

# СБОР ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ В КОММЕРЧЕСКИХ ЗДАНИЯХ

ОБЗОР ОТРАСЛЕВОЙ ПРАКТИКИ



be  
think  
innovate

**GRUNDFOS** 

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Дождевую воду собирали еще в древности. История этого занятия насчитывает не менее 3000 лет. Человеческая жизнь невозможна без воды, и невозможно представить себе процветание цивилизации, обделенной водными ресурсами. Древние греки и римляне первыми научились собирать дождевую воду. С крыш вода стекала в вырытые в земле колодцы, откуда могла использоваться в последующие периоды засухи.

Сегодня пресная вода существует главным образом в форме льда, снега, грунтовых вод и влаги в почве. Только 0,3 % всей пресной воды доступно для потребления человеком, и эта вода весьма неравномерно распределена по площади планеты.

Дефицит воды и опасность наводнений — актуальные сегодня проблемы во многих регионах мира. Выход из сложившейся ситуации лежит в повышении экологической рациональности водопользования и изыскании альтернативных технологий оборота воды.

Сбор дождевой воды в коммерческих зданиях вносит позитивный вклад в преодоление упомянутого дефицита воды и решение проблемы наводнений. Фактически отпадает необходимость в использовании питьевой воды там, где достаточно менее качественной воды, такой как дождевые стоки. Кроме того, сбор дождевой воды и вторичное использование

воды становится одним из главных элементов концепций «зеленых» зданий в разных странах. Можно утверждать, что мы находимся лишь в самом начале пути к экологически рациональному строительству.

Как и прежде, система сбора дождевой воды в коммерческих зданиях имеет в своей основе накопительный резервуар, но способы сбора, транспортировки и распределения воды заметно усложнились. Современная система предусматривает удаление механических загрязнений у источника, до попадания воды в накопительный резервуар. Перемены претерпела и технология распределения воды. На место дедовским способом с ведрами пришли системы распределения воды самотеком и нагнетания насосом.

В данном руководстве описаны основные практические принципы сбора дождевой воды с крыш коммерческих зданий для использования в непитьевых целях, рассмотрены практические примеры сбора дождевой воды, решение задачи согласования притока и потребления воды, подбор объема резервуара и производительности насоса, а также санитарная обработка дождевой воды.

Карин Шёдт Нильсен

*Руководитель направления  
прикладных решений Grundfos  
для коммерческих объектов.*



Введение.....	4
Причины использования дождевой воды в коммерческих зданиях.....	6
Потребление воды в коммерческих зданиях.....	7
Использование дождевой воды .....	8
Оценка притока дождевой воды .....	10
Площадь проекции крыши, А .....	10
Дождевые осадки, $i$ .....	12
Коэффициент стока, $c$ .....	13
Оценка потребности в воде.....	14
Накопительный резервуар .....	16
Выбор вместимости накопительного резервуара .....	18
Дренажная система .....	24
Система распределения дождевых стоков .....	25
Система с погружным насосом .....	26
Система с насосами на сухом участке и буферным резервуаром .....	27
Система с самовсасывающими насосами .....	28
Самовсасывающие насосы .....	29
Резервирование за счет водопроводной воды .....	30
Буферный резервуар (промежуточный резервуар) .....	31
Качество дождевой воды .....	32
Гигиена .....	32
Соответствие нормативным требованиям и стандартам .....	34
Принятая практика профилактического обслуживания .....	34
Обработка дождевых стоков .....	36
Трубы и краны .....	40
Подбор параметров насоса .....	41
Терминология.....	44

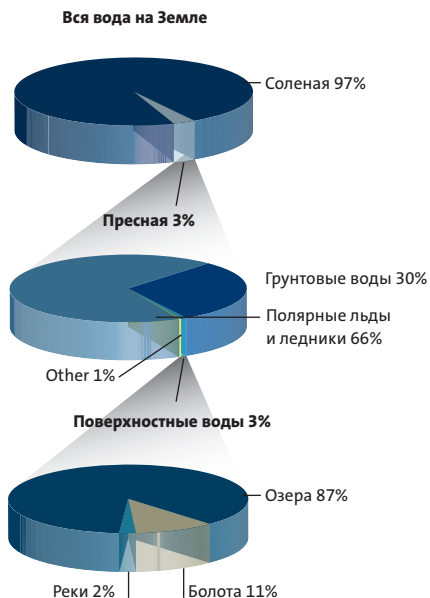
## ВВЕДЕНИЕ

От доступности пресной воды зависит немалая часть жизни на Земле, однако этот ресурс весьма дефицитен. Из всех водных запасов планеты около 97 % составляет соленая вода, а на пресную приходится лишь 3 %. Поскольку 68,7 % запасов пресной воды сосредоточено в полярных льдах, для непосредственного использования доступно менее процента глобальных запасов воды.

Круговорот воды включает в себя следующие стадии: испарение из морей, озер и рек, конденсация и выпадение в виде дождевых осадков. Достигнув земли, дождевая вода может просочиться к грунтовым водам, испариться обратно в атмосферу или начать стекать по поверхности, соединяясь с озерами и реками. Грунтовые воды и поверхностные воды (реки и озера) могут использоваться для производства чистой воды, пригодной для бытового потребления. Вода после потребителя называется сточной и подлежит очистке до возврата в природный оборот. Полный круговорот воды занимает месяцы или годы.

Растущая численность мирового населения позволяет прогнозировать рост потребности в воде. В то же время на глобальный круговорот воды неблагоприятно влияют изменения климата, включая засухи и наводнения. По оценкам ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения), в 2025 году около 1,8 млрд человек будут испытывать нехватку воды для основных потребностей, а 2/3 мирового населения будет жить в условиях дефицита воды.

Использование дождевой воды в хозяйственном обороте значительно снижает остроту нехватки водных ресурсов. Сбор дождевой воды частично заменяет потребность в водопроводной воде и использовании местных грунтовых вод.



*Для потребления человеком доступна лишь малая доля водных запасов планеты.*

Кроме того, сбор дождевой воды позволяет сгладить и задержать пик стока при сильных ливнях, снизив нагрузку на канализацию и водоочистные станции. В глобальном масштабе сбор дождевой воды вносит свой вклад в экологически устойчивое использование водных запасов.

Тенденция к замене водопроводной воды дождевой набирает популярность на фоне поиска экологически устойчивых, «зеленых» решений в строительстве. В числе прочего дождевая вода может заместить водопроводную воду для орошения, смыва в туалетах и для использования в градирнях.



*Круговорот воды со сбором дождевых стоков. Значительная доля воды в коммерческих зданиях потребляется не для питья — именно ее можно заменить дождевой водой.*

## Причины использования дождевой воды в коммерческих зданиях

Финансовые причины:

- экономия на услугах водоснабжения.

Экологические причины:

- уменьшение отбора грунтовых вод;
- эффективное использование ценного природного ресурса;
- противодействие подтоплению и эрозии почвы, а также загрязнению поверхностных вод твердыми примесями, удобрениями и пестицидами, вымываемыми вместе с осадками;
- ограничение дождевого стока в городских районах.

Технические причины:

- уменьшение потребности в воде из муниципальных источников;
- снижение нагрузки на городскую канализацию и очистные сооружения.

Репутационные причины:

- улучшение имиджа путем инвестиций в экологически чистые технологии;
- возможность претендовать на более высокую категорию экологической эффективности зданий.



Виды зданий	Удельное потребление (л/сут. на чел.)
Больницы (включая прачечный комплекс)	
а) более 100 коек	450
б) до 100 коек	340
Гостиницы	180
Хостелы	135
Школы-интернаты, техникумы с общежитиями	135
Рестораны	70
Школы, техникумы без общежитий	45
Офисы	45
Промпредприятия	45 (можно снизить до 30 путем отказа от санузлов)
Театры, кинотеатры, концертные залы	15

*Потребление воды на человека в различных коммерческих зданиях Индии.*

## ПОТРЕБЛЕНИЕ ВОДЫ В КОММЕРЧЕСКИХ ЗДАНИЯХ

На объемы потребления воды в коммерческих зданиях значительным образом влияют различные факторы: тип и размеры здания, географическое положение, оснащение и вид деятельности людей в здании. Для иллюстрации слева в таблице показано потребление воды для различных коммерческих зданий в Индии.

Количество потребляемой в коммерческом здании водопроводной воды, которое потенциально возможно заменить дождевыми стоками, зависит от функционального назначения здания и относительных объемов использования воды для питьевых и прочих нужд.

В зависимости от применения воды для некоторых пользователей преимуществом дождевой воды будет ее мягкость (отсутствие солей и неорганических соединений). Мягкая вода не приводит к образованию известнякового налета на унитазах, биде, в системах охлаждения, на автомобильных кузовах, окнах и т. п. В прачечных и автомобильных мойках использование дождевой воды не только экономит водопроводную воду, но и помогает снизить расход моющих средств.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ

Дождевая вода, собираемая на крыше здания, может послужить заменой для водопроводной воды, используемой для непитьевых целей.

К таким целям в коммерческих зданиях обычно относятся:

- туалетные бачки;
- писсуары;
- прачечные;
- подпиточная вода для градирен;
- автомойки;
- мытье окон;
- орошение.

Две круговые диаграммы на стр. 9 иллюстрируют потенциал замены водопроводной воды собранными осадками.

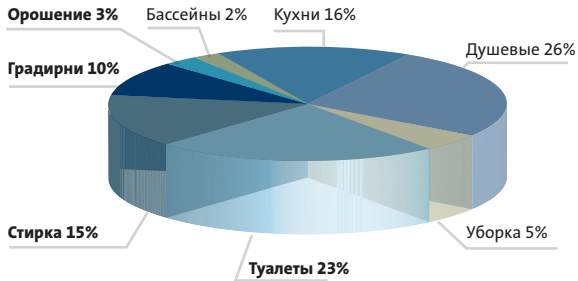
В типичной гостинице дождевая вода может заменить водопроводную воду для смыва туалетов, стирки, полива растений и теплообмена в градирнях — в общей сложности 50 % общего потребления воды. В типичном универсаме дождевой водой можно покрыть 72 % потребности в воде. Для оставшейся части потребления требуется питьевая вода или как минимум более чистая вода, нежели дождевые стоки.



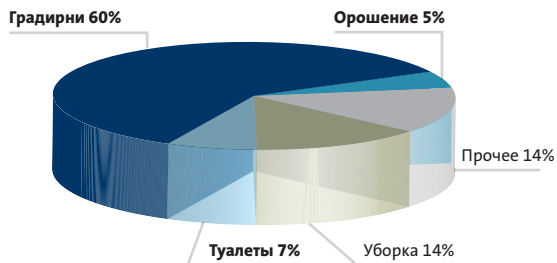
*Использование дождевой воды в стиральных машинах и писсуарах.*



## ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ



*Гостиница. Потенциал замены водопроводной воды дождевой водой: 51 %. Жирным шрифтом выделены применения, для которых достаточно воды непитьевого качества.*



*Магазин/универсам. Потенциал замены водопроводной воды дождевой водой: 72 %. Жирным шрифтом выделены применения, для которых достаточно воды непитьевого качества.*

*Источник: Министерство природных ресурсов, недр и водопользования Австралии, 2006 г.*

# ОЦЕНКА ПРИТОКА ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ

Объем дождевой воды, собираемой на площади определенного объекта, может быть рассчитан по следующей формуле:

$$Y = A \cdot i \cdot c \quad \text{где}$$

$Y$  = объем притока дождевой воды (л или  $\text{м}^3$ )

$A$  = площадь проекции крыши на плоскость ( $\text{м}^2$ )

$i$  = объем дождевых осадков (мм или  $\text{л}/\text{м}^2$ )

$c$  = коэффициент стока (-)

Ориентировочно в расчетах может быть принято соответствие:

- 1 мм дождевых осадков = 1 литр (л) воды на квадратный метр ( $\text{м}^2$ ) площади под крышей.

## Площадь проекции крыши, A

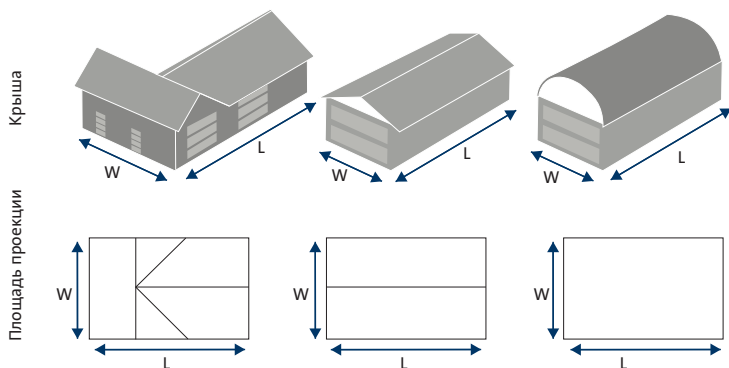
Площади проекции всех крыш на горизонтальную плоскость суммируются независимо от уклона, формы или сложности поверхности крыши. Площадь проекции крыши определяется полной площадью участка под зданием.

$$A = W \cdot L \quad \text{где}$$

$A$  = площадь проекции крыши на плоскость ( $\text{м}^2$ )

$W$  = ширина здания (м)

$L$  = длина здания (м)



Вычисление площади проекции крыши.



Сбор дождевой воды — удачное решение для спортивных объектов с большой площадью крыши и высоким расходом воды на орошение, смыв в туалетах и, в некоторых случаях, для подпитки газирен.

#### ПРИМЕР. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ПРОЕКЦИИ КРЫШИ (СПОРТИВНАЯ АРЕНА, СИДНЕЙ)

Спортивная арена в Сиднее имеет крышу, вид которой показан на снимке выше. Дождевая вода собирается со всей площади.

Площадь проекции крыши вычисляется в предположении круглой формы арены (пренебрегая овальностью).

Формула для вычисления площади проекции крыши:

$$A = \pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2 \quad \text{где}$$

$R$  = внешний диаметр (м)

$r$  = внутренний диаметр (м)

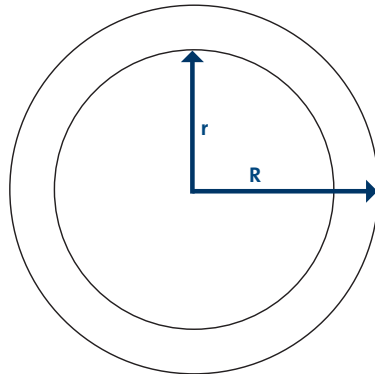
$$R = 160 \text{ м}$$

$$r = 140 \text{ м}$$

$$A = \pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2$$

$$A = \pi \cdot 160^2 \text{ м} - \pi \cdot 140^2 \text{ м}$$

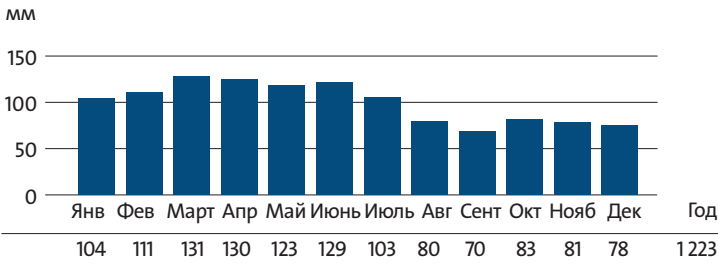
$$A = 18\,850 \text{ м}^2$$



## Количество дождевых осадков, $i$

Количество дождевых осадков — самая непредсказуемая переменная в расчетах. Для определения потенциального притока дождевой воды в конкретном районе для ее сбора необходима достоверная статистика дождевых осадков, желательна охватывающая период не менее 10 лет. Кроме того, прогноз притока воды будет наиболее точен, если используемые данные о дождевых осадках получены на ближайшей метеостанции с сопоставимыми условиями.

### ПРИМЕР. СТАТИСТИКА ПО ДОЖДЕВЫМ ОСАДКАМ ДЛЯ СИДНЕЯ



Месячная норма дождевых осадков в Сиднее (среднее количество дождевых осадков, собранных в период с 1840 по 1989 гг.), мм. Источник: [www.worldclimate.com](http://www.worldclimate.com)

### ПРИМЕР. РАСЧЕТ СРЕДНЕГОДОВОГО ПРИТОКА ВОДЫ (СПОРТИВНАЯ АРЕНА, СИДНЕЙ)

Площадь проекции крыши:  $A = 18\,850 \text{ м}^2$

Годовая норма осадков:  $i = 1\,223 \text{ мм} = 1\,223 \text{ л/м}^2 = 1,223 \text{ м}^3/\text{м}^2$

$1 \text{ мм} = 1 \text{ л/м}^2$

Конструкция крыши: металлическая, плоская => коэффициент стока:  $c = 0,90$

Среднегодовой приток дождевой воды :

$$Y = A \cdot i \cdot c$$

$$Y = 18\,850 \text{ м}^2 \cdot 1,223 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot 0,9$$

$$Y = 20\,747 \text{ м}^3$$

Тип крыши	Тип материала	Коэффициент стока
Скатная крыша	Металл, стекло, шифер, волокнистый цемент	0,9–1,0
	Кирпич, рубероид	0,8–1,0
Плоская крыша (уклон до 3° или прикл. 5 %)	Металл, стекло, шифер, волокнистый цемент	0,9–1,0
	Рубероид Дегтебетон	0,9 0,7
Озелененная крыша (уклон 15° или прикл. 25 %)	Слой гумуса <10 см	0,5
	Слой гумуса >10 см	0,3

*Рекомендуемые средние коэффициенты стока для различных типов крыш.*

## Коэффициент стока, с

Коэффициент стока зависит от поверхности крыши. Он определяется как количество стекающих дождевых осадков по отношению к суммарному количеству выпадающих осадков.

$$c = \frac{\text{сток (мм)}}{\text{выпадение (мм)}}$$

Выбор кровельных материалов влияет и на коэффициент стока, и на качество дождевой воды. Чем больше выпадающих осадков задерживается на крыше, тем ниже коэффициент стока. С точки зрения количества собираемой дождевой воды предпочтительна крыша с высоким коэффициентом стока. Со скатной металлической крыши можно собирать 95 % выпадающей воды. Плоская крыша с дегтебетонным покрытием имеет намного меньший коэффициент стока — 70 %. В свою очередь, озелененная крыша обладает минимальным коэффициентом: с нее можно собрать лишь порядка 30–50 % выпадающих осадков. В таблице слева показаны коэффициенты стока для типичных видов крыш.

Качественные параметры собираемых дождевых осадков рассматриваются в разделе «Качество дождевой воды».

### ПРИМЕР. РАСЧЕТ МЕСЯЧНОГО ПРИТОКА ВОДЫ (СПОРТИВНАЯ АРЕНА, СИДНЕЙ)

Приток дождевой воды в январе:

$$Y = A \cdot i \cdot c$$

$$Y = 18\,850 \text{ м}^2 \cdot 0,104 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot 0,9$$

$$Y = 1\,764 \text{ м}^3$$

Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Нояб	Дек	Год
Дождевые осадки (л/м <sup>2</sup> )	104	111	131	130	123	129	103	80	70	83	81	78	1 223
Приток дождевой воды, м <sup>3</sup>	1764	1883	2 222	2 205	2 087	2 188	1 747	1 357	1 187	1 408	1 374	1 323	20 747

# ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТИ В ВОДЕ

В этом разделе описана оценка потребности в воде (D) для объектов использования дождевой воды. Упрощая подход к вычислению, можно исходить из постоянной потребности в воде на протяжении года. Однако более тщательный расчет должен принимать во внимание сезонные изменения в расходе воды, например для подпитки систем охлаждения и для орошения.

Пример.

Система сбора дождевой воды в спортивной арене Сиднея нацелена на следующие нужды:

- смыв в унитазах;
- смыв в писсуарах;
- орошение;
- подпитка градирен.

Потребность спортивной арены в воде для орошения не включается в оценку общей потребности. Потребность в воде для орошения определяется в зависимости от местности, вида культуры, почвы и интенсивности испарения.

Параметры для расчетов.

В приведенной справа таблице указаны параметры потребителей дождевой воды. В среднем спортивная арена используется 4 дня в месяц для матчей, концертов и т. п.

## Смыв в унитазах и писсуарах

Количество унитазов/писсуаров × объем смыва × количество смывов за день × количество дней использования в месяц.

	Параметры
<b>Унитазы:</b>	
Число унитазов	400
Объем смыва	7 литров
15 смывов в час × 2 часа использования в день	30
<b>Писсуары:</b>	
Число писсуаров	400
Объем смыва	1 л
30 смывов в час × 2 часа использования в день	60
<b>Градири:</b>	
Потребность в охлаждении с апреля по сентябрь	1,75 МВт = 500 тонн
10 часов работы в день с апреля по сентябрь	300 час./месяц
Потребность в охлаждении с октября по март	3,5 МВт = 1000 тонн
10 часов работы в день с октября по март	300 ч/месяц
Количество концентрационных циклов*	3

\* Количество концентрационных циклов в значительной мере зависит от качества забираемой воды и схемы ее очистки на конкретном объекте.

## ВЫЧИСЛЕНИЕ. МЕСЯЧНАЯ ПОТРЕБНОСТЬ В ВОДЕ (СПОРТИВНАЯ АРЕНА, СИДНЕЙ)

400 унитазов • объем смыва 7 л • 30 смывов в день • 4 дня/1 000 = 336 м<sup>3</sup>

400 писсуаров • объем смыва 1 л • 60 смывов в день • 4 дня/1 000 = 96 м<sup>3</sup>

**Подпиточная вода для испарения в градирнях (с октября по март):**

Испарение: 6,8 л/ч на тонну охлаждающей воды • число часов работы в месяц/1 000

$$6,8 \text{ л/ч} \times 1\,000 \text{ т} \times 300 \text{ ч/месяц} / 1\,000 = 2\,040 \text{ м}^3$$

**Подпиточная вода для испарения в градирнях и продувки\*\* (с октября по март):**

Продувка: объем воды для испарения/кол-во циклов – 1

$$2\,040 \text{ м}^3 / \text{мес.} / (3-1 \text{ цикл}) = 1\,020 \text{ м}^3$$

Суммарный месячный объем подпиточной воды (с октября по март) = 2 040 м<sup>3</sup> + 1 020 м<sup>3</sup> = 3 060 м<sup>3</sup>

\*\* Продувка — выброс загрязненной воды из градирни.

**Вычисление месячной потребности в воде:**

Суммарная месячная потребность в воде для смыва в унитазах и писсуарах, а также подпитки градирен составляет:

В период с октября по март:

$$336 \text{ м}^3 + 96 \text{ м}^3 + 3\,060 \text{ м}^3 = 3\,492 \text{ м}^3 / \text{мес.}$$

В период с апреля по сентябрь –

$$336 \text{ м}^3 + 96 \text{ м}^3 + 3\,060 \text{ м}^3 \cdot 0,5^{***} = 1\,962 \text{ м}^3 / \text{мес.}$$

\*\*\* Потребность в охлаждении в период с апреля по сентябрь (зимой в Южном полушарии. — Примеч. перев.) составляет 50 % потребности в охлаждении в период с октября по март; таким образом, потребность в подпиточной воде для градирен также уменьшается до 50 %.

# НАКОПИТЕЛЬНЫЙ РЕЗЕРВУАР

Дождевая вода собирается до ее использования в накопительном резервуаре.

Накопительный резервуар для дождевой воды может изготавливаться из различных материалов, включая оцинкованную сталь, стекловолокно, полиэтилен и бетон.

Основными требованиями являются

- конструктивная прочность,
- водонепроницаемость и светонепроницаемость резервуара,
- наличие проемов для проникновения внутрь с целью осмотра и технического обслуживания.

## Место размещения резервуара

Резервуар размещается внутри или снаружи здания в зависимости от доступной площади. Место размещения резервуара важно выбирать так, чтобы температура воды оставалась как можно более низкой для предупреждения развития бактерий и водорослей.

## Подземный резервуар

Преимущества

- Может устраиваться в местах интенсивного уличного движения (с бетонным основанием).
- Не занимает места внутри здания.
- Не допускает нагрева воды и ее замерзания в зимний период (при размещении глубже границы промерзания грунта).

Недостатки

- Высокие затраты на земляные работы.
- Необходимость закрепления для предотвращения выталкивания опорожненного резервуара из грунта.



*Резервуар, устроенный внутри здания*





*Надземный резервуар*

### **Надземный резервуар**

#### Преимущества

- Отсутствие существенных затрат на земляные работы.
- Простота доступа для технического обслуживания.
- Возможность отбора воды без насоса.

#### Недостатки

- Занимает территорию. Подвержен влиянию неблагоприятных погодных факторов.
- Может замерзнуть в холодном климате.
- Подвержен действию прямых солнечных лучей, нагревающих воду.

### **Резервуар в здании**

#### Преимущества

- Отсутствие затрат на земляные работы.
- Отсутствие опасности замерзания в холодный период года.

#### Недостатки

- Занимает место внутри здания.
- Требуется укрепление в случае установки на верхних этажах.
- Создает риск перегрева воды.
- Здание должно быть защищено от затопления в результате утечки, например путем устройства водосточных желобов.

## Выбор вместимости накопительного резервуара

Поскольку резервуар — самый дорогой элемент системы сбора дождевой воды, необходимо уделить время расчету его оптимальной вместимости. Часто для установки резервуара доступно меньше места, чем требуется. В результате объем резервуара оказывается недостаточным для покрытия потребности в периоды с малым количеством дождевых осадков. Требуемая вместимость резервуара рассчитывается исходя из притока дождевой воды и потребности в воде. Размер накопительного резервуара зависит от нескольких факторов:

- приемлемая продолжительность хранения воды в резервуаре;
- площадь проекции водосборной поверхности;
- предполагаемый приток дождевой воды (суточное значение, если оно доступно);
- ожидаемое число дней без дождя;
- потребность в воде;
- доступное пространство внутри и снаружи здания;
- количество и частота переливов;
- допустимая нагрузка на плиту перекрытия.

Существуют различные алгоритмы расчета вместимости накопительного резервуара. Расчеты носят теоретический характер и служат только иллюстративным целям.

При расчете вместимости накопительного резервуара выбирается один из двух способов.

### Способ 1

Продолжительность засухи в соответствии со стандартом, например DIN 1989.

### Способ 2

Продолжительность засухи, соотношенная с балансом притока и потребности. Баланс между месячным притоком дождевой воды и месячной потребностью для целей расходования дождевой воды.

**ПРИМЕР. ВМЕСТИМОСТЬ РЕЗЕРВУАРА  
(СПОРТИВНАЯ АРЕНА, СИДНЕЙ)**

Расчет вместимости резервуара согласно DIN1989:

Приток дожд. воды: 20 747 м<sup>3</sup>/год  
Потребность в воде: 32 724 м<sup>3</sup>/год

Поскольку  $Y < D$  ( $20\,747\text{ м}^3 < 32\,724\text{ м}^3$ ),  
вместимость резервуара рассчитывается  
следующим образом:

$$T = Y \cdot 0,06$$

$$T = 20\,747\text{ м}^3 \cdot 0,06$$

$$T = 1\,245\text{ м}^3$$

**Способ 1. Расчет вместимости резервуара  
согласно DIN1989**

Вместимость резервуара определяется исходя из минимального притока дождевой воды или годовой потребности в воде. Резервуар рассчитывается на 6 % годовой потребности, что соответствует 21-дневной засухе. Дождевая вода должна покрывать потребность в воде при отсутствии осадков в течение 3 недель.

Если потребность превышает приток дождевой воды, то вместимость резервуара рассчитывается следующим образом.

$$Y < D \quad T = Y \cdot 0,06\text{ м}^3$$

Если приток дождевой воды превышает потребность в ней, то вместимость резервуара рассчитывается следующим образом:

$$D < Y \quad T = D \cdot 0,06 \quad \text{где}$$

$D$  = потребность в воде (м<sup>3</sup>)

$Y$  = приток дождевой воды (м<sup>3</sup>)

$T$  = вместимость резервуара (м<sup>3</sup>)

Ниже перечислены преимущества и недостатки расчета вместимости резервуара по методике DIN 1989.

**Преимущества**

- Простота расчета и подбора геометрических параметров накопительного резервуара.
- Доступность статистики по годовой норме осадков.

**Недостатки**

- Неучет неравномерности притока воды и наличия засушливых сезонов в году. Следствие — неточное определение вместимости с ошибкой в меньшую или большую сторону.

## Способ 2: Расчет вместимости резервуара на основе баланса месячного притока и потребности.

Один из способов приближенного расчета вместимости резервуара, покрывающей потребность в воде на протяжении года, состоит в использовании показателей притока и потребности с разбивкой по месяцам при условии, что на начало дождливых месяцев резервуар будет порожним. В этом случае для каждого месяца применяется следующая формула:

$$V_t = V_{t-1} + (Y - D) \quad \text{где}$$

$V_t$  = теоретический объем воды в резервуаре в конце месяца ( $\text{м}^3$ );

$V_{t-1}$  = остаток воды в резервуаре с предыдущего месяца ( $\text{м}^3$ );

$Y$  = месячный приток воды ( $\text{м}^3$ );

$D$  = месячная потребность в воде ( $\text{м}^3$ )

Начальное условие: порожний резервуар,  $V_{t-1} = 0$ .

- Положительная величина  $V_t$  в конце любого месяца означает, что вода будет накапливаться в резервуаре и будет доступна для последующего использования.
- Если в конце любого месяца  $V_t$  превосходит объем резервуара, то вода будет теряться на перелив.
- Отрицательная величина  $V_t$  означает, что потребность в воде превышает объем запасенной воды. Для ответственных систем, например туалетов, необходимо резервное снабжение водой из водопровода. Более подробно схема резервирования будет описана в отдельном разделе.



Наземный резервуар

Исходить из общего стока с крыши при расчете вместимости резервуара необязательно. Если потребность в воде будет ниже притока, возможен перелив, но потребность при этом удовлетворяется. Условием удовлетворения потребности на протяжении месяца является достаточная вместимость резервуара, при которой величина  $V_t$  никогда не будет отрицательной.

Чем выше величина  $V_t$  на протяжении всего года, тем больше уверенность в покрытии потребности в воде при норме дождевых осадков ниже средней и при аномально продолжительной засухе.

Ниже отмечены преимущества и недостатки расчета вместимости резервуара на основе баланса месячного притока и месячной потребности.

#### Преимущества

- Учет сезонной изменчивости притока и потребности (по месяцам или дням) позволяет рассчитывать вместимость резервуара с большей уверенностью, уменьшая потребность в резервном снабжении водопроводной водой.
- Можно определить частоту и число переливов для резервуара данной вместимости.

#### Недостатки

- Возможное увеличение стоимости резервуара.
- Недоступность статистики по месячной норме осадков для многих районов.

## ПРИМЕР. РАСЧЕТ ВМЕСТИМОСТИ РЕЗЕРВУАРА (СПОРТИВНАЯ АРЕНА, СИДНЕЙ) НА ОСНОВЕ БАЛАНСА ПРИТОКА И ПОТРЕБНОСТИ

Вместимость накопительного резервуара хранения для спортивной арены в Сиднее определяется на основе баланса месячного притока с месячной потребностью.

### Пример. Январь:

- Дождевые осадки, Сидней (графа А): *данные со стр. 12*
- Приток дождевой воды, Y (графа В): см. стр. 13
- Потребность в воде, D (графа D): см. стр. 15
- Излишек/недостача (графа F):

$$Y - D = 1\,764 \text{ м}^3 - 3\,492 \text{ м}^3$$

$$\text{Недостача} = -1\,728 \text{ м}^3$$

- Суммарный объем воды в резервуаре на конец месяца (графа G):

$$V_t = V_{t-1} + (Y - D)$$

$$V_t = -7\,370 \text{ м}^3 + (1\,764 \text{ м}^3 - 3\,492 \text{ м}^3)$$

$$V_t = -9\,098 \text{ м}^3$$

- Объем пополнения из водопровода (графа H):

Объем пополнения из водопровода должен покрывать недостачу, рассчитанную в графе F:  $1\,728 \text{ м}^3$ .

Если в графе F получено положительное значение, излишек дождевой воды запасается в резервуаре.

### Вместимость накопительного резерву:

Ежемесячный уровень в накопительном резервуаре приводится в графе G.

Минимально необходимый запас соответствует максимальному значению в графе G.

В данном примере это  $594 \text{ м}^3$ .

### Среднегодовой коэффициент покрытия потребности дождевой водой:

$$C = \frac{Y}{D} \cdot 100$$

$$C = \frac{20\,747 \text{ м}^3}{32\,724 \text{ м}^3} \cdot 100$$

$$C = 63 \%$$

### Заключение:

Коэффициент покрытия 63 % обеспечивается вместимостью накопительного резервуара, равной 2 % годовой потребности в воде.

В уменьшенном масштабе это означает, что накопительный резервуар объемом  $6 \text{ м}^3$  обеспечивает потребность  $3\,000 \text{ м}^3$  с коэффициентом покрытия 63 %.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Месяц	Дождевые осадки, Сидней	Приток дождевой воды, Y	Накопленный приток	Потребность в воде, D	Накопленная потребность в воде	Излишек/недостача*	Суммарный объем запаса в резервуаре, V <sub>t</sub> **	Объем пополнения из водопровода	Накопленный объем пополнения из водопровода
	л/м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>
Апрель	130	2 205	2 205	1 962	1 962	243	243	0	0
Май	123	2 087	4 292	1 962	3 924	125	368	0	0
Июнь	129	2 188	6 480	1 962	5 886	226	<b>594</b>	0	0
Июль	103	1 747	8 228	1 962	7 848	-215	380	0	0
Август	80	1 357	9 585	1 962	9 810	-605	-225	225	225
Сентябрь	70	1 187	10 772	1 962	11 772	-775	-1 000	775	1 000
Октябрь	83	1 408	12 180	3 492	15 264	-2 084	-3 084	2 084	3 084
Ноябрь	81	1 374	13 554	3 492	18 756	-2 118	-5 202	2 118	5 202
Декабрь	78	1 323	14 878	3 492	22 248	-2 169	-7 370	2 169	7 370
Январь	104	1 764	16 642	3 492	25 740	-1 728	-9 098	1 728	9 098
Февраль	111	1 883	18 525	3 492	29 232	-1 609	-10 707	1 609	10 707
Март	131	2 222	20 747	3 492	32 724	-1 270	-11 977	1 270	11 977
1 раз в год		20 747		32 724		-11 977		11 977	

\* (графа В минус графа D)

\*\* (графа С минус графа E)

# ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА

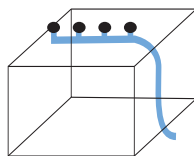
Дренажная система выбирается в зависимости от конструкции крыши: для скатной крыши — с желобами, для плоской крыши — с каналами.

Для плоской крыши может использоваться как обычная дренажная система с отведением воды самотеком, так и сифонная система.

Характеристики сифонной дренажной системы.

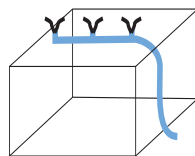
- Сифонные системы позволяют обойтись меньшим числом водосточных труб, чем самотечные системы, что дает экономию на материалах и упрощает фундаментные конструкции. Архитекторы также получают большую свободу выбора конструктивных решений.
- Сборные трубы могут прокладываться по зданию горизонтально, без необходимости наклонных участков.
- Благодаря тому что поток занимает полное сечение трубы, также уменьшается диаметр труб.
- Свобода выбора точек выпуска из сточных труб повышает гибкость проектных и технологических решений.
- Дождевые стоки можно легко отвести в накопительный резервуар и распределять по различным местам потребления.

Обычная система



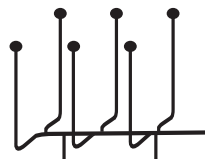
Наклон труб 1-3 %

Сифонная система



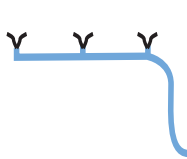
Наклон труб не требуется

Обычная система



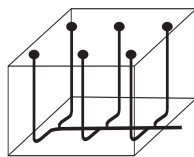
Много сточных труб

Сифонная система



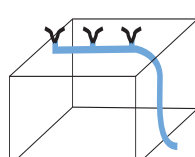
Меньше сточных труб

Обычная система



Длинные подземные трубы

Сифонная система



Короткие подземные трубы

*Сифонная дренажная система — альтернатива обычной системе.*



# СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ СТОКОВ

Для перекачки дождевых стоков к потребителям можно использовать различные насосные решения. Наиболее распространенные из них описаны в этом разделе.

## Система 1

- Погружной подающий насос для доставки дождевой воды из накопительного резервуара к потребителям.

## Система 2

- Погружной подающий насос для доставки дождевой воды из накопительного резервуара к насосам на сухом участке, которые распределяют воду под напором потребителям.

## Система 3

- Самовсасывающий насос, установленный на сухом участке, поднимающий дождевую воду из накопительного резервуара и перекачивающий ее потребителям.

В коммерческих зданиях обычно используется система 2, обеспечивающая наиболее безопасное и надежное водоснабжение.

Поскольку потребность в воде коммерческого здания на протяжении дня и в разные времена года различна, рекомендуется использовать насосы с переменной скоростью, снабженные встроенным преобразователем частоты или внешним приводом переменной частоты. Такое решение значительно оптимизирует энергопотребление системы.

## Система 1 — с погружным насосом

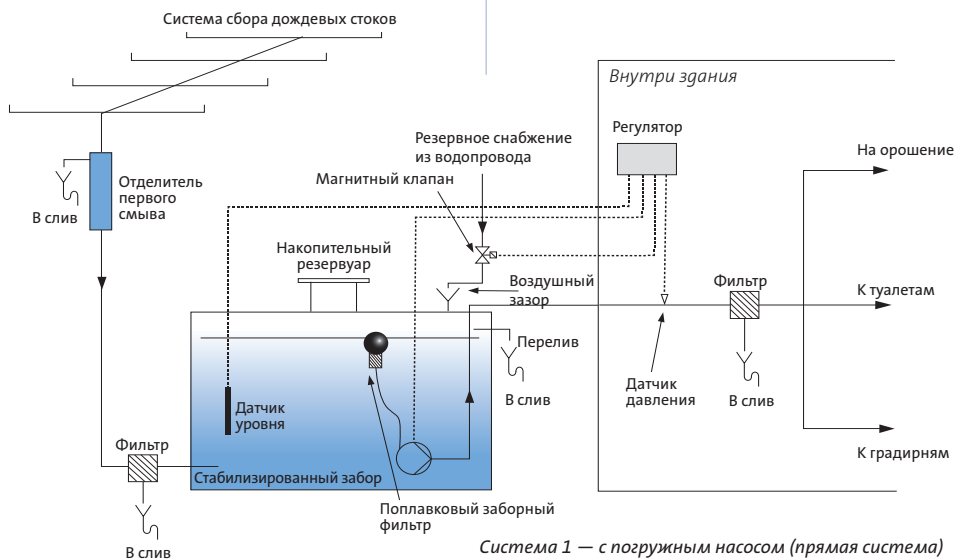
Система подходит для орошения и небольших коммерческих зданий. Резервуар можно снабдить вторым (резервным) погружным насосом.

### Преимущества

- Насос размещается снаружи, не создавая шума и не занимая площади здания.
- Широкий рабочий диапазон погружных насосов позволяет обеспечить большой напор или расход.

### Недостатки

- При обратном выбросе в накопительном резервуаре может оказаться грязная сточная вода.
- Высокие расходы на водоснабжение в случае прямой подачи водопроводной воды в сборный резервуар.
- Размещение насоса внутри резервуара затрудняет обслуживание из-за отсутствия простых способов проникновения в резервуар.



## Система 2 — с подающим насосом на сухом участке и буферным резервуаром

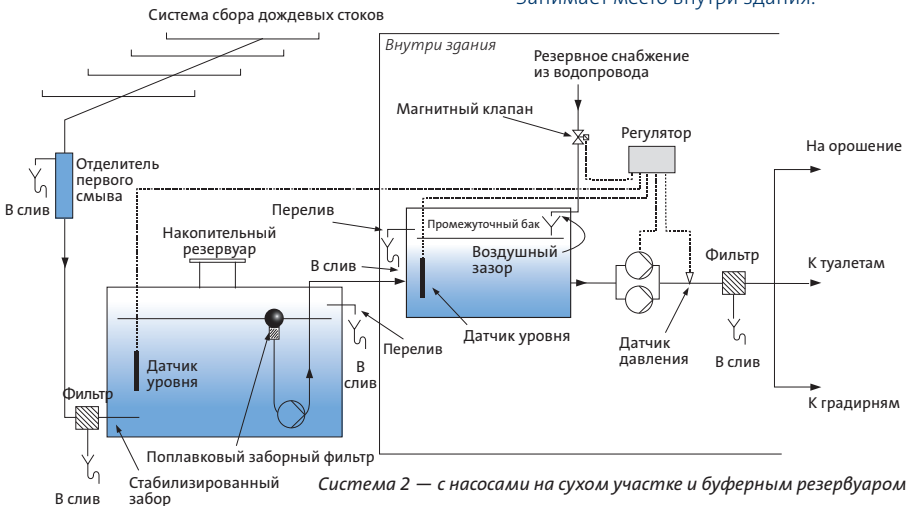
Эта система целесообразна для тех случаев, когда накопительный резервуар и насосная система расположены далеко друг от друга. Если буферный резервуар расположен ниже накопительного резервуара, существует риск возникновения сифона. В этом случае между подающим насосом и буферным резервуаром можно установить специальный клапан.

### Преимущества

- Место установки накопительного резервуара не привязано к месту установки насосной системы.
- Возможность работы под большим напором и расходом благодаря широкому рабочему диапазону подающих насосов и подпорных систем.
- Резервный подвод водопроводной воды через буферный резервуар сводит к минимуму потребление воды из водопровода.

### Недостатки

- Занимает место внутри здания.



## Система 3 — с самовсасывающими насосами

Подходит для следующих условий:

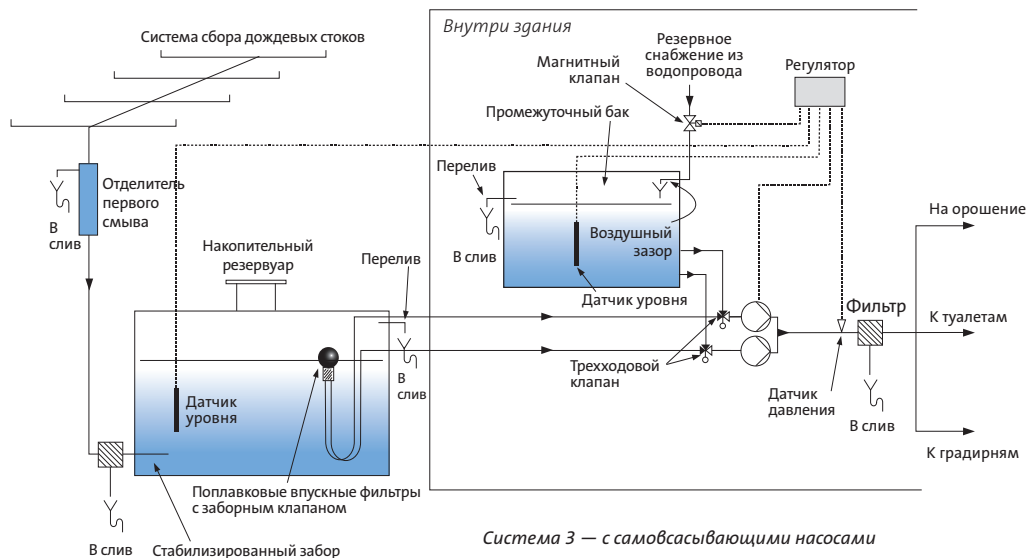
- Требуется беспрепятственный доступ к насосу.
- Расстояние между накопительным резервуаром и местом установки насосов — небольшое.

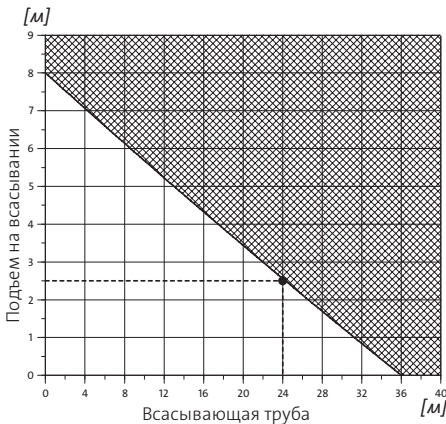
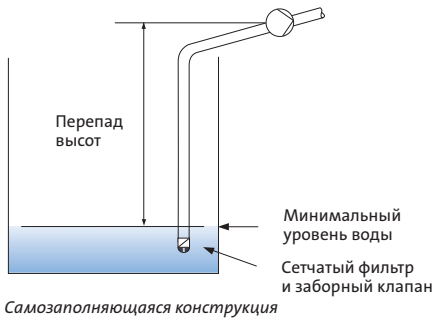
Преимущества

- Насос находится на виду и легко доступен для обслуживания.
- Малобюджетное решение.

Недостатки

- Расстояние между накопительным резервуаром и насосом ограничено высотой всасывания.
- Занимает место внутри здания.
- Негерметичность всасывающей трубы приводит к непредсказуемой работе насоса.
- Доступность насоса оборачивается риском вандализма.





Взаимосвязь между длиной всасывающей трубы и доступной высотой всасывания. Расчет верен только для труб диаметром 1½ дюйма.

## Самовсасывающие насосы

Самовсасывающий (самозаполняемый) насос, установленный на сухом участке, может поднимать дождевую воду из накопительного резервуара и доставлять ее под напором потребителям. Необходимо учесть, что максимальная высота всасывания — 7–8 метров. Расстояние между накопительным резервуаром и насосом ограничено высотой всасывания.

Высота всасывания включает в себя:

- перепад высот между наименьшим уровнем воды в резервуаре и впускным патрубком насоса;
- потери на трение в насосе, трубопроводах и запорной арматуре.

Чем длиннее всасывающая труба, тем меньше максимальная высота всасывания. См. приведенный слева график.

Существенно, чтобы всасывающая труба непрерывно поднималась к насосу. При подборе характеристик насоса важно учитывать высоту всасывания как напор со знаком минус.

Для того чтобы всасывающая линия при заполнении и работе не оказывалась пустой, необходимо предусмотреть клапан на заборном конце всасывающей трубы. Рекомендуется снабдить всасывающую трубу фильтром для защиты трубопроводов от попадания механических примесей, листьев и т. п.

Если вместо всасывающей трубы используется шланг, он не должен образовывать складок. Перед пуском необходимо заполнить насос указанным количеством воды для его дальнейшего самозаполнения.

Если в системе установлено несколько самовсасывающих насосов, то необходимо снабдить каждый насос всасывающей трубой с клапаном на заборном конце.

## Резервирование за счет водопроводной воды

При продолжительной засухе или заморозках запас дождевой воды может оказаться исчерпанным. Для дальнейшего функционирования потребителей, связанных с системой сбора дождевой воды, например туалетов и стиральных машин, необходима система резервирования с использованием водопроводной воды.

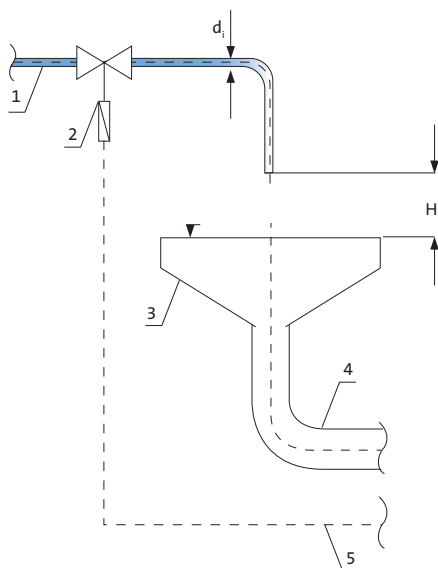
Принцип работы такой системы состоит в том, что при наличии запаса дождевой воды в накопительном резервуаре система использует его, а при исчерпании воды в резервуаре — автоматически переключается на снабжение здания водопроводной водой.

При объединении системы снабжения дождевой водой и водопровода необходимо придерживаться местных требований в части предупреждения загрязнения водопроводной воды. В разных регионах мира для этого предписываются различные решения.

Примеры требований по предупреждению загрязнения:

- В Европе системы водопроводной и дождевой воды рекомендуется разделять атмосферным зазором (EN1717).
- В странах Азиатско-Тихоокеанского региона необходим двойной обратный клапан, а зазор, сообщающийся с атмосферой, не требуется.
- В США необходим атмосферный зазор и (или) двойной клапанный узел с зоной разрезания (RPBA).

В отношении действующих нормативных требований необходимо всегда консультироваться с местным представительством компании.



1. Соединение с водопроводом
  2. Электромагнитный клапан
  3. Воронка
  4. Труба в накопительный резервуар
  5. Провод линии управления
- H: Атмосферный зазор

*EN1717 требует предусматривать атмосферный зазор для предупреждения перекрестного загрязнения между дождевой и водопроводной водой.*

## Буферный резервуар (промежуточный резервуар)

Буферный резервуар можно использовать в системах с резервным снабжением из водопровода. Буферный резервуар обычно размещается в здании и имеет вместимость намного меньше, чем у накопительного резервуара. Количество подводимой водопроводной воды ограничено уменьшенным объемом буферного резервуара, поэтому такое решение экономичнее, чем заполнение накопительного резервуара водопроводной водой.

Буферный резервуар представляет собой регулируемый узел, по принципу действия схожий с бачком унитаза. Водопроводная вода может направляться в буферный резервуар непосредственно или по впускной трубе. В дополнение к резерву водопроводной воды буферный резервуар также позволяет полностью перейти на использование водопроводной воды (на время прочистки накопительного резервуара). Для этого необходимо лишь оснастить всасывающую трубу накопительного резервуара запорным клапаном.

# КАЧЕСТВО ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ

Хотя дождевая вода изначально очень чиста, она может быть загрязнена мусором с крыши или кровельным материалом. Степень загрязнения значительно различается в зависимости от места и времени года. Загрязнениями чаще всего бывают:

- птичий помет, испражнения грызунов и других животных, содержащие микроорганизмы и органические остатки;
- песок с органическими примесями, нанесенный ветром;
- промышленные или сельскохозяйственные химикаты, осажденные дождем из воздуха;
- продукты коррозии и вымывания материалов кровли и дренажной системы.

Для непитьевого использования дождевой воды основной риск связан со случайным вдыханием или проглатыванием небольших количеств воды в виде капель или тумана (аэрозоля) при использовании по назначению или в результате прямого или косвенного контакта с кожей. Безусловно, главным фактором риска в этом контексте являются болезнетворные микроорганизмы и органические примеси, способствующие развитию микрофлоры в системах хранения и распределения воды.

## Гигиена

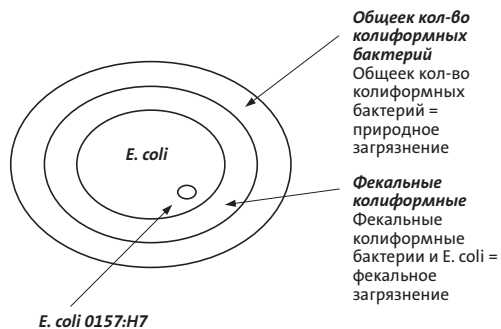
Гигиенический стандарт чистоты воды часто нормируется в терминах содержания колиформных бактерий, которые сами по себе не являются болезнетворными микроорганизмами (бактериями, вызывающими заболевания), но могут указывать на присутствие таковых.

- **Общее содержание колиформных бактерий. Суммарный подсчет всех колиформных бактерий.** Колиформные бактерии широко распространены

Загрязняющее вещество	Негативное влияние на качество
Бактерии и вирусы	Пагубные последствия для здоровья
Органические вещества	Цвет и вкус. Питательная среда для размножения бактерий
Тяжелые металлы	Пагубные последствия для здоровья. Цвет и вкус
Взвеси	Могут стать носителями бактерий и вирусов. Могут выделять органические вещества, создающие питательную среду для развития бактерий
Кислоты и основания	Некоторые промышленные выбросы могут иметь кислотную или щелочную реакцию при растворении в воде, придавая ей коррозионные свойства

*Типичные качественные показатели для стоков с крыш (в отдельных случаях возможен существенный разброс значений, в зависимости от площади сбора).*





Различия между общим содержанием колиформных бактерий, содержанием фекальных колиформных бактерий и *E. coli*

Параметр	Типичное значение
Фекальные колиформные бактерии	100 ед./100 мл
Общие колиформные бактерии	1000 ед./100 мл
Общее содержание органического углерода	0–140 мг/л
ХПК (химическая потребность в кислороде)	0–70 мг O <sub>2</sub> /л
Цвет (поглощение УФ света с длиной волны 436 нм)	0–0,045
Медь (Cu)	0–6 мг/л
Свинец (Pb)	0,5 мг/л
Цинк (Zn)	0–6 мг/л
Общее содержание взвешенных частиц	1000 мг/л
Мутность	0,3–10 НЕМ
pH	4,5–6,5

в окружающей среде и обычно присутствуют во всех нестерильных поверхностных водах. Суммарный подсчет колиформных бактерий — слабый индикатор фекального загрязнения.

- **Фекальные колиформные бактерии.** Подмножество общих колиформных бактерий живущих в кишечном тракте и в фекалиях. Подсчет фекальных колиформных бактерий — сильный индикатор фекального загрязнения.
- *E. coli*: подмножество фекальных колиформных бактерий. Некоторые штаммы этой группы могут вызывать заболевания. Особенно известен штамм *E. coli* O157:H7 — очень сильный индикатор присутствия болезнетворных микроорганизмов.

По мере приближения к центру круговой диаграммы, растет вероятность фекального загрязнения и присутствия болезнетворных микроорганизмов и, соответственно, уменьшается допустимое число микроорганизмов. Существует ряд других параметров, важных для гигиенического описания дождевой воды:

- Общее содержание органического углерода. Это мера количества органических веществ, обнаруженных в пробе воды. Данный показатель важен для гигиены, поскольку органические вещества служат «пищей» для бактерий и могут способствовать их интенсивному размножению.
- Мутность. Это непрозрачность или замутненность жидкости, обусловленная присутствием множества мелких частиц. Низкие значения НЕМ (нефелометрических единиц мутности) соответствуют высокой прозрачности воды, а высокие значения НЕМ указывают на значительное содержание взвешенной твердой фазы, которая может быть носителем микроорганизмов и органических веществ.
- ХПК. Органические вещества, поддающиеся химическому окислению.

## Соответствие нормативным требованиям и стандартам

Не существует каких-либо общих или единых стандартов использования дождевых стоков. Применяемый гигиенический стандарт в значительной степени зависит от предполагаемого использования, местных стандартов и норм.

Примеры требований гигиенических стандартов приведены в таблице справа.

## Принятая практика профилактического обслуживания

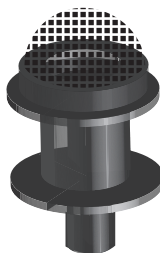
Для эксплуатации системы сбора дождевых вод с соблюдением допустимых гигиенических параметров необходимо обратить внимание на следующие меры профилактического обслуживания.

- Крыша. Крыша не должна накрываться ветками, в которых могут гнездиться птицы и которые становятся источниками загрязнения крыши листвой и мусором. Крышу необходимо тщательно расчищать от лишайника, мха, листвы и органических остатков.
- Желоба. Следует избегать возникновения мест застоя воды и скопления мусора. Для этого желоб должен равномерно спускаться к сточной трубе. Необходимо тщательно расчищать желоба от листвы и мусора.
- Сточная труба. Для предотвращения попадания крупных предметов и мусора в систему сбора и распределения дождевой воды следует укрыть трубу сетчатым фильтром, например с ячейками размером 2–4 мм.
- Накопительный резервуар. Надземные резервуары должны быть светонепроницаемы, чтобы в них не развивались водоросли.

Нормы Агентства по охране окружающей среды США (1992) — вторичное использование воды	Система нормативов водопользования Великобритании (WRAS, 1999)
E. coli <1/100 мл	Фекальные колиформные бактерии <10 000 / 100 мл Кишечный энтерококк <100 / 100 мл

Выдержка из Fewtrell, Kay, 2007 г.  
\* Категория А — полив сельскохозяйств, которые могут употребляться в пищу в сыром виде.

*Сводка параметров микробиологического качества, которые могут применяться к дождевой воде, используемой в непитьевых целях.*



Сливной патрубок для крыши.

<b>ВОЗ (1989) — нормативы вторичного использования*</b>	<b>ВОЗ (2003) — нормативы качества воды для мест досуга**</b>	<b>Директива о воде для ванн и плавательных бассейнов*** (ЕС, 2006)</b>
Фекальные колиформные бактерии $\leq 1000 / 100$ мл	Кишечный энтерококк 95 % $< 200 / 100$ мл ****	E. coli 95 % $< 1000 / 100$ мл, Энтерококк 95 % $< 400/100$ мл
<p>** Морские объекты, относимые к чистым.</p> <p>*** Среднее геометрическое для пресной воды. Все показатели — для объема 100 мл.</p> <p>**** Кишечный энтерококк. Индикатор присутствия болезнетворных микроорганизмов.</p>		

Резервуар должен сообщаться с атмосферой вытяжной трубой, защищенной надлежащим образом от насекомых, грызунов и проникновения поверхностных вод, кроме воды с крыши.

Соответствующие указания по выбору конструкции и расчету вместимости накопительного резервуара приведены в разделе «Выбор вместимости накопительного резервуара» на стр. 18–24. Важно рассчитать резервуар так, чтобы в нем регулярно возникал перелив — при этом удаляется верхний слой плавающих загрязнений, которые иначе накапливались бы на протяжении долгого времени. Значительное утолщение этого слоя делает его средой размножения бактерий и понижает содержание кислорода в воде, хранящейся в резервуаре.

- Рециркуляция воды. При длительном хранении воды в резервуаре рекомендуется рециркулировать воду, чтобы поддерживать содержание кислорода в резервуаре.
- Конструкционные материалы. Крыша, дренажная система и система сбора дождевых стоков должны сооружаться из материалов, не выделяющих опасные вещества в дождевую воду.

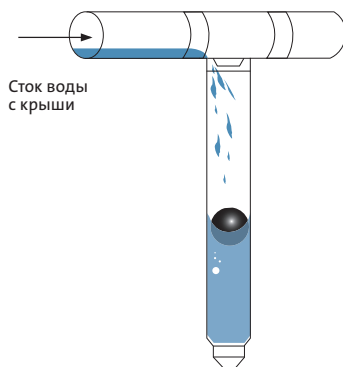
## Обработка дождевых стоков

При соблюдении общепринятых профилактических мер, описанных на стр. 34–35, дождевую воду зачастую можно использовать после относительно простой фильтрации, например на грубом сетчатом фильтре или сбрасывателе первого смыва. Например, в индивидуальном жилье в Германии и Бельгии, а также в странах, где нормативы качества отсутствуют, дождевая вода считается пригодной для стиральных машин и смыва туалетов без дополнительной очистки. Если качество не отвечает требованиям, может быть необходима дополнительная обработка. Краткое описание этого процесса см. на последующих страницах.

На последующих страницах в общих чертах показаны способы обработки дождевой воды:

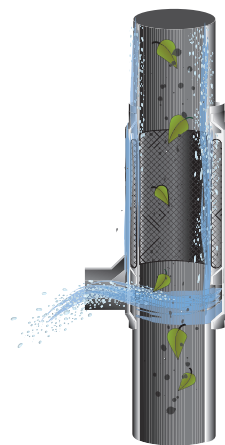
- до резервуара;
- в резервуаре;
- после резервуара.

Загрязненная вода первого смыва отводится в камеру



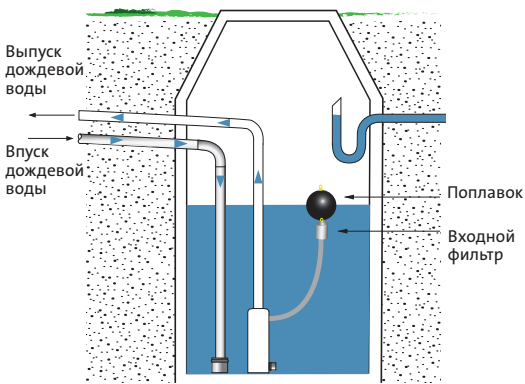
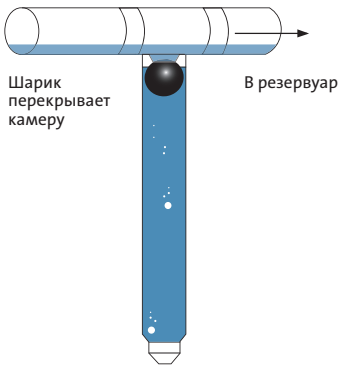
Сток воды с крыши

*Сбрасыватель первого смыва используется в небольших коммерческих зданиях для очистки воды перед ее поступлением в резервуар.*



*Фильтр-коллектор водосточной трубы*

После заполнения камеры чистая вода  
начинает поступать в резервуар



*Дождевая вода фильтруется через входной  
поплавковый фильтр*

## Очистка до поступления в резервуар

Очистка дождевой воды	Технологии	Действие	Преимущества	Недостатки
<p>Фильтрация дождевой воды перед ее поступлением в накопительный бак.</p> <p>Фильтрация перед поступлением в резервуар может использоваться для борьбы с механическими примесями, способными ухудшить качество воды в накопительном резервуаре</p>	Грубый сетчатый фильтр		Дешевое, простое в установке и обслуживании решение, часто дающее удовлетворительный результат	Задерживаются только грубые механические примеси, листва и ветки. Требуется обслуживание
	Ячеистый или сетчатый фильтр	Грубый сетчатый фильтр Ячеистый или сетчатый фильтр	Недорогое решение, результат зависит от размера ячеек (меньше — лучше)	Склонность к засорению, усугубляемая с уменьшением размера ячеек. Высокая потребность в обслуживании
	Сбрасыватель первого смыва	Сбрасыватель первого смыва Фильтр-коллектор в сточной трубе Вихревой фильтр Гидроциклон	Недорогое решение, простое в установке и малообслуживаемое. Удовлетворительно для большинства применений	Потеря около 10 % воды на фильтре
	Фильтр-коллектор в сточной трубе	Песочный фильтр Фильтр с активированным углем	Недорогое решение, простое в установке и малообслуживаемое. Удовлетворительно для большинства применений	Потеря до 10 % воды на фильтре в зависимости от продолжительности дождя
	Вихревой фильтр		Недорогое решение, мало нуждающееся в обслуживании	Потеря около 10 % воды на фильтре. Необходимость установки под землей
	Гидроциклон		Невысокая потребность в обслуживании, малый риск засорения	Сложнее вышеописанных решений. Для надлежащей работы требуется некоторый минимальный расход. Ограниченная эффективность в борьбе с органическими примесями. Высокая требуемая скорость
	Песочный фильтр		Эффективнее вышеперечисленных способов в части задержания твердых органических примесей и микроорганизмов	Дороже и сложнее в эксплуатации, требует регулярной промывки противотоком (промывку можно автоматизировать)
	Фильтр с активированным углем	Удаление растворенных органических веществ	Главное преимущество угольного фильтра — абсорбция растворенных органических примесей наряду с задержанием твердых. Содержание органического углерода в воде уменьшается, и микроорганизмы лишаются питательной среды для роста	Относительно высокая стоимость, необходимость регулярной промывки противотоком, постепенная выработка ресурса фильтра, требующая его замены

Краткая сводка способов обработки дождевых стоков

**Очистка в резервуаре**

Очистка дождевой воды	Технологии	Действие	Преимущества	Недостатки
Очистка в резервуаре выполняется на входе в резервуар или непосредственно внутри резервуара и чаще всего состоит в обеззараживании	Хлорирование	Обеззараживание	Хлор обладает заметным остаточным действием: растворенный в воде, он сохраняет активность в течение долгого времени, обеспечивая продолжительную защиту от микроорганизмов	Побочные хлорорганические продукты могут представлять опасность для здоровья. Имеет характерный запах, неприятный для многих людей. Некоторые препараты хлора требуют особого обращения как опасные химикаты
	Диоксид хлора*	Обеззараживание	Эффективен против биологического налета. Значительное остаточное действие — до 7 суток. Не влияет на вкус и запах воды	Неконтролируемое смешивание гипохлорита натрия с водой ведет к выделению газообразного хлора
	Озонирование	Обеззараживание	Имеет остаточное действие и быстрее убивает бактерии по сравнению с хлором	Озон — ядовитый газ, требующий надлежащего устройства вентиляции
	Фильтрация в УФ-лучах	Обеззараживание	Простая система без использования химикатов — требуется только электропитание	Остаточное действие отсутствует. Необходим очень тонкий (5 мкм) фильтр предварительной очистки. Лампа требует ежегодной замены

**Очистка на выходе из резервуара**

Фильтрация воды на выходе из накопительного резервуара производится непосредственно перед поступлением в место использования. На этом этапе вода может подвергаться обеззараживанию, тонкой очистке или фильтрации в слое активированного угля для обесцвечивания и дезодорации	Фильтрация в УФ-лучах	Обеззараживание	Простая система без использования химикатов — требуется только электропитание	Остаточное действие отсутствует. Необходим очень тонкий (5 мкм) фильтр предварительной очистки. Лампа требует ежегодной замены
	Фильтр тонкой очистки	Удаление мелких механических примесей, улучшение прозрачности	Дешевое и эффективное решение для удаления мелких примесей	Необходимость регулярного профилактического обслуживания, антибактериальные свойства недостаточны для полноценного обеззараживания
	Фильтрация активированным углем	Обесцвечивание и дезодорация. Удаление побочных продуктов обеззараживания в резервуаре	Защита от пестицидов и множества других органических химических примесей наряду с обесцвечиванием и удалением запаха	Относительно высокая стоимость, необходимость регулярной промывки противотоком, постепенная выработка ресурса фильтра, требующая его замены

*Краткая сводка способов обработки дождевых стоков.*

*\* Более подробно использование диоксида хлора описано в обзоре отраслевой практики «Обеззараживание воды в коммерческих зданиях».*

## ТРУБЫ И КРАНЫ

Дождевая вода непригодна для питья, и для уменьшения риска смешивания с водопроводной водой и ее загрязнения крайне важно наглядно разграничить все линии дождевой и водопроводной воды во всех местах, где они проходят, например в подвалах зданий и в колодцах подземных уличных коммуникаций.

В самом здании необходимо пометить объекты использования дождевой воды, например при помощи показанного справа обозначения.

Внешние краны дождевой воды необходимо снабдить предупреждающими знаками: «ДОЖДЕВАЯ ВОДА» или «НЕПИТЬЕВАЯ ВОДА». Рекомендуется изготавливать знаки в соответствии с местными стандартами. В местах присутствия уязвимых групп населения, которые могут не обратить внимание на знаки (например, в детских садах), необходимо предусмотреть дополнительные страховочные меры, например снабдить краны съемными рукоятками или разместить их на высоте не менее 1,5 м от пола.

Система маркировки и обозначения труб и объектов применения дождевой воды зависит от конкретного региона. Для правильной маркировки труб и кранов следует проконсультироваться в городской управе или другом профильном ведомстве о действующих удельных требованиях.



*Предупреждающий знак в месте использования дождевой воды*



*Внешний кран накопительного бака дождевой воды*



## ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ НАСОСОВ

Параметры насосной системы для сбора дождевых стоков подбираются исходя из требуемого расхода и напора доставки воды потребителям.

Требуемый напор насоса зависит от следующих факторов:

- статический напор, представляющий собой разность между наинизшим уровнем воды в накопительном резервуаре и уровнем всасывающего отверстия насоса;
- потери давления в трубах, запорной и соединительной арматуре;
- напор на кране.

Минимальный требуемый расход насоса определяется характером нагрузки потребителей, соединенных с системой сбора дождевых стоков.

## ПРИМЕР. ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ ПОДПОРНОЙ СИСТЕМЫ (СПОРТИВНАЯ АРЕНА, СИДНЕЙ)

Для спортивной арены выбирается система 1 или система 2. Решение зависит от специфики объекта, например расстояния между накопительным резервуаром и насосной системой. В рассматриваемом примере выбрана система 2: насос, установленный в сухой зоне, подающий насос и буферный резервуар. Расчет производительности подпорной системы, снабжающей дождевой водой 400 унитазов и 400 писсуаров, приведен ниже.

Для подбора параметров подпорной системы используется инпрограмма подбора Grundfos Product Center.

### **Расчет расхода.**

В GPC расход для унитазов и писсуаров определяется согласно DIN 1988.

### **Удельный расход.**

Промывочный клапан писсуаров: 400.  
Бачок унитаза DIN 19542: 400.

Расход, принимаемый в расчете:  
38,2 м<sup>3</sup>/ч.

Это означает, что подпорная система должна обеспечивать расход не ниже 38,2 м<sup>3</sup>/ч.

### **Давление нагнетания насоса.**

Геодезическая высота: 15 м.

Потери на трение в трубах и арматуре: 5 м.

Давление нагнетания (потребителю):  
1 бар.

Накопительный резервуар дождевой

воды отрывается в земле снаружи здания.

### **Выбранный тип установки:**

Подача из буферного резервуара с повышением давления.

### **Подпорная система.**

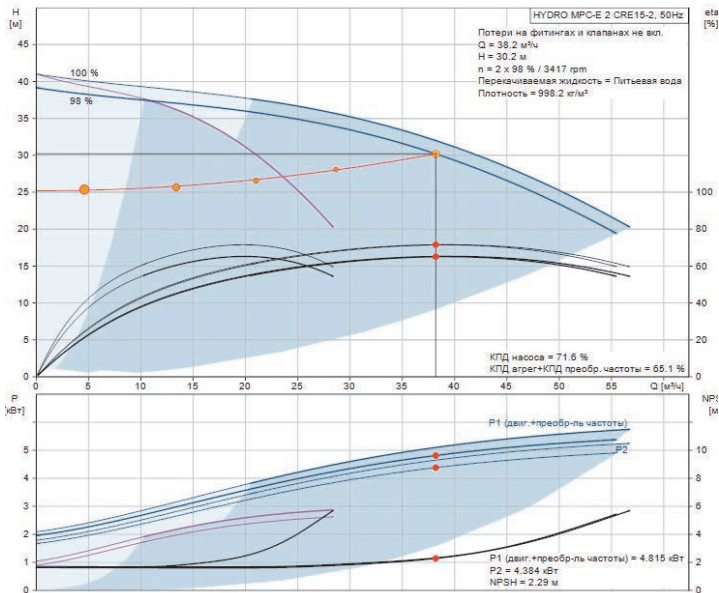
Первый вариант, предложенный программой Grundfos Product Center: MPC-E 2 CRE15-2.

Выбранная подпорная система состоит из двух насосов CRE, оснащенных электродвигателями и встроенным приводом переменной частоты. Один насос является главным, второй — подчиненным. Детали, контактирующие с водой, изготовлены из нержавеющей стали EN/DIN 1.4301.

Система подходит для перекачки. Рабочая точка ( $Q = 38,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 30 \text{ м}$ ) эквивалентна 93 % максимальной производительности подпорной системы.

Быстрый подбор	Расширенный подбор по области применения	Управляемый подбор
Применение	Повышение давления ▾	Помощь
Обл. применения	Коммерческие здания ▾	Помощь
Установка	Водоснабжение из крышного ▾	Помощь
Выбор параметров в соответствии со стандартом	<input checked="" type="radio"/> DIN 1950 - 500 <input type="radio"/> 2009 International Plumbing Code	
Тип здания	Для жилых домов ▾	
Количество рабочих дней в году	365 дней	
Расход (Q)*	38.2 м³/ч	Рассчитать
Годовое потребление	62611 м³/год	Рассчитать
Геометрическая высота*	15 м	
Потери напора на трение*	5 м	Рассчитать
Свободный напор (у санитарно-технического прибора)*	1 бар	
Оценочный критерий	Предп. показатель ▾	
Выбрать продукт с коротким сроком поставки	<input type="checkbox"/>	

Показать все | Скрыть все |  Показать на всю ширину



# ТЕРМИНОЛОГИЯ

## **Активированный уголь**

Средство очистки воды в виде брикетов, гранул или порошка. Производится путем нагрева углеродистых материалов, битуминозного угля или целлюлозосодержащего сырья, такого как древесина или кокосовая скорлупа. Активированный уголь обычно используется для дехлорирования воды и удаления из воды следовых примесей и растворимых веществ, таких как органические химикаты.

## **Атмосферный зазор**

EN1717 требует предусматривать атмосферный зазор для предупреждения перекрестного загрязнения между дождевой и водопроводной водой.

## **Продувочная вода**

Часть оборотной воды, удаляемая из градирен (обычно сбрасываемая в канализацию) для поддержания общей концентрации растворенных твердых примесей и других примесей на допустимом низком уровне.

## **Буферный резервуар**

Резервуар, используемый в системах дождевой воды с резервным снабжением от водопровода согласно нормам EN1717. Меньший по объему буферный резервуар заполняется водопроводной водой вместо крупного накопительного резервуара.

## **Колиформные бактерии**

Микроорганизмы, присутствующие в окружающей среде и в фекалиях всех теплокровных животных и людей. Колиформные бактерии не являются характерными возбудителями болезней, однако их присутствие в питьевой воде указывает на возможное присутствие болезнетворных микроорганизмов в водопроводной системе.

## **Обеззараживание**

Очистка от болезнетворных микроорганизмов с использованием специальных технологий, убивающих микроорганизмы или предотвращающих их размножение.

## **Продолжительность засухи**

Число дней без выпадения осадков.

## **Испарение**

Превращение жидкой воды в пар.

## **Фильтрация**

Физическое удаление загрязняющих веществ из жидкости путем их задержания из выходящего потока.

## **Сбрасыватель первого смыва**

Устройство или способ удаления осадка и мусора с крыш, при котором начальная порция дождевых осадков не впускается в накопительный резервуар.

## **Поплавковый водозабор**

Забор воды непосредственно под ее поверхностью, в самом чистом и качественном слое.

## **Грунтовые воды**

Вода, заполняющая поры и трещины почв и грунтов ниже уровня поверхности земли.

## **Желоба**

Каналы вдоль краев крыши, по которым собирается и направляется дождевая вода.

## **Подпиточная вода**

Вода, которую необходимо добавлять в систему оборотной воды для компенсации потерь на испарение, вынос, выброс, продувку и т. п.

**Резервирование за счет водопроводной воды**

Подача водопроводной воды при отсутствии запаса дождевой воды в накопительном резервуаре.

**Микроорганизм**

Живой организм (бактерия, грибок, вирус), неразличимый невооруженным глазом из-за своего малого размера, но видимый под микроскопом.

**Болезнетворный микроорганизм**

Организм, способный вызывать заболевания людей и животных.

**Площадь проекции крыши**

Площадь под крышей, с которой собирается дождевая вода.

**Дождевая вода**

Вода из естественных осадков, не загрязненная в результате использования.

**Приток дождевой воды**

Полезный объем воды (расход на входе), подводимый в течение определенного времени для использования в непитьевых целях.

**РРВА**

Двойной клапанный узел с зоной разрежения, используемый для предотвращения обратного выброса из-за противодавления или обратного сифона.

**Коэффициент стока**

Приблизительная доля собираемых дождевых осадков от общего их количества.

**Сифонный дренаж**

Сифонная дренажная система предназначена для заполнения водой в полном объеме, в то время как обычная (самотечная) система рассчитана на работу с заполнением на 1/2 (т. е. в полупустом состоянии).





be think innovate

---

ООО «ГРУНДФОС»  
ул. Школьная, д. 39-41,  
г. Москва, 109544  
Тел.: +7 495 737-30-00  
[www.grundfos.ru](http://www.grundfos.ru)

**GRUNDFOS** 

Товарные знаки, представленные в этом материале, в том числе Grundfos, логотип Grundfos и «be think innovate», являются зарегистрированными товарными знаками, принадлежащими The Grundfos Group. Все права защищены. © 2020 Grundfos Holding A/S. Все права защищены.

7027566/0420