**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды**

**Эффективность «ПФН» для очистки сточных вод**

**на примере санатория «Селычка»**

**Выполнила: Газизуллина Злата,**

**ученица 7 класса МБОУ «Лицей № 41» г. Ижевска**

**Руководитель: Феклисова Ольга Витальевна, учитель химии высшей категории**

**Консультант: Новикова Анна Анатольевна, главный врач**

**БУЗ УР «РСД «Селычка» МЗ УР»**

**Удмуртская республика, 2020**

**Аннотация**

В работе «Эффективность «ПФН» для очистки сточных вод на примере санатория «Селычка» автор оценивала возможность использования тестобъекта «Плавающая фильтрующая насадка (RU № 170251)» для очистки сточных вод санатория «Селычка». Были решены задачи: 1) проведен бактериологический, паразитологический и количественный химический анализ исследуемых сточных вод до применения ПФН и во время его использования и сопоставлены полученные результаты исследуемых сточных вод. 2) проанализированы возможности ПФН, сравнив полученные данные с ПДК загрязняющих веществ сточных вод.

**Объект исследования**: плавающая фильтрующая насадка (ПФН), производство ООО «Электотехника» (патент на полезную модель RU №170251). **Предмет исследования**: эффективность использования ПФН для очистки сточных вод детского санатория «Селычка» в месте сброса в реку Селычка, в 100 м выше сброса и в 100 м ниже сброса, до использования ПФН и во время ее использования.

Автор предположил, что степень очистки сточной воды с использованием ПФН будет соответствовать ПДК, будут очищены сточные воды от взвешенных веществ до 95% (по заявлению производителя).

**Методы:** Анализ**, с**равнение**.**

Исследование, проведенное в декабре 2018 года (до применения ПФН), выявило превышение ПДК для сточных вод в месте сброса практически по всем химическим показателям. В апреле 2019 года два отстойника очистных сооружений санатория «Селычка» были оборудованы ПФН. Повторные исследования проведены в мае и сентябре 2019.

Сопоставив полученные результаты исследуемых сточных вод до применения ПФН, через 1 и 5 месяцев ее использования выявили низкую эффективность данного тестобъекта, (выросли показатели ХПК, по нефтепродуктам, железу, хлорид-ионам, термотолерантным и общим колиморфным бактериям).

Гипотеза подтвердилась частично. Сравнив полученные данные с ПДК для сточных вод выяснилось, ПДК не превышают показатели БПК и нитрат-ионов. Содержание сульфат–иона остается в пределах допустимых значений, но выросло в 2 раза. Экономические затраты на приобретение ПФН малоэффективны. Необходимо искать новые возможности для очистки сточных вод санатория.

## Введение

Дефицит чистой воды – это всемирная проблема.  В резолюции, принятой Генеральной Ассамблеей ООН 25 сентября 2015 года: Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, выделена одна из целей: «К 2030 году повысить качество воды посредством уменьшения загрязнения, ликвидации сброса отходов …, сокращения вдвое доли неочищенных сточных вод и значительного увеличения масштабов рециркуляции и безопасного повторного использования сточных вод во всем мире». [1,2]

Основные источники загрязнения воды - бытовые и промышленные стоки. Без предварительной очистки они привели бы к настоящей экологический катастрофе. Химический и биологический состав отходов, попадающих в воду, по мере развития технологий становится все более разнообразным и агрессивным, поэтому и методы очистки сточных вод постоянно совершенствуются. [3]. К сожалению, универсальный способ очистки и обезвреживания сточных вод еще не создан, используют комбинации различных способов для достижения максимального эффекта.

В настоящее время за рубежом и в нашей стране успешно эксплуатируются сотни различных био- и физико-химических реакторов для очистки производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Один из них - плавающая фильтрующая насадка (ПФН RU № 170251), относится к конструктивным элементам оборудования для биологической очистки сточных вод, и может быть использована при аэробной и анаэробной обработке воды в очистных сооружениях, жироуловителях, биореакторах в качестве механического и, одновременно, биологического фильтра для удаления взвешенных веществ, твердых включений, жиров, нефтепродуктов и органических соединений.

**Цель**: оценить возможность использования тестобъекта «Плавающая фильтрующая насадка (RU № 170251)» для очистки сточных вод санатория «Селычка» (3,4).

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Провести бактериологический, паразитологический и количественный химический анализ исследуемых сточных вод до применения ПФН и во время его использования и сопоставить полученные результаты исследуемых сточных вод до применения ПФН и во время его использования

2. Проанализировать возможности ПФН, сравнив полученные данные с ПДК загрязняющих веществ сточных вод.

**Объект исследования**: плавающая фильтрующая насадка (ПФН), производство ООО «Электотехника» (патент на полезную модель RU №170251).

**Предмет исследования**: эффективность использования ПФН для очистки сточных вод детского санатория «Селычка» в месте сброса в реку Селычка, в 100 м выше сброса и в 100 м ниже сброса, до использования ПФН и во время ее использования.

**Гипотеза**: предположим, что степень очистки сточной воды с использованием ПФН будет соответствовать ПДК, будут очищены сточные воды от взвешенных веществ до 95% (по заявлению производителя).

**Методы:** Анализ**, с**равнение**.**

## 1.Материалы и методы исследования

## 1.1. Описание ПФН

Из патента Штукарина Н.Г.: «плавающая фильтрующая насадка, выполненная из полимерного материала, отличающаяся тем, что используется нетканый материал объемно-волокнистого строения, обладающий гидрофобными свойствами, имеющий сорбционную емкость к нефтепродуктам и жирам, способность к их коалесценции и адгезию к биоценозу микроорганизмов пробиотического типа; представляет собой скрепленные между собой гидрофобные полимерные волокна, сформированные в единую объемную гофрированную структуру. Поры ПФН заполнены препаратом - Биоутилизатор. В основе препарата Биоутилизатор используются штаммы пробиотиков серии ЕМ, культивированные в Dr.Teruo Higa (Япония) в ассоциации 16-72 видов натуральных, генетически не модифицированных, сапрофитовых, не токсичных, не патогенных почвенных микроорганизмов, в сочетании с различными ферментами-ускорителями биоутилизации. Жизнедеятельность ЕМ обеспечивается в процессе переработки органических веществ в углекислый газ (до 70-80%), воду и гумусовый остаток. Происходит окисление минеральных соединений: сероводорода, аммиака до экологически безопасных форм.» [4]

Технические характеристики ПФН

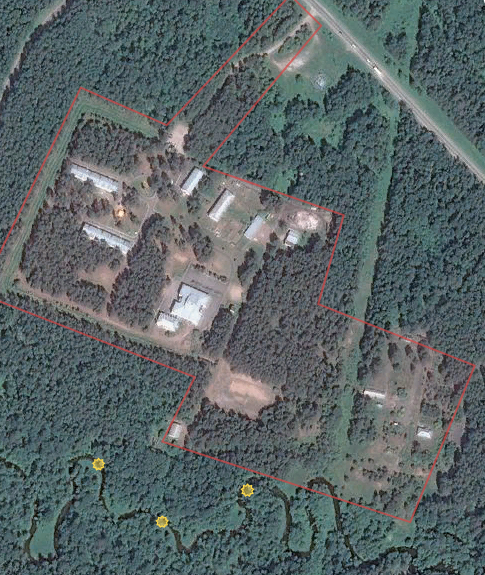
|  |  |
| --- | --- |
| Поверхностная плотность, кг/м3 | 0,5-0,55 |
| Толщина, мм | 25-50 |
| Грязеемкость, кг/м3 | 5-7 |
| Рабочий диапазон температур воды, 0С | от +4 до 50 |

«Использование ПФН при очистке сточных вод не требует их предварительной механической очистки, так как размер сквозных пор насадки препятствует проникновению твердых включений, поперечный размер которых превышает диаметр пор. (Приложение 2)

Заявляемая плавающая фильтрующая насадка позволяет с высокой эффективностью и производительностью производить очистку сточной воды от механических включений, биоутилизацию органических веществ и устранение специфических запахов.»

## 1.2. Характеристика расположения места сброса сточных вод от очистных сооружений БУЗ УР «РСД «Селычка» МЗ УР» в реку Селычка

Очистные сооружения БУЗ УР «РСД «Селычка» МЗ УР» расположены северо-восточнее дороги Р-321 и в 90 м от дороги Якшур-Бодьинский тракт-Чур. Ближайшим водным объектом к площадке очистных сооружений является река Селычка. Минимальное расстояние от очистных сооружений до реки составляет 100 м к югу. Месторасположение выпуска относительно устья реки – 7,0 км. После очистки сточная вода по асбестоцементной трубе диаметром 235 мм и протяженностью 70 м направляется в железобетонный лоток шириной 0,6 м и длинной 8 ,0 м. Выпуск сточных вод берегового типа, сосредоточенный, затапливаемый в весенний период. Водоохранная зона реки Селычка в соответствии со ст 65 Водного кодекса РФ составляет 100 м.

****

Точка 1 – место сброса сточных вод в реку Селычка

Точка 2 – место отбора проб воды для КХА в фоновом створе на расстоянии 100м выше по течению р.Селычка от места сброса сточных вод.

Точка 3 – место отбора проб воды для КХА в основном створе на расстоянии 100м ниже по течению р. Селычка от места сброса сточных вод

Рис. 1. Карта-схема расположения места сброса сточных вод от очистных сооружений БУЗ УР «РСД «Селычка» МЗ УР» в реку Селычка

Применяемые методы очистки:

1. Физический –отстаивание (приемная камера, вертикальные отстойники)
2. Химический (использование 2,5% хлорной извести в резервуаре очищенной воды)

Процент износа оборудования на 01.01.2019г - 62,99%. Для увеличения эффективности очистки сточных вод добавили биологический метод. Исходя из технических характеристик очистных сооружений санатория и технических характеристик ПФН, используется 157 элементов ПФН на два отстойника, стоимость 157000,00 рублей.

## 1.3. Химический анализ сточных вод

Исследование проводилось в Центральной Экологической Аналитической Лаборатории «Ангара», г.Ижевск, Удмуртская республика. Все показатели сравнивались с ПДК для сточных вод на основании: «Нормативы допустимого сброса в реку Селычка (10.01.01.012) р.Иж (исток-устье)» Приложение к приказу Камского БВУ от 28.06.2017. Бактериологическое и паразитологическое исследования проведены в «Центре гигиены и эпидемиологии в Удмуртской республике»

Пробы воды взяты в трех точках: непосредственно в месте сброса сточных вод (точка 1) в реку Селычка, 100 м выше по течению (точка 2 фон) и 100 м ниже (точка 3, контрольный створ) сброса сточных вод. Пробы взяты в стерильную стеклянную емкость объемом 0,5 л, пластиковую емкость объемом 1,5 л (водоподготовка проведена на месте методов осаждения).

## 2. Полученные результаты и их обсуждение

Исследование, проведенное в декабре 2018 года (до применения ПФН), выявило превышение ПДК для сточных вод в месте сброса практически по всем химическим показателям (Приложение 1, таблица 1). На диаграммах отражено во сколько раз содержание химических элементов превышает ПДК для сточных вод.

Наиболее значимое превышение по ним составило: аммоний ион в 40 раз, фосфат – ион в 16,5 раза, биохимическое потребление кислорода в 14,2 раза, АПАВ 7,6 раза (2018 г). Следует отметить, что ПДК вредных веществ в реке Селычка превышено по нефтепродуктам, нитрат- иону и железу в точке 2 (100 м выше по течению от места сброса сточных вод) значительнее, чем в точке 1 (Приложение 1, таблица 1).

Определяется значительное превышение ПДК нитрат-иона (в 31,0 раз - в 7,7 раза), нефтепродуктов (в 11,0 раза – в 1,8 раза) в точке 100 м выше места сброса (диаграмма 2)

Диаграмма 1. «Результаты химического исследования в месте сброса»

Диаграмма 2. «Результаты химического исследования сточных вод 100 метров выше сброса»

Диаграмма 3. «Результаты химического анализа 100 метров ниже сброса»

Превышение ПДК нитрат-ион (28,7 – 4,5 раза), нефтрепродукты (21,6 – 1,8 раза). Нормализовался нитрит-ион.

В апреле 2019 года два отстойника очистных сооружений санатория «Селычка» были оборудованы ПФН. Повторные исследования проведены в мае и сентябре 2019 (Приложение 1, таблица 2 и 3). Результаты исследований улучшены в месте сброса почти по всем химическим показателям, исключение нефтепродукты и железо в точке 1. ПДК соответствуют норме только по АПАВ. Выявлено снижение показателей сухого остатка, взвешенные вещества, аммоний-ион, нитрат-ион, БПК.

В период май-сентябрь 2019 произошло увеличение показателей фосфат-ион, нефтепродукты, железо, АПАВ, нитрит-ион, ХПК, хлорид–ион. В сравнении с показателями 2018 г, до начала эксперимента, к сентябрю 2019 г выросли показатели ХПК, нефтепродукты, железо, хлорид-ион.

Бактериологическое исследование выявило превышение показателей термотолерантных колиморфных бактерий (индикатор загрязнения фекальными массами) в месте сброса сточных вод в декабре 2018 г. В период применения ПФН данная тенденция сохранилась, продолжался рост показателей термотолерантных бактерий. Последующие анализы выявили превышение показателей общих колиморфных бактерий. Паразитологическое исследование в указанный период не выявило нарушений (Приложение 1, таблица 4).

Диаграмма 2. Результаты бактериологического анализа сточных вод в период исследования в месте сброса сточных вод (КОЕ в 100 мл).

## Выводы: выросли показатели ХПК, нефтепродукты, железо, хлорид-ион, термотолерантные и общие колиморфные бактерии. Уровень ПДК достигнут по БПК и нитрат-иону.

Заключение

1. Сопоставив полученные результаты исследуемых сточных вод до применения ПФН, через 1 и 5 месяцев ее использования мы выявили низкую эффективность данного тестобъекта, (выросли показатели ХПК, нефтепродукты, железо, хлорид-ион, термотолерантные и общие колиморфные бактерии).

2. Наша гипотеза подтвердилась частично. Сравнив полученные данные с ПДК для сточных вод выяснилось, ПДК не превышают показатели БПК и нитрат-ион. Содержание сульфат–иона остается в пределах допустимых значений, но выросло в 2 раза. Экономические затраты на приобретение ПФН малоэффективны. Необходимо искать новые возможности для очистки сточных вод санатория.

## Список источников информации

1. Бобылев С.Н. ЦУР 6 «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов»/ Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации. Цели устойчивого развития ООН и Россия. Аналитический центр при правительстве РФ. Под редакцией С.Н. Бобылева, Л.М. Григорьева» 2016. - 245 с.
2. Генеральная Ассамблея ООН. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года / Генеральная Ассамблея ООН. – Организация Объединённых Наций, 2015. – 22 с.
3. Вода России. Научно-популярная энциклопедия [Электронный ресурс]/Е.В. Венецианов <https://waterrf.ru/> Промышленная экология [Электронный ресурс]//(с) 2017EkologyProm.ru: URL: [http://ekologyprom.ru/uchebnoe-posobie-po-teme-lfiziko-ximicheskie- i-gidrobiologicheskie-metody-issledovaniya-ekologicheskogo-sostoyaniya-vodoemovr/465-soderzhanie-hlorid-ionov.html](http://ekologyprom.ru/uchebnoe-posobie-po-teme-lfiziko-ximicheskie-%20i-gidrobiologicheskie-metody-issledovaniya-ekologicheskogo-sostoyaniya-vodoemovr/465-soderzhanie-hlorid-ionov.html) (дата обращения: 12.09.19)
4. Ворончихина Д. В Удмуртии санаторий сбрасывал сточные воды в реку Селычка. ИА «Сусанин». 21 августа 2018 URL: <https://susanin.news/udmurtia/incidents/20180821-252842/#hcq=oXsvXNr> (дата обращения: 25.11.19)
5. Здрок А.В. Нефтепродукты в воде: причины и решение проблемы. Охотники.ру. Главный охотничий портал рунета //Здрок А.В., начальник отдела экологической токсикологии ВНИИПРХ 13 сентября 2019. [Электронный ресурс] URL: <https://www.ohotniki.ru/fishing/article/2019/09/13/654951-nefteproduktyi-v-vode-prichinyi-i-reshenie-problemyi.html> (дата обращения: 17.10.19) Штукарин Н. Г.Плавающая фильтрующая насадка. Патент RU 170251 U1. URL:

<https://yandex.ru/patents/doc/RU170251U1_20170418> (дата обращения: 19.09.19) Железо в воде: полезные свойства и опасность. Сайт лаборатории Испытательного центра МГУ. [Электронный ресурс] URL: <https://www.msulab.ru/knowledge/water/iron-in-water-useful-properties-and-danger/> (дата обращения: 27.09.19)

1. Способы очистки сточных вод с использованием химических, биологических и механических средств <https://aquacomm.ru/vodosnabzenie/metody-ochistki-stochnyx-vod.html> (дата обращения: 27.09.19)
2. Содержание аммония в воде. Сайт: Производственная компания «Комплексные решения». Системы водоочистки и водоподготовки. [Электронный ресурс] URL: <http://voda.kr-company.ru/analiz/issleduemye-pokazateli/ammonij/> (дата обращения: 17.10.19)
3. Сульфаты в воде. Сайт Лаборатории ИОН [Электронный ресурс] URL:<https://ion-lab.ru/opredelenie-sulfatov-v-vode/> (дата обращения: 25.11.19)
4. Фосфаты и их влияние на человека. Сайт компании Гоствода. [Электронный ресурс] URL: <http://gostvoda.ru/fosfaty-i-ih-vliyanie-na-cheloveka> (дата обращения: 25.11.19)

Приложение 1

Таблица 1.

Результаты химического анализа сточных вод до применения ПФН, 2018 год

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели качества воды | ПДК загрязняющих веществ (мг/дм3) | Результаты анализа 100 м выше сброса (мг/дм3) | Результаты анализа в месте сброса (мг/дм3) | Результаты анализа 100 м ниже сброса (мг/дм3) |
| Химическое потребление кислорода | 30 | 8,7 | 115 | 11,5 |
| Хлорид-ион | 110 | Менее 10 | 129 | Менее 10 |
| Взвешенные вещества | 8,35 | 1,2 | 46 | 2,6 |
| Нефтепродукты | 0,05 | 0,57 | 0,11 | 1,08 |
| Сухой остаток | 516 | 326 | 840 | 368 |
| АПАВ | 0,5 | 0,035 | 3,8 | 0,13 |
| Аммоний-ион | 0,5 | Менее 0,1 | 20 | 0,38 |
| Железо | 0,1 | 0,32 | 0,68 | 0,24 |
| Нитрат-ион | 0,4 | 12,4 | 1,56 | 11,5 |
| Нитрит-ион | 0,08 | Менее 0,02 | 0,148 | 0,96 |
| Сульфат-ион | 50 | 10,6 | 15 | Менее 10 |
| Фосфат-ион | 0,2 | 0,087 | 3,3 | 0,117 |
| Биохимическое потребление кислорода | 3 | 1,1 | 42,6 | 1,9 |

Таблица 2.

Результаты химического анализа сточных вод, май 2019 год

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели качества воды | ПДК загрязняющих веществ (мг/дм3) | Результаты анализа 100 м выше сброса (мг/дм3) | Результаты анализа в месте сброса (мг/дм3) | Результаты анализа 100 м ниже сброса (мг/дм3) |
| Химическое потребление кислорода | 30 | 9,0 | 61 | 10,3 |
| Хлорид-ион | 110 | Менее 10 | 21 | Менее 10 |
| Взвешенные вещества | 8,35 | 2,4 | 28 | 3,6 |
| Нефтепродукты | 0,05 | 0,5 | 1,8 | 0,12 |
| Сухой остаток | 516 | 153 | 614 | 173 |
| АПАВ | 0,5 | 0,025 | 0,29 | 0,025 |
| Аммоний-ион | 0,5 | 0,18 | 4,6 | 0,39 |
| Железо | 0,1 | 0,37 | 1,17 | 0,32 |
| Нитрат-ион | 0,4 | 3,09 | 0,99 | 1,8 |
| Нитрит-ион | 0,08 | 0,109 | Менее 0,02 | 0,115 |
| Сульфат-ион | 50 | Менее 10 | 42 | Менее 10 |
| Фосфат-ион | 0,2 | 0,04 | 0,96 | 0,04 |
| Биохимическое потребление кислорода | 3 | 0,9 | 25,3 | 1,0 |

Таблица 3.

Результаты химического анализа сточных вод, сентябрь 2019 год

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели качества воды | ПДК загрязняющих веществ (мг/дм3) | Результаты анализа 100 м выше сброса (мг/дм3) | Результаты анализа в месте сброса (мг/дм3) | Результаты анализа 100 м ниже сброса (мг/дм3) |
| Химическое потребление кислорода | 30 | 10,9 | 246 | 11,9 |
| Хлорид-ион | 110 | 12,7 | 144 | 14,5 |
| Взвешенные вещества | 8,35 | 13 | 16 | 1,5 |
| Нефтепродукты | 0,05 | 0,09 | 0,5 | 0,09 |
| Сухой остаток | 516 | 276 | 244 | 275 |
| АПАВ | 0,5 | 0,11 | 3,4 | 0,07 |
| Аммоний-ион | 0,5 | 0,23 | 1,6 | 0,25 |
| Железо | 0,1 | 0,26 | 1,43 | 0,3 |
| Нитрат-ион | 0,4 | 4,75 | Больше 0,1 | 4,54 |
| Нитрит-ион | 0,08 | 0,038 | 0,109 | 0,024 |
| Сульфат-ион | 50 | Менее 10 | 3,3 | Менее 10 |
| Фосфат-ион | 0,2 | 0,049 | 3,5 | 0,07 |
| Биохимическое потребление кислорода | 3 | 0,8 | 0,5 | 1,2 |

Таблица 4.

Результаты бактериологического и паразитологического анализа сточных вод в период проводимого исследования.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Показатели по видам | Размер-ность | Норматив сброса | Показатель декабрь 2018 | Показатель май 2019 | Показатель сентярь 2019 |
| 1 | Общие колиморфные бактерии | КОЕ в 100 мл | 500 | 240 | Более 2400 | Более 2400 |
| 2 | Термотолерантные колиморфные бактерии | КОЕ в 100 мл | 100 | 240 | Более 2400 | Более 2400 |
| 3 | Колифаги | БОЕ в 100 мл | 100 | Не обнаружено | Не обнаружено | Не обнаружено |
| 4 | Возбудители инфекционных заболеваний |  | Не допускается | Не обнаружено | Не обнаружено | Не обнаружено |
| 5 | Жизнеспособные яйца гильминтов | Ед/в 25 л | Не допускается | Не обнаружено | Не обнаружено | Не обнаружено |
| 6 | Жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших. | Ед/ в 25 л | Не допускается | Не обнаружено | Не обнаружено | Не обнаружено |

Приложение 2.

ПДК: «Нормативы допустимого сброса в реку Селычка(10.01.01.012)р.Иж (исток-устье)» Приложение к приказу Камского БВУ от 28.06.2017

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели качества воды | ПДК загрязняющих веществ (мг/дм3) |
| Химическое потребление кислорода | 30 |
| Хлорид-ион | 110 |
| Взвешенные вещества | 8,35 |
| Нефтепродукты | 0,05 |
| Сухой остаток | 516 |
| АПАВ | 0,5 |
| Аммоний-ион | 0,5 |
| Железо | 0,1 |
| Нитрат-ион | 0,4 |
| Нитрит-ион | 0,08 |
| Сульфат-ион | 50 |
| Фосфат-ион | 0,2 |
| Биохимическое потребление кислорода | 3 |

