

Мы посещаем очистные сооружения с Cobra SMARTsense



Биология

Экология и окружающая среда

Анализ воды



Уровень сложности

легко



Размер группы

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

45+ Минут

PHYWE
excellence in science

Информация для учителей

Описание

PHYWE
excellence in science

Очистные сооружения

Посещая очистные сооружения с их увлекательными процессами и методами очистки, мы не довольствуемся одними только чувственными впечатлениями, но углубляем наше понимание микробиологических процессов, измеряя важнейшие параметры температуры, значения pH и солёности.

Дополнительная информация для учителей (1/12)

PHYWE
excellence in science

Предварительные

знания



Для примера здесь берутся очистные сооружения в Гёттингене, которая снабжает 160 000 жителей и в не дождливые дни очищает 30 000 кубометров сточных вод. Благодаря управляемым размерам водосборной площади, путь от потребителя до коллектора составляет всего один час. Сточные воды подаются с трех сторон. На краю притока (коллектора) образуется слой заиления, состоящий из бактерий. Анализ шламовой оболочки позволяет сделать выводы о загрязнении тяжелыми металлами.

Принцип



На очистных сооружениях вода, используемая домашними хозяйствами, компаниями и муниципалитетами, подвергается механической и микробиологической очистке и возвращается в круговорот воды.

Дополнительная информация для учителей (2/12)

PHYWE
excellence in science

Цель



Студенты должны понимать, что вода, которую вы используете дома, не просто проходит через фильтр для очистки. Вместо этого детально рассматриваются отдельные этапы работы очистных сооружений.

Задачи



Студенты должны использовать датчики Cobra SMARTsense для измерения температуры, pH и проводимости (солености) воды с различных этапов обработки на очистных сооружениях.

Дополнительная информация для учителей (3/12)

Дополнительная информация об очистных сооружениях

- В процессе механической обработки крупные компоненты шириной более 2,5 см, такие как бумага и пластик, отделяются от сточных вод и через решетки или сита и потом отправляются на свалку (рис. 1).
- Сточные воды проходят через **песколовки** где происходит осаждение мелких частиц (песок, шлак, битое стекло т. п.) под действием силы тяжести, и **жироловки**, в которых происходит удаление с поверхности воды гидрофобных веществ путём флотации.



Дополнительная информация для учителей (4/12)

- Через так называемый отстойник сточные воды распределяются по структуре в несколько параллельных каналов.
Первичный отстойник (Рис. 3) куда на следующем этапе попадает вода, предназначены для осаждения взвешенной органики. Это железобетонные резервуары глубиной три-пять метров, радиальной или прямоугольной формы. В их центры снизу подаются стоки, осадок собирается в центральный приямок проходящими по всей плоскости дна скребками, а специальный поплавок сверху сгоняет все более лёгкие, чем вода, загрязнения в бункер. Очищенные таким образом сточные воды переходят на первичные [отстойники](#) для выделения взвешенных веществ.
- На этих этапах очистки используются механические методы очистки. На следующих этапах очистки используются биологические методы для разрушения органического вещества. В результате механической очистки удаляется до 60-70 % минеральных загрязнений. Кроме того, механическая стадия очистки важна для создания равномерного движения сточных вод (усреднения) и позволяет избежать колебаний объёма стоков на биологическом этапе.



Дополнительная информация для учителей (5/12)

Дополнительная информация об очистных сооружениях

- Сточные воды через промежуточный подъемник перекачиваются в **биологические резервуары**
- **Биологические резервуары** (резервуары для осадков) состоят из 3 пар неэрируемых (аноксических) и аэрируемых резервуаров (резервуаров для аэрации и аэротенков). Таким образом, чередование между ними происходит трижды. На этом основана реализация процессов аэробной очистки от органических веществ и нитрификации (окисления органических загрязнений и аммонийного азота в аэробных условиях) и денитрификации (окисления нитратов до газообразного азота в анакисидных условиях). Глубина шламонакопителя составляет 7 м, а его пропускная способность - 30 000 кубических метров в сутки. В осадке содержится 1% микроорганизмов, биоценоз 10 000 видов. Для развития этих микроорганизмов нет необходимости в инъекциях, так как они уже содержатся в сточных водах, а также в каждой реке или озере, что гарантирует самоочищение воды. На очистных сооружениях самоочистка происходит гораздо быстрее, так как концентрация микроорганизмов во много раз выше.

Дополнительная информация для учителей (6/12)

Дополнительная информация об очистных сооружениях

- **аноксические бассейны** (Рис. 5) не содержит кислорода, но требует активации винта (во избежание осадения), который должен обеспечивать базовый расход не менее 20 см/с. **аноксические бассейны** служит для уплотнения микроорганизмов: они соединяются в хлопья и образуют около 3 г сухого вещества на литр (содержание воды в микроорганизмах: 99%). При оптимальных условиях концентрация продолжает увеличиваться и достигает 6 г сухого вещества на литр. Другая важная функция - денитрификация.



Дополнительная информация для учителей (7/12)

Дополнительная информация об очистных сооружениях

- В **Аэрационном резервуаре** (рис. 6), углеродные соединения в сточных водах преобразуются в углекислый газ и воду. Она также вносит вклад в устранение азота: преобразование нитрификанта аммония через нитрит в нитрат, который затем устраняется в **аноксический бассейн** преобразуется в атмосферный азот на следующем этапе. Кислород в аэротенк подается через подушки аэратора, которые крепятся к днищу. Ежедневно происходит сокращение биологического потребления кислорода (БПК) на десять тонн, что соответствует концентрации кислорода 2 мг/л (для сравнения: нормальное насыщение кислородом составляет 8 мг/л).



Дополнительная информация для учителей (8/12)

Дополнительная информация об очистных сооружениях

- После биологической очистки сточные воды, которые в настоящее время состоят только из чистой воды и микробной биомассы, перекачиваются через распределительную конструкцию во вторичный отстойник, где сточные воды остаются в течение двух часов, в течение которых биомасса оседает на дно в хлопьях. Этот активный ил частично возвращается в первый резервуар для повышения микробной активности процесса биологической очистки, но в основном перекачивается в метантенки. Чистая вода в настоящее время по-прежнему содержит в основном хлориды и сульфаты, концентрация которых не меняется в процессе очистки, а также микроорганизмы в низких концентрациях. Это позволяет сбрасывать воду в соседнюю реку. Только если вода предназначена для купания, ее необходимо сначала дезинфицировать ультрафиолетовым светом.

Дополнительная информация для учителей (9/12)

Дополнительная информация об очистных сооружениях

- В **Башне** активный ил преобразуется в ил сточных вод. В метантенке преобладают аэробные условия и значение pH более 7,0, что позволяет производить метан. При pH 5,0 в результате кислотного брожения синтезируются индолы и скатолы. Полученный метан (биогаз) сжигается и покрывает 70% энергопотребления очистных сооружений.
- После **Башни** в осадке сточных вод содержится только 10% твердых частиц. Для уплотнения осадок сточных вод обезвоживается путем центрифугирования, в результате чего его содержание твердых частиц составляет 28%. Это делает его компактным и может быть транспортирован. Осадок сточных вод богат биогенными веществами, а также неорганическими и органическими загрязняющими веществами, которые необходимо контролировать. На осадок сточных вод распространяется действие постановления о внесении удобрений. В некоторых странах применение в качестве удобрений даже запрещено.

Дополнительная информация для учителей (10/12)

Интерпретация результатов (1/3)

Температура сточных вод относительно постоянна на всех отдельных этапах обработки: зимой она составляет около 10°C, летом - чуть более 20°C. Разница температур в 10°C означает, что летом биологическая деградация происходит в два раза быстрее, чем зимой.

Анализ результатов измерения

Место измерения	Кондуктивность [мкС/см]	значение pH	Температура (°C)
Песколовка	1050	8,2	21
Первичный отстойник	1260	8,4	21
Аноксический резервуар	940	7,1	21
Аэрационный резервуар	920	6,9	21
Вторичный отстойник	900	7,1	21

Дополнительная информация для учителей (11/12)

Интерпретация результатов (2/3)

- **Проводимость** На стадиях биологической очистки величина проводимости значительно ниже, чем при механической очистке. С другой стороны, она все еще в четыре раза выше проводимости питьевой воды. Тут еще содержатся различные соли в основном хлориды, сульфаты и фосфаты, но только фосфаты должны быть исключены, потому что река Лейн, в которую сбрасываются очищенные воды, имеет фосфатный предел 1 мг/л. Однако сточные воды содержат 7 мг/л фосфатов. В Гёттингене фосфат химически осаждается путем добавления ионов железа и алюминия. Кроме того, возможны биологические процессы осаждения: в анаэробных условиях микроорганизмы страдают от стресса и высвобождают запасы фосфатов, в аэробных условиях они жадно снова поглощают фосфаты. Низкое значение проводимости в биологических резервуарах связано с устранением фосфатов.

Дополнительная информация для учителей (12/12)

Интерпретация результатов (3/3)

- **Значение pH** Примечательным является резкое снижение значения pH, как только сточные воды переходят от механической очистки к биологической. Это связано с наличием свободных ионов водорода, которые образуются при нитрификации аммония. Эта разница также измеряется при сравнении аноксических и аэроционных резервуаров: нитрификация происходит в аэроционном резервуаре, поэтому значение pH там ниже, чем в аноксическом резервуаре. Значение pH также ниже в аноксическом резервуаре, чем в бассейнах механической очистки, поскольку сточные воды в биологических отстойниках не только переходят из одного резервуара в другой, но и рециркулируют внутри резервуаров. Уровень pH в биологических отстойниках не должен опускаться ниже 6,0, в противном случае нитрификация застопорится, так что значение pH должно постоянно контролироваться.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE
excellence in science

- В то время как длительное хранение электродов pH лучше всего проводить в растворе 3 М KCL, кратковременно можно так же хранить его в водопроводной воде.
- Ни при каких обстоятельствах не хранить электроды в дистиллированной воде.
- Никогда не допускайте высыхания pH-электрода.
- Если необходимо записать абсолютные значения pH, электрод pH должен быть сначала откалиброван, например, с помощью буферных таблеток pH 4 и буферных таблеток pH 10.
- Датчик проводимости при необходимости может быть откалиброван заново.
- К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов в преподавании естественных наук.

PHYWE
excellence in science

Информация для студентов

Мотивация

PHYWE
excellence in science



Очистные сооружения: вторичный отстойник с башнями

Что на самом деле происходит с водой, которую мы используем каждый день?

Посещая очистные сооружения с их увлекательными процессами и методами очистки, мы не довольствуемся одними только чувственными впечатлениями, но углубляем наше понимание микробиологических процессов, измеряя важнейшие параметры температуры, значения рН и проводимости на разных стадиях очистки воды.

Задачи

PHYWE
excellence in science



Аноксический бассейн

Измерьте температуру, рН и проводимость (соленость) воды в различных стадиях очистки в очистных сооружениях.

Используйте различные датчики "Cobra SMARTsense" и PHYWE MeasureAPP.

Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Cobra SMARTsense - Температура, - 40 ... 120 °C (Bluetooth)	12903-00	1
2	Cobra SMARTsense - Проводимость, 0...20000 µS/cm, 0...100°C (Bluetooth)	12922-00	1
3	Cobra SMARTsense - pH-метр, 0 ... 14 (Bluetooth)	12921-00	1
4	Эталонный раствор, 1413 мкS/см (25°C), 460 мл	47070-02	1
5	Буферный раствор, таблетки, pH4, 100 шт.	30281-10	1
6	Буферный раствор, таблетки, pH10, 100 шт.	30283-10	1
7	Мензурка, низкая, 250 мл, пластмасса	36013-01	2
8	Промывалка, пластмасса, 500 мл	33931-00	1
9	Вода, дистиллирован., 5 л	31246-81	1
10	measureAPP - бесплатное измерительное программное обеспечение всех пр	14581-61	1

Подготовка (1/2)

PHYWE
excellence in science

Для измерения проводимости, pH и температуры требуются Cobra SMARTsense и measureAPP. Приложение можно скачать бесплатно из App Store - QR-коды смотрите ниже. Проверьте, включен ли Bluetooth на вашем устройстве (планшете, смартфоне).



measureAPP для Android



measureAPP для iOS



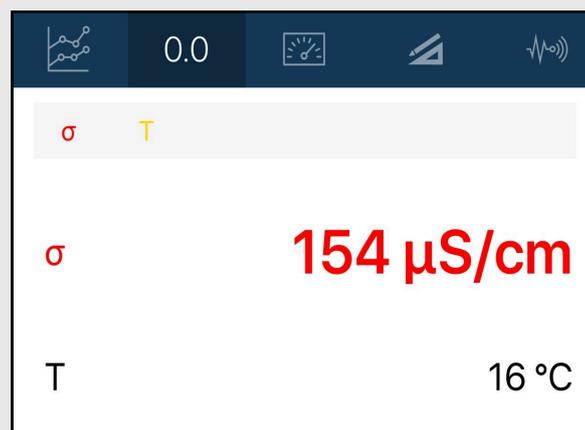
measureAPP для Windows

Подготовка (2/2)

PHYWE
excellence in science

Подготовка эксперимента

- Убедитесь, что Bluetooth включен на мобильном устройстве.
- Включите соответствующий датчик "Cobra SMARTsense", нажав кнопку питания.
- Откройте PHYWE measureAPP и выберите соответствующий датчик (температура, pH, проводимость).



"Cobra SMARTsense" в приложении

Выполнение работы

PHYWE
excellence in science

Выполнение работы

- Измеренные значения получаются и регистрируются путем погружения зондов датчиков в сточные воды различных стадий очистки. Пробы воды лучше всего отбирать с помощью черпакового стакана на шесте, который является частью базового оборудования собственной аналитической лаборатории очистных сооружений.
- Опусткайте измерительный зонд в соответствующие пробы.
- Считайте значения в PHYWE measureAPP и внесите их в таблицу в протокол.
- Не забывайте тщательно промывать зонды датчиков после каждого измерения для получения точных результатов.

PHYWE
excellence in science

Протокол

Задача 1

В каком порядке вода течет по отстойникам?

1. аэротенк, 2. аноксический резервуар, 3. биологический отстойник, 4. первичный резервуар, 5. жироловка, 6. песколовка, 7. механическая очистка

1. аноксический резервуар, 2. песколовка, 3. первичный отстойник, 4. биологический отстойник, 5. аэрационный резервуар, 6. механическая очистка, 7. жироловка

1. механическая очистка, 2. песколовка, 3. жироловка, 4. первичный отстойник, 5. биологический отстойник, 6. аноксический резервуар, 7. аэрационный резервуар

Задача 2

Даже грубые компоненты шириной более 2,5 см могут быть легко разбиты микроорганизмами, обитающими в биологических аквариумах.

правильно

не правильно

Проверить

Другой важной функцией аноксического бассейна является денитрификация.

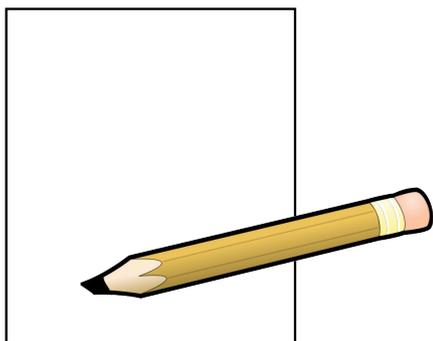
правильно

не правильно

Проверить

Задача 3

Сравните различные значения, которые вы записали в таблицу и обсудите их значение в классе.



Слайд	Оценка/Всего
Слайд 24: Поток воды через бассейны	0/1
Слайд 25: Многочисленные задачи	0/2

Общая сумма  0/3

 Решения

 Повторить