

Отходы производства и потребления

DOI: 10.34828/UdSU.2024.40.79.005

УДК 658.567.1

И.А. Виноградов, С.А. Красноперова, П.М. Красноперова

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЛИКВИДНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Аннотация. Данная статья посвящена разработке предложений вторичного использования неликвидной древесины (порубочных остатков), которая ежегодно образуется за счет вырубки кустарников и деревьев в охранной зоне высоковольтных линий, обслуживаемых электросетевыми компаниями. Эти компании обязаны утилизировать порубочные остатки, так как они представляют угрозу для бесперебойной передачи электрической энергии, при возможности возникновения пожара, размножения грибковых заболеваний, насекомых-вредителей. В данной работе проанализированы основные способы утилизации данных видов древесных отходов и выявлены их недостатки. Для устранения недостатков предложены свои способы реализации неликвидной древесины, а именно: измельчение порубочных остатков до мелких фракций и использование их в качестве сорбента при разливе нефти и нефтепродуктов, либо предложить их производителям ЛДСП, ДВП. Вовлечение образующихся древесных отходов производства в хозяйственный оборот в качестве вторичного сырья (материалов) позволит решить ряд эколого-экономических задач многих производств, а также минимизировать воздействие производственной деятельности на окружающую среду.

Ключевые слова: неликвидная древесина, отходы производства, порубочные остатки, электросетевые компании, экологизация производства.

Для цитирования: Виноградов И.А., Красноперова С.А., Красноперова П.М. Разработка предложений вторичного использования неликвидной древесины // Управление техносферой: электрон. журнал, 2024. Т.7. Вып.2. URL: <https://technosphere-ing.ru> С.220–236. DOI: 10.34828/UdSU.2024.40.79.005

Введение

В настоящее время процессы экологизации производства приобретают все большую значимость при решении задач рационального природопользования, особенно если это касается различных способов утилизации отходов [1-3]. Вовлечение части отходов производства и потребления в хозяйственный оборот

в качестве вторичного сырья (материалов) является одной из главных актуальных эколого-экономических задач многих производств [4-9].

Одним из видов отходов, которые представляют важнейшее звено экологической безопасности производства – это древесные отходы. С каждым годом во всем мире увеличиваются масштабы вырубки деревьев лесозаготовительными компаниями, вырубаются и выжигаются леса под сельхозугодия, уничтожаются вследствие естественных причин, а также производится вырубка лесов для налаживания охранных зон высоковольтных линий (ВЛ).

В связи с этим целью нашей работы является комплексный анализ использования древесных отходов (порубочных остатков) и разработка предложений реализации неликвидной древесины. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- провести анализ существующих способов утилизации порубочных остатков;
- разработать и внедрить новое решение реализации неликвидной древесины;
- провести обоснование экономической целесообразности проекта.

Материал и методы исследований

Материалом исследования являются способы утилизации порубочных остатков (сучья, ветки, вершинки), образующихся в результате вырубки кустарников и деревьев [10, 11], находящихся на границах высоковольтных линий, которые простираются также в пределах лицензионных участков нефтегазовых и других месторождений. Основная часть указанных линий проходит в лесных зонах, где согласно правилам устройства электроустановок, электросетевые компании обязаны осуществлять вырубку кустарников и деревьев, так как эти насаждения в данных зонах ВЛ представляют угрозу для

бесперебойной передачи электрической энергии. В связи с этим электросетевые компании, согласно Правилам пожарной и санитарной безопасности, обязаны утилизировать порубочные остатки. За нарушение пожарных и санитарных Правил в лесах при проведении работ предусмотрены штрафные санкции в соответствии с Кодексом РФ об административных правонарушениях.

Нами произведен анализ способов использования неликвидной древесины на основе мониторинговых исследований электросетевых и нефтегазовых компаний (рис. 1.).

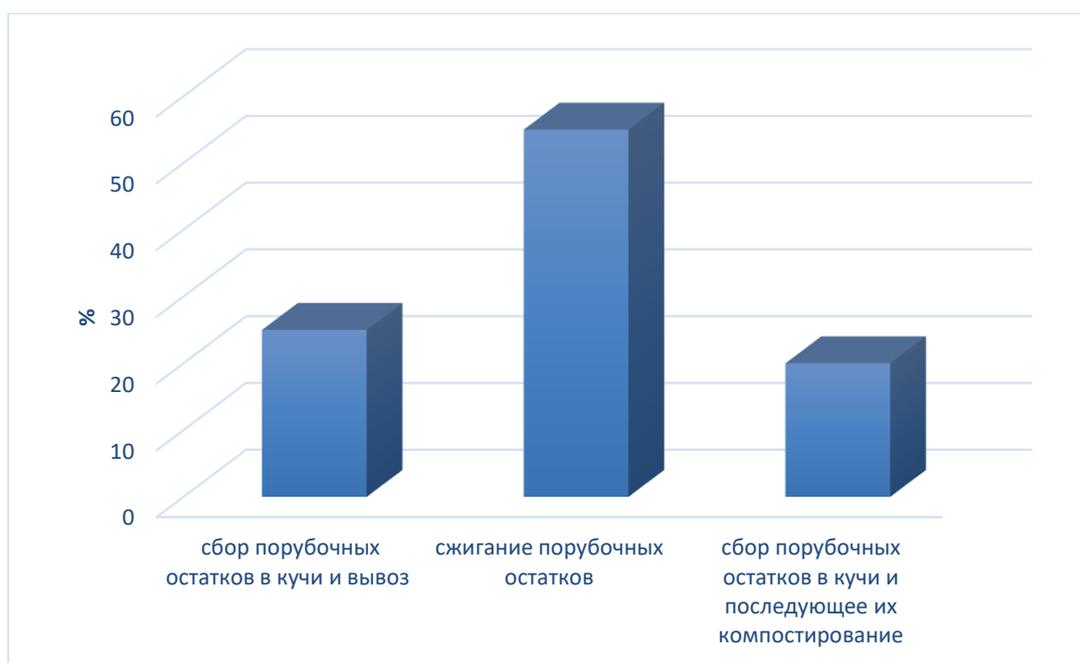


Рис. 1. Способы утилизации неликвидной древесины

Обсуждение и анализ полученных результатов

На основании исследования способов утилизации неликвидной древесины выявлено, что наибольшую долю (55 %) – составляет сжигание порубочных остатков. Недостатком данного способа можно считать высокую пожароопасность, а также запрет сезонного сжигания во время пожароопасного периода.

На втором месте (25 %) – это сбор порубочных остатков в кучи и вывоз их подрядными организациями. Данный метод отличается высокой трудозатратностью процесса, а также приводит к захламлению значительной территории на неопределенный срок.

Некоторые компании осуществляют сбор порубочных остатков в кучи и производят их компостирование. К сожалению, этот процесс очень медленный, так как для перегнивания и образования компоста необходимо продолжительное время, за которое может сформироваться очаг распространения вредных насекомых и грибных заболеваний. Например, в 2010 году нашествие жука-типографа стало настоящим бедствием для лесов Удмуртской Республики, которое по своим масштабам сопоставимо с экологической катастрофой.

Для решения проблемы утилизации порубочных остатков предлагается использовать неликвидную древесину как вторсырье.

На рис. 2. представлены основные этапы реализации данного вида отхода производства.

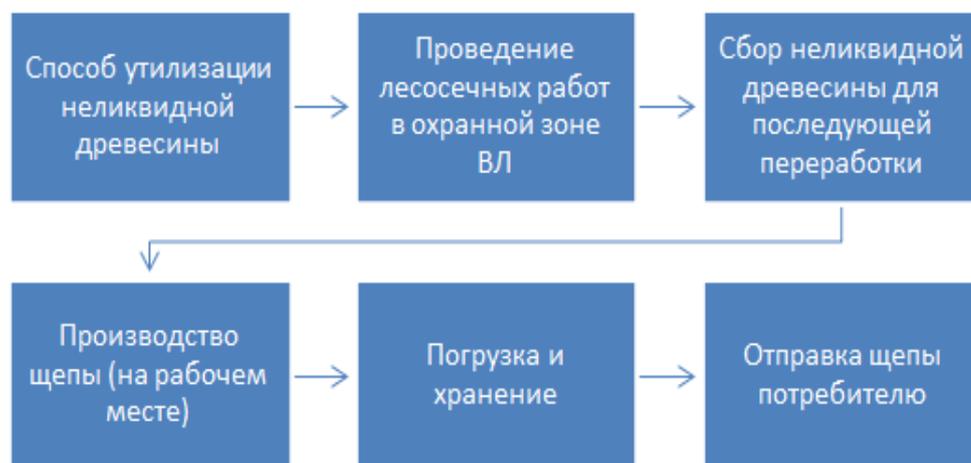


Рис. 2. Этапы утилизации неликвидной древесины

Образование щепы (рис. 2, 3 этап) производится при помощи дробилки или измельчителя древесных отходов [12, 13]. На основании анализа рынка выявлен большой выбор высокоэффективных дробилок различных модификаций:

передвижные, дизельные, автоматические и т.д., цена которых варьирует в широких пределах от 45-550 тыс руб.



Рис. 3. Измельчитель древесных отходов до образования щепы и опилок [12]

Далее произведенная щепа отправляется к потребителю. К ним относятся:

- производители целлюлозы и бумаги;
- производители спирта, дрожжей, глюкозы и других химических продуктов;
- производители тепловой и электрической энергии [14];
- ;
- производители древесноволокнистых и древесно-стружечных плит [15-19];
- использование в качестве сорбента при разливе нефти и нефтепродуктов [20-25];
- производители ЛДСП, ДВП.

В нефтяной промышленности измельченные до опилок порубочные остатки можно использовать в качестве сорбентов, применяемых при разливах нефти и нефтепродуктов. Об этом свидетельствуют исследования многих авторов, которые выявили наличие сложного полимера – лигнина – в древесных отходах, обладающего развитой пористой структурой, что является одним из главных требований для создания высокоэффективного сорбента [17-18].

Древесные опилки являются многотоннажным отходом, что делает их дешевым вторичным сырьем. Таким образом, утилизация опилок и использование их в качестве нефтяного сорбента является достаточно перспективной [21].

Также мы связались с представителями организаций, которые занимаются производством ЛДСП, ДВП в Удмуртской Республике. Выяснилось, что они готовы принимать корасодержащую щепу, стоимость которой составляет 450 руб/м³. В качестве примера мы приводим расчет экономического эффекта от расчистки и расширения просек высоковольтных линий ООО «Удмуртэнерго-нефть» на 2022 год (табл. 1), построенный на основе графика по расчистке и расширению просек ВЛ 6-110 кВ от деревьев и кустарников на 2022 г и результаты экономической эффективности от предлагаемых предложений (табл. 2).

В таблице указана площадь расчистки просек от кустарника в гектарах, количество вырубленных деревьев толщиной более 11 см.

Для расчета дохода взят тонкомерный подлесок малой густоты, выход древесины с 1 га = 30 м³;

Для расчета порубочных остатков отдельно от деревьев взят коэффициент 0,14;

Средний объем древесины в одной единице 0,45 м³.

Таблица 1

Доход от расчистки и расширения просек ВЛ 6-110кВ от деревьев и кустарников

	ЦЭС-1, га	ЦЭС-1, шт.	ЦЭС-2, га	ЦЭС-2, шт.	Ежемес. доход, тыс. руб.
Январь	0,5	103,0	-	-	9
Февраль	-	-	0,6	-	8
Март	-	-	0,6	-	8
Апрель	-	-	0,7	-	9
Май	6,6	393,0	8,8	5,0	219
Июнь	9,5	229,0	13,2	50,0	314
Июль	52,5	202,0	10,3	40,0	853
Август	10,1	181,0	12,8	90,0	316
Сентябрь	9,9	208,0	13,3	80,0	320
Октябрь	7,7	156,0	6,7	-	198
Ноябрь	9,4	159,0	-	-	131
Декабрь	-	148,0	-	-	4
ИТОГО:	106,1	1779,0	67,0	265,0	2 393

Таблица 2

Экономическая эффективность

№ п/п	Наименование статьи затрат	Ед. измерения	До реализации	После реализации
1.	Капитальные затраты (дробилка)	тыс руб	0	465
2.	Операционные затраты	тыс руб	0	5 589
2.1.	Транспортные затраты (КАМАЗ, МАЗ, УРАЛ или аналог)	тыс руб	0	504
	- фонд рабочего времени	ч	0	656
	- тариф за 1 маш.час	руб	0	481
	- километраж	км	0	8 200
	- тариф за 1 км.	руб	0	23

Продолжение табл. 2

2.2.	Топливо для работы дробилки	тыс руб	0	405
	- фонд рабочего времени	ч	0	600
	- норма расхода топлива	л/ч	0	15
	- цена на топливо (Аи-92)	руб/л	0	45
2.3.	ФОТ	тыс руб	0	4 680
	- кол-во человек	чел	0	10
	- средняя зарплата с отчислениями (эл.монтер 3 разряда)	руб/мес	0	39 000
3.	Выручка	тыс руб	0	2 394
	- кол-во древесины (порубочные остатки), куб.м.	м ³	0	5 319
	- цена за 1 куб.м.	руб	0	450
4.	Затраты на вырубку охранной зоны и утилизацию порубочных остатков сторонними организациями	тыс руб	5 709	0
	- кол-во гектар	га	173	0
	- цена за 1 гектар	тыс руб	33	0
5.	Экономическая эффективность	тыс руб	-5 709	-3 196
6.	Финансовый результат			2 513

Как мы видим, потенциальный доход на 2021 год составил 2 393 000 рублей.

В табл. 2 показаны наименования статьи затрат, среди которых капитальные затраты: дробилка для щепы – 465 тыс руб., позволяющая обработать этот объем древесины; транспортные затраты: 503 тыс руб.; топливо для дробилки: 405 тыс руб.; фонд оплаты труда: 4 680 тыс руб.

Таким образом, чистая прибыль на 2022 год в ООО «Удмуртэнергонепфть» составила 2 513 тыс руб., при стоимости щепы 450 рублей за м³. Срок

окупаемости составил 3 месяца, а чистая прибыль к 5 годам составила 12 100 тыс руб.

Заключение

Результаты исследований по способам утилизации порубочных остатков неликвидной древесины, а также разработка предложений по вторичному их использованию позволят улучшить контроль за лесосечными работами; решить проблему утилизации порубочных остатков; нарастить масштабы экологических мероприятий. Сокращение количества образующихся отходов и максимальное использование их в виде вторичных материальных ресурсов является первостепенным направлением в сфере управления отходами. Данные предложения могут быть применимы в энергетических компаниях ПАО «НК Роснефть».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красноперова С.А. Экологизация производства нефтегазового комплекса: проблемы, понятия. Управление техносферой: электрон. журнал, 2022. Т.5. Вып.1. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 113-119. DOI: <https://doi.org/10.34828/UdSU.2022.26.48.009>
2. Красноперова С.А. Формирование циклической системы обращения с отходами в условиях нефтегазового комплекса // Инновационные научные исследования в современном мире: сборник научных статей по материалам X Международной научно-практической конференции (17 марта 2023 г., г. Уфа). Ч.2. Уфа: Изд.-во НИЦ Вестник науки, 2023. С. 292 – 296.
3. Красноперова С.А. Оценка качества природных вод, приуроченных к городским агломерациям // Управление техносферой: электрон. журнал, 2024. Т.7. Вып.1. С. 141–145. URL: <https://technosphere-ing.ru>. (Дата обращения: 04.03.2024).
4. Красноперова С. А. Основные направления экологизации производства нефтегазового комплекса // Булатовские чтения: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (31 марта 2023 г.). Т. 2. / гл. ред. О. В. Савенок. Краснодар: издат. дом – Юг, 2023. С. 91–92.

5. Аль Басиси М. Н. М., Красноперова С.А., Липаев А.А. Теплотворная способность отходов: обзор литературы // Управление техносферой: электрон. журнал, 2024. Т.7. Вып. 1. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 43–53. DOI: 10.34828/UdSU.2024.57.51.004.
6. Красноперова С.А. Мероприятия по обеспечению требований в области обращения с отходами производства и потребления // Управление техносферой: электрон. журнал, 2023. Т.6. Вып. 2. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 280–285.
7. Михайлов К.Л. Экологизация производства и конкурентоспособность. Нефть, газ и бизнес, 2006. № 12. С. 56-59.
8. Аржаткина М.С., Адигамова Ж.А. Экологизация производства – объективный процесс экономического развития предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2012. № 8. С. 276 – 278.
9. Сайфидинов Б.С., Колясникова Е.А., Ташлинцева Е.Н. и другие. Экологизация производства. Тенденции развития науки и образования, 2019. № 50-5. С. 61 – 64.
10. Говядин И.К. Рациональное использование древесных отходов. Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: материалы II молодежной международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 14–15 ноября 2018 г.). Санкт-Петербург: «Полиграф экспресс», 2018. С. 159 – 163.
11. Платонов А.А. Технологические процессы удаления нежелательной растительности различными средствами механизации [Электронный ресурс]. Resour. Technol. 2017, № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-protsessy-udaleniya-nezhelatelnoy-rastitelnostirazlichnymi-sredstvami-mehanizatsii>. (Дата обращения: 04.03.2024).
12. Евстигнеев В.Д. Технология подготовки, использования и утилизации отходов лесопиления как сорбента в технических средствах обеспечения экологической безопасности // StudArcticforum. Выпуск 1 (1), 2016. URL: <http://saf.petsru.ru/journal/article.php?id=102>. (Дата обращения: 04.03.2024).
13. Макаренко Е.Л. Оценка образования отходов лесозаготовки и деревообработки в центральной экологической зоне байкальской природной территории // Успехи современного естествознания, 2020. № 5. С. 63 – 69. URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37393>. (Дата обращения: 04.03.2024).
14. Алтынникова Е.Е., Бегунов А.А., Руссавская Н.В. Перспективные направления использования отходов древесины при решении природоохранных задач: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Образование–наука–производство», (24 декабря 2020 г.). Чита: ЗаБИЖТ ИрГУПС, 2020. С. 98 – 109.

15. Шишелова Т.И., Самусева М.Н. Рациональное недропользование – путь к процветанию. Успехи современного естествознания, 2007. № 11. С. 63 – 65.
16. Веприкова Е.В., Терещенко Е.А., Чесноков Н.В. и другие. Использование бересты коры для получения сорбционных материалов // Журнал Сибирского федерального университета, 2012. Т. 5(2), С. 178 – 188.
17. Кузнецов Б.Н., Чесноков Н.В., Иванов И.П. и другие. Методы получения пористых материалов из лигнина и древесной коры (обзор) // Журнал Сибирского федерального университета. Химия, 2015. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodypolucheniya-poristykh-materialov-iz-lignina-i-drevesnoy-kory-obzor>. (Дата обращения: 04.03.2024).
18. Якубовский С.Ф., Булавка Ю.А., Попкова Л.А. и др. Сорбционные свойства природных целлюлозо- и лигнинсодержащих отходов для сбора проливов нефтепродуктов // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, 2013. С. 110 – 114.
19. Хмылко Л.И., Орехова С.Е. Сорбенты на основе лигнина и целлюлозосодержащих материалов // Свиридовские чтения. Минск: БГУ, 2012. Вып. 8. С. 232 – 239.
20. Чиркова В.С., Собгайда Н.А., Рзаде Ф.А. Сорбенты на основе отходов агропромышленного комплекса для очистки сточных вод // Вестник Казанского технологического университета. 2015, № 20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sorbenty-na-osnoveotходов-agropromyshlennogo-kompleksa-dlya-ochistki-stochnyh-vod>. (Дата обращения: 04.03.2024).
21. Веприкова Е.В., Терещенко Е.А., Щипко М.Л. и другие. Сорбенты для ликвидации нефтяных загрязнений, полученные автогидролизом древесных отходов // Экология и промышленность России, 2011. С. 16 –20.
22. Пашаян А.А., Нестеров А.В. Создание нефтепоглощающих сорбентов совместной утилизацией древесных опилок и нефтяных шламов // Вестник Казанского технологического университета. 2017, № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanieneftepogloschayuschih-sorbentov-sovmestnoy-utilizatsiey-drevesnyh-opiloki-neftyanyh-shlamov> (дата обращения: 22.10.2020).
23. Денисова Т.Р., Шайхиев И.Г., Сиппель И.Я. Использование древесных опилок в качестве сорбента для очистки водных сред от нефти // Журнал ЭиПБ. Материалы конференции. 2015, № 1–2. С. 52.
24. Красноперова, С. А. Оценка эффективности сорбентов, применяемых для удаления нефти и нефтепродуктов // Управление техносферой: электронный журнал. 2021. Т. 4, вып. 4. С. 413–423. Режим доступа: <https://technosphere-ing.ru/ru/>. (Дата обращения: 04.03.2024).

25. Красноперова С.А. Применение сорбентов при ликвидации разливов нефти, изготовленных на основе отходов производства и потребления // Управление техносферой: электрон. журнал, 2023. Т.6. Вып. 4. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 554–564. DOI: 10.34828/UdSU.2023.67.68.006

Поступила в редакцию: 17.03.2024

Сведения об авторах

Виноградов Илья Алексеевич

ООО «Удмуртэнергонефть», электромонтер, ЦЭС № 2, г. Ижевск, ул. Новосмирновская, 19. Россия.

E-mail: v305454@yandex.ru

Красноперова Светлана Анатольевна

к.б.н., доцент, доцент кафедры геологии нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru

Красноперова Полина Максимовна

Студент 3 курса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: polina.krasnoperova.2020@mail.ru

I.A. Vinogradov, S.A. Krasnoperova, P.M. Krasnoperova

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR SECONDARY UTILIZATION OF ILLIQUID WOOD

Annotation. The article is devoted to the development of proposals for the secondary utilization of illiquid wood (felling residues), which is annually formed by cutting shrubs and trees in the protection zone of high-voltage lines serviced by electric grid companies. These companies are obliged to dispose of felling residues, as they pose a threat to the uninterrupted transmission of electrical energy, with the possibility of fire, fungal diseases and insect pests. This paper analyzes the main methods of utilization of these types of wood waste and identifies their shortcomings. To eliminate the disadvantages, we proposed our own ways of realization of illiquid wood, namely: chopping of felling residues to small fractions and using them as a sorbent for oil and petroleum product spills, or offer them to manufacturers of composite particle boards, fiberboards. Involvement of generated wood waste in economic turnover as secondary raw materials (recyclables) will solve a number of environmental and economic problems of many industries, as well as minimize the impact of production activities on the environment.

Keywords: illiquid wood, production waste, felling residues, electric grid companies, ecologization of production.

For citation: Vinogradov I.A., Krasnoperova S.A., Krasnoperova P.M. [Development of proposals for secondary utilization of illiquid wood] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2024, vol. 7, issue 2. (In Russ.) Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 220–236. DOI: 10.34828/UdSU.2024.40.79.005

REFERENCES

1. Krasnoperova S.A. *Ekologizatsiya proizvodstva neftegazovogo kompleksa: problemy, ponyatiya* [Greening the production of the oil and gas complex: problems, concepts]. *Technosphere management: electronic. magazine*, 2022. Т.5. Issue 1. Available at: <https://technosphere-ing.ru> pp. 113-119. (Accessed: 04.03.2024). (In Russ.).
2. Krasnoperova S.A. Formirovanie ciklicheskoj sistemy obrashhenija s othodami v uslovijah neftegazovogo kompleksa [Formation of a cyclic waste management system in the conditions of the oil and gas complex]. *Innovacionnye nauchnye issledovanija v sovremennom mire: sbornik nauchnyh statej po materialam X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (17 marta 2023 g., g. Ufa)*. [Innovative scientific research in the modern world: a collection of scientific articles based on the materials of the X International Scientific and Practical Conference (March 17, 2023, Ufa)]. Part 2. Ufa: Izd.-vo NIC Vestnik nauki, 2023, pp. 292 – 296. (In Russ.).

3. Krasnoperova S.A. [Assessment of the quality of natural waters confined to urban agglomerations] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2024, vol. 7, issue 1. (In Russ.). Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 141–145. (Accessed: 04.03.2024). (In Russ.).
4. Krasnoperova S.A. Osnovnye napravleniya ekologizatsii proizvodstva neftegazovogo kompleksa [The main directions of greening the production of the oil and gas complex]. *Bulatovskie chteniya: materialy VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Bulatov readings: materials of the VII International Scientific and Practical Conference (March 31, 2023)]*, vol. 2. In O.V. Savenok (ed). Krasnodar: dom – Yug. Publ., 2023. pp. 91–92. (In Russ.).
5. Al Basis M.N.M., Krasnoperova S.A., Lipaev A.A. [Calorific value of waste: literature review] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2024, vol. 7, issue 1. (In Russ.). Available at: <https://technosphereing.ru/> pp. 42–53. DOI: 10.34828/UdSU.2024.57.51.004.
6. Krasnoperova S.A. Meropriyatiya po obespecheniyu trebovaniy v oblasti obrashcheniya s otkhodami proizvodstva i potrebleniya [Measures to ensure requirements in the field of waste management of production and consumption]. *Upravlenie tekhnosferoi: elektron. zhurnal*, 2023, vol.6, issue 2. Available at: [https://technosphere-ing.ru.](https://technosphere-ing.ru/) pp. 280–285. (In Russ.).
7. Mikhailov K.L. *Ekologizatsiya proizvodstva i konkurentosposobnost'* [Greening of production and competitiveness]. *Neft', gaz i biznes* [Oil, gas and business], 2006. No. 12. pp. 56-59. (In Russ.).
8. Arzhatkina M.S., Adigamova Zh.A. *Ekologizatsiya proizvodstva – ob"ektivnyi protsess ekonomicheskogo razvitiya predpriyatiya* [Greening production is an objective process of economic development of an enterprise]. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)* [Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)], 2012, no. 8, pp. 276 – 278. (In Russ.).
9. Sayfidinov B.S., Kolyasnikova E.A., Tashlintseva E.N. and others. *Ekologizatsiya proizvodstva* [Greening of production]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], 2019, no. 50-5, pp. 61 – 64. (In Russ.).
10. Govyadin I.K. *Ratsional'noe ispol'zovanie drevesnykh otkhodov* [Rational use of wood waste]. *Aktual'nye voprosy v lesnom khozyaistve: materialy II molodezhnoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Sankt-Peterburg, 14–15 noyabrya 2018 g.)*. [Current issues in forestry: materials of the II Youth International Scientific and Practical Conference (St. Petersburg, November 14–15, 2018)]. St. Petersburg: «Poligraph Express», 2018, pp. 159 – 163. (In Russ.).

11. Platonov A.A. *Tekhnologicheskie protsessy udaleniya nezhelatel'noi rastitel'nosti razlichnymi sredstvami mekhanizatsii* [Technological processes for removing unwanted vegetation by various means of mechanization] [Electronic resource]. Resour. Technol. 2017, no. 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-protsessy-udaleniya-nezhelatel'noy-rastitelnostirazlichnymi-sredstvami-mehanizatsii> (Accessed: 04.03.2024). (In Russ.).
12. Evstigneev V.D. *Tekhnologiya podgotovki, ispol'zovaniya i utilizatsii otkhodov lesopileniya kak sorbenta v tekhnicheskikh sredstvakh obespecheniya ekologicheskoi bezopasnosti* [Technology of preparation, use and disposal of sawmill waste as a sorbent in technical means of ensuring environmental safety] [Electronic resource]. StudArcticforum. Issue 1(1), 2016. Available at: <http://saf.petsru.ru/journal/article.php?id=102> (Accessed: 04.03.2024).
13. Makarenko E.L. *Otsenka obrazovaniya otkhodov lesozagotovki i derevoobrabotki v tsentral'noi ekologicheskoi zone baikal'skoi prirodnoi territorii* [Assessment of the generation of logging and wood processing waste in the central ecological zone of the Baikal natural territory] [Electronic resource]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in modern natural science], 2020, no. 5, pp. 63-69. Available at: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37393> (Accessed: 04.03.2024).
14. Altynnikova E.E., Begunov A.A., Russavskaya N.V. *Perspektivnye napravleniya ispol'zovaniya otkhodov drevesiny pri reshenii prirodookhrannykh zadach* [Promising directions for the use of wood waste in solving environmental problems]. *Materialy IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Obrazovanie–nauka–proizvodstvo», (24 dekabrya 2020 g.)* [Materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference «Education-Science-Production», (December 24, 2020)]. Chita: ZabIZhT IrGUPS, 2020, pp. 98 – 109. (In Russ.).
15. Shishelova T.I., Samuseva M.N. *Ratsional'noe nedropol'zovanie – put' k protsvetaniyu* [Rational subsoil use is the path to prosperity]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances of modern natural science], 2007, no. 11, pp. 63 – 65. (In Russ.).
16. Veprikova E.V., Tereshchenko E.A., Chesnokov N.V. and others. *Ispol'zovanie beresty kory dlya polucheniya sorbtionnykh materialov* [Use of birch bark to obtain sorption materials]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta* [Journal of the Siberian Federal University], 2012. T. 5(2), pp. 178 – 188.
17. Kuznetsov B.N., Chesnokov N.V., Ivanov I.P. and others. *Metody polucheniya poristykh materialov iz lignina i drevesnoi kory (obzor)* [Methods for producing porous materials from lignin and tree bark (review)] [Electronic resource]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Khimiya* [Journal of the Siberian Federal University. Chemistry], 2015, no. 2.

- Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodypolucheniya-poristykh-materialov-iz-lignina-i-drevesnoy-kory-obzor/> (Accessed: 04.03.2024).
18. Yakubovsky S.F., Bulavka Yu.A., Popkova L.A. and others. Sorbtionnye svoistva prirodnykh tsellyulozo- i ligninsoderzhashchikh otkhodov dlya sbora proливov nefteproduktov [Sorption properties of natural cellulose- and lignin-containing wastes for collecting oil spills]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta* [*Bulletin of Polotsk State University*]. Series B, 2013, pp. 110 – 114.
 19. Khmylko L.I., Orekhova S.E. *Sorbenty na osnove lignina i tsellyulozosoderzhashchikh materialov* [Sorbents based on lignin and cellulose-containing materials]. *Sviridovskie chteniya* [Sviridov readings]. Minsk: BSU, 2012, vol. 8, pp. 232 – 239.
 20. Chirkova V.S., Sobgaida N.A., Rzazade F.A. Sorbenty na osnove otkhodov agropromyshlennogo kompleksa dlya ochistki stochnykh vod [Sorbents based on agricultural waste for wastewater treatment] [Electronic resource]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [*Bulletin of Kazan Technological University*], 2015, no. 20. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sorbenty-na-osnoveotkhodov-agropromyshlennogo-kompleksa-dlya-ochistki-stochnykh-vod> (Accessed: 04.03.2024).
 21. Veprikova E.V., Tereshchenko E.A., Shchipko M.L. and others. Sorbenty dlya likvidatsii neftyanykh zagryaznenii, poluchennye avtogidrolizom drevesnykh otkhodov [Sorbents for eliminating oil pollution obtained by autohydrolysis of wood waste]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [*Ecology and industry of Russia*], 2011, pp. 16 – 20.
 22. Pashayan A.A., Nesterov A.V. Sozdanie nefte pogloshchayushchikh sorbentov sovmestnoi utilizatsiei drevesnykh opilok i neftyanykh shlamov [Creation of oil-absorbing sorbents by joint utilization of sawdust and oil sludge] [Electronic resource]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [*Bulletin of Kazan Technological University*], 2017, no. 9. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanieneftepogloshchayuschih-sorbentov-sovmestnoy-utilizatsiei-drevesnykh-opiloki-neftyanykh-shlamov>. (Accessed: 04.03.2024).
 23. Denisova T.R., Shaikhiev I.G., Sippel I.Ya. Ispol'zovanie drevesnykh opilok v kachestve sorbenta dlya ochistki vodnykh sred ot nefti [The use of sawdust as a sorbent for purifying aqueous media from oil]. *Zhurnal EiPB. Materialy konferentsii*. [*Journal of O&H. Conference materials*], 2015, no. 1–2. p. 52.
 24. Krasnoperova S.A. [Application of sorbents in oil spill response made on the basis of production and consumption wastes]. *Upravlenie tekhnosferoi*, 2023, vol. 6, issue 4. (In Russ.). Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 554–564. DOI: 10.34828/UdSU.2023.67.68.006.

25. Krasnoperova S. A. [The problem of the utilization of associated petroleum gas on the example of an oil field in the udmurt republic]. *Upravlenie tekhnosferoi*, 2021, vol. 4, issue 1. (In Russ.) Available at: <http://f-ing.udsu.ru/technospherepp>. pp. 63 – 74. DOI: <https://doi.org/10.34828/UdSU.2021.65.70.007>

Received: 17.03.2024

About the Authors

Vinogradov Ilya Alekseevich

LLC «Udmurtenergoneft», electrician, CES No. 2 Izhevsk, Novosmirnovskaya str., 19. Russia.
E-mail: v305454@yandex.ru

Krasnoperova Svetlana Anatolyevna

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Oil and Gas Geology named after M.S. Gutseriev, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt state University", 426034, Universitetskaya str., 1, Izhevsk, Russia.
E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru

Krasnoperova Polina Maksimovna

2nd year student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt state University", 426034, Universitetskaya str., 1, Izhevsk, Russia.
E-mail: polina.krasnoperova.2020@mail.ru