

РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАУРАЛЬЯ

О.В. Шулепова, Н.В. Санникова, А.А. Бочарова

Государственный аграрный университет Северного Зауралья,
 Тюмень, Россия

Аннотация. В статье представлены исследования по созданию и внедрению полезной модели для доочистки сточных вод очистных сооружений (поля фильтрации с обваловкой) с целью снижения содержания загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами молокоперерабатывающего предприятия. Проанализировав данные по фактическим концентрациям загрязняющих веществ на очистных сооружениях (поля фильтрации с обваловкой), скорости течения и видового состава прибрежной растительности было предложено разработать и внедрить для доочистки сточных вод биологический способ с применением высшей водной растительности. Для этого был изготовлен опытный образец полезной модели плавающего биоплата, определен размер и количество конструкций. Конструкция полезной модели для доочистки сточных вод включает два блока: конструктивный и растительный. Создание конструктивного блока включало: рамочный каркас, сетку кладочную композитную, пароизоляцию Знак Равенства, шнур полиамидный (плетеный). Растительный блок — это искусственно созданный фитоценоз, состоящий из травяно-дернового покрытия и дополнительно высаженных высших водных растений. Конструкцию модели плавающего биоплата располагали по зеркалу водоема в линию друг за другом. По мере готовности несколько биолатов соединяли вместе и транспортировали по воде в места их установки. Для условий лесостепной зоны Зауралья был подобран ассортимент аборигенных растений, разработан способ их закрепления и выращивания на водной поверхности. Рассчитана необходимая площадь покрытия водоема биолатом для снижения в дальнейшем содержания загрязняющих веществ. Разработанная технология может быть применена в любой климатической зоне с характерным для местности ассортиментом высшей водной растительности.

Ключевые слова: экология, охрана окружающей среды, биолат, растения, очистные сооружения (поля фильтрации с обваловкой)

Original article

DEVELOPMENT OF A UTILITY MODEL FOR WASTEWATER TREATMENT IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE TRANS-URALS

O.V. Shulepova, N.V. Sannikova, A.A. Bocharova

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

Abstract. The article presents research on the creation and implementation of a utility model for the post-treatment of wastewater treatment plants (filtration fields with boning) in order to reduce the content of pollutants in the water coming from the wastewater of a dairy processing enterprise. After analyzing the data on the actual concentrations of pollutants at sewage treatment plants (filtration fields with boning), flow velocity and species composition of coastal vegetation, it was proposed to develop and implement a biological method for wastewater treatment using higher aquatic vegetation. For this purpose, a prototype of a utility model of a floating bioplat was made, the size and number of structures were determined. The design of the utility model for wastewater treatment includes two blocks: structural and plant. The creation of the structural block included: a frame frame, a composite masonry grid, an Equal Sign vapor barrier, a polyamide cord (braided). A plant block is an artificially created phytocenosis consisting of a grass-turf cover and additionally planted higher aquatic plants. The design of the floating bioplat model was placed along the mirror of the reservoir in a line one after the other. As soon as they were ready, several bioplatos were connected together and transported by water to their installation sites. For the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals, an assortment of native plants was selected, a method for fixing and growing them on the water surface was developed. The required coverage area of the bioplat reservoir has been calculated to reduce the content of pollutants in the future. The developed technology can be applied in any climatic zone with a range of meliorant plants characteristic of the area.

Keywords: ecology, environmental protection, bioplat, plants, sewage treatment plants (filtration fields with boning)

Введение. В связи с развитием рыночных условий требуется пересмотр существующих систем ведения сельского хозяйства и перехода к альтернативному производству, способному связать хозяйственную деятельность с биологическими законами сельскохозяйственной экосистемы [2, 3, 9, 10, 15]. На передний план выходит негативное влияние сельскохозяйственного производства на окружающую среду, одним из источников которого являются неочищенные стоки. Сточные воды несут в себе опасные химические соединения, болезнетворные микроорганизмы, биогены, входящие в состав удобрений. Полностью ликвидировать загрязнение практически невозможно, поэтому данная проблема вызывает тревогу за жизнь людей и их здоровье [4, 8, 16-19].

В исследованиях ученых Института проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН эффективным методом для доочистки сточных

вод от различных загрязняющих веществ после первичной очистки стоков механическими и физико-химическими методами отмечена технология плавающих биолатов. Данная технология основана на использовании природных механизмов очистки сточных вод с помощью растений-гидрофитов, произрастающих в водоеме или поблизости от него. Этот способ не оказывает негативного воздействия на окружающую среду, так как не требует дополнительных источников энергии, кроме солнечной, и внесения каких-либо химикатов [6, 11, 20].

Цель исследования: разработать полезную модель для доочистки сточных вод на очистных сооружениях (поля фильтрации с обваловкой) молокоперерабатывающего предприятия.

Материалы и методы исследований. Территория Тюменской области находится в бассейне нижнего течения рек Оби и Иртыш, в низинах

Западной Сибири. Зона принадлежит южным регионам. Рельеф области — Нижняя равнина, которая разбита небольшими падениями, занимаемыми озерами и болотами [21].

Растительный покров характеризуется лиственными лесами березы и осины с плотным покровом злаков, в котором много видов лугов-лесов. Почвы под лесами серые лесные, межлесные пространства — черные земли. В интерстициальных падениях есть торфяная почва — болотистая, травянистая, торфяная и луговая. Все почвы тяжелого и глинистого механического состава.

Сельское хозяйство расположено в умеренно увлажненной зоне, продолжительность вегетационного периода большинства культур в регионе составляет 154-165 дней. На продолжительность вегетационного периода влияет мороз, который значительно сокращает период активного роста [7].



Рисунок 1. Спутниковый снимок очистных сооружений
Figure 1. Satellite image of treatment facilities



Рисунок 2. Фото исходного состояния очистных сооружений
Figure 2. Photos of the initial state of treatment facilities

Продолжительность периода без заморозков в воздухе в агроклиматической зоне составляет 100-120 дней. Но в некоторые годы его можно уменьшить до 65-90 или увеличить до 130-155 дней. Эти резкие изменения довольно редки, а продолжительность периода без заморозков относится к местам открытого уровня.

Тепловые условия для выращивания сельскохозяйственных культур хорошие, если тепловая безопасность вегетационного периода составляет 80% или более. Агроклиматический район имеет хорошую влагообеспеченность. Осенью за счет дождей запасы влаги увеличиваются, а накопленная к весне влага иногда является основным источником водоснабжения растений.

Объектом исследования являлись очистные сооружения (поля фильтрации с обваловкой) сточных вод, расположенные на землях Ситниковского муниципального округа, вне черты населенного пункта, 540 м от кладбища по направлению на северо-восток.

Очистные сооружения (поля фильтрации с обваловкой) — это земляные емкости полностью или частично заглубленные и обвалованные, в которых постоянно или периодически содержатся промышленные сточные воды различной степени загрязненности. Очистные сооружения (поля фильтрации с обваловкой) предназначены для аккумуляции сточных вод предприятия пищевой промышленности, осуществляющего переработку молока

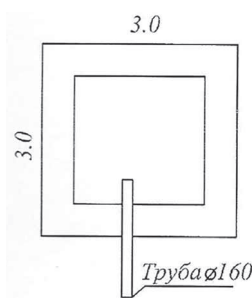


Рисунок 3. Приемник (масштаб 1:100)
Figure 3. Receiver (scale 1:100)

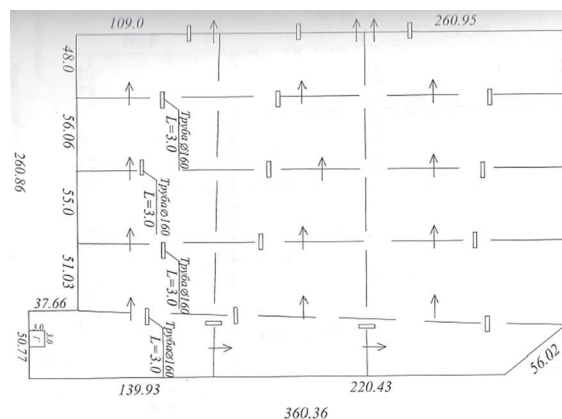


Рисунок 4. Движение сточных вод по картам (масштаб 1:2000)
Figure 4. Wastewater movement on maps (scale 1:2000)

и производства молочной продукции (рис.1, 2), размещенные на расстоянии 1,5-1,7 км от площадки производства предприятия. Поля фильтрации площадью 94458 м² (согласно Технического паспорта от 07.11.2005 г.) расположены на земельном участке.

Принцип работы очистных сооружений: сточные воды предприятия из КНС поступают через трубу диаметром 160 мм в приемник (3,0x3,0) (рис. 3) и далее самотеком поступают ежесуточно непрерывно на поля фильтрации, которые соединены между собой стальными

трубами диаметром 160 мм. Трубы для полей фильтрации и поглощения имеют специальную схему расположения отверстий, обеспечивающую равномерное распределение стоков. Сточные воды перетекают из первой карты в соседнюю и далее по трубам согласно схеме (рис. 4).

Методы исследований включали визуальные наблюдения, описание видового состава растений около полей фильтрации, определение органолептических показателей воды (запах, цветность), отбор образцов воды на химический анализ.

Проведение отбора и консервация проб сточных вод проведены согласно ГОСТ 31861-2012, ГОСТ 31862-2012, ГОСТ 17.1.5.05-85. Химический анализ проведен по 7 показателям (НД на метод испытания): взвешенные вещества (РД 52.24.468-2005), Аммонийный ион (ГОСТ 29304), фосфаты (ГОСТ 18309), БПК₅ (ПНД Ф 14.1.2:3:4.1.23), ХПК (ПНД Ф 14.1.2:4.1.90), сульфаты (РД 53.24.405-2005), водородный показатель (ПНД Ф 14.1.2:3:4.1.21-97).

Определение запаха осуществляли в соответствии с требованиями методических рекомендаций (ПНД Ф 12.16.1-10).

Результаты исследований. Отбор проб воды из очистных сооружений (поля фильтрации с обваловкой) на химический анализ проводился из первой карты.

Характер запаха сточных вод на месте, исследований по шкале — болотный, род запаха — илистый, тинистый. По шкале интенсивности запаха составлял 4 балла. На интенсивность запаха оказывали влияние температура, рН, степень загрязненности водоема, биологическая обстановка и гидрологические условия. Цвет воды варьировал от черного до желто-зеленого по мере протекания воды по картам. Водородный показатель (рН) составил 6,9 ед. рН.

Результаты мониторинга сточной воды, проведенные в 2021 г., представлены в таблице.

В пробе воды отмечено превышение норматива по показателям: аммонийный ион — в 14,6 раза, массовая доля сульфатов — в 2 раза, фосфаты — в 151 раз, хлориды — в 5,2 раза. Исходя из данных по фактическим концентрациям загрязняющих веществ в очистных сооружениях (поля фильтрации с обваловкой), скорости течения и видового состава прибрежной растительности было предложено разработать и внедрить для доочистки сточных вод биологический способ с применением высшей водной растительности [1, 5, 12-14]. Для этого был изготовлен опытный образец полезной модели — плавающего биофлекса, определен размер и количество конструкций.

Конструкция включает два блока — основной рамочный каркас из пенопласта и растительный, засаженный высшими растениями, предназначенный для доочистки водных объектов от различных загрязняющих веществ после первичной очистки механическими и физико-химическими методами (рис. 5, б).

Согласно литературным источникам, одно биофлекса может обрабатывать от 150 до 200 м² площади загрязненного объекта. Площадь карты пруда-накопителя — 7000 м², соответственно количество биофлекса, необходимых для эффективной очистки данного объекта — 40 шт. (площадью 0,72 м² каждое) Общая площадь составила 28,8 м².

Конструкция полезной модели для доочистки сточных вод, включает два блока: конструктивный и растительный (рис. 7).

Создание конструктивного блока включало:
 – рамочный каркас, выполненный из пенополистирола экструзионного, имеющего низкую теплопроводность, биостойкость, минимальное водопоглощение, экологичность, долговечность (1);
 – сетки кладочной композитной, произведенной из армированных стержней из стеклопластика, фиксировано расположенных под углом 90 градусов, с ячейкой 50x50 мм (2);
 – пароизоляции Знак Равенства, тип В, высокопрочного однослойного паронепрони-

цаемого рулонного материала, водонепроницаемого, термоустойчивого, устойчивого к ультрафиолетовому излучению, долговечного (3);

– шнура полиамидного (плетеного) 16-прядного, диаметром 4 мм, гибкого, прочного, износостойкого, устойчивого к ультрафиолетовому излучению (4).

Растительный блок: искусственно созданный фитоценоз, состоящий из травяно-дернового покрытия и дополнительно высаженных высших водных растений.

Конструкция данной полезной модели включала несколько этапов сборки. Подготовленная рама из пенополистирола размером 120x60 см

покрывалась пароизоляцией по всему периметру, сверху обматывалась шнуром. В окошки рамы вставлялись сетки, острыми концами протыкая пенополистирол.

На заранее приготовленные травяно-дерновые коврики размером 40x45 см были высажены высшие водные растения не более 5-6 шт., характерные для данной природно-климатической территории, затем укладывались на приготовленные сетки (рис. 8).

Подобранный видовой состав дернины включал: мятлик *Bluechip*, мятлик *Everest*, мятлик *NuGlade*, мятлик *Impact*, взятые в соотношении 1:1:1 (по массе). Норма высева смеси семян составляла 150 г/м². В надземной части

Таблица. Показатели загрязняющих веществ в сточных водах очистных сооружений (поля фильтрации с обваловкой), 2021 г.

Table. Indicators of pollutants in wastewater treatment plants (filtration fields with boning), 2021

Показатель	Отбор проб	Значение норматива состава сточных вод, мг/дм ³ (Нс)*
Сульфаты, мг/дм ³	195,7	97,14
БПК ₅ , мг/дм ³	260	300**
ХПК, мг/дм ³	424	496,47
Фосфаты (по Р), мг/дм ³	176,39	1,16
Взвешенные вещества, мг/дм ³	253,4	300
Аммонийный ион, мг/дм ³	89,06	6,09
Хлориды, мг/дм ³	669,0	128,47

*Постановление Администрации города Тюмени от 7 сентября 2020 г. № 163-пк «Об установлении нормативов состава сточных вод».

**Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 № 644 (ред. от 30.11.2021) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

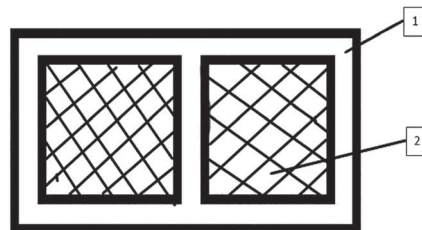


Рисунок 5. Конструкция биофлекса: 1 — каркас, 2 — сетка
 Figure 5. Bioflex design: 1 — frame, 2 — grid

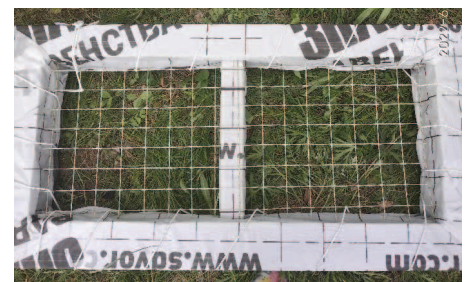


Рисунок 6. Опытный образец
 Figure 6. Prototype

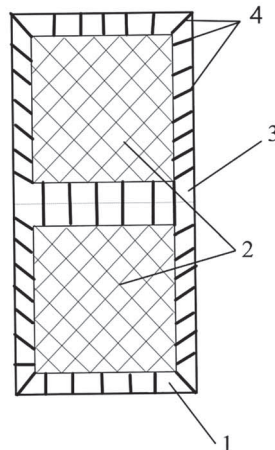
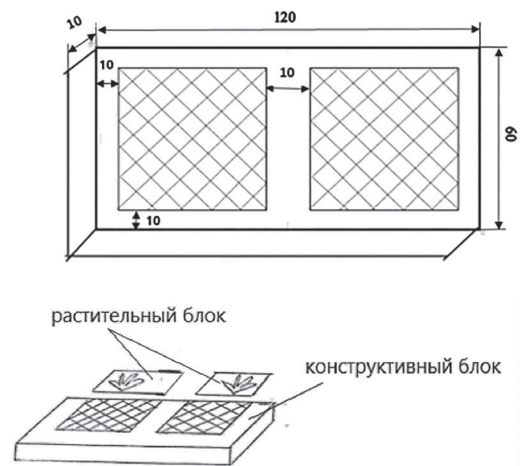


Рисунок 7. Конструктивный блок: 1 — рамочный каркас; 2 — сетка кладочная; 3 — пароизоляция; 4 — шнур полиамидный

Figure 7. Constructive block: 1 — frame; 2 — masonry mesh; 3 — vapor barrier; 4 — polyamide cord





выращенная дернина имела травостой высотой $6,0 \pm 0,4$ см, плотность сложения $2000,4 \pm 102,2$ побегов/дм²; в подземной — жизнеспособную (толщиной $2,0 \pm 0,3$ см) «войлочную» подушку из переплетенных и пронизывающих вермикулитовой субстрат корней.

На одном биоплато было рассчитано количество растений таким образом, чтобы оно могло удерживать на плаву искусственно созданный фитоценоз общей массой до 30 кг.

В дернину дополнительно были высажены макрофиты: рогоз широколистный (*Typha latifolia*), тростник обыкновенный (*Phragmites australis*), Частуха обыкновенная (*Alisma*

plantago-aquatica) и Ячмень двурядный (*Hordeum distichon*).

Установка биоплато проводилась 7 июня 2022 г., после установления положительной температуры воздуха: температура воздуха — 19°C, влажность воздуха — 70%, температура воды — 3°C, скорость ветра — 16 км/час.

Конструкцию модели плавающего биоплато расположили по зеркалу водоема в линию друг за другом. По мере готовности несколько биоплато соединяли вместе и транспортировали по воде в места их установки. Вся линия биоплато была укреплена по берегам водоема с помощью тросов и карабинов (рис. 9).

Заключение. В работе будет продолжен мониторинг загрязняющих веществ в сточных водах очистных сооружений (поля фильтрации с обваловкой). Разработанная полезная модель плавающего биоплато для доочистки сточных вод может быть применена в других климатических зонах с соответствующими для данной местности видами высшей водной растительности.

Список источников

1. Thullen, J., Sartoris, J., Nelson, S.M. (2005). Managing vegetation in surface-flow wastewater-treatment wetlands for optimal treatment performance. *Ecological Engineering*, no. 7, pp. 125-130.
2. Степанов С.В., Пономаренко О.С., Авдеевков П.П. и др. Анализ и очистка сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11. №2(43). С.30-36. doi: 10.17673/Vestnik.2021.02.05
3. Москалевская Д.И., Володина С.Г., Шулепова О.В., Денисов А.А. Готово ли общество по соблюдению экологических норм для сохранения окружающей среды? // Мир инноваций. 2022. № 3. С. 43-47.
4. Гурова В.И., Мирошниченко Е.Е. Воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду // Проблемы современной экономики (Новосибирск). 2015. № 23. С. 83-87.
5. Денисов А.А., Моторин А.С. Особенности формирования фитоценоза многолетних трав на Крайнем Севере // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2 (167). С. 17-25. doi: 10.36718/1819-4036-2021-2-17-25
6. Евдокимова Г.А., Иванова Л.А., Мозгова Н.П., Мязин В.А., Мязин В.А., Фокина Н.В. Плавающие биоплато для очистки сточных карьерных вод от минеральных соединений азота в арктических условиях // Экология и промышленность России. 2015. Т. 19 (№ 9). С. 35-41.
7. Евтушкова Е.П., Шахова О.А., Солошенко А.И. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения Тюменской области // International agricultural journal. 2022. Т. 65. № 5. doi: 10.55186/25876740_2022_6_5_46
8. Ковалева О.В., Санникова Н.В., Шулепова О.В. Уровень загрязненности сточных вод молокоперерабатывающих предприятий Тюменской области // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9. № 1 (30). С. 49-54. doi: 10.24411/2309-4370-2020-11107
9. Ковалева О.В., Санникова Н.В., Шулепова О.В. Экологичная система микробиологической очистки в животноводстве // АгроЭкоИнфо. 2019. № 3 (37). С. 26.
10. Малышкин Н.Г., Шулепова О.В. Охрана окружающей среды: учебно-методическое пособие. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. 206 с.
11. Корнейкова М.В., Евдокимова Г.А., Мязин В.А. и др. Микробиологические исследования в Мурманской области // Труды Кольского научного центра РАН. 2018. Т. 9. № 9-6. С. 87-104. doi: 10.25702/KSC.2307-5252.2018.9.9.87-104
12. Евдокимова Г.А., Иванова Л.А., Мозгова Н.П. и др. Опыт по применению биоплато для очистки сточных карьерных вод в арктических условиях // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: материалы VI Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 120-летию со дня рождения Г.М. Крепса и 110-летию со дня рождения О.И. Семенова-Тян-Шанского, Апатиты, 10-14 октября 2016 г. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 2016. С. 27-31.
13. Евдокимова Г.А., Иванова Л.А., Мязин В.А. Патент № 2560631 С1 Российская Федерация, МПК С02F 3/32, E02B 15/04. Устройство для биологической очистки сточных карьерных вод: № 2014122204/13: заявл. 30.05.2014: опубл. 20.08.2015 / заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук (ИППЭС КНЦ РАН).
14. Ковалева О.В., Санникова Н.В., Шулепова О.В. Патент № 2770056 С1 Российская Федерация, МПК С02F 1/74, С02F 3/02, E02B 8/02. Способ микробиологической очистки сточных вод прудов-накопителей сельскохозяйственных предприятий: № 2021100560: заявл. 13.01.2021: опубл. 14.04.2022 / заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего



Рисунок 8. Этапы монтажа биоплато
Figure 8. Stages of installation of the bioplat



Рисунок 9. Установка биоплато
Figure 9. Installing a bioplate



образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья».

15. Санникова Н.В., Ковалева О.В., Шулепова О.В., Гогмачадзе Г.Д. Реабилитация прудов-накопителей с использованием пробиотических препаратов // АгроЭкоИнфо. 2019. № 3 (37). С. 18.

16. Степанов С.В., Авдеенков П.П., Пономаренко О.С., Морозова К.М. Результаты исследований биологической очистки сточных вод предприятия переработки яиц // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. № 9. С. 35-43. doi: 10.35776/VST.2022.09.05

17. Санникова Н.В., Ковалева О.В., Шулепова О.В. Актуальность использования пробиотических препаратов при очистке сточных вод сельскохозяйственных предприятий // Агропродовольственная политика России. 2019. № 1 (85). С. 13-17.

18. Санникова Н.В., Ковалева О.В., Шулепова О.В. Возможность применения пробиотических препаратов при очистке сточных вод перерабатывающих предприятий // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 2 (61). С. 79-83.

19. Санникова Н.В., Шулепова О.В., Гаврюк А.И. Сельское хозяйство как источник загрязнения окружающей среды // АПК: инновационные технологии. 2020. № 3. С. 44-48.

20. Сивкова Е.Е., Семенов С.Ю. Использование технологии «Constructed wetlands» для очистки сточных вод малых населенных пунктов и предприятий // Вестник Томского государственного университета. 2010. № 4 (12). С. 123-129.

21. Уфимцева М.Г. Ландшафты Тюменской области: учебно-методическое электронное пособие (издание). 2-е изд., перераб. и доп. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. 76 с.

References

1. Thullen, J., Sartoris, J., Nelson, S.M. (2005). Managing vegetation in surface-flow wastewater-treatment wetlands for optimal treatment performance. *Ecological Engineering*, no. 7, pp. 125-130.

2. Stepanov, S.V., Ponomarenko, O.S., Avdeenkov, P.P. i dr. (2021). Analiz i oshchistka stochnykh vod ryboperebatyuvayushchikh predpriyatii [Analysis and wastewater treatment of fish processing enterprises]. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban construction and architecture], vol. 11, no. 2 (43), pp. 30-36. doi: 10.17673/Vestnik.2021.02.05

3. Moskalevskaya, D.I., Volodina, S.G., Shulepova, O.V., Denisov, A.A. (2022). Gotovo li obshchestvo k soblyudeniyu ehkologicheskikh norm dlya sokhraneniya okruzhayushchei sredy? [Is society ready to comply with environmental standards to preserve the environment?]. *Mir nnovasii* [World of innovation], no. 3, pp. 43-47.

4. Gurova, V.I., Miroshnichenko, E.E. (2015). Vozdeistvie sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva na okruzhayushchuyu sredu [Impact of agricultural production on the environment]. *Problemy sovremennoi ehkonomiki (Novosibirsk)*, no. 23, pp. 83-87.

5. Denisov, A.A., Motorin, A.S. (2021). Osobennosti formirovaniya fitotsenoza mnogoletnikh trav na Krainem Severe [Features of the formation of the phytocenosis of perennial grasses in the Far North]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 2 (167), pp. 17-25. doi: 10.36718/1819-4036-2021-2-17-25

Информация об авторах:

Шулепова Ольга Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

доцент кафедры экологии и рационального природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9622-1892>, shulepova73@mail.ru

Санникова Наталья Владиславовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0632-3877>, sannikova-nv7@bk.ru

Боcharова Анна Александровна, старший преподаватель кафедры экологии и рационального природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7038-8248>, bocharovaaa@gauz.ru

Information about the authors:

Olga V. Shulepova, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of ecology and rational nature management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9622-1892>, shulepova73@mail.ru

Natalya V. Sannikova, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of ecology and rational nature management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0632-3877>, sannikova-nv7@bk.ru

Anna A. Bocharova, senior lecturer of the department of ecology and rational nature management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7038-8248>, bocharovaaa@gauz.ru

[The applicant is a Federal State Budgetary Institution of Science, the Institute of Industrial Ecology Problems of the North of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (IPPEHS KNC RAS)].

14. Kovaleva, O.V., Sannikova, N.V., Shulepova, O.V. (2021). Patent № 2770056 C1 Rossiiskaya Federatsiya, MPK C02F 1/74, C02F 3/02, E02B 8/02. Sposob mikrobiologicheskoi oshchistki stochnykh vod prudov-nakopitelei sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii: № 2021100560: zayavl. 13.01.2021: opubl. 14.04.2022 [Patent No. 2770056 C1 Russian Federation, IPC C02F 1/74, C02F 3/02, E02B 8/02. Method of microbiological wastewater treatment of storage ponds of agricultural enterprises: № 2021100560: application 13.01.2021: publ. 14.04.2022]. Zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Gosudarstvennyi agrarnyi universitet Severnogo Zaural'ya» [The applicant is a Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans-Ural State Agricultural University"].

15. Sannikova, N.V., Kovaleva, O.V., Shulepova, O.V., Gogmachadze, G.D. (2019). Reabilitatsiya prudov-nakopitelei s ispol'zovaniem probioticheskikh preparatov [Rehabilitation of storage ponds using probiotic drugs]. *AgroEholnfo* [Agro-EcolInfo], no. 3 (37), p. 18.

16. Stepanov, S.V., Avdeenkov, P.P., Ponomarenko, O.S., Morozova, K.M. (2022). Rezul'taty issledovaniy biologicheskoi oshchistki stochnykh vod predpriyatiiy pererabotki yaits [Results of research on biological wastewater treatment of egg processing enterprises]. *Vodostabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary technique], no. 9, pp. 35-43. doi: 10.35776/VST.2022.09.05

17. Sannikova, N.V., Kovaleva, O.V., Shulepova, O.V. (2019). Aktual'nost' ispol'zovaniya probioticheskikh preparatov pri oshchistke stochnykh vod sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii [The relevance of the use of probiotic drugs in wastewater treatment of agricultural enterprises]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* [Agro-food policy in Russia], no. 1 (85), pp. 13-17.

18. Sannikova, N.V., Kovaleva, O.V., Shulepova, O.V. (2020). Vozmozhnost' primeneniya probioticheskikh preparatov pri oshchistke stochnykh vod pererabatyvayushchikh predpriyatii [The possibility of using probiotic drugs in wastewater treatment of processing enterprises]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk state agrarian university], no. 2 (61), pp. 79-83.

19. Sannikova, N.V., Shulepova, O.V., Gavryuk, A.I. (2020). Sel'skoe khozyaistvo kak istochnik zagryazneniya okruzhayushchei sredy [Agriculture as a source of environmental pollution]. *APK: innovatsionnye tekhnologii* [AIC: innovative technologies], no. 3, pp. 44-48.

20. Sivkova, E.E., Semenov, S.Yu. (2010). Ispol'zovanie tekhnologii «Constructed wetlands» dlya oshchistki stochnykh vod mal'kikh naselennykh punktov i predpriyatii [The use of "Constructed wetlands" technology for wastewater treatment of small settlements and enterprises]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* [Tomsk State University journal of biology], no. 4 (12), pp. 123-129.

21. Ufimtseva, M.G. (2021). *Landshafty Tyumenskoi oblasti: uchebno-metodicheskoe ehlektronnoe posobie (izdanie)* [Landscapes of the Tyumen region: educational and methodical electronic manual (edition)]. Tyumen, Northern Trans-Ural State Agricultural University, 76 p.