

Охрана окружающей среды и заповедное дело. 2024. Том 5. № 4. С. 28–38.  
Environment protection and nature reserve management. 2024. Vol. 5. Ls. 4. P. 28–38.

*Обзорная статья*  
УДК 551.58

## **АДАПТАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА**

**Мария Викторовна Доброхотова<sup>1</sup>,  
Светлана Владимировна Черкасская<sup>2</sup>,  
Евгения Анатольевна Москалюк<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», г. Мытищи, Российская Федерация

<sup>3</sup>АО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат», г. Новодвинск, Российская Федерация

<sup>1</sup>m.dobrokhotova@eipc.center

<sup>2</sup>s.cherkasskaya@eipc.center, <https://orcid.org/0009-0009-2334-8396>

<sup>3</sup>Moskalyuk.Evgenia@apm.ru

**Аннотация.** В статье проведен обзор нового национального стандарта Российской Федерации «Методические рекомендации по вопросам адаптации целлюлозно-бумажной промышленности к изменениям климата», в рамках которого рассмотрен подход по выявлению климатически уязвимых объектов в целлюлозно-бумажной промышленности, а также возможные мероприятия по адаптации к изменениям климата, направленные на сокращение установленных климатических рисков.

**Ключевые слова:** адаптация к изменениям климата, климатически уязвимый объект, целлюлозно-бумажная промышленность.

**Для цитирования:** Доброхотова М.В., Черкасская С.В., Москалюк Е.А. Адаптация целлюлозно-бумажной промышленности к изменениям климата // Охрана окружающей среды и заповедное дело. 2024. Том 5. № 4. С. 28–38.

*Review article*

## **ADAPTATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY TO CLIMATE CHANGE**

**Maria V. Dobrokhotova<sup>1</sup>,  
Svetlana V. Cherkasskaya<sup>2</sup>,  
Eugenia A. Moskalyuk<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Research Institute «Environmental Industrial Policy Centre», Mytishchi, Russian Federation

<sup>3</sup>Joint Stock Company «Arkhangelsk Pulp and Paper Mill», Novodvinsk, Russian Federation

<sup>1</sup>m.dobrokhotova@eipc.center

<sup>2</sup>s.cherkasskaya@eipc.center, <https://orcid.org/0009-0009-2334-8396>

<sup>3</sup>Moskalyuk.Evgenia@apm.ru

**Abstract.** The article reviews the new national standard of the Russian Federation “Methodological Recommendations on Adaptation of the Pulp and Paper Industry to Climate Change”, which considers the approach to identifying climate vulnerable assets in the pulp and paper industry, as well as possible climate change adaptation measures aimed at reducing the identified climate risks.

**Keywords:** adaptation to climate change, climate vulnerable asset, pulp and paper industry.

**For citation:** Dobrokhotova M. V., Cherkasskaya S. V., Moskalyuk E.A. Adaptation of the pulp and paper industry to climate change // Environment protection and nature reserve management. 2024. Vol. 5. No 4. P. 28–38.

## **Введение**

Вопросы адаптации к изменениям климата являются актуальным климатическим трендом и активно обсуждаются на международном [1-5] и национальном уровне [6-8]. На национальном уровне задачи адаптации к изменениям климата включены в Климатическую политику страны, которая определена Климатической доктриной Российской Федерации [9], а конкретные мероприятия нашли отражение в Национальном плане мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года [10].

Региональные планы адаптации к изменениям климата зачастую имеют «верхнеуровневые» (с привлечением при необходимости региональных органов власти) мероприятия с учетом проведенной оценки рисков применительно к соответствующему региону. Отраслевые планы адаптации к изменениям климата включают более конкретные мероприятия, характерные для предприятий отрасли с учетом климатических факторов в регионе присутствия. Ежегодно растет количество компаний (в том числе предприятий промышленности), которые проводят оценку климатических рисков и разрабатывают соответствующие мероприятия для их сокращения, демонстрируя данную информацию в корпоративных отчетах по устойчивому развитию, не только для достижения высокого ESG-рейтинга [11], но и для того, чтобы обеспечить развитие компании в условиях меняющегося климата, избежать возможного экономического ущерба вследствие простоев производства и/или потери климатически уязвимых объектов компании<sup>1</sup> вследствие негативного воздействия климатических факторов.

В рамках реализации мероприятий отраслевого плана адаптации к изменениям климата в сфере промышленного комплекса и внешней торговли Федеральным государственным автономным учреждением «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (ФГАУ «НИИ «ЦЭПП») разработан национальный стандарт «Методические рекомендации по вопросам адаптации целлюлозно-бумажной промышленности к изменениям климата», ГОСТ Р 71768-2024 вступает в силу 1 января 2025 г.

## **Основная часть**

### ***Обзор национального стандарта по адаптации ЦБП к изменениям климата***

В национальном стандарте «Методические рекомендации по вопросам адаптации целлюлозно-бумажной промышленности к изменениям климата» (далее – рекомендации по адаптации ЦБП к изменениям климата) показаны возможные физические климатические риски, характерные для целлюлозно-бумажной промышленности в рамках:

---

<sup>1</sup> Термин установлен в [13]

- основных производственных процессов:
  - подготовка щепы, хранение щепы;
  - производство волокнистых полуфабрикатов;
  - производство бумаги и картона;
- вспомогательных производственных процессов:
  - производство сырья (древесины);
  - транспортировка сырья (древесины);
  - производство электроэнергии;
  - передача электроэнергии;
  - водоподготовка и очистка сточных вод.

Для выявления климатически уязвимых объектов в рекомендациях по адаптации ЦБП к изменениям климата предлагается определить климатические факторы, обусловленные изменением климата (например, таких как увеличение количества дней с экстремально высокой температурой, повышение среднегодовой температуры воздуха), характерные для региона присутствия предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, которые оказывают воздействие на участки / этапы производственного процесса, и установить негативные последствия реализации климатических рисков для производственных процессов [7–8, 12]. С учетом анализа полученной информации, а также принимая во внимание установленные согласно [13] категории / подкатегории климатически уязвимых объектов предлагается возможным определить перечень климатически уязвимых объектов, характерных для конкретного предприятия целлюлозно-бумажной промышленности. Для соответствующего климатически уязвимого объекта необходимо разработать мероприятия по адаптации к изменениям климата, направленные на сокращение установленного климатического риска [13].

Схема подхода по идентификации климатически уязвимого объекта (далее – КУО) в рамках производственного процесса приведена на рисунке (см. рис.1).



**Рисунок 1.** Схема подхода по идентификации климатически уязвимого объекта в рамках производственного процесса  
**Figure 1.** Schematic diagram of the approach to identifying a climate vulnerable object within the production process

**Источник:** работа авторов.

Для оценки климатических рисков конкретного предприятия рекомендуется использовать результаты анализа информации об изменениях климата и их последствиях на территории (в регионе) присутствия данного предприятия [7–8, 12, 14–15]. Анализ рисков рекомендуется начинать с оценки произошедших изменений климата по сравнению с тем временем, когда климатически уязвимый объект промышленности проектировался, так как отдельные климатические параметры, которые учитывались при проектировании, могут быть уже не актуальны (выходить за принятые границы вариативности). Оценка последствий изменения климата и связанных с ними климатических рисков производится исходя из тех или иных сценариев изменения климата в перспективе до конца XXI века под влиянием антропогенных выбросов парниковых газов (ПГ) в атмосферу. В качестве источника информации о вероятных климатических сценариях используются сценарии социально-экономического развития SSP (shared socio-economic pathways) [12, 14, 16]. При выявлении климатических факторов, оказывающих негативное влияние на производственный процесс, рекомендуется учитывать частоту повторения, вероятность возникновения и интенсивность (амплитуду) природных явлений.

В таблице (см. табл.1) приведены результаты идентификации возможных КУО для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности с учетом установленного подхода для следующих производственных процессов:

- производство щепы, хранение щепы;
- производство волокнистых полуфабрикатов;
- производство бумаги и картона;
- производство сырья (древесины);
- транспортировка сырья (древесины).

**Таблица 1.** Перечень климатически уязвимых объектов (в рамках соответствующего производственного процесса) целлюлозно-бумажной промышленности  
**Table 1.** List of climatically vulnerable facilities (within the relevant production process) of the pulp and paper industry

<i>Производственный процесс</i>	<i>Климатический фактор</i>	<i>Возможные негативные последствия (риск) для производственного процесса</i>	<i>Код, наименование категорий и подкатегорий объектов [13]</i>	<i>Климатически уязвимый объект (в рамках производственного процесса)</i>
Производство щепы, хранение щепы	Увеличение количества дней с экстремально высокой температурой (температура более +30 °С)	Риск возникновения возгорания технологической щепы [17]	(9.7) Объекты лесозаготовки; склады открытого типа для технологической щепы на территории целлюлозно-бумажного предприятия	Склады открытого типа для технологической щепы
Производство волокнистых полуфабрикатов	Экстремально низкая температура воздуха, в т. ч. при длительных периодах	Смерзание подвижных элементов оборудования (пересыпных устройств, транспортерных лент, галереи подачи щепы), которое может повлечь останов производственного процесса	(1.5) Здания, сооружения промышленных предприятий, оборудование, необходимое для производственного процесса	Оборудование (в т. ч. транспортерные ленты, пересыпные устройства, галереи подачи щепы)

Производство волокнистых полуфабрикатов	Экстремально низкая температура воздуха, в т. ч. при длительных периодах	Риск разрыва водопроводов, трубопроводов в связи с замерзанием при экстремально низких температурах (см. рис. 2)	(12.1.2) Водопроводящие сооружения (трубопровод и т. д.)	Трубопроводы
	Сильный ливень, продолжительный сильный дождь	Риск переполнения уровня на шламовых полях и загрязнение грунтовых вод компонентами сооружения, предназначенного для размещения отходов	(3.1) Объекты размещения отходов (полигоны, шламохранилища)	Специально оборудованное сооружение, предназначенное для размещения отходов
Производство бумаги и картона	Увеличение количества дней с экстремально высокой температурой (более +30 °С)	Риск пожара на территории предприятия вследствие взрыва или возгорания бумажной пыли. Ущерб зданиям и сооружениям в результате распространения огня	(1.5) Здания, сооружения, промышленные предприятия, оборудование, необходимое для производственного процесса	Здания и сооружения на территории предприятия
	Увеличение количества дней с экстремально высокой температурой (более +30 °С)	Риск снижения производительности (или выхода из строя) технологического оборудования в связи с работой при экстремально высоких температурах (по причине перегрева и недостаточного охлаждения)	(1.5) Здания, сооружения промышленных предприятий, оборудование, необходимое для производственного процесса (энергетическое, энерготехнологическое, технологическое)	Технологическое оборудование (например, бумагоделательные и картоделательные машины)
Производство сырья (древесины)	Повышение среднегодовой температуры воздуха и сокращение холодного периода, «мягкие» зимы	Сокращение периода доступности (использования) лесосырьевой базы, к которой возможно добраться только по зимним автомобильным дорогам (см. рис. 3). Риск сокращения объемов сырья	(9.5) Природно-хозяйственные объекты лесного хозяйства (Лесосырьевая база)	Лесосырьевая база
Производство сырья (древесины)	Увеличение количества дней с экстремально высокой температурой (более +30 °С)	Возрастание пожарной опасности. Риск потери объектов лесной инфраструктуры, объектов лесозаготовки и сырья (древесины), вследствие лесных пожаров (см. рис. 4)	(9.6) Объекты лесной инфраструктуры: лесные дороги, лесной проезд и т. д.	Объекты лесной инфраструктуры (лесная дорога, лесной проезд, квартальная просека, мост железнодорожный, лесной склад и т. д.), объекты лесозаготовки
Транспортировка сырья (древесины)	Повышение среднегодовой температуры воздуха	Нарушение поставок древесного сырья в связи с сокращением периода эксплуатации зимних дорог и ледовых переправ	(9.6) Объекты лесной инфраструктуры: лесные дороги, лесной проезд и т. д.	Зимние автомобильные дороги и ледовые переправы

**Источник:** [18], разработчиками которого являются авторы статьи.



**Рисунок 2.** Смерзание и разрушение трубопровода  
**Figure 2.** Pipeline freezing and collapse

**Источник:** <https://www.ogorod.ru/ru/main/useful/17836/Na-dache-zimoy-razorvalotruby-chto-delat.htm>.



**Рисунок 3.** Ледовая переправа  
**Figure 3.** Ice crossing

**Источник:** <https://perm.bezformata.com/listnews/zakrili-ledovuyu-perepravu-v-ohanske/129415858/>.



**Рисунок 4. Лесной пожар**  
**Figure 4. Forest fire**

**Источник:** <https://forestcomplex.ru/rf-protection/lesnye-pozhary-i-ih-posledstviya-dlya-ekologii-kto-vinovat-i-chto-delat/>.

Согласно рекомендациям по адаптации ЦБП к изменениям климата предприятия целлюлозно-бумажной промышленности самостоятельно принимают решение об отнесении производственных объектов к климатически уязвимым по результатам проведенной оценки климатических рисков.

Для установленных КУО (см. табл.1) с учетом возможных последствий реализации климатических рисков в [18] показаны примеры мероприятий по адаптации к изменениям климата, среди которых:

- отведение излишнего тепла с целью понижения температуры технологической щепы (в складах открытого типа) с помощью системы теплоотводящих элементов, выполненную на основе тепловых труб [19];
- разработка мер по защите подвижных элементов пересыпных устройств, транспортерных лент от смерзания (в т. ч. мер по обогреву помещения, использованию морозостойких смазок для подвижных элементов пересыпных устройств, транспортерных лент, галереи подачи щепы), а также использование морозостойких конвейерных лент;
- утепление трубопроводов с целью защиты от разрыва, а также погружение водопровода в землю ниже линии промерзания грунта;
- применение наилучших доступных технологий (например, НДТ-29 «Снижение образования сточных вод» в соответствии с ИТС 1-2023; НДТ-37 «Уменьшение количества отходов, размещаемых на объектах размещения отходов» в соответствии с [20]);

- рекультивация объектов по размещению отходов (например, шламохранилища);
- разработка дополнительных мер взрывопротекции и взрывозащиты на предприятии;
- разработка планов оптимизации режимов работы технологического оборудования целлюлозно-бумажной промышленности, учитывающих изменения климата в т. ч. долгосрочного роста и возникновения экстремальных температур жары;
- поиск альтернативных участков лесосырьевой базы, которые могут быть доступны в зимний период;
- рассмотрение возможности применения правил устройства и содержания зимних авто мобильных дорог и ледовых переправ, предназначенных для сезонного движения автотранспортных средств в соответствии с [21].

### **Заключение**

Показанный в настоящей статье подход по выявлению климатически уязвимых объектов может быть использован предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности при выявлении возможных мероприятий по адаптации к изменениям климата.

Перечень КУО в рамках соответствующего производственного процесса целлюлозно-бумажной промышленности, приведенный в настоящей статье, не является исчерпывающим и носит рекомендательный характер.

При выявлении КУО в рамках основных производственных процессов рекомендуется определить подверженность и уязвимость энергетического, энерго-технологического (например, содорегенерационный котел) и технологического оборудования (например, варочный котел, бумагоделательные и картоноделательные машины) воздействию климатических факторов, так как данное оборудование является критически важным для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.

Перечень мероприятий по адаптации к изменениям климата для целлюлозно-бумажной промышленности также носит рекомендательный характер. Возможными мероприятиями по адаптации к изменениям климата для соответствующих климатически уязвимых объектов целлюлозно-бумажной промышленности (например, объектов размещения отходов) могут быть мероприятия по внедрению наилучших доступных технологий, установленных в отраслевом информационно-техническом справочнике по наилучшим доступным технологиям «Целлюлозно-бумажное производство» [20]. В различных субъектах Российской Федерации предприятия уже рассматривают возможность применения информации, систематизированной в региональных планах адаптации, оценивают риски и возможности, возникающие в связи с изменениями климата, ищут связи между аспектами сокращения воздействия на климатическую систему и окружающую среду [22].

### **Источники**

1. Порфирьев Б. Н., Терентьев Н. Е., Зинченко Ю. В. Планирование адаптации к изменениям климата: Мировой опыт и возможности для устойчивого социально-экономического развития России // Проблемы прогнозирования. – 2023. – № 2. – С. 154–168.
2. Рамочная конвенция ООН об изменении климата. 1994.



3. Climate Change Adaptation. Paper & Pulp Sector Good Practice Guidance. CPI (Confederation of Paper Industries). Version 1. November 2023.
4. Environment and Climate Change Canada. – URL: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change.html>.
5. IPCC AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. – URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>.
6. Мохов И. И., Макоско А. А., Чернокульский А. В. Изменения климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования. – М.: РАН, 2024. – 360 с.
7. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – СПб.: Наукоемкие технологии, 2022. – 124 с.
8. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год. – Москва, 2024. – 104 с. – URL: [https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2024/RF\\_Climate\\_report\\_2023\\_2.pdf](https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2024/RF_Climate_report_2023_2.pdf).
9. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2023 г. № 812 «Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации».
10. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11.03.2023 г. № 559-р «Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года».
11. ГОСТ Р 71198-2023 Индекс деловой репутации субъектов предпринимательской деятельности (ЭКГ-рейтинг). Методика оценки и порядок формирования ЭКГ-рейтинга ответственного бизнеса».
12. Чернокульский А. В., Лагошин А. В., Воронина Д. С. Оценка физических рисков изменения климата для компаний. – М.: ГЕОС, 2022. – 36 с.
13. Приказ Минэкономразвития России от 28.12.2023 г. № 927 «Об утверждении Методических рекомендаций по оценке возможного ущерба от воздействия климатических рисков, в том числе рекомендаций по формированию перечня климатически уязвимых объектов в отраслях экономики, в субъектах Российской Федерации и Методических рекомендаций по мониторингу и оценке эффективности и результативности мер по адаптации к изменениям климата».
14. Володин Е. М., Грицун А. С. Воспроизведение возможных будущих изменений климата в XXI веке с помощью модели климата INM-CM5 // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2020. – Т. 56. – № 3. – С. 255–266.
15. Скобелев Д.О., Гусева Т.В., Тихонова И.О., Доброхотова М.В. О развитии стратегической социально-экологической оценки в Российской Федерации // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 4 (54). – С. 463–471.
16. Семенов С. М., Гладильщикова А. А. Сценарии антропогенных изменений климатической системы в XXI веке // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2022. – Т. 8. – № 1. – С. 75–106.
17. Мелехов В. И., Братиллов Д. А., Деснев А. Н. Экспериментальное исследование распределения температуры и влажности щепы при открытом способе хранения // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2015. – №5. – Ч. 2. – С. 98–102.
18. ГОСТ Р 71768-2024 Национальный стандарт Российской Федерации «Экологический менеджмент. Методические рекомендации по вопросам адаптации целлюлозно-бумажной промышленности к изменениям климата».
19. Братиллов Д. А., Деснев А. Н. Устройство для отвода тепла из массива технологической щепы в условиях кучевого хранения // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 2 (26). – С. 44–49.
20. ИТС 1-2023 Целлюлозно-бумажное производство : Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям: / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Издание официальное. М.: Бюро НДТ, 2023. – 447 с.

21. ГОСТ Р 58948-2020 Национальный стандарт Российской Федерации «Дороги автомобильные общего пользования. Дороги автомобильные зимние и ледовые переходы. Технические правила устройства и содержания».

22. Кряжев А.М., Гусева Т.В., Тихонова И.О., Очеретенко Д.П., Алмгрен Р целлюлозно-бумажное производство: устойчивое развитие и формирование экономики замкнутого цикла // Экология и промышленность России. – 2020. – Т. 24. – № 11. – С. 48–53.

## References

1. Porfiriev B. N., Terent'ev N. E., Zinchenko Yu. V. Planning for Adaptation to Climate Change: World Experience and Opportunities for Sustainable Social and Economic Development in Russia // Studies on Russian Economic Development. – 2023. – Vol. 34. – No. 2. – Pp. 263-273.

2. United Nations Framework Convention on Climate Change, 1994.

3. Climate Change Adaptation. Paper & Pulp Sector Good Practice Guidance. (CPI (Confederation of Paper Industries). Version 1. November 2023.

4. Environment and Climate Change Canada. – URL: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change.html>.

5. IPCC AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. – URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>.

6. Mohov I. I., Makosko A. A., Chernokulskiy A. V. Climate Change: Causes, Research, Consequences, Problems of Adaptation and Regulation. – Moscow: RAS, 2024. – 360 p.

7. Tretij ocenochnyj doklad ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii. Obshchee rezyume. – SPb.: Naukoemkie tekhnologii, 2022. – 124 s.

8. A Report on Climate Features on the Territory of the Russian Federation in 2023. – Moscow, 2024. – 104 p. – URL: [https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2024/RF\\_Climate\\_report\\_2023\\_2.pdf](https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2024/RF_Climate_report_2023_2.pdf).

9. Decree of the President of the Russian Federation dated October 26, 2023 No. 812 "On Approval of the Climate Doctrine of the Russian Federation".

10. Decree of the Government of the Russian Federation dated March 11, 2023 No. 559-r "On Approval of the National Action Plan for the Second Stage of Adaptation to Climate Change for the Period up to 2025".

11. GOST R 71198-2023 National standard of the Russian Federation "Index business reputation of enterprises (EPS-rating). Method of assessment and procedure for formation the EPS-rating of responsible business".

12. Chernokulskiy A. V., Lagoshin A. V., Voronina D. S. Assessment of Physical Risks of Climate Change for Companies. Moscow : GEOS, 2022. – 36 p.

13. Order No. 927 of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation dated December 28, 2023 "On Approval of Methodological Recommendations for Assessing Possible Damage from the Effects of Climate Risks, Including Recommendations for Creating a List of Climatically Vulnerable Facilities in Economic Sectors and Regions of the Russian Federation and Methodological Recommendations for Monitoring and Evaluating the Effectiveness and Effectiveness of Measures to Adapt to Climate Change."

14. Volodin E. M., Gritsun A. S. Simulation of Possible Future Climate Changes in 21 Century with Climate Model INM-CM5 // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. – 2020. – Vol. 56. – No. 3. – Pp. 255–266.

15. Skobelev D.O., Guseva T.V., Tikhonova I.O., Dobrokhotova M.V. On the Development of Strategic Socio-Environmental Assessment in the Russian Federation // Natural Sciences and Humanities Research. – 2024. – No 4 (54). – Pp. 463–471.

16. Semenov S.M. Gladilshchikova A.A. Scenarios of anthropogenic changes in the climate system in the 21st century // Fundamental and Applied Climatology. – 2022. – Vol. 8. – No. 1. – Pp. 75–106.

17. Melekhov V. I., Bratilov D. A., Desnev A. N. Experimental Research of the Patterns of Temperatures and Moisture of Wood Chips Stored in the Open Air // *Izvestiya TulGU. Technical Sciences.* – 2015. – No. 5. – Part 2. – Pp. 98–102.

18. GOST R 71768-2024 National Standard of the Russian Federation "Environmental Management. Guidelines on Adaptation to Climate Change in the Pulp and Paper Industry".

19. Bratilov D. A., Desnev A. N. Device for Heat Removal from an Array of Technological Chips under Conditions of Cumulus Storage // *Bulletin of the Volga State Technological University. Ser.: Forest. Ecology. Environmental Management.* – 2015. – No 2 (26). – Pp. 44–49.

20. ITS 1-2023 Production of Pulp, Paper, and Board : Information and technical guide to the best available techniques / Federal Agency for Technical Regulation and Metrology. – The publication is official. – Moscow : Bureau of BAT, 2023. – 447 p.

21. GOST R 58948-2020 National Standard of the Russian Federation "Automobile Roads of General Use. Winter Automobile Roads and Ice Crossing. Technical Rules for Construction and Maintenance".

22. Kryazhev A.M., Guseva T.V., Tikhonova I.O., Ocheretenko D.P., Almgren R. Pulp and Paper Production: Sustainable Development and formation of a Circular Economy // *Ecology and Industry of Russia.* – 2020. – Vol. 24. – No. 11. – Pp. 48–53.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 07.10.2024; одобрена после рецензирования 11.11.2024; принята к публикации 15.12.2024. The article was submitted 07.10.2024; approved after reviewing 11.11.2024; accepted for publication 15.12.2024