

**Государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного образования детей
«Республиканский эколого-биологический центр учащихся
Министерства образования и науки Республики Бурятия»**

Применение локальной очистной станции бытовых стоков.

Авторы:

Темников Никита, 5 класс

Трифорова Екатерина, 11 класс,

объединение «Юный эколог»,

объединение «Байкаловедение»,

Руководители:

Тирских Наталья Николаевна,
Жамбалова Арюна Пурбодоржиевна,
педагоги дополнительного образования

Республика Бурятия

2015 г.

Аннотация.

Цель проекта: рациональное использование водных ресурсов посредством применения локального сооружения, способного осуществить биологическую очистку бытовых стоков на базе эколого-биологического центра учащихся Республики Бурятия.

Задачи:

1. Провести анализ качества бытовых сточных вод, очищенных с помощью локальной системы.
2. Провести микробиологический анализ бытовых сточных вод, очищенных с помощью локальной системы.
3. Установить экономическую эффективность применения системы локальной очистки бытовых сточных вод на территории эколого-биологического центра учащихся Республики Бурятия.
4. Составить и оформить паспорт применения и эффективности локальной системы очистки бытовых сточных вод на территории эколого-биологического центра учащихся Республики Бурятия.
5. Тиражировать опыт применения системы локальной очистки бытовых сточных вод.

Материалы исследования: сточная вода (хозяйственно-бытовая), очищенная с помощью биологической локальной системы.

Методы: атомно-эмиссионный спектрометрический анализ элементного состава, нефелометрический анализ мутности, гравиметрический анализ количества взвешенных частиц, микробиологический анализ очищенной сточной воды.

Результаты проекта:

Показано, что сточная вода, очищенная с помощью локального очистного сооружения, соответствует нормам, которые предъявляются очищенным бытовым сточным водам.

Составлен и оформлен паспорт локального очистного сооружения, раскрывающий особенности работы системы, качество очищенных сточных вод, возможность вторичного использования водных ресурсов, окупаемость установки и экономию водоотведения в эколого-биологическом центре учащихся Республики Бурятия.

Введение.

В связи с ростом строительства частного сектора (коттеджи, загородные дома, дачи), баз отдыха, санаториев и других объектов, утилизация и обезвреживание сточных вод составляет одну из самых важных экологических проблем настоящего времени. Возникает необходимость применения технологических приёмов, в основе которых лежат физико-химические или биохимические процессы деградации вредных компонентов сточных вод. Кроме того, важно учитывать локальность установок, как водоснабжения, так и водоотведения. Решением такого вопроса становится применение малогабаритных очистных сооружений, способных осуществить биологическую очистку хозяйственно бытовых стоков. Подобная локальная установка применяется на территории эколого-биологического центра учащихся с 2013 года. Второй год эксплуатации показал простоту обслуживания, непрерывной работы в условиях низкотемпературных периодов, высокую эффективность очистки хозяйственно-бытовых стоков. При контроле качества сточных вод перед физико-химическим анализом применяют метод биотестирования с целью получения быстрого и гарантированного ответа – является ли среда токсичной в условиях так называемого «суммарного эффекта». При этом наибольший интерес представляют те индикаторные показатели, которые специфически реагируют на присутствие определённых загрязнителей. Такие исследования, проведенные в первый год работы локального очистного сооружения, показали отсутствие фитотоксичности сточных вод, что позволило применение для полива насаждений в дендрарии.

Сточные воды представляют собой очень сложную в отношении элементного состава систему. Они загрязняются компонентами органической и неорганической природы и приобретают специфические особенности, зависящие от характера хозяйственной деятельности, предшествующей их возникновению. Основная масса органических веществ, поступающих на канализационные очистные сооружения, удаляется в сооружениях биологической очистки – аэротенках с помощью биоценоза активного ила, но элементный состав также преобразуется при взаимодействии с сообществами микроорганизмов. В связи с этим, актуальным является анализ характеристик и

выявление в стоках веществ или отдельных компонентов, соответствующих нормативных предельно допустимых концентраций (ПДК) хозяйственно-бытового сброса. Продолжение работ по проекту опыта применения локальных очистных сооружений достигает и решает следующие цели и задачи.

Цель проекта: рациональное использование водных ресурсов посредством применения локального сооружения, способного осуществить биологическую очистку бытовых стоков на базе эколого-биологического центра учащихся Республики Бурятия.

Задачи:

1. Провести анализ качества бытовых сточных вод, очищенных с помощью локальной системы.
2. Провести микробиологический анализ бытовых сточных вод, очищенных с помощью локальной системы.
3. Установить экономическую эффективность применения системы локальной очистки бытовых сточных вод на территории эколого-биологического центра учащихся Республики Бурятия.
4. Составить и оформить паспорт применения и эффективности локальной системы очистки бытовых сточных вод на территории эколого-биологического центра учащихся Республики Бурятия.
5. Тиражировать опыт применения системы локальной очистки бытовых сточных вод.

1. Биологическая система очистки сточных вод.

Биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях имеет многолетнюю историю. Первые очистные сооружения были построены в Англии: биофильтр в 1893 г. и аэротенк в 1914 г. (Родионов А.И., 2000) Процесс этот, по своей сущности, природный, и его характер одинаков для процессов, протекающих в водоеме или очистном сооружении. Биологическая очистка осуществляется сообществом микроорганизмов (биоценозом), включающим множество различных бактерий, связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями. Интересно отметить, что при очистке одной и той же сточной воды в аэротенке и биофильтре развивается идентичная микрофлора, но с разным количественным соотношением отдельных групп микроорганизмов. В 1967 г. Ц. И. Роговской было подсчитано, что если аэрировать воздухом биофильтр, то через некоторое время число микробов увеличится как минимум в двести раз. (Роговская Ц.И., 1975). Гнилостные бактерии потеряют свою активность, и запах исчезнет. К тому же, в аэротенках в биоценозе начинают появляться простейшие (амебы, коловратки и т.д.), а их роль весьма многопланова. Она заключается, прежде всего, в регулировании числа бактерий в сообществе микроорганизмов и в омолаживании биомассы. Также главная роль им

отводится в процессе изъятия из сточной воды крупных частиц исходных органических примесей.

В Республике Бурятия работает 3 дилера, осуществляющих установку и монтаж станции локальной очистки бытовых стоков. Проведя анализ, нами была выбрана компания (ИП Левченко П.А.), предлагающая систему локальной очистки «ТОПАС» (производитель: «ТОПОЛ-ЭКО», Россия) с оптимальной ценой и проверенного качества.

Станции группы компаний ТОПОЛ-ЭКО уставлены в следующих учреждениях: Горячинская СОШ (Прибайкальский район), Сухинская СОШ (Кабанский район), гостевой домик «У Измайлова» (с. Энхалук, Кabanский район), учебный центр прокуратуры Республики Бурятия (с. Култушная, Кabanский район).

Принцип работы заключается в следующем: сточные воды поступают в накопительный резервуар, уравнивающий неравномерность поступления стоков. Далее сточная вода закачивается в аэротенк, где происходит разрушение органического загрязнения при помощи активного ила. Активный ил образуется в аэротенке, как продукт жизнедеятельности аэробных бактерий, поступающих с воздухом. Из аэротенка смесь очищенной воды с илом поступает во вторичный отстойник, где происходит отстаивание ила. Излишки ила перекачиваются в отсек для избыточного ила, а чистая вода выводится за пределы станции. Активный ил используется в качестве удобрения на учебно-опытном участке, а очищенные стоки для полива в летнее время.

Основным показателем эффективности установки является высокая степень очистки, соответствующая российским нормам (СанПиН 2.1.5.980-00) и достигает 98%, что исключает попадание в окружающую среду неочищенной воды. При работе станции не возникает никаких запахов, а потому ее можно устанавливать вблизи коттеджа или дачного дома.

Установка станции локальных очистных сооружений позволяет решать две основные задачи центра: экологическое образование и рациональное использование природных ресурсов.

2. Методы исследования.

В рамках сотрудничества методологическое сопровождение, оборудование, приборы, реактивы для проведения анализа очищенной сточной воды предоставлено

Институтом теоретической и экспериментальной биологии СО РАН и Байкальским институтом природопользования СО РАН.

2.1. Определение pH воды, очищенной с помощью локального очистного сооружения (ЛОС).

Определяли pH очищенной сточной воды с помощью портативного pH-метра ИТ1101 (НПО «Измерительная техника ИТ», Россия), позволяющий измерить активность ионов водорода и температуру в водном растворе или взвесьях в полевых условиях. Пробы сточной очищенной воды наливали в мерный стакан (50 мл) и помещали в него комбинированный электрод с полипропиленовым корпусом, интегрированный с термодатчиком, данные выводились на дисплей прибора. Производили замеры активности ионов водорода и температуры сточной очищенной воды не менее 3 раз.

2.2. Определение мутности воды.

3. Мутность воды определяли с помощью портативного турбидиметра (мутномер) (НП 98703, Hanna instr., Германия), позволяющего измерить мутность водных растворов в полевых условиях. Анализ нефелометрического коэффициента (преломления и пропускания света) раствора предваряли измерения температуры воды и окружающей среды. Помещали кювету с очищенной сточной водой в прибор и производили замеры ее не менее 3 раз в течение 5 минут.

2.3. Определение взвешенных частиц гравиметрическим методом.

3. Для определения количества взвешенных частиц в очищенной сточной воде использовали мембранные фильтры (Millipore, США). Перед проведением анализа взвешивали чистые мембранные фильтры на аналитических весах (Acculab, Германия). Пробы воды (200 мл) взбалтывали и пропускали через фильтры с помощью вакуумного насоса. На мембране оставались взвеси, присутствующие в воде, мембраны сушили в термостате при температуре 100⁰С в течение 4 часов и взвешивали. Проводили расчеты разницы массы чистого фильтра и фильтра с взвесями.

2.4. Атомно-эмиссионный спектрометрический анализ воды.

Подготовка образца. Для микрокомпонентного анализа воды проводили пробоподготовку. Пробы воды отфильтровывали через мембранный фильтр (Millipore,

США). Добавляли 2 мл концентрированной азотной кислоты к 300 мл воды для консервации.

Испарение анализируемой пробы. 10 мл воды помещали в фарфоровую чашку, проводили прокаливанию, взвешивали сухой остаток пробы.

Элементный состав раствора определяли с помощью пламенной фотометрии атомно-эмиссионной спектроскопии (Profile Plus, Teledyne, США). Атомно-эмиссионный спектрометрический анализ воды проводили в лаборатории химии природных систем Байкальского института природопользования СО РАН.

2.5.Микробиологический анализ воды.

Забор очищенной сточной воды проводили петлей или шприцом (1 мл), каплю воды помещали на предметное стекло, покрывали покровным стеклом и излишки удаляли для уменьшения примесей с иммерсионным маслом. Наносили на покровное стекло каплю иммерсионного масла (синтетическое масло, способствующее уменьшению рассеивания света), которое имеет показатель преломления света, равный таковому стеклу линзы предметного стекла. Определение морфотипов микроорганизмов в исследуемых образцах воды проводили с использованием светового микроскопа (AxioStar plus, Германия) в фазовом контрасте и с иммерсией (объектив микроскопа, в котором пространство между предметным стеклом и исследуемым объектом и объективом заполнено специальной жидкостью) при увеличении 1000-1250. Санитарно-бактериологическую оценку (общее микробное число) проводили при экспонировании посевов при 37 °С в течение 24 часов и подсчете колониеобразующих единиц в 1 мл воды. Наблюдения и анализ проводили в лаборатории микробиологии Института общей и экспериментальной биологии СО РАН.

3. Результаты и обсуждение.

На основе проведенных исследований, выполненных с сентября 2014 г. по февраль 2015 г. анализ по определению рН воды, очищенной с помощью ЛОС показал, что средняя величина рН воды, очищенной с помощью ЛОС = 5,35 рН при норме 5,0-8,5. Кислотность воды можно объяснить большим количеством органических веществ, выделяемых микроорганизмами в процессе жизнедеятельности, такая кислотность необходима в образовании активного ила. Отмечается кислотность в атмосферных осадках 4.6-6.1, в болотах показатель рН 5.5-6.0, т.е. в поверхностных водах.

Анализ на определение мутности воды с помощью турбидиметра показал, что средняя нефелометрическая единица мутности мутность очищенных стоков – 76,4 NTU, что

соответствует требованиям к очищенным бытовым сточным водам. Необходимо отметить, что при показателе мутности более 30 NTU вода считается прозрачная.

При определении количества взвешенных частиц в очищенной сточной воде гравиметрическим методом среднее содержание взвешенных частиц составляла 24 мг/л – это низкое содержание взвешенных частиц (ПДК 110мг/л) (Приложение 1).

Атомно-эмиссионный спектрометрический анализ воды показал содержание следующих элементов: Al (0,128 мг/л $\pm 2,5\%$), Fe (0,099 мг/л $\pm 1,3\%$), Mn (0,151 мг/л $\pm 1\%$), Cu (не обнаружен), Zn (0,268 мг/л $\pm 3\%$). Pb (не обнаружен), Cd (не обнаружен), Ni (не обнаружен), Cr (не обнаружен) (Таблица 1). При сравнении количества обнаруженных элементов с предельно-допустимыми показателями установлено, что очищенные стоки соответствуют нормам ПДК.

Таблица 1. Сравнительный анализ содержания металлов в очищенных стоках с ПДК.

Элементы	Содержание в очищенных сточных водах (мг\л)	Нормы ПДК (мг/л)
Al	0,128	0,5
Fe	0,099	0,3
Mn	0,151	0,1
Cu	-	1,0
Zn	0,268	5.0
Pb	-	0,3
Cd	-	0,001
Ni	-	0,1
Cr	-	0,5

Наблюдение очищенных сточных вод с помощью микроскопии с иммерсией показало низкое содержание микроорганизмов, по сравнению с водой из аэротенков (биологическая очистка) (Приложение 2). Морфотипы микроорганизмов, отмечаемые в

в очищенных стоках соответствуют морфотипам простейших природных водных систем.

Таблица 2. Морфотипы микроорганизмов в воде из аэротенков и очищенной сточной воде.

Вода из аэротенков	Очищенная сточная вода
1 месяц работы	
Коловратки	Коловратки
1 год работы	
Кокки, спираиллы, жгутиковые (эвглены)	Нити, жгутиковые (эвглены)
2 год работы ЛОС	
Толстые нити (ширина 2 мкм) Тонкие нити (ширина 0,8-1 мкм)	Нить тонкая длинная (до 280 мкм, встречаются реже чем в неочищенной)
Цианобактериальные нити с отчетливыми перегородками (лептолимбия)	
Палочки (длина 2,5 мкм, ширина 1,5 мкм)	
Скопление первичных кокков (ширина и длина 0,8 мкм) и жгутиковые (эвглены)	

Значения численности микроорганизмов в различные периоды (летний, осенний, зимний) составляли 30 колониеобразующих единиц на 1 мл воды, соответствующих СанПиН. Вода, 2004.

Таким образом, показано, что сточная вода, очищенная с помощью локального очистного сооружения, соответствует нормам, которые предъявляются очищенным бытовым сточным водам.

4. Экономическая эффективность применения локальной системы очистки бытовых стоков.

Размер экономически обоснованных расходов, определенный в соответствии с основами ценообразования в сфере водоснабжения и водоотведения, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 13 мая 2013 г. №406, при расчетной величине тарифа – 12,18 руб./куб.м. и показаниями счетчика водопотребления в 2014 г. эколого-биологического центра учащихся – 4759 м³, составил 57 964,62 руб. Таким образом, экономия средств эколого-биологического центра учащихся на водоотведение в 2014 г. составила 57 964,62 руб. Окупаемость ЛОС составляет 3 года, т.к. стоимость сооружения и инсталляции в 2013 г. составляла 150 000,00 (сто пятьдесят тысяч) руб.

Проведенная работа позволила составить паспорт-описание локального очистного сооружения, применяемого в эколого-биологическом центре учащихся. Паспорт раскрывает особенности работы системы, качество очищенных сточных вод, возможность вторичного использования водных ресурсов, окупаемость установки и экономию водоотведения в эколого-биологическом центре учащихся. Описание носит рекламно-просветительский характер, пропагандирующий рациональное использование водных ресурсов.

5. Выводы.

1. Проведенные исследования позволили установить соответствие нормам качества бытовых стоков, очищенных с помощью локальной системы.
2. Микробиологический анализ очищенной сточной воды показал соответствие значений КОЕ, предъявляемых санитарными правилами и нормами бытовых сточных вод.
3. Показана экономическая эффективность применения системы локальной очистки бытовых сточных вод на территории эколого-биологического центра учащихся Республики Бурятия.
4. Составлен и оформлен паспорт, демонстрирующий возможность вторичного использования водных ресурсов с помощью локальной системы очистки бытовых стоков.

5. Опыт применения локального очистного сооружения представлен в СМИ, научно-практических конференциях, форумах.

Список литературы.

1. ГОСТ 25298-82 .
2. ГОСТ Р 53118.14.1-2006.
3. ГОСТ Р МЭК 60204-1-2007.
4. Роговская Ц. И. // Водные ресурсы, 1975, № 3, с.164-176.
5. Родионов А.И. Технологические процессы экологической безопасности. Ученик для ВУЗов. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2000. – 800с.
6. СанПиН 2.1.5.980-00.
7. СанПиН. Вода. 2004.
8. Технический паспорт на установку очистки сточных вод «Топас».
9. ТУ 4859-002-98989899-2008.
10. Федеральный закон от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении»
11. Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов(МДК 3-01.2001 УТВЕРЖДЕНЫ приказом Госстроя России от 06.04.2001 N 75)
12. Родионов А.И. Технологические процессы экологической безопасности. Ученик для ВУЗов. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2000. – 800с
13. Роговская Ц. И. // Водные ресурсы, 1975, № 3, с.164-176.
14. Шуваева О.В. Современное состояние и проблемы элементного анализа вод различной природы. Новосибирск, 1996.

15. Яковлев С.В., Ю.В. Воронов. Водоотведение и очистка сточных вод. Издательство Ассоциации строительных вузов, М. 2002.

Приложение 1.

**Усредненные характеристики качества бытового стока,
отводимого абонентами жилищного фонда населенных пунктов.**

N п/п	Перечень загрязняющих веществ	Усредненная характеристика хозяйственно- бытовых сточных вод (концентрация, мг/л)
1	Взвешенные вещества	110
2	БПК полн.	180
3	ХПК	250
4	Жиры	40
5	Азот аммонийный	18
6	Хлориды	45
7	Сульфаты	40
8	Сухой остаток	300
9	Нефтепродукты	1,0
10	СПАВ (анионные)	2,5
11	Фенолы	0,005
12	Железо общее	2,2
13	Медь	0,02

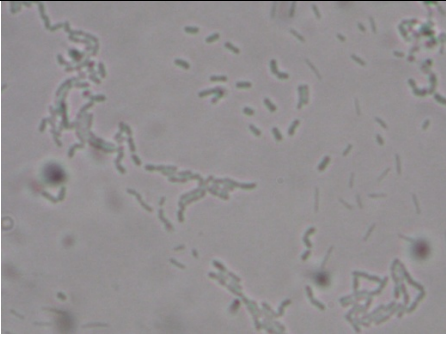
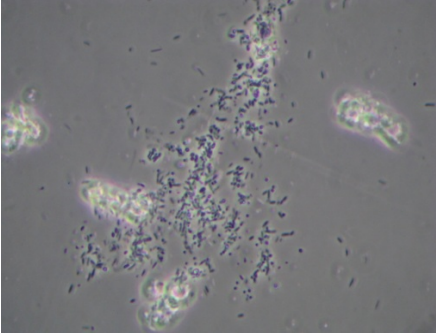
14	Никель	0,005
15	Цинк	0,1
16	Хром (+3)	0,003
17	Хром (+6)	0,0003
18	Свинец	0,004
19	Кадмий	0,0002
20	Ртуть	0,0001
21	Алюминий	0,5
22	Марганец	0,1
23	Фториды	0,08
24	Фосфор фосфатов	2,0

Приложение 2.

Микробиологический анализ воды.

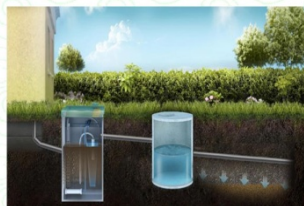
Морфотипы микроорганизмов в воде, очищенной ЛОС.

	Толстые нити (ширина 2 мкм)
	Скопление первичных кокков (ширина и длина 0,8 мкм) и жгутиковые (эвглены)

		
		Скопление первичных кокков (ширина и длина 0,8 мкм) и жгутиковые (эвглены)

Приложение 3.

Паспорт ЛОС. Страницы 1-3.



паспорт Локального очистного сооружения "Топас"

О компании

Группа Компаний «ТОПОЛ-ЭКО»® является крупнейшим производителем очистных станций, как на территории России, так и за ее пределами. Основной продукцией компании являются аэрационные станции глубокой биологической очистки сточных вод с полным окислением, известные на российском и европейском рынке под наименованием «ТОPAS/ТОПАС».

ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЛЮБОЙ ЗАСТРОЙКИ, ГДЕ ОТСУТСТВУЕТ КАНАЛИЗАЦИЯ!



Технология очистки

Сточные воды поступают в накопительный резервуар, уравнивающий неравномерность поступления стоков. Далее сточная вода закачивается в аэротенк, где происходит разрушение органического загрязнения при помощи активного ила. Активный ил образуется в аэротенке, как продукт жизнедеятельности аэробных бактерий, поступающих с воздухом, и не требует каких-либо действий по запуску культуры бактерий со стороны пользователя. Из аэротенка смесь очищенной воды с илом поступает во вторичный отстойник, где происходит отстаивание ила. Излишки ила перекачиваются в отсек для избыточного ила, а чистая вода выводится за пределы станции. При повышении уровня в уравнительном резервуаре процесс возобновляется. Излишки активного ила удаляются один раз в 3-6 месяцев, штатным аэролифтом для откачки ила и/или любым пригодным для данных целей насосом (например: дренажный насос, фекальный насос). Ил можно использовать в качестве удобрения на огороде.

