ГИС является метод интерполяции. Одним из примеров служит интерполяция методом кригинга, основанная на предположении, что объекты, находящиеся близко друг к другу, более схожи между собой, нежели те, которые располагаются на большем расстоянии. На **рис. 19** показано распространение химического загрязнения летучими галогенированными углеводородами (ЛГУ) в водосборной площади из подземных источников в Германии.

Рисунок 19 Интерполяция методом кригинга в ГИС - Источник: Институт гигиены и общественного здоровья, Боннский университет, Германия



433. Метод интерполяции позволяет рассчитать загрязненность территорий, на которых не были проведены замеры. Для получения прогноза по каждой территории необходимо оценить измеренные значения окружающих территорий. В результате загрязненность может быть отображена в серии карт. В данном примере пространственный анализ показал, что концентрация загрязняющих веществ снизилась ниже по течению, но это снижение было в большей степени за счет снижения концентрации загрязняющих веществ с высоким содержанием хлора. ГИС позволила рассчитать величину общего загрязнения ЛГУ воды из подземных источников, и стало ясно, что из-за загрязнения значительно увеличивается опасность для системы водоснабжения.

434. Высококачественные пространственные данные о территориях водозабора, инфраструктуре водоснабжения и эпидемиологии заболеваний, связанных с водой, позволят оценить риски возникновения заболеваний, связанных с водой, в конкретных условиях. Это позволяет определить приоритетов в борьбе с заболеваниями, связанными с водой. Становится очевидным, что выпуск высококачественных и наглядных карт может помочь пониманию проблем, связанных с водой, неспециалистами, что необходимо для получения общественной поддержки.

С. Пример: эпидемиологическое подтверждение первой водной вспышки лямблиоза в Германии при поддержке ГИС

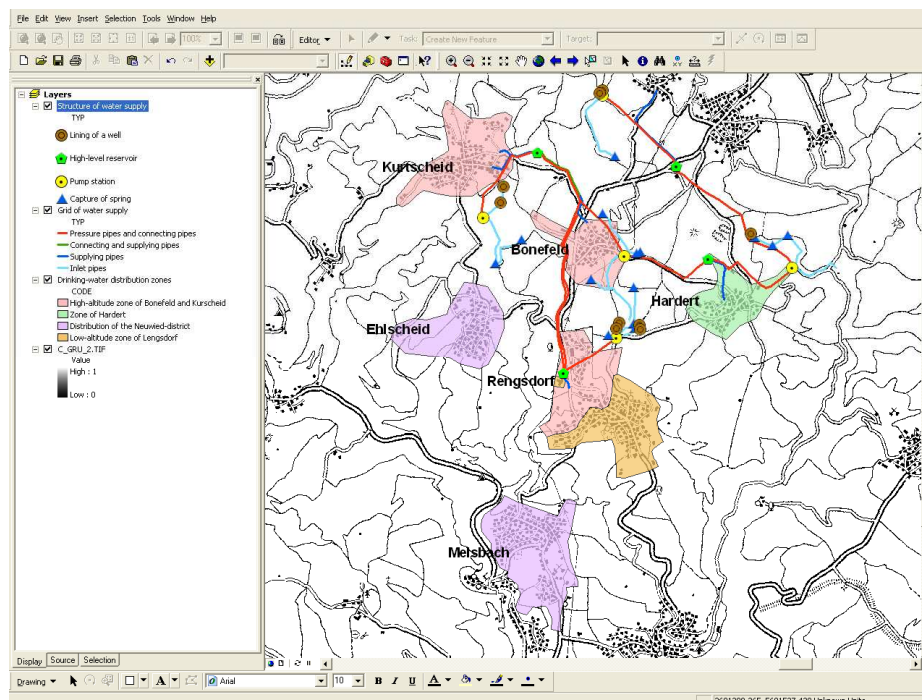
435. Целью последней главы было осветить многочисленные возможности ГИС для эпидемиологии. Теперь рассмотрим проведенное в 2000/2001 гг. эпидемиологическое исследование при поддержке ГИС, в котором выяснялось, что вспышка лямблиоза могла быть связана с заражением питьевой воды. (Kistemann, 2003; Gornik, 2001; Atherholt, 1998; Ong, 1996; Craun, 2002; Howe, 2002; Hunter, 1998; Kramer, 2001; Steiner, 1997; States, 1997; Kistemann, 2001)

436. Начиная с мая 2000 г. врач общей практики деревни Ренгсдорф в Германии отметила среди своих пациентов увеличение числа заболеваний, связанных с расстройством пищеварения. Для деревни Ренгсдорф это не было редкостью: в 1990, 1996 и 1999 гг. уже отмечалось несколько спорадических случаев лямблиоза у пациентов, жаловавшихся на диарею. Тем не менее, врач взяла анализ кала своих у пациентов с диарейным синдромом на наличие лямблий. Анализы кала восьми из 43 пациентов были положительными на наличие цист лямблий, следовательно, распространенность составила 18,60%. Врач полагала, что все случаи заболевания взаимосвязаны и сообщила в районные органы здравоохранения в соответствии с Федеральным законом об эпидемиях. Сотрудник органов здравоохранения знал, что водный путь передачи является одним из возможных путей передачи лямблиоза и поэтому обратился в Институт гигиены и общественного здоровья в Бонне с просьбой провести паразитологическое и эпидемиологическое исследования с целью выяснить, не связаны ли случаи заражения лямблиозом в Ренгсдорфе с водой.

437. В ноябре 2000 года было проведено ретроспективное когортное исследование, включающее район, обслуживаемый врачом общей практики (начальная школа Ренгсдорф) и контрольную территорию (Мельсбах). В исследуемую группу вошли все ученики начальных классов (N=418). В исследовании приняли участие 383 ученика, процент ответивших – 91,6%, доля в общей численности населения – 4,1%.

438. У каждого участника исследования были взяты как минимум два анализа кала; а родители учащихся отвечали на вопросы для выявления потенциальных факторов риска лямблиоза. Кроме того, необходимо было установить источник домашней водопроводной воды каждого ученика по месту жительства. Также необходимым условием было исследование системы питьевого водоснабжения в данной области. Вся информация была сохранена в базе данных (MS-Access®) и проанализирована с использованием пакета стандартных программ (EpiInfo2000®). Гео-референтные данные были переданы через SQL соединения в Систему географической информации (ArcView®) для анализа пространственных данных и сообщения результатов. На **рис.20** показана сложная структура водоснабжения в исследуемой области.

Рисунок 20 Структура водоснабжения в виде тематических слоев ГИС -
Источник: Институт гигиены и общественного здоровья, Боннский университет, Германия



439. В деревне Ренгсдорф структура водоснабжения разделена на две зоны. Нижняя зона обеспечивается водой их высокоуровневого водохранилища, в которое вода поступает из четырех колодцев и пяти ручьев, расположенных в близлежащих лесах и сельскохозяйственных угодьях. Дезинфекция воды осуществляется двуокисью хлора, без дальнейшей обработки. Ежедневно в сеть поступает около 600.000 л. питьевой воды. Верхняя зона обеспечивается водой из другого водохранилища, в которое вода поступает из нескольких колодцев и ручьев. Кроме того, около 10 % воды постоянно поступает из водохранилища нижней зоны. В сеть поступает около 700 тыс. л питьевой воды после хлорирования и без дальнейшей очистки. Деревня Хардерт имеет собственную систему водоснабжения, которая не связана с системой водоснабжения Ренгсдорфа. Субмуниципалитеты Мельсбах и Эльсхейд получают питьевую воду из большой районной системы водоснабжения, в которую поступают воды из хорошо защищенных четвертичных отложений в долине Рейна. Всю информацию можно получить, щелкнув мышью на кнопке «Информация». Кроме того, в ГИС были введены ссылки на фотографии.

440. Было выявлено 13 случаев лямблиоза (шесть девочек и семь мальчиков) среди 383 участников. Об инфицировании никто не знал до начала участия в исследовании, так как заболевание протекало бессимптомно. Распространенность заболевания среди всех участников составила 33.9/1000. Далее было необходимо связать выявленные случаи с деревнями и вычислить распространенность для всех зон водоснабжения (см. **рис.21** и **рис.22**).

Рисунок 21 Случаи лямблиоза в каждой деревне

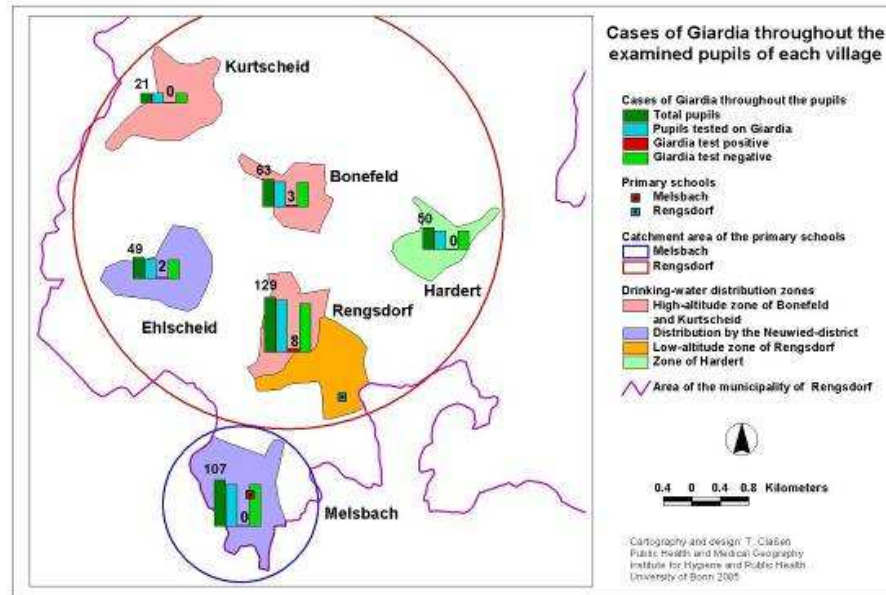
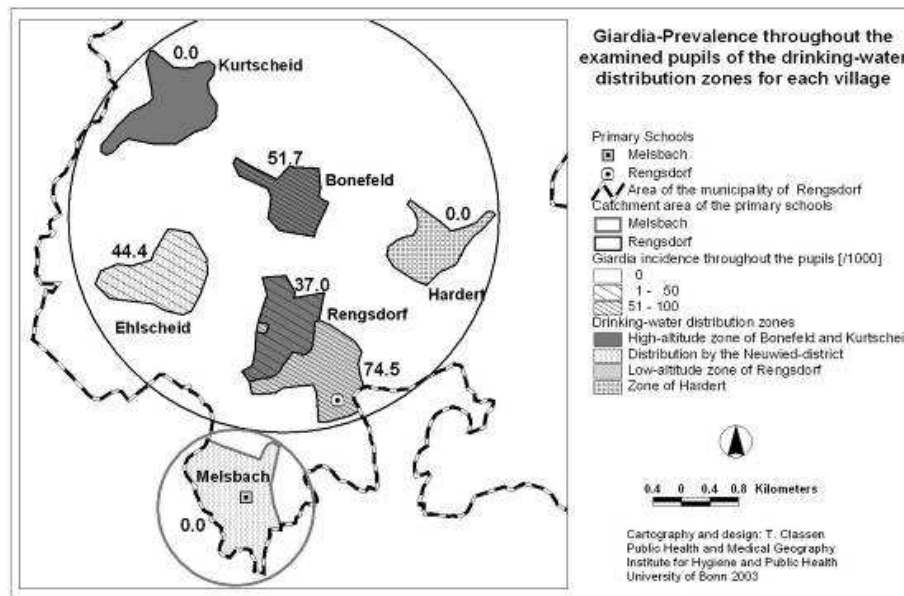


Рисунок 22 Степень заболеваемости лямблиозом у групп школьников, принимавших участие в исследовании, с разбивкой по зонам водоснабжения и месту жительства



441. Для выявления возможной взаимосвязи между случаями заболевания и водоснабжением были объединены данные по зонам водоснабжения, не связанным с

Ренгсдорфом, а именно, Хардерт, Эльсхейд и Мельсбах. В низколежащей зоне Ренгсдофа риск заражения возрастал на 6,9 ($p=0.008$). В зоне водоснабжения Бонфельда риск возрастал на 3.5 ($p=0.078$). При объединении этих двух зон риск возрастал на 5,1 ($p=0.009$). Результаты оценки привычек потребления воды показывают, что риск заражения лямблиозом значительно увеличивается, если дома использовался аппарат для газирования воды (содовый стример). Другие факторы, такие как привычки питания, путешествия, контакты с животными и купание в природных водоемах, не влияли на риск инфицирования лямблиями.

442. Одновременно с эпидемиологическим исследованием были проведены микробиологическое и паразитологическое исследования воды в Ренгсдорфе до и после обработки, а также исследование на местности. Они подтвердили подозрения: цисты лямблий и *E.coli* были найдены в образцах воды, как прошедшей так и не прошедшей обработку. Дополнительное исследование на местности (хранящееся в ГИС в непосредственной форме и в виде ссылок) подтвердило наличие нескольких природных факторов риска на очень близком расстоянии от источников, которые с высокой степенью вероятности и явились источником заражения воды. К ним относятся, например, загон для оленей или система аварийного сброса сточных вод. Однако ретроспективно было невозможно точно определить источник загрязнения.

443. Случаи заболевания в Ренгсдорфе способствовали возобновлению изучения в Германии заболеваний, связанных с водой. Политики, чиновники, учреждения системы водоснабжения и ученые очень заинтересовались этим случаем. Эпидемиологическое исследование при помощи ГИС ярко продемонстрировало, что вспышки заболеваний, передаваемых водным путем, могут возникать на территории Германии, и, возможно, чаще, чем мы думаем.

Библиография

- Ainsworth R eds. (2004) *Safe Piped Water – Managing Microbial Water Quality in Piped Distribution Systems*. IWA London
- Allen MJ et al. (2000) The plain, hard truth about pathogen monitoring. *J. Amer. Water Works Assoc.*, 92:64-76.
- Andersson Y and Bohan P (2001) Disease surveillance and waterborne outbreaks. In: Fewtrell, L. and Bartram, A. *Water quality: guidelines, standards and health* pp 115 - 133 IWA London
- Anon (1899). Grundsätze für die Reinigung von Oberflächenwasser durch Sandfiltration [Principles for the purification of surface water through sand filtration]. *Veröffentlichung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes*, 107.
- Anon. (1939) Typhoid fever in Minneapolis and gastro-enteritis in Milwaukee. *J. Amer. Water Works Assoc*, Committee Report 31: 374-383.
- Anon. (1970) *Yesterday Today Tomorrow -To You From Lake Michigan*. Milwaukee, Milwaukee Water Works.
- Anon. Policy Brief (2002) *Health Care in central Asia – European Observatory on Health Care Systems* WHO Copenhagen available from URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/98386/E74484.pdf accessed 5 August 2010
- Anon. (2001) Empfehlung zur Vermeidung von Kontaminationen des Trinkwassers mit Parasiten [Recommendations to avoid contamination of drinking-water by parasites]. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung und Gesundheitsschutz*, 44:406-408.
- Arnold BF and Colford JM Jr (2007) Treating water with chlorine at point-of-use to improve water quality and reduce child diarrhoea in developing countries: a systematic review and meta-analysis *Am J Trop Med Hyg* 76(2):354-64
- Ashbold NJ et al. (2002) Dry weather quality of protected versus developed surface water catchments- pathogen data and management. In: IWA Programme Committee (2003) Third world water congress (IWA): Wastewater Treatment Plans, Melbourne. 1-9. IWA London
- Astrachan, NB; Archer, BG; and Hilbelink, DR (1980) Evaluation of the sub-acute toxicity and teratogenicity of anatoxin-a. *Toxicon* 18: 684-88
- Astrom J; Petterson S et al. (2007) Evaluation of the microbial risk reduction due to selective closure of the raw water intake before drinking water treatment *J Water Health* 5 *Suppl 1*:81-97.
- Atherholt, TB et al. (1998) Effect of rainfall on Giardia and crypto. *JAWWA*, 90 (9):66-80 .
- Austin R. (1946) *The Milwaukee Story*. The Milwaukee Journal, Milwaukee,
- AWWA (American Water Works Association). (1999). *Water Quality and Treatment*, 5th edition, 1233 pages. AWWA Denver, CO.
- Azevedo SM et al. (2002) Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru-Brazil *Toxicology*. 181-182:441-6.
- Barbash, JE et al. (2001) Major herbicides in ground water: results from the national water-quality assessment. *J. Environ. Qual.* 30, 831-845.
- Bartram J, Fewtrell L, Stenström TA(2001) Harmonised assessment of risk and

risk management for water-related infectious disease: an overview

In: Fewtrell L, Bartram J, eds. *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*. London, IWA. p.9 Available from URL:

http://whqlibdoc.who.int/publications/2001/924154533X_chap1.pdf accessed 9 August 2010

Bartram, J (eds.) (2002) *Water and health in Europe – Joint report from the European Environment Agency and the WHO Regional Office for Europe*. WHO Regional Publications European Series No 93 WHO Regional Office for Europe, Copenhagen. Available from URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/98449/E76521.pdf accessed 9 August 2010

Bartram J et al., (eds.) (2007) *Legionella and the Prevention of Legionellosis*. WHO Geneva The monograph is accessible from URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf accessed 6 August 2010

Bartram J et al. (2009) *Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers* WHO Geneva Available from URL: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241562638_eng.pdf accessed 9 August 2010

Baqui AH et al. (1991) Methodological issues in diarrhoeal diseases epidemiology: definition of diarrhoeal episodes *Int J Epidemiol* 20(4):1057-63

Batorèu MCC, Dias E, Pereira P, Franca S. (2005) Risk of human exposure to paralytic toxins of algal origin. *Environm. Toxicol. Pharmacol.* 19: 401-406

Baudeau P et al. (1999) A time series study of anti-diarrhoeal drug sales and tap-water quality. *International Journal of Environmental Health Research.* 9, 293-311

Beaglehole R; Bonita R and Kjellstrom T. (1993) *Basic epidemiology*. WHO Geneva

Black RE et al. (2003) Where and when are 10 million children dying each year? *Lancet*, 361:2226-2234.

Blaser MJ “Campylobacter jejuni and related species.” In: Mandell, G. L., et al. (2000) *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone 2276-2285.

Blum, D and Feachem, RG (1985). *Health aspects of nightsoil and sludge use in agriculture and aquaculture. Part III: An epidemiological perspective*. Report No. 05/85, International Reference Centre for Waste Disposal (IRCWD), Dubendorf.

Blumenthal et al. (2001) Epidemiology: a tool for the assessment of risk. In: *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*. Fewtrell, L and Bartram, J (eds). IWA London

Bonita R, Beaglehole R and Kjellström T (2006) *Basic epidemiology* 2nd edition WHO Geneva

Botes DP et al. (1985) Structural studies on cyanoginosins-LR, YR, YA, and -YM peptite toxins of *Microcystis aeruginosa* *J.Chem.Society Perkin Trans.* 1: 2742-2748.

Bottiger AA and Christenson B (1998) Första studien av hepatitförekomst i Sverige: Låg immunitet ger hög mottaglighet för smitta [First study of hepatitis occurrence in Sweden: low immunity is associated with susceptibility to infection]. *Lakartidningen*, 95 (16):1801-4.

- Bowie WR et al. (1997) Outbreak of Toxoplasmosis associated with municipal drinking-water. *Lancet*, 350:173-177.
- Bradley DJ (1974) Chapter in human rights in health. Ciba Foundation Symposium, 23:81-98.
- Butler T. (2000) *Yersinia* species (including plague). In: Mandell, G. L., et al. *Principles and practice of infectious diseases*. New York, Livingstone 2406-2414.
- Byth S (1980) Palm Island mystery disease *Med J Austr* 2: 40-42.
- Cain LP Sanitation (1978) *Strategy for a Lakefront Metropolis. The Case of Chicago* DeKalb, Northern Illinois University Press.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Updated guidelines for evaluating public health surveillance systems: recommendations from the guidelines working group. *MMWR* 2001 ;50 (No. RIM 3) 1-35.
- Cerejeira, MJ et al. (2003) Pesticides in Portuguese surface and ground waters *Water Res.* 37, 1055-1063
- Chin J., (2000) *Control of communicable diseases - manual*. Washington, American Public Health Association
- Chorus I, (2005) *Current approaches to cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries* Umweltbundesamt [Federal Environmental Agency], Berlin.
- Chorus I and Bartram J, eds (1999) *Toxic Cyanobacteria in Water* Published on behalf of WHO by E&FN Spon, London, New York
- Christensen ER et al. (1997) "Water quality in Milwaukee, Wisconsin versus intake crib location." *J. Environ. Eng.*, 123:492-498.
- Clarke KC, et al. (1996) On epidemiology and geographic information systems: a review and discussion of future directions. *Emerg Infect Dis*, 2 (2):85-92
- Clasen T, Schmidt P et al. (2007) Interventions to improve water quality for preventing diarrhoe: systematic review and meta-analysis *BMJ* 334(7597):782
- Clasen T, Roberts I et al. (2006) Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea. *Cochrane Database Syst Rev* 3:CD004794
- Clasen T et al. (2005) Household-based ceramic water filters for the prevention of diarrhea: a randomized, controlled trial of a pilot program in Columbia. *Am J Trop Med Hyg* 73(4):790-5
- Clasen TF and Bastable A (2003) Faecal contamination of drinking water during collection and household storage: the need to extend protection to the point of use. *Journal of Water and Health* 1(3):109-115
- Codd GA, Bell S, Brooks W.(1989) Cyanobacterial toxins in water *Water Sci Technol.*16, 1-13.
- Codd GA, Morrison LF and Metcalf JS (2005) Cyanobacterial toxins: risk management for health protection *Toxicol Appl. Pharmacol.* 203: 264-272
- Comoretto, L. et al (2008) Runoff of pesticides from rice fields in the Ile de Camatgue: Field study and modelling. *Environ. Pollut.* 151,486-493.
- Cox PA et al.(2005) Diverse taxa of cyanobacteria produce beta-N-methylamino-L-alanine, a neurotoxic amino acid *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 102: 5074–5078.

- Crabtree KD, et al. (1997) Waterborne adenovirus: a risk assessment. *Wat Sci Techol*, 35 (11/12):1-6.
- Craven DE (2003) Progress in the battle against nosocomial legionnaires' disease: shedding light on shades of gray. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 24 (8):560-2.
- Craun GF and Frost FJ (2002) Possible information bias in a waterborne outbreak investigation *Int J Environ Health Res*, 12 (1):5-15.
- Craun GF et al. (2001) "Improving waterborne disease outbreak investigations." *Int J Environ Health Res*. 11, 229-243
- Croner CM, et al. (1996) Geographic information systems (GIS): new perspectives in understanding human health and environmental relationships *Stat Med*, 15 (17-18): 1961-77.
- Dagnac, T et al. (2002). Determination of oxanilic and sulfonic acid metabolites of acetochlor in soils by liquid chromatography–electrospray ionisation mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 957, 69-77.
- Dangendorf F et al. (2003) Geographical Information Systems. In: Hunter, P. R., et al. *Drinking-water and infectious diseases: establishing the links*, CRC, Boca Raton, pp 143 - 153
- David AS and Wessely SC. (1995) "The legend of Camelford: Medical consequences of a water pollution accident" *Journal of Psychosomatic Research*, 39 (1), 1 -9.
- Davison A et al. (2006). Water Safety Plans. Managing drinking water quality from catchment to consumer. World Health Organization Available from URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html
- Accessed on 10 August 2010
- Dechesne M and Soyeux E (2007) Assessment of source water pathogen contamination *J Water Health* 5 Suppl 1: 39 – 50
- Deere D et al. Management strategies. In: Fewtrell, L. (2001) *Water quality: guidelines, standards and health: assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. IWA London, 2001. 257-88
- Devane ML, et al. (2001) The occurrence of Campylobacter subtypes in environmental reservoirs and potential transmission routes *J Appl Microbiol* 98(4):980-90
- Dietrich D and Hoeger S (2005) Guidance values for microcystins in water and cyanobacterial supplement products (blue green algal supplements): a reasonable or misguided approach? *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 203: 273-289.
- Doyle M (1990) Pathogenic Escherichia coli, Yersinia enterocolitica, and Vibrio parahaemolyticus. *Lancet*, 336 (8723):1111-5.
- Dupont HL Shigella species (Bacillary Dysentery). In: Mandell, G. L., et al. (2000) *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone 2363-2369
- Duy TN, Lam PKS, Shaw GR, Connell DW (2000) Toxicology and risk assessment of freshwater cyanobacterial (blue-green algal) toxins in water. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 163: 113– 186.
- EEA (European Environmental Agency). (1999) Groundwater quality and quantity in Europe – Environmental assessment report No 3 Copenhagen; Denmark

- Egorov A. et al. (2002). Deterioration of drinking-water quality in the distribution system and gastrointestinal morbidity in a Russian city. *International Journal of Environmental Health Research*, 12, 221-223.
- Egorov AI et al. (2003a). Exposures to drinking water chlorination by-products in a Russian city. *Int J Hyg Environ Health*. 206(6): 539-51.
- Egorov, AI et al. (2003b). Daily variations in effluent water turbidity and diarrhoeal illness in a Russian city. *International Journal of Environmental Health Research* 13(1): 81-94.
- Egorov A (2004). Serological evidence of Cryptosporidium infections in a Russian city and evaluation of risk factors for infections. *Ann Epidemiol*.14(2):129-36.
- El Saadi OE, Esterman AJ, Cameron S, Roder DM (1995) Murray River water, raised cyanobacterial cell counts, and gastrointestinal and dermatological symptoms. *Med. J. Aust.* 162: 122-125.
- Emde KME et al. (2001) *Gastrointestinal Disease Outbreak Detection* American Water Works Association Research Foundation and American Water Works Association, Denver, CO, pp.286.
- Esrey SA et al. (1991) Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. *Bull World Health Organ.* 69, 609-621.
- EU Directive 91/492/EEC of 15 July 1991 laying down the health conditions for the production and the placing on the market of live bivalve molluscs. *Official Journal of the European Union* L 268, 24-9-1991 available from URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0061:EN:HTML> accessed 17 Nov 2008 .
- Exner M (1996) Risk assessment and risk prevention in infectious diseases *Zentralblatt Hygiene und Umweltmedizin*, 199 (2-4):188-226.
- Exner M and Kistemann T Is there a need for better drinking-water quality management? In: Schmoll, O. and Chorus, I. (2003) *Water safety*, Berlin Federal Environmental Agency. 11-18
- Exner M and Kistemann T (2003) Strukturelle Voraussetzungen und Massnahmen zur Kontrolle der Weiterverbreitung ubertragbarer Krankheiten durch Wasser fur den menschlichen Gebrauch: Massnahmenplane und Storfallmanagement. [Structural requirements and provisions to control the spread of infectious diseases via water intended for human consumption: Action plans and hazard management] In: Grohmann, A., et al. *Die Trinkwasserverordnung: Einfuhrung und Erlauterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Uberwachungsbehorden.* [The drinking-water ordinance: Introduction and commentary for water supply companies and surveillance authorities] Erich Schmidt Verlag, Berlin pp 149 - 179
- Falconer IR (1989) Effects on human health of some toxic cyanobacteria (blue-green algae) in reservoirs, lakes and rivers. *Toxicity Assessment* 4: 175-84.
- Falconer IR (1994) Health problems from exposure to cyanobacteria and proposed safety guidelines for drinking and recreational water. In: G.A. Codd, T.M. Jefferies, C.W. Keevil and E. Potter, (eds.) *Detection Methods for Cyanobacterial Toxins*, Royal Society of Chemistry, London. pp.3-10,
- Fawell JK (1993). *Toxins from blue-green algae: toxicological assessment of microcystin-LR. Volume 4. Microcystin-LR: 13 week oral (gavage) toxicity study in the mouse (final report)*, pp 1-259, Water Research Centre, Medmenham, UK.

- Fawell JK, James CP and James HA (1994) *Toxins from blue-green algae: toxicological assessment of microcystin-LR and a method for its determination in water*. Report No. FR 0359/2/DoE 3358/2. pp. 1-46, Foundation of Water Research, Marlow, UK.
- Fawell JK, Mitchell RE, Hill RE, Everett DJ (1999) The toxicity of cyanobacterial toxins in the mouse: II Anatoxin-a. *Human Exp. Toxicol.* 18: 168-73.
- Feuerpfeil I, Vobach V, Schulze E (1997). Campylobacter und Yersinia-Vorkommen im Rohwasser und Verhalten in der Trinkwasseraufbereitung. [Occurrence of Compylobacter and Yersinia in raw water and their behaviour during drinking-water treatment] In: *Vorkommen und Verhalten von Mikroorganismen und Viren im Trinkwasser.[Occurence and behaviour of micro-organisms and viruses in drinking-water]* , Schriftenreihe Wasser No 91, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches Bonn pp 63-89
- Fewtrell, L. and Bartram, J. (eds) (2001) *Water Quality. Guidelines, standards and health: assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. IWA Publishing, WHO and Swedish Institute for Infectious Disease Control.
- Fewtrell L et al. (2005) Water, sanitation and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis *The Lancet. Infectious Diseases* 5(1):42-52
- Feinstone SM and Gust ID Hepatitis A virus In: Mandell, G. L, et al. *Principles and practice of infectious diseases*. New York, Livingstone, 2000. 1920-1940
- Fleming LE et al. (2002) Blue-green algal (Cyanobacterial) toxins, surface drinking water, and liver cancer in Florida. *Harmful Algae* 1 (2): 157-168.
- Fleming LE et al. (2001) *Blue green algal exposure, drinking water and colorectal cancer study*. The Florida Harmful Algal Bloom Taskforce Final Report, 44 pp Florida St. Petersburg, Florida
- FOCUS *Groundwater scenarios in the EU review of active substances* Sanco/321/2000 rev.2
- Fox KA and Lytle DA “Cryptosporidium and the Milwaukee incident”. In: Ryan, J. N. and Edwards, M. *Critical Issues in Water and Wastewater Treatment*. New York, American Society of Civil Engineers, 1994.
- Frankel C (1887) “Untersuchungen uber das Vorkommen von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten. 2” [Studies on the occurrence of microorganisms in different soil layers] *Medical Microbiology and Immunology* [Formerly: Zeitschrift fur Hygiene und Infektionskrankheiten] 2(1):521-582.
- Fromme H et al. (2000) Occurrence of cyanobacterial toxins –microcystins and anatoxin-a – in Berlin water bodies with implications to human health and regulation. *Environ Toxicol.* 15: 120-130.
- Frost FJ, Craun GF, Calderon RL. (1996) Waterborne disease surveillance *Journal American Water Works Association.* 88, 66-75
- Frost FJ, Craun GF, Calderon RL. “Waterborne disease surveillance.” *Journal American Water Works Association.* 88, 66-75 (Sep, 1996).
- Funari E. and Testai E. (2008) Human health risk assessment related to cyanotoxins exposure. *Critical Rev. Toxicol.*, 38 (2):97-125.
- Funari, E et al. (1998). Comparison of the leaching properties of alachlor, metolachlor, triazines and some their metabolites in an experimental field. *Chemosphere* 36, 1759-1773.

- Funari, E. et al. (1995). Pesticide levels in groundwater: value and limitations of monitoring. In: Vighi M and E. Funari. *Pesticide Risk in Groundwater* FL Lewis Publishers Boca Raton.
- Garmouna, M. et al. (1997). Seasonal transport of herbicides (triazines and phenylureas) in a small stream draining an agricultural basin: Mélarchez (France) *Weed Res.* 31, 1489–1503.
- Geldreich EE and Reasoner DJ (1990). Home Treatment Devices and Water Quality. In: McFeters G.A. (eds) *Drinking-water Microbiology: Progress and Recent Developments* Springer Verlag New York: 147-167.
- Gerba, CP et al. (1996) Waterborne rotavirus: a risk assessment *Water Research*, 30 (12):2929-2940.
- Gertsman, BB (2003). *Epidemiology Kept Simple. An introduction to traditional and modern epidemiology.* 2nd Edition, Wiley-Liss, New Jersey.
- Giuliano, G, (1995). Groundwater Vulnerability to Pesticides: An Overview of Approaches In Funari E (1995) *Pesticide Risk in Groundwater*. FL Lewis Publishers Boca Raton.
- Gibson CJ et al. (1998) Risk assessment of waterborne protozoa: current status and future trends *Parasitology*, 117:205-212.
- Girsberger W HACCP-Hazard Analysis and Critical Control Point in modern management systems of water suppliers.” In: SVGW. *HACCP in drinking-water supplies in Switzerland.* Zurich, 2003. pp 3-9.
- Gleeson, C and Gray, N (1997) *The coliform index and waterborne disease - Problems of microbial drinking-water assessment.* Dublin, E & FN Spon.
- Gorman AE and Wolman A (1993) Waterborne outbreaks in the United States and Canada, and their significance. *J. Amer. Water Works Assoc*, 31:225- 373.
- Gordis L (2000) *Epidemiology – 2nd Edition* W.B. Saunders Company
- Gornik V et al. (2001) Erster Giardiasisausbruch im Zusammenhang mit kontaminiertem Trinkwasser in Deutschland. [First Giardiasis outbreak related to contaminated drinking-water in Germany] *Bundesgesundheitsblatt*, 44:351-357.
- Gradus M et al et al. (1994) The Milwaukee Cryptosporidium outbreak: its impact on drinking water standards, laboratory diagnosis and public health surveillance. *Clinical Microbiology Newsletter*, 16:57-64.
- Gray, NF (1994). *Drinking-water Quality. Problems and Solutions.* John Wiley & Sons. Chichester. 315 pp.
- Gustafson, DI (1989). Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. *Environ. Toxicol. Chem.* 8, 339-357.
- Guillot E and Loret J-F (2010) *Waterborne Pathogens: Review for the Drinking-water Industry* IWA. London
- Haas CN et al. (1997) What predictive food microbiology can learn from water microbiology. *Food-Technology*, 51 (4):91-97.
- Haas, CN et al. (1999) *Quantitative microbial risk assessment* Wiley & Sons, New York
- Hau, CH et al. (1999) Prevalence of enteric hepatitis A and E viruses in the Mekong River delta region of Vietnam. *Am J Trop Med Hyg.* 60 (2):277-80.
- Havelaar AH (1994) Application of HACCP to drinking-water supply *Food Control*, 5 (3):145-152 .

- Hawkins PR and Griffiths DJ (1993) Artificial destratification of a small tropical reservoir: effects upon the phytoplankton. *Hydrobiologia* 254: 169-181
- Howe AD et al. (2002) Cryptosporidium oocysts in a water supply associated with a cryptosporidiosis outbreak. *Emerg Infect Dis*, 8 (6):619-24.
- Hrudey S and Hrudey J (2004) *Safe drinking-water – Lessons from recent outbreaks in affluent nations*. IWA London.
- Humpage AR and Falconer IR (2003) Oral toxicity of the cyanobacterial toxin cylindrospermopsin in male Swiss Albino mice: determination of No Observed Adverse Effect level for deriving a Drinking Water Guideline Value. *Environ. Toxicol.* 18: 94-103.
- Hunter PR (1997) *Waterborne Disease. Epidemiology and Ecology*. Wiley & Sons, Chichester, England.
- Hunter PR and Quigley C (1998) Investigation of an outbreak of cryptosporidiosis associated with treated surface water finds limits to the value of case control studies. *Commun Dis Public Health*, 1 (4):234-8
- Hunter PR, Syed Q (2001). Community surveys of self-reported diarrhoea can dramatically overestimate the size of outbreaks of waterborne cryptosporidiosis. *Water Sci Technol.* 43, 27-30.
- Hunter PR (2003) Principles and components of surveillance systems. In: Hunter, P. R., et al. *Drinking-water and infectious disease: establishing the links*. CRC Press, Boca Rotan, USA 2002. 3-11.
- Hunter PR, Waite M and Ronchi E (2003). *Drinking-water and infectious diseases. Establishing the links*. CRC Press and IWA Publishing, UK
- Hunter PR (2003) Principles and Components of Surveillance Systems. In: Hunter PR, Waite M, Ronchi E (Eds.) *Drinking-water and infectious disease : establishing the links* pp. 3-11 CRC Press; IWA Pub., Boca Raton, London
- Hutter LA (1994) *Wasser und Wasseruntersuchung* [Water and water testing] Frankfurt / Main, Diesterweg (in German)
- International Association of Milk Food and Environmental Sanitarians. (IAMFES) (1996) Procedures to investigate water borne illness. International Association for Food Security, Des Moines, USA 1996
- International Association for Research on Cancer (IARC) (2006) *Cyanobacterial peptide toxins* available from URL: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Meetings/94-cyanobacterial.pdf> accessed 22 February 2008
- Ibelings BW and Chorus I (2007) Accumulation of cyanobacterial toxins in freshwater 'seafood' and its consequences for public health: A review. *Environ. Pollut*, 150 : 177-192.
- Irwin G et al. (1999) An outbreak of Toxoplasmosis associated with municipal drinking-water - water quality and water supply aspects. In: Robertson W and Somer G *Proceedings of the Seventh National Conference on Drinking-water*, Canadian Water and Wastewater Association, Ottawa 1999. 87-110.
- Isaac-Renton J et al. (1998) Detection of Toxoplasma gondii oocysts in drinking-water. *Appl Environ Microbiol.*, 64:2278-2280.
- Isenbarger DW et al. (2001) Prospective study of the incidence of diarrhoea and prevalence of bacterial pathogens in a cohort of Vietnamese children along the Red River. *Epidemiol. Infect.* 127(2):229-16

- Jiang SC and Ja Chu W (2004). PCR detection of pathogenic viruses in southern California urban rivers. *Journal of Applied Microbiology* 97: 17-28
- Jochimsen EM et al. (1998) Liver failure and death after exposure to Microcystins at a hemodialysis center in Brazil. *N. Engl. J. Med.* 338 : 873-878.
- Johl M et al. (1991) Virological investigation of the river Elbe. *Wat Sci Tech*, 24 (2):205-208.
- Jones GJ and Orr PT (1994) Release and degradation of microcystin following algicide treatment of a *Microcystis aeruginosa* bloom in a recreational lake, as determined by HPLC and protein phosphatase inhibition assay. *Water Res.* 28: 871-876.
- Juranek DD et al, (1995) Cryptosporidiosis and public health: workshop report. *JAWWA*, 87 (9):69-80.
- Jothikumar N et al. (2005). Quantitative real-time PCR assays for detection of serotypes 40 ja 41.. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 3131-3136.
- Karanis P and Seitz H M (1996) Vorkommen und Verbreitung von *Giardia* und *Cryptosporidium* im Roh- und Trinkwasser von Oberflächenwasserwerken. [Occurrence and distribution of *Giardia* and *Cryptosporidium* in raw and drinking-water of surface water plants] *gwf Wasser Abwasser*, 137 (2):94-99.
- Kay, D and Dufour A (2000). Epidemiology. In: Bartram J and Rees G (eds) (2000) *Monitoring Bathing Waters* E & FN Spon, Chichester, England
- Kay D, Wyn-Jones AP et al. (2007) The microbiological quality of seven large commercial private water supplies in the United Kingdom *J Water Health* 5(4):523-38
- King CH (2000) Cestodes (Tapeworms). In: Mandell, G. L, et al. *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone 2956-2965.
- Kistemann T, et al. (1998) *Mikrobielle Belastung von Trinkwassertalsperrenzulaufen in Abhängigkeit vom Einzugsgebiet* [Microbial load of drinking-water reservoir tributaries depending on the catchment]. *gwf Wasser Abwasser (Special Talsperren)*, 139 (15):17-21.
- Kistemann T and Exner M. (2000) *Bedrohung durch Infektionskrankheiten? Risikoeinschaetzung und Kontrollstrategien*. [Threatened by infectious diseases? Risk assessment and control strategies] *Deutsches Aerzteblatt*, 79 (5):251-255
- Kistemann T et al. (2001) A geographical information system (GIS) as a tool for microbial risk assessment in catchment areas of drinking-water reservoirs. *Int J Hyg Environ Health*, 203 (3):225-33
- Kistemann T et al.(2001) GIS- based analysis of drinking- water supply structures: a module for microbial risk assessment. *Int. J. Environ. Health*, 203 (3):301-310.
- Kistemann T et al. (2002) Microbial Load of Drinking-water Reservoir Tributaries during Extreme Rainfall and Runoff. *Appl Environ Microbiol*, 68 (5):2188-97.
- Kistemann T; Classen T and Exner M (2003) Epidemiologisch bestaetigt: Der erste Giardiasis-Ausbruch durch Trinkwasser in Deutschland. [Epidemiological confirmed: The first giardiasis outbreak caused by drinking-water in Germany] *bbr-Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau [bbr-Specialist journal for well sinking and pipe construction]*, 7:40-46.
- Kosek M, Bern C and Guerrant RL (2003) The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies between 1992 and 2000 *Bulletin of the World Health Organization* 81(3):197-204

- Klaucke D (1992) Evaluating Public Health Surveillance Systems. In: Halperin W, Baker EL and Monson RR (eds) *Public Health Surveillance* pp. 26 - 41 Van Nostrand Reinhold, New York
- Koch R (1893) Wasserfiltration und Cholera. [Water filtration and cholera] *Medical Microbiology and Immunology* [Formerly Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten] 14:393-426
- Kosek M et al. (2003) The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies published between 1992 and 2000. *Bulletin of the World Health Organization*, 81 (3): 197-204.
- Kožišek, 2010 personal communication
- Kovats RS, Edwards SJ et al. (2005) Climate variability and campylobacter infection: an international study *Int J Biometereol* 49(4):207-14
- Kramer MH et al. (2001) Waterborne diseases in Europe -1986-96. *JAWWA*. 93, 48-53
- Kreuger J (1998) Pesticides in stream water within an agricultural catchment in southern Sweden, 1990-1996. *Sci. Tot. Environ.* 216, 227-233
- Kuusi M, Klemets P et al. (2004) An outbreak of gastroenteritis from a non-chlorinated community water supply *J Epidemiol Community Health* 58(4):273-7.
- Lake IR, Harrison FC et al. (2007). Case-control study of environmental and social factors influencing cryptosporidiosis. *Eur J Epidemiol* 22(11): 805-11.
- Lapworth, DJ, Gooddy, DC (2006). Source and persistence of pesticides in a semi-confined chalk aquifer of southeast England. *Environ. Pollut.* 144, 1031-1044.
- Last, JM (2001). *A Dictionary of Epidemiology*. New York, Oxford University Press
- Lechevallier MW et al. (1997) Protozoa in open reservoirs. *JAWWA*, 89 (9):84-96.
- LeChevallier MW and Au KK (2000). *Impact of Treatment on Microbial Water Quality: A Review Document on Treatment Efficiency to Remove Pathogens*, (Draft). World Health Organization, Geneva.
- Lee H, O'Connor JT and Banerji SK (1980) Biologically mediated corrosion and its effects on water quality in distribution systems. *J. Am. Water Works Assoc.* 82, pp. 636-645.
- Lee SH, Levy DA, Craun GF, Beach MJ, Calderon RL, (2002) Surveillance for Waterborne-Disease Outbreaks - United States, 1999-2000 *Morbidity and Mortality Weekly Report: Surveillance Summaries*.
- Lobner D, Piana PMT, Salous AK and Peoples RW (2007) β -N-methylamino-L-alanine enhances neurotoxicity through multiple mechanisms *Neurobiol. Disease* 25: 360–366.
- Lund V (1996) Evaluation of E. coli as an indicator for the presence of campylobacter jejuni and Yersinia enterocolitica in chlorinated and untreated oligotrophic lake water. *Water Research*, 30 (6):1528-1534.
- MacKenzie W et al. (1994) A massive outbreak in Milwaukee of Cryptosporidium infection transmitted through the public water supply. *N Engl J Med.* 331, 161-167.
- Mahmoud AAF. (2000) Introduction to Helminth infections. In: Mandell, G. L., et al. *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone, 2937-2938.
- Mahmoud AAF (2000) Intestinal Nematodes (Roundworms). In: Mandell, G. L., et al. *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone, 2938-2943.

- Mahmoud AAF (2000) Trematodes (Schistosomiasis) and other flukes. In: Mandell, G. L., et al. *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone, 2950-2956.
- Mara D and Cairncross S (1989) *Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture*. WHO, Geneva
- Mead PS and Griffin PM (1998) Escherichia coli O157:H7. *Lancet*, 352 (9135):1207-12.
- Medema GJ et al. (1996) Assessment of the dose-response relationship of Campylobacter jejuni. *International Journal of Food Microbiology*, 30 (1-2):101-11.
- Miettinen IT, Zacheus O et al (2001) Waterborne epidemics in Finland in 1998 – 1999. *Water Sci Technol* 43(12):67-71
- Miller G (2006) Guam’s deadly stalker: on the loose worldwide? *Science* 313: 428-431
- Miller SI and Pegues DA (2000) Salmonella species, including Salmonella typhi. In: Mandell, G. L., et al. *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone. 2344-2363.
- Moore DA and Carpenter TE (1999) Spatial analytical methods and geographic information systems: use in health research and epidemiology. *Epidemiol Rev*, 21 (2):143-61
- Morgan MG et al. (2000) Categorizing risks for risk ranking. *Risk Anal*, 20 (1):49-58.
- MMWR (1998). Epidemic typhoid fever-Dushanbe, Tajikistan, 1997. *Morb Mortal Wkly Rep*, 47 (36):752-6.
- Munger R et al. (1997) Intrauterine growth retardation in Iowa communities with herbicide-contaminated drinking-water supplies. *Environ Health Perspect*, 105 (3):308-14.
- Myint, KS and Gibbons RV (2008) Hepatitis E: a neglected threat. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 102(3):211-2.
- NHMRC (2001) *Australian drinking water guidelines*. National Health and Medical Research Council and the Agricultural Resource and Management Council of Australia and New Zealand.
- NAS. (1992) *Emerging infections: microbial threats to health in the United States*. National Academy Press, Washington, USA
- Nguyen TM, Ilef D et al. (2006). A community-wide outbreak of legionnaires disease linked to industrial cooling towers--how far can contaminated aerosols spread? *J Infect Dis* 193(1): 102-11
- Offit PA and Clark HF (200) Rotavirus. In: Mandell, G. L., et al. *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone. 1696-1703
- Ong C et al. (1996) Studies of Giardia spp. and Cryptosporidium spp. in two adjacent watersheds. *Appl Environ Microbiol*, 62 (8):2798-805.
- Orr PT, Jones GJ, Hamilton GR (2004) Removal of saxitoxins from drinking water by granular activated carbon, ozone and hydrogen peroxide-implications for compliance with Australian drinking water guidelines. *Water Res*. 38: 4455-4461
- Papadopolou-Mourkidou, E. et al. (2004). The potential of pesticides to contaminate the groundwater resources of the Axion river basin in Macedonia; Northern Greece. Part I. Monitoring study in the north part of the basin. *Sci. Tot. Environ*. 321, 127-146.
- Parkin R, Ragein L, Bruhl R, Deutsch H and P Wolborne-Davis (2007). “Advancing collaborations for water-related health risk communication. “AWWA *Water Research Foundation Report 91145F*

- Payment P et al. (1993) Absence of relationship between health effects due to tap water consumption and drinking-water quality parameters. *Wat Sci Tech*, 27 (3/4):137-143.
- Payment P., et al. (1997) A prospective epidemiological study of gastrointestinal health effects due to the consumption of drinking-water. *International Journal of Environmental Health Research*, 7:5-31.
- Payment, P et al. (2000) Occurrence of pathogenic micro-organisms in the Saint Lawrence River (Canada) and comparison of health risks for populations using it as their source of drinking-water. *Can J Microbiol*, 46 (6):565-76.
- Pebody RG et al. (1997) Outbreaks of campylobacter infection: rare events for a common pathogen. *Commun Dis Rep CDR Rev*, 7 (3):R33-7.
- Plutzer J et al. (2007). First investigations into the prevalence of Cryptosporidium and Giardia spp. in Hungarian drinking water. *J Water Health* 5(4): 573-84
- Poullis DA, Attwell RW, Powell SC (2002) "An evaluation of waterborne disease surveillance in the European Union." *Rev Environ Health*. 17, 149-161
- Pruss A, Kay D, Fewtrell L, Bartram J. (2002) Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. *Environ Health Perspect*. 110, 537-542
- Purcell RH and Emerson SU (2000) Hepatitis E Virus. In: Mandell, G. L., et al. *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone, 1958-1970
- Pusch D et al. (2005). Detection of enteric viruses and bacterial indicators in German environmental waters. *Archives of Virology* 150: 929-947.
- Quigly C. and Hunter PR (2003) A systems approach to the investigation and control of waterborne outbreaks. In: Hunter PR Waite M, Ronchi E (Eds). *Drinking-water and infectious disease: establishing the links* CRC Press, Boca Rotan. pp 53-65.
- Quigley C, Gibson JJ, Hunter PR (2003) Local Surveillance Systems. In: Hunter PR, Waite M, Ronchi E (Eds.) *Drinking-water and infectious disease: establishing the links* CRC Press, Boca Raton, London pp. 3-11
- Rafiev KH K. (1999) [Viral hepatitis E: its epidemiological characteristics in the Republic of Tajikistan]. *Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol*, (4):26-9.
- RKI. (1998) *Übersicht: Gastroenteritis durch Norwalk- und Norwalk-like Viren*. [Review: gastroenteritis from Norwalk- and Norwalk-like Viruses] *Epidemiologisches Bulletin*, 6:34-33.
- Roberts JL (1998) A glossary of technical terms on the economics and financing of health systems European Observatory on Health Systems and Policies WHO Copenhagen. Available from URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0014/102173/E69927.pdf accessed 9 August 2010
- Robertson LJ and Gierde B (2001) Occurrence of Cryptosporidium oocysts and Giardia cysts in raw waters in Norway. *Scand J Public Health*, 29:200-207.
- Robertson, B, Fairley, CK, Black, J and Sinclair, M. (2003) Case-Control Studies. In: Hunter, PR., Waite, M and Ronchi, E (eds). *Drinking-water and Infectious Disease*. CRC Press and IWA Publishing, London.
- Rodman JS, Frost F, Jakubowski W (1998) Using nurse hot line calls for disease surveillance. *Emerg Infect Dis*. 4, 329-332

- Romaguera, RA, RR German and DN Klaucke. (2000) Evaluating Public Health Surveillance, In: Teutsch SAA and Churchill RE (eds). *Principles and Practice of Public Health Surveillance*. Oxford University Press. New York. pp. 176-193
- Rose JB and Gerba CP (1991) Use of risk assessment for development of microbial standards. *Water Science Technology*, 24 (2):29-34.
- Rose JB., Huffman DE and Gennaccaro A (2002). Risk and control of waterborne cryptosporidiosis. *FEMS Microbiology Reviews*, 26 (2), 113-123
- Rücker J et al. (2007). Concentrations of particulate and dissolved cylindrospermopsin in 21 Aphanizomenon – dominated temperate lakes. *Toxicon* 50:800-9.
- Sacks JJ et al. (1986) Epidemic campylobacteriosis associated with a community water supply. *Am J Public Health*. 76, 424-428.
- Sartz L, et al. (2007) An outbreak of Escherichia coli O157:H7 infection in southern Sweden associated with consumption of fermented sausage; aspects of sausage production that increase the risk of contamination. *Epidemiol. Infect*: 136(3):370-80
- Savill MG, Hudson J. et al (2001) Enumeration of Campylobacter in New Zealand recreational and drinking waters *J Appl Microbiol* 91(1):38-46.
- Schmoll O et al. (eds.) (2006) *Protecting Groundwater for Health – Managing the Quality of Drinking-water Sources*, IWA London
- Schoenen D (1996) Die hygienisch-mikrobiologische Beurteilung von Trinkwasser [The hygienic and microbiological assessment of drinking-water] *gwf Wasset/Abwasser*, 137 (2):72-82
- Schoenen D. (2001) Beobachtungen über parasitenbedingte Ausbrüche durch Trinkwasser und Maßnahmen zu deren Vermeidung. Teil I: Die Trinkwasserversorgung von Milwaukee und die Ausbrüche von 1911, 1936, 1938 sowie 1993 [Observations about parasite induced outbreaks transmitted through drinking water and provisions for their prevention. Part 1: The drinking water supply of Milwaukee and the outbreaks of 1911, 1936, 1938 and 1993]. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung und Gesundheitsschutz*, 44:364-370.
- Schoenen D and Karanis P (2001) Beobachtungen über parasitenbedingte Ausbrüche durch Trinkwasser und Maßnahmen zu deren Vermeidung. Teil II: Literaturüberblick über trinkwasserbedingte Ausbrüche durch Giardia lamblia, Cryptosporidium parvum und Toxoplasma gondii. [Observations of parasite induced outbreaks transmitted through drinkingwater and provisionings for their prevention. Part 2: Literature review of drinking water induced outbreaks caused by Giardia lamblia, Cryptosporidium parvum and Toxoplasma gondii]. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung und Gesundheitsschutz*, 44:371-376.
- Schoenen D et al. (2001) Beobachtungen über parasitenbedingte Ausbrüche durch Trinkwasser und Massnahmen zu deren Vermeidung. Teil 3: Seuchenhygienische Anforderungen [Observations of parasite induced outbreaks transmitted through drinkingwater and provisionings for their prevention. Part 3: Public Health requirements]. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung und Gesundheitsschutz*, 44:377-381.
- Schwada JP (1934) Milwaukee's Water Purification Problem *J. Am. Water Works Assoc.*, 26:1450-1491.
- Scribner, EA; Thurman, EM; and Zimmerman, LR (2000). Analysis of selected herbicides metabolites in surface and ground water of the United States. *Sci. Tot. Environ.* 248, 157-167.

- Seas C and Gotuzzo E (2000) *Vibrio cholerae*. In: Mandell GL et al. *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone, 2000. 2266-2272.
- Semenza JC et al (1998) Water distribution system and diarrhoeal disease transmission: a case study in Uzbekistan. *Am J Trop Med Hys*. 59, 941-946
- Senseman, SA; Lavy, TL and Daniel, T.C. (1997). Monitoring Groundwater for Pesticides at Selected Mixing/Loading Sites in Arkansas. *Environ. Sci. Technol.* 31, 283-288.
- Singh, BK; Walker, A. and Wright DJ (2002) Degradation of chlorpyrifos, fenamiphos, and chlorothalonil alone and in combination and their effects on soil microbial activity. *Environ. Toxicol. Chem.* 21, 2600-2605.
- Sivonen K and Jones G. (1999) Cyanobacterial toxins. In: Chorus I and J Bartram (eds) *Toxic Cyanobacteria in Water: a Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management*, E and FN Spon, London. pp.41-111
- Smith A, Reacher M et al (2006) Outbreaks of infectious intestinal disease in England and Wales 1992 – 2003 *Epidemiol Infect* 134(6):1141-9
- Sobsey, MD (2007) *Managing water in the home: accelerated health gains from improved water supply*. WHO Geneva WHO/SDE/WSH/02.07. Available from URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsh0207/en/ accessed 10 August 2010
- Sönderström A, Lindberg A et al. (2005) EHEC O157 outbreak in Sweden from locally produced lettuce, August – September 2005 *EuroSurveillance* 10(9):E050922
- Squillace PJ et al (2002). VOCs, pesticides, nitrate, and their mixtures in groundwater used for drinking water in the United States. *Environ. Sci. Technol.* 36, 1923-1930
- Spliid, NH and Koppen, B (1998). Occurrence of pesticides in Danish shallow ground water. *Chemosphere* 37, 1307-131
- Still BB (1965) *Milwaukee - The History of a City*. Madison, The State Historical Society of Wisconsin, 2.
- Stanwell-Smith R, Andersson Y, and Levy DA (2003) National Surveillance Systems. In: Hunter PR, Waite M, Ronchi E (eds.) *Drinking-water and infectious disease: establishing the links* CRC Press; IWA Pub., Boca Raton, London pp. 25-40.
- States S. et al. (1997) Protozoa in river water: sources, occurrence, and treatment. *JAWWA*, 89 (9):74-83
- Steiner TS et al. (1997) Protozoal agents: what are the dangers for the public water supply? *Annu Rev Med*, 48:329-40
- Steinert M., Hentschel U and Hacker J. (2002) *Legionella pneumophila*: an aquatic microbe goes astray. *FEMS Microbiology Reviews*, 26 (2), 149-162
- Streeter HW (1931) *Report on Investigation of the Water Supply of Milwaukee*, Wisconsin. U. S. Treasury department public health service stream pollution investigation
- Swerdlow DL et al. (1992) A waterborne outbreak in Missouri of *Escherichia coli* O157:H7 associated with bloody diarrhoea and death. *Ann Intern Med*, 117 (10):812-9 (1992).
- Szewzyk, U et al.(2000) Microbiological safety of drinking-water. *Annual Review of Microbiology*, 54:81-127.
- Teixeira Mda G et al (1993). Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica Dam, Bahia, Brazil. *Bull Pan Am Health Organ*, 27(3): 244-53.
- Teunis PF et al. (1997) Assessment of the risk of infections by *Cryptosporidium* or *Giardia* in drinking-water from a surface water source. *Water Research*, 31 (6):1333-1346.

- Thofern E (1990) *Die Entwicklung der Wasserversorgung unter der Trinkwasserhygiene in europäische Städten vom 16. Jahrhundert bis heute, unter besonderer Berücksichtigung der Bochumer Verhältnisse. [The development of water supply and drinking-water hygiene in European cities from the sixteenth century to date, with special attention to the conditions prevailing in Bochum]* Bochum
- Thurman, EM; Zimmerman, LR; Scribner, EA and Coupe, RH (1998) *Occurrence of cotton pesticides in surface water of the Mississippi embayment*. U.S. Geological Survey Fact Sheet FS-022-98. 4
- Till DG and McBride G (2004) Potential public health risks of *Campylobacter* and other zoonotic waterborne infections in New Zealand. In: Cotruvo J.A. et al. (eds) *Waterborne Zoonoses – Identification, Causes and Control* WHO
- Tillett HE et al. (1998) Surveillance of outbreaks of waterborne infectious disease: categorizing levels of evidence. *Epidemiology and Infection*, 120 (1):37-42.
- Treanor JJ and Dolin R. (2000) Norwalk Virus and other Caliciviruses. In: Mandell, GL et al. *Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, Churchill Livingstone 1949-1956.
- Trevett AF, Carter RC et al. (2005) The importance of domestic water quality management in the context of faecal-oral disease transmission. *J Water Health* 3(3):259-70
- Turner PC, Gammie JC, Hollinrake K, Codd GA. (1990) Pneumonia associated with contact with cyanobacteria. *BMJ*, 300, 1440-1441
- Turusov V, Rakitsky V, Tomatis L (2002) Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT): ubiquity, persistence, and risks. *Environ Health Perspect*, 110(2):125-128.
- Tuschewitzki GJ (2001). Mikrobiologische Anforderungen [Microbiological requirements]. In: *Die neue Trinkwasserordnung [The new drinking water directive]*. Muhlheim an der Ruhr, IWW.
- Tuxen, N., Tuxsen, P.L., Albrechtsen, H.J., Bjerg, P.L., (2000) Fate of seven pesticides in an aerobic aquifer studied in column experiments. *Chemosphere* 41, 1485-1494.
- Ueno Y, et al. (1996) Detection of microcystins, a blue-green algal hepatotoxin, in drinking water sampled in Haimen and Fusui, endemic areas of primary liver cancer in China, by highly sensitive immunoassay. *Carcinogenesis* 17: 1317-1321.
- Van Apeldoorn ME et al. (2007) Toxins of cyanobacteria. *Mol. Nutr. Food Res.* 51: 7-60.
- Van der Kooij (2003) Managing regrowth in drinking-water systems. In: Bartram J et al. (eds) *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety*. IWA London 2003
- Van Maanen, J.M.S et al. (2001). Pesticides and nitrate in groundwater and rainwater in the province of Limburg in the Netherlands. *Environ. Monit. Assess.* 72, 95-114.
- Van Olphen M, et al. (1991) The virological quality of recreational waters in the Netherlands. *Wat Sci Tech*, 24 (2):209-212.
- Vogt RL et al. (1983) Comparison of an active and passive surveillance system of primary care providers for hepatitis, measles, rubella, and salmonellosis in Vermont. *Am Journal of Public Health* 73 (7): 795 - 797
- White ME, McDonnell SM (2000) Public Health Surveillance in Low- and Middle-Income Countries. In: Teutsch SM and Churchill RE (eds.) *Principles and Practice of Public Health Surveillance* Oxford University Press, Oxford, New York.
- White ME et al (2001) Partnerships in international applied epidemiology training a service, 1975-2001. *American Journal of Epidemiology*, 154(11): 993-999

- Worm HC et al. (2002) Hepatitis E and its emergence in non-endemic areas. *Wiener Klinische Wochenschrift [Vienna Clinicial Weekly Report]*, 114 (15-16):663-70 .
- Worrall, F., Kolpin, D.W., (2004). Aquifer vulnerability to pesticide pollution-combining soil; land-use and aquifer properties with molecular descriptors. *J. Hydrol.* 293, 191-204
- Wright JA et al. (2006) Defining episodes of diarrhoea: results from a three-country study in sub-Saharan Africa *J Health Popul Nutr* 24(1):8-16
- White ME, McDonnell SM (2000) Public Health Surveillance in Low- and Middle-Income Countries. In: Teutsch SM, Churchill RE (eds.) *Principles and Practice of Public Health Surveillance* Oxford University Press, Oxford, New York., pp. 287-315
- WHO, (1996). *Guidelines for Drinking-water Quality, Volume 2. Health criteria and other supporting information.* WHO, Geneva.
- WHO (1997). *Guidelines for Drinking-water Quality. Volume 3, Surveillance and control of community supplies.* Second edition. WHO, Geneva.
- WHO. (1999) *Geographical Information Systems (GIS). Mapping for epidemiological surveillance.* *Wkly Epidemiol Rec*, 74 (34):281-5.
- WHO (2003). *Guidelines for safe recreational-water environments - Volume 1: Coastal and fresh-waters.* WHO Geneva..
- WHO. (2004) *Guidelines for Drinking-water Quality. Volume 1 Recommendations.* Third edition Geneva, WHO Geneva.
- WHO(2005) *Guide to Ship Sanitation* WHO Geneva (currently under review)
- WHO (2006) *Guidelines for Drinking-water Quality Volume 1: Recommendations. First Addendum to the Third Edition* WHO Geneva.
- WHO (2007) *Chemical safety of drinking-water – Assessing priorities for risk management* WHO Geneva
- WHO (2009) *Water Safety Plan Manual: Step-by-step risk management for drinking-water suppliers.* WHO Geneva.
- WHO/UNICEF Joint Monitoring Programm (2000) *Global Water Supply and Sanitation Assessment Report* WHO Geneva. Available from URL:
http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2000.pdf accessed 5 August 2010
- Wyn-Jones AP et al. (2000) The detection of small round-structured viruses in water and environmental materials. *J Virol Methods*, 87 (1-2):99-107.
- Younes, M., Galal-Gorchev, H., (2000) Pesticides in drinking water-a case study. *Food Chem. Toxicol.* 38, S87-S90
- Yu VL (2000) Legionella pneumophila (legionnaires' disease). In: Mandell, G. L., et al. *Principles and practice of infectious diseases.* New York, Livingstone. 2424-2435
- Zeger SL, Liang KY (1986) Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. *Biometrics*, 42(1):121-130.
- Zielberg B (1996) Gastroenteritis in Salisbury European children-a five year study. *Centr. Afr.J.Med.* 12: 164-168.