

УДК 311.4: 502.15

DOI: 10.17586/2310-1172-2026-19-2-66-79

Научная статья

Язык статьи – русский

## **Информационный потенциал системы экологического учета и отчетности для проведения оценки жизненного цикла\***

*Канд. геогр. наук* **Притужалова О.А.** spook191@yandex.ru

**Богданова Е.С.** bogdanova.ek.26@gmail.com

**Куприянова М.Г.** milenakupriyanova2004@mail.ru

*Тюменский государственный университет*

*Россия, г. Тюмень*

*Оценка жизненного цикла продукции (ОЖЦ) базируется на информации о величине потоков материи и энергии на разных стадиях жизненного цикла и дает сведения об уровне связанного с этими потоками воздействия на окружающую среду. Развитие ОЖЦ в России сдерживается нехваткой количественных сведений о входных (энергия, сырье) и выходных потоках (отходы, выбросы и сбросы) на разных стадиях жизненного цикла продукции. В статье показано, какие сведения, собираемые российскими предприятиями в рамках ведения экологического учета и государственной статистической экологической отчетности, могут быть использованы при ОЖЦ. В исследовании определена структура необходимых данных, проанализированы 49 российских форм экологического учета и отчетности, в которых выделены необходимые показатели. В 40 из 49 изученных форм учета и отчетности имеются практически все показатели, значимые в контексте проведения инвентаризации жизненного цикла. Вместе с тем ряд необходимых показателей не фиксируется: расход электроэнергии, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, выбросы углекислого газа (не относится к загрязнителям, но важен для оценки категории воздействия «Парниковый эффект»), данные о площади земельных участков и характере их использования, а также о физических воздействиях. По результатам исследования авторами предложено дополнить российскую систему экологического учета и отчетности рассмотренными показателями, а также даны рекомендации организациям по применению существующих отчетных данных для проведения ОЖЦ.*

*Ключевые слова:* оценка жизненного цикла, инвентаризационный анализ жизненного цикла, экологический учет, экологическая отчетность, категории воздействия.

### **Ссылка для цитирования:**

*Притужалова О.А., Богданова Е.С., Куприянова М.Г. Информационный потенциал системы экологического учета и отчетности для проведения оценки жизненного цикла // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2026. № 2. С. 66-79. DOI: 10.17586/2310-1172-2026-19-2-66-79.*

*\*Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Тюменский карбоновый полигон» (FEWZ-2024-0016)*

Scientific article

Article in Russian

## **Information potential of the environmental accounting and reporting system for life cycle assessment**

*Ph.D.* **Prituzhalova O.A.** spook191@yandex.ru

**Bogdanova E.S.** bogdanova.ek.26@gmail.com

**Kupriyanova M.G.** milenakupriyanova2004@mail.ru

*University of Tyumen*

*Russia, Tyumen*

*Life cycle assessment of a product (LCA) is based on information about the amount of material and energy flows at different stages of the life cycle, it provides information about the level of environmental impacts associated with these flows. The development of LCA in Russia is hampered by the lack of quantitative data on input (energy, raw materials) and output flows (waste, emissions and discharges) at different stages of the product lifecycle. The article shows which information collected by Russian enterprises by the environmental accounting and state statistical environmental reporting system can be used to conduct LCA. The study defines the structure of the necessary data, analyzes 49 Russian forms of environmental accounting and reporting, in which the necessary indicators were identified. In 40 of the 49 forms of accounting and reporting studied, there are almost all indicators that are significant in the context of the life cycle inventory. At the same time, a number of necessary indicators are not recorded: electricity consumption, emissions of pollutants, carbon dioxide emissions (not pollutants, but important for assessing the impact category «Greenhouse effect»), data on the area of land and the type of land use, as well as on physical impacts. Based on the results of the study, the authors proposed to supplement the Russian system of environmental accounting and reporting with the considered indicators, and also gave recommendations to organizations on the use of existing reporting data for conducting LCA.*

**Keywords:** life cycle assessment, life cycle inventory analysis, environmental accounting, environmental reporting, impact categories.

#### **For citation:**

Prituzhalova O.A., Bogdanova E.S., Kupriyanova M.G. Information potential of the environmental accounting and reporting system for life cycle assessment. *Scientific journal NRU ITMO. Series «Economics and Environmental Management»*. 2026. № 2. P. 66-79. DOI: 10.17586/2310-1172-2026-19-2-66-79.

---

### **Введение**

Актуальными задачами снижения негативного воздействия на окружающую среду являются экологическая оптимизация жизненного цикла различной продукции и выбор наиболее экологичных продуктовых альтернатив. Определение влияния продукции на окружающую среду производится при помощи оценки жизненного цикла (ОЖЦ), требования к проведению которой установлены ГОСТ Р ИСО 14044-2021<sup>1</sup>. Эта методика позволяет выявить стадии жизненного цикла продукции, оказывающие наибольшее негативное воздействие на окружающую среду, показатели энерго- и ресурсоемкости (входные потоки сырья и энергии), наиболее опасные загрязнители в выходных потоках производств и в дальнейшем снизить это воздействие посредством внедрения организационных, технических и технологических инноваций.

Согласно ГОСТ Р ИСО 14044-2021 ОЖЦ проводится в четыре этапа. На первом этапе определяется цель исследования, границы системы (стадии жизненного цикла, связанные между собой потоками материи и энергии). На втором этапе (инвентаризационный анализ жизненного цикла, или ИАЖЦ) производится сбор количественных данных о входных и выходных потоках (энергия, сырье, жидкие, твердые и газообразные отходы) на всех стадиях жизненного цикла продукта. На третьем этапе (оценка воздействия жизненного цикла, ОВЖЦ) расчетным методом определяется уровень потенциального воздействия по отдельным категориям воздействия, таким как потребление энергии, парниковый эффект, эвтрофикация, разрушение озонового слоя и пр. В завершение исследования производится интерпретация результатов, в том числе выявление потенциала экологической оптимизации продукции [1].

По своей сути ОЖЦ является информационным инструментом. Для применения методики необходимы количественные данные о величине потоков материи и энергии на всех стадиях жизненного цикла продукта от добычи сырья до утилизации и обезвреживания отходов. Эти данные должны характеризоваться надежностью, доступностью, репрезентативностью и проверяемостью [2].

Стандартом допускается использование различных источников данных. Наиболее точны первичные данные, собранные посредством замеров нужных параметров исследуемых производственных и вспомогательных процессов и экологического мониторинга. В случае их недоступности могут применяться данные расчетов, компьютерного моделирования, экспертные оценки, а также вторичные данные – литературные источники [3, 4]. Качество вторичных данных (актуальность, прозрачность происхождения, репрезентативность) ниже. В западных странах, где зародилась методика ОЖЦ, проблемы сбора инвентаризационных данных с 1980-х гг. решаются с помощью создания банков данных по различной продукции (различных видов сырья, упаковки, топлива, стройматериалов и т.д.). Зачастую они основываются на среднеотраслевых показателях, рассчитанных

---

<sup>1</sup> ГОСТ Р ИСО 14044-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и рекомендации, утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 08.10.2021 № 1100-ст.

для отдельных стран или групп стран. К примеру, так устроена база данных ecoinvent [5, 6]. С одной стороны, такие инвентаризационные данные менее репрезентативны по сравнению с первичными данными [7], зато их доступность позволяет провести ОЖЦ даже небольшим предприятиям. С другой стороны, как показывает опыт, результаты оценки одного и того же продукта с использованием разных баз данных могут показать значительные различия [8, 9]. В России таких банков данных пока не создано, а сведения, собранные для других стран, малорепрезентативны для наших предприятий. В лучшем случае они нуждаются в коррекции с учетом географических рамок [10, 11] и специфических технологических особенностей исследуемых процессов.

Вместе с тем, в России существует разветвленная система экологического учета и отчетности, в рамках которой аккумулируется большой объем сведений, характеризующих типы и величину потоков материи и энергии. Данные экологического учета и отчетности представляют собой первичные данные, они достоверны, актуальны, имеют необходимую географическую привязку. Цель статьи – показать, какие данные экологического учета и государственной статистической отчетности в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов можно применять для проведения ОЖЦ продукции.

Вопросам оценки и развития информационной базы ОЖЦ посвящено множество работ, но преимущественно работ зарубежных ученых. Важно отметить роль российского научного сообщества, исследования которого осветили ключевые методологические вопросы применения ОЖЦ [1, 12], предложили практические шаги для корректного применения методологии в условиях России [13], показали детальные примеры проведения ОЖЦ в России [13-18]. Однако тема источников сведений для проведения ОЖЦ и возможности использования данных экологического учета и отчетности в русскоязычной научной литературе проработана недостаточно, что подтверждается неудовлетворительными результатами поиска научных публикаций в национальной библиографической базе данных Российского индекса научного цитирования (поиск выполнялся по запросам «экологический учет, оценка жизненного цикла», «экологическая отчетность, оценка жизненного цикла», «экологический учет, инвентаризационный анализ жизненного цикла», «инвентаризационный анализ жизненного цикла, источники данных»).

Настоящее исследование характеризуется научной новизной: впервые проведен анализ российских форм экологического учета и отчетности с позиции их применимости для целей ОЖЦ продукции. В отличие от предыдущих работ, где акцент делался на общих вопросах и российском опыте внедрения ОЖЦ, в данном исследовании четко разграничены показатели, уже фиксируемые в российской отчетности, пригодные для ОЖЦ, и пробелы в данных, критически важные для проведения ОЖЦ на основе первичных данных.

### **Методология исследования**

Методология исследования представляет собой эмпирический анализ данных, их структуризацию по типовым категориям данных, необходимых для проведения инвентаризационного анализа жизненного цикла продукции. На первом этапе исследования была определена структура необходимых для проведения ОЖЦ данных. На втором этапе было изучено 49 официально утвержденных на июнь 2025 г. в Российской Федерации форм экологического учета и отчетности на предмет содержания в них показателей, пригодных для проведения инвентаризационного анализа жизненного цикла, определены недостающие показатели. Затем даны рекомендации предприятиям по использованию показателей экологического учета и отчетности для проведения ОЖЦ, а также рекомендации по реформированию российской системы экологического учета и отчетности.

### **Результаты и их обсуждение**

Структура необходимых для проведения ОЖЦ данных. Анализируя требования ГОСТ Р ИСО 14044-2021, можно выделить три основные группы данных для проведения ОЖЦ (табл. 1).

Выяснить данные о производственной системе не составляет большого труда. Для этого можно использовать технологические регламенты, спецификации на продукцию и иные документы, характеризующие процессы и продукцию, как результат процесса.

Данные для процедур классификации и характеристики в рамках ОВЖЦ также имеются в распоряжении исследователей; они зафиксированы в научных трудах, международных соглашениях и методиках, одобренных компетентными международными организациями. Например, выбросы углекислого газа и метана в атмосферу вызывают парниковый эффект, а сбросы фосфора и аммония в составе сточных вод вызывают эвтрофикацию. Для парникового эффекта показателем категории является потенциал глобального потепления (Global Warming Potential) в CO<sub>2</sub>-эквивалентах, а для эвтрофикации – потенциал нитрификации (Nitrification Potential) в фосфат-эквивалентах. Примеры характеристических коэффициентов для парниковых газов: 1 – для углекислого газа, 28 –

для метана<sup>2</sup>. Примеры характеристических коэффициентов для эвтрофикации: 3,06 – для фосфора, 0,33 – для аммония [19].

Таблица 1

**Структура необходимых для проведения ОЖЦ данных**

Категория данных	Описание необходимых данных
Данные о производственной системе	Описание функции и границ производственной системы (совокупности единичных процессов, в которых происходит преобразование материи и энергии)
Данные для ИАЖЦ (по единичным процессам)	1. Данные о величине входных потоков: расход энергии (по видам энергии – энергия гидроэлектростанций, угольных электростанций и т.д.), расход различных видов сырья и материалов, включая упаковку
	2. Данные о величине выходных потоков: объемы выпуска готовой продукции и сопутствующей продукции с учетом технологических потерь, масса и/или объем твердых отходов, масса выбросов в атмосферу, сбросов в водные объекты, объем образования сточных вод
	3. Данные об иных экологических аспектах: землепользование (площади, типы землепользования, степень нарушенности экосистем, эксплуатируемых в ходе таких производственных процессов, как лесное, сельскохозяйственное, горнодобывающее производство, размещение отходов), запахи, уровень шума и вибрации
Данные для ОВЖЦ	1. Данные для классификации, позволяющие соотнести отдельные потоки материи и энергии с экологическими проблемами (категориями воздействия)
	2. Данные для характеристики, характеризующие степень выраженности экологических проблем для каждого конкретного вещества или вида энергии (показатели категорий и характеристические коэффициенты)

Основные сложности практической реализации ОЖЦ связаны со сбором данных для ИАЖЦ. П. 4.3.2 ГОСТ Р ИСО 14044-2021 называет в качестве возможных источников данных для ИАЖЦ данные, полученные путем измерения, расчета или оценки. Как показано выше, наиболее ценны первичные данные. Сведения о расходе сырья, материалов, энергопотреблении, объемах выпуска продукции имеются в бухгалтерской [20], технологической и иной производственной документации. Экологическая документация предприятий обширна, в частности, данные экологического учета и отчетности содержат данные о концентрациях загрязняющих веществ в составе выбросов и сбросов, об образовании и движении отходов. Однако задача выделения в них всех подходящих для проведения ИАЖЦ показателей на сегодня не решена.

**Изучение форм экологического учета и отчетности на предмет содержания в них показателей, пригодных для проведения инвентаризационного анализа жизненного цикла, и недостающих показателей.** Авторами было изучено 29 форм экологической отчетности обязательного характера, а также 20 форм экологического учета, которые являются либо обязательными, либо рекомендуемыми (учет по названным позициям вестись должен, но предприятия вправе разработать собственные формы учета). Необходимые показатели выделены посредством соотнесения показателей форм экологического учета и отчетности с перечнем необходимых данных (табл. 1). В результате установлено, что в 9 формах учета и отчетности подходящих для

<sup>2</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 октября 2021 г. № 2979-р «Об утверждении перечня парниковых газов, в отношении которых осуществляется государственный учет выбросов парниковых газов и ведение кадастра парниковых газов». URL: <https://docs.cntd.ru/document/726571956?marker=6540IN> (дата обращения: 20.02.2026).

ИАЖЦ показателей не содержится, а в 40 формах имеются учетные и статистические показатели для проведения ИАЖЦ (табл. 2).<sup>3</sup>

Таблица 2

**Показатели экологического учета и отчетности, пригодные для проведения ИАЖЦ**

Наименование формы	Наименования показателей, содержащих данные для ОЖЦ
№ 2-ТП (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха»	Масса загрязняющих веществ (выбрасываются без очистки, поступило на очистные сооружения, уловлено и обезврежено)
Форма отчетности о произведенных, использованных, находящихся на хранении, рекуперированных, восстановленных, рециркулированных и уничтоженных веществах, разрушающих озоновый слой, обращение которых подлежит государственному регулированию	Наименования ОРВ (веществ, разрушающих озоновый слой), масса произведенных, использованных, реализованных, рекуперированных, восстановленных, уничтоженных, рециркулированных, закупленных и использованных ОРВ, безвозвратные потери ОРВ при хранении и рециркуляции
Форма отчета о выбросах парниковых газов	Производственные процессы и виды деятельности, конверсионные коэффициенты, массы выбросов по отдельным газам и общая масса выбросов парниковых газов
№ 2-ТП (водхоз) «Сведения об использовании воды»	Объемы забора, получения и использования воды, потери при транспортировке, объемы водоотведения (всего и по степеням очистки), содержание загрязняющих веществ в отведенных водах
№ 2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления»	Наименование видов отходов, масса отходов по видам обращения с отходами (образование, поступление из других хозяйствующих субъектов и с собственных объектов, образование других видов отходов после обработки, обработка, утилизация, обезвреживание, передача ТКО региональному оператору, передача отходов (за исключением ТКО) другим хозяйствующим субъектам и на собственные объекты, размещение (хранение / захоронение)), площадь, занимаемая эксплуатируемыми объектами хранения и захоронения отходов
№ 2-ТП (рекультивация) «Сведения о рекультивации земель, снятии и использовании плодородного слоя почвы»	Площадь нарушенных земель, оработано из общей площади нарушенных земель, площадь и объем снятого и использованного плодородного слоя почвы
№ 2-ТП (охота) «Сведения об охоте и охотничьем хозяйстве»	Площадь закрепленного охотничьего угодья
№ 1-П (рыба) «Сведения об улове рыбы и добыче других водных биоресурсов»	Наименование водных биоресурсов, объем улова рыбы и добычи других биоресурсов
№ 1-ЛХ «Сведения о воспроизводстве лесов и лесоразведении»	Площадь лесовосстановления, лесоразведения, ухода за лесами, заложенных лесосеменных плантаций, архивов клонов и маточных плантаций плюсовых деревьев, посевов семян лесных растений в лесных питомниках, объемы посадок сеянцев лесных растений в школьные отделения лесных питомников, масса внесенных органических удобрений в лесных питомниках, площадь лесных питомников, на которой внесены органические удобрения, масса заготовленных семян лесных растений

<sup>3</sup> Полная база данных доступна в официальном Реестре баз данных (свидетельство о государственной регистрации № 2025626244 от 17.12.2025 г.). URL: <https://www1.fips.ru/register-web/action?acName=clickRegister&regName=DB> (дата обращения: 20.02.2026).

Продолжение табл. 2

Наименование формы	Наименования показателей, содержащих данные для ОЖЦ
№ 12-ЛХ «Сведения о защите лесов»	Площади погибших лесных насаждений, работ по видам мероприятий в области выполнения мер санитарной безопасности в лесах и ликвидации очагов вредных организмов
№ 2-ОС «Сведения о выполнении водохозяйственных и водоохраных работ на водных объектах»	Площади залужения земель в прибрежных защитных полосах, облесения прибрежных защитных полос, расчистки акватории водохранилищ, озер, прудов, участков русел рек, каналов
№ 14-МЕТ (лом) «Сведения об образовании и использовании лома и отходов черных и цветных металлов»	Наименование отходов лома и металлов, масса образования, использования лома и отходов металлов (для собственного производства, отгружено другим организациям)
№ 9-СХ «Сведения о внесении удобрений, проведении работ по химической мелиорации земель и применяемых почвозащитных агротехнологиях»	Наименование культур, масса внесения минеральных и органических удобрений, удобренная площадь, площадь известкования почв, гипсования, фосфоритования почв, наименование применяемой почвозащитной агротехнологии и площадь применения
№ 2-ЛС «Сведения о выполнении условий пользования недрами при добыче твердых полезных ископаемых»	Наименование полезного ископаемого, объем добычи (установленный в лицензии, проектом документе, фактическое выполнение), потери при переработке
№ 3-ЛС «Сведения о выполнении условий пользования недрами при добыче минеральных подземных вод»	Вид использования минеральной воды, объем добычи (установленный в лицензии / фактическая добыча), наименование контролируемых химических компонентов, среднее годовое содержание
№ 4-ЛС «Сведения о выполнении условий пользования недрами при добыче питьевых и технических подземных вод»	Тип и целевое использование подземных вод, объем добычи (установленный в лицензии / фактическая добыча), наименование контролируемых химических компонентов, среднее годовое содержание
№ 1-водопровод «Сведения о работе водопровода (отдельной водопроводной сети)»	Объем воды, поднятой насосными станциями 1-го подъема, поданной в сеть, пропущенной через водопроводные очистные сооружения (всего / из нее нормативно очищенная), отпущенной всем потребителям, утечка и неучтенный расход воды, расход электроэнергии
№ 1-канализация «Сведения о работе канализации (отдельной канализационной сети)»	Площадь иловых площадок, объем сточных вод, пропущенных через очистные сооружения (всего и по степеням очистки), переданных другим канализациям, масса образованного и утилизированного осадка, расход электроэнергии
Декларация о составе и свойствах сточных вод	Фактические концентрации загрязняющих веществ в сточных водах абонента, среднесуточный фактический объем сбрасываемых сточных вод
№ 1-ТЕП «Сведения о снабжении теплоэнергией»	Суммарная мощность источников (котлов) теплоснабжения (по видам и мощности), объем производства, отпуска и получения тепловой энергии, расход топлива по норме и фактически (в том числе по видам топлива), потери тепловой энергии, объем производства электрической энергии когенерационными тепловыми установками
Декларация о выпущенных в обращение товарах подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств	Наименование и масса товара (всего / в том числе упаковки, произведенной из вторичного сырья), наименование и масса упаковки товаров

Продолжение табл. 2

Наименование формы	Наименования показателей, содержащих данные для ОЖЦ
Расчет суммы экологического сбора по товарам, упаковке, произведенным на территории РФ или ввезенным из государств-членов Евразийского экономического союза	Наименование товара, упаковки, масса отходов, за которые необходимо уплатить экологический сбор, масса товара, произведенного с использованием вторичного сырья (без учета норматива утилизации), доля вторичного сырья, использованного при производстве товара, упаковки, масса отходов от использования товаров, подлежащих утилизации (с учетом норматива утилизации и понижающего коэффициента), масса утилизированных отходов, засчитываемая в счет выполнения самостоятельной утилизации
№ 1-ИЛ «Отчет об использовании лесов»	Площадь лесосеки / рубки, объем заготовки древесины (с учетом формы рубки / вида рубки / породного, сортиментного состава древесины), вид и площадь использования лесов в целях, не связанных с заготовкой древесины, вид заготавливаемых ресурсов, объем использования лесов
Форма 1.1. Журнал учета водопотребления средствами измерений (титульный лист)	Количество воды, используемой в системах оборотного и повторного водоснабжения
Форма 1.2. Журнал учета водопотребления средствами измерений (таблица)	Расход воды
Форма 1.3. Журнал учета водоотведения средствами измерений (титульный лист)	Наименование водного объекта – приемника сточных, в том числе дренажных, вод
Форма 1.4. Журнал учета водоотведения средствами измерений (таблица)	Расход сточных, в том числе дренажных, вод
Форма 1.5. Журнал учета водопотребления (водоотведения) другими методами (титульный лист)	Наименование водного объекта – приемника сточных, в том числе дренажных, вод
Форма 1.6. Журнал учета водопотребления (водоотведения) другими методами (таблица)	Удельный расход электроэнергии на забор воды, или производительность насосов, или норма водопотребления на единицу продукции, расход электроэнергии, или количество часов работы насоса в сутки, или объем выпущенной продукции, расход воды
Форма 2.1. Журнал учета качества сбрасываемых сточных, в том числе дренажных, вод (титульный лист)	Наименование водного объекта – приемника сточных, в том числе дренажных, вод
Форма 2.2. Журнал учета качества сбрасываемых сточных, в том числе дренажных, вод	Наименование загрязняющего вещества, концентрация загрязняющего вещества, расход сточных, в том числе дренажных, вод, масса сбрасываемого загрязняющего вещества
Форма 3.1. Информация о результатах проведения учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных, в том числе дренажных, вод, их качества	Наименование водного объекта – водоисточника, объем допустимого забора, фактический объем забора
Форма 3.2. Информация о результатах проведения учета объема сброса сточных, в том числе дренажных, вод	Наименование водного объекта – водоприемника, объем допустимого сброса, фактически отведено сточных вод и (или) дренажных вод (по степеням очистки)
Форма 3.3. Информация о результатах проведения учета качества сточных, в том числе дренажных, вод	Наименование водного объекта – водоприемника, загрязняющее вещество, масса разрешенного и фактического сброса загрязняющих веществ

Окончание табл. 2

Наименование формы	Наименования показателей, содержащих данные для ОЖЦ
Форма № ПОД-11. Журнал учета водопотребления (водоотведения) водоизмерительными приборами и устройствами	Расход воды
Форма № ПОД-12. Журнал учета водопотребления (водоотведения) косвенными методами	Удельные расходы воды на единицу продукции или удельный расход электроэнергии или производительность насосов, объем выпущенной продукции или расход электроэнергии или количество часов работы насоса в сутки или показания манометра, расход воды
Форма № ПОД-13. Журнал учета качества сбрасываемых сточных вод	Наименование, концентрация ингредиента, расход сточных вод, масса сбрасываемого ингредиента, кг
Форма № ПОД-1. Журнал учета стационарных источников загрязнения и их характеристик	Параметры газовой смеси на выходе из источника, наименование и концентрация вредного вещества, время работы источника, масса вредных веществ, отходящих от источника (в том числе: поступает на очистку / уловлено и обезврежено / выброшено в атмосферу), максимальное количество вредных веществ в выбросе
Форма № ПОД-3. Журнал учета работы газоочистных и пылеулавливающих установок	Кол-во отработанных часов (смен) в сутки (газопылеулавливающей установкой), время простоя
Справки, накладные, квитанции, письма о количестве и виде отходов, направленных на размещение, переработку, обезвреживание	Наименование видов отходов, количество отходов, переданных другим хозяйствующим субъектам для обработки / утилизации / обезвреживания / хранения / захоронения, наименование фирмы-получателя отходов

Авторами установлено, что российская система экологического учета и отчетности предполагает сбор практически всех данных, необходимых для проведения ИАЖЦ. Вместе с тем в системе экологического учета и отчетности были выявлены пробелы (показатели, необходимые для ИАЖЦ, но отсутствующие в отчетности):

1. В некоторых формах экологической отчетности фиксируется расход электрической энергии, приходящийся на определенный объем произведенных ресурсов, например, в форме № 1-водопровод – на работу водопроводных сооружений. Данные по общему объему используемой на предприятиях электрической энергии, а также детализация по источникам выработки энергии (теплоэлектростанции, атомные, ветровые станции и пр.) в экологической отчетности не фигурируют. Однако, данные по энергопотреблению на предприятиях собираются (как правило, производится их замер при помощи счетчиков). А данные по типам электростанций предусмотрены в форме отчетности для производителей энергии – форма 23-Н. То есть информационная основа для полной оценки уровня воздействия на окружающую среду, связанного с потреблением энергии, имеется.

2. Данные об объемах выбросов загрязнителей в атмосферу содержатся в форме 2-ТП (воздух) и охватывают выбросы от стационарных источников загрязнения, в то время как информация о выбросах транспорта отсутствует. Таким образом, на сегодняшний день полный учет уровня и последствий химического загрязнения воздушной среды на базе действующих форм отчетности не представляется возможным, необходимо привлекать дополнительные данные (расчеты выбросов от передвижных источников).

3. Углекислый газ не считается загрязняющим веществом, поэтому его выбросы не учитываются в форме 2-ТП (воздух). Вместе с тем углекислый газ относится к парниковым газам, и учет его выбросов необходим для расчета парникового эффекта. С введением с 2022 г. обязанности промышленных предприятий вести учет выбросов парниковых газов согласно ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов»<sup>4</sup> эта проблема поэтапно решается (сначала введена отчетность для предприятий с объемом выбросов 150 тыс. т эквивалентов углекислого газа, затем этот порог понижен до 50 тыс. т). Однако для предприятий других отраслей, в частности, сельского хозяйства, такая отчетность необязательна, как и для предприятий с малым объемом выбросов.

4. Многие формы экологической отчетности предполагают сбор данных о землепользовании. Например, в форме № 2-ТП (отходы) должны отображаться площади эксплуатируемых объектов хранения и захоронения отходов, в форме № 2-ТП (рекультивация) – площади нарушенных земель, в форме № 2-ТП (охота) – площади

<sup>4</sup> Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов». URL: <https://docs.cntd.ru/document/607142402> (дата обращения: 20.02.2026).

охотничьих угодий, в форме № 1-ИЛ – площади лесосеки. Однако формы экологической отчетности не отображают в полной мере площади сельскохозяйственных угодий, горнодобывающих, строительных и некоторых других видов работ, тогда как для полноценной ОЖЦ желательна информация обо всей площади земель, задействованных в хозяйственной деятельности, и характере проводимых работ.

5. Запахи, уровень шума и иные физические воздействия в формах отчетности не требуется фиксировать. Однако это не представляет большой проблемы, так как их учет в рамках ОЖЦ на практике осуществляется достаточно редко (соответствующие воздействия на окружающую среду чаще всего оцениваются как пренебрежимо малые).

### **Рекомендации предприятиям по использованию показателей экологического учета и отчетности для проведения ОЖЦ**

Таким образом, для большинства предприятий, которые осуществляют выпуск той или иной продукции на сравнительно компактной территории (одна или несколько производственных площадок), ключевыми источниками данных для ОЖЦ будут следующие формы отчетности: № 2-ТП (воздух), № 2-ТП (водхоз), № 2-ТП (отходы), № 1-водопровод, № 1-канализация, Декларация о составе и свойствах сточных вод.

Если предприятие осуществляет специфичные виды природопользования, связанные с использованием больших участков земель (например, рубку леса, растениеводство, открытую добычу полезных ископаемых и т. д.), пригодятся иные формы отчетности. Например, для предприятий растениеводства – форма отчетности № 9-СХ, содержащая показатели внесения удобрений под урожай (ц), обработанные площади (га). Предприятиям, деятельность которых базируется на использовании биологических ресурсов, дополнительно потребуются формы отчетности: № 1-П (рыба), № 2-ТП (охота), № 1-ЛХ, № 12-ЛХ, № 1-ОЛ, № 1-ЗЛ, № 1-ИЛ.

Специфической особенностью ОЖЦ как методики оценки продукции является выявление величины потоков и связанных с ними воздействий на окружающую среду из расчета на функциональную единицу (например, на 1 тонну или на 100 экземпляров продукции).

В случае, если на предприятии выпускается один вид продукции, определение удельного (отнесенного к функциональной единице) воздействия на окружающую среду производится делением общей величины воздействия на объем выпуска продукции. Например, предприятие, осуществляющее захоронение отходов на полигоне, может разделить общие показатели расхода энергии, топлива, а также выбросов и сбросов загрязняющих веществ на массу захороненных отходов и получить искомые показатели из расчета на тонну отходов. Предприятие, осуществляющее добычу нефти, может рассчитать долю потоков, приходящихся на тонну нефти. Но чаще на одном производстве выпускаются несколько видов продукции, на многих месторождениях добываются более одного вида сырья и т. д. ОЖЦ, как правило, проводится в отношении одного продукта. В таком случае необходимо произвести распределение входных и выходных потоков пропорционально расходу сырья, энергозатрат и реальных выбросов. Это можно сделать, зная долю каждого продукта в общем выходе системы. Также процедуры распределения могут включать моделирование и эксперименты.

Для выявления величины потоков, связанных с единичными процессами, также полезны данные форм первичного экологического учета. Например, формы первичного учета водопотребления и водоотведения 1.1-1.6 предполагают фиксацию сведений с указанием конкретного цеха, участка, канала сброса сточных вод.

Таким образом, результаты исследования позволяют заключить, что заинтересованные предприятия-производители продукции могут практически в полном объеме выполнить ИАЖЦ применительно к этапу производства продукции по данным экологического учета и отчетности. Конечно, для сбора информации по иным этапам жизненного цикла продукции потребуется информационное взаимодействие с другими предприятиями в цепочке поставок (получение их данных учета и отчетности и соответствующие расчетные процедуры).

Впоследствии на основе данных ИАЖЦ можно провести ОВЖЦ – рассчитать уровень потенциального воздействия по следующим категориям воздействия: эвтрофикация почв, эвтрофикация водоемов, нарушение озонового слоя, потребление энергии, потребление сырья и материалов, потребление воды, образование отходов.

### **Рекомендации по реформированию российской системы экологического учета и отчетности**

Нехватка данных о выбросах от транспортных средств затрудняет проведение ИАЖЦ по следующим категориям: парниковый эффект, выбросы фотооксидантов, закисление среды, токсическое воздействие на человека и экосистемы. Без данных о видах и масштабах землепользования невозможно дать полную оценку воздействия на экосистемы и биоразнообразие. Для расчета величины парникового эффекта, связанного с жизненным циклом продукции, необходимо вести учет выбросов углекислого газа. Для обеспечения полноты

проведения ОЖЦ авторы предлагают дополнить обязательные в России формы учета и отчетности следующими показателями.

1. Показатели выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников. На наш взгляд, наиболее целесообразно ввести новый раздел в имеющуюся форму отчетности по выбросам 2-ТП (воздух), охватывающую все виды транспорта на балансе предприятия – автомобильный (включая строительную, сельскохозяйственную и иную технику), железнодорожный, водный и воздушный.

При введении экологического учета выбросов от передвижных источников следует ориентироваться на наиболее простую схему расчетов. Надежной информационной основой расчета могут стать уже учитываемые на предприятиях параметры пройденного транспортом пути и расхода топлива. Например, для автотранспорта это – путевые листы. Таким образом, для автотранспорта мы рекомендуем использовать в отчетности следующие показатели: категорию автомобильной техники, экологический класс автомобильной техники, вид топлива (например, бензин, дизельное топливо, пропан), фактическое количество израсходованного топлива (т/год) и рассчитанные выбросы (т/год) таких загрязнителей как углерода оксид, азота оксиды (в пересчете на азота диоксид), твердые частицы в пересчете на углерод (сажа), диоксид серы, метан, неметановые летучие органические соединения, аммиак, углеводороды (бензин, керосин), формальдегид, бенз(а)пирен. По аналогии с автотранспортом для других видов транспорта отражаемыми в отчетности показателями могут стать категория техники, вид расходуемого топлива, количество расходуемого топлива (т/год) и масса выбросов (т/год). К перечню отчетных загрязняющих веществ следует добавить: для железнодорожного транспорта – бензол, толуол, ацетон; для воздушного транспорта – озон. Для водного транспорта перечень загрязнителей тот же, что и для автомобильного.

2. Показатели площади земель, задействованных в хозяйственной деятельности, и характера землепользования. Целесообразно введение новой формы отчетности № 2-ТП (земли) «Использование земельных участков». Данная форма должна быть ежегодной, показывать состояние земель на 1 января отчетного года. Она должна быть обязательной к заполнению для всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, которые используют земельные участки для хозяйственной деятельности, кроме организаций, осуществляющих исключительно офисную деятельность. К примеру, если на балансе организации есть котельная, земельный участок, на котором она размещается, необходимо отразить в этой форме отчетности. Также следует отражать площади стоянок техники, производственных цехов и прилегающей территории, площади лесных делянок, обрабатываемых полей, полей под паром, карьеров и иных антропогенных либо природно-антропогенных объектов. Форма № 2-ТП (земли) может включать разделы, показанные в табл. 3. Поскольку на одном кадастровом участке могут располагаться несколько объектов, необходимо указать каждый из них. Основанием для различения объектов должны являться разные виды использования территории (например, застройка, асфальтированная дорога, полигон отходов для промышленного предприятия, луга, пашни, фруктовые сады, склады, гаражи для техники для сельскохозяйственного предприятия). Детальное указание вида использования и состояния земель позволит оценить степень нарушения земель в процессе хозяйственной и иной деятельности.

3. Показатели выбросов углекислого газа. В отличие от метана и других парниковых газов, углекислый газ не относится к загрязняющим веществам, его выбросы учитываются только крупными промышленными организациями. Другие предприятия уже сейчас могут вести отчетность по выбросам углекислого газа на добровольной основе, однако такое редко практикуется, в том числе в силу слабой методической базы учета. Введение обязательной формы отчетности по выбросам углекислого газа для всех российских предприятий экономически нецелесообразно. Однако оно может быть рекомендовано предприятиям, заинтересованным в проведении ОЖЦ своей продукции и/или оценки углеродного следа своей продукции и деятельности.

Таблица 3

**Структура предлагаемой формы отчетности по использованию земельных участков**

Наименование показателя		Описание показателя
Кадастровый номер земельного участка		Уникальный номер земельного участка, присвоенный ему при постановке на государственный учет
Площадь земельного участка, кв.м		Общая площадь земельного участка согласно данным государственного учета
Основания пользования земельным участком		Собственность, аренда, сервитут, иное (с указанием документов о правах на землю)
Категория земель земельного участка		Указание категории земель по целевому назначению согласно ст. 7 Земельного кодекса РФ
Разрешенное использование земельного участка		Вид разрешенного использования земельного участка согласно данным государственного учета
Объект п земельного участка	Вид использования	Сельскохозяйственное (пашня, пастбища, многолетние насаждения и др.) Лесохозяйственное (защитные и эксплуатационные леса, питомники и др.) Селитебное (жилая застройка, промышленные и коммерческие зоны и др.) Водное (водоемы, рыболовные угодья) Промышленное и энергетическое (карьеры, нефтяные вышки, электростанции и др.) Иное
	Площадь, кв.м	Числовое значение (округлено до целого кв.м)
	Состояние и площади земель (кв.м): – ненарушенные земли – нарушенные земли – оработанные земли – рекультивированные земли	Отнесение земель к нарушенным, оработанным и рекультивированным принимать согласно Приказу Росстата от 29.12.2012 № 676 Площади (округлены до целого кв.м)

**Выводы**

По итогам проведенного исследования установлено, что основные проблемы в проведении ОЖЦ сопряжены со сбором данных в рамках инвентаризационного анализа жизненного цикла в силу его трудоемкости и сложности получения первичных данных, рассчитанных на функциональную единицу. Большая часть необходимых данных российскими предприятиями, имеющими надлежащий уровень развития системы экологического учета и отчетности, собирается, но для проведения ОЖЦ их нужно точно отбирать среди различных форм учета и отчетности. Данное исследование, указывая на необходимые показатели в отчетности, представляет собой важный шаг в направлении широкого внедрения ОЖЦ на российских предприятиях.

При сопоставлении перечня необходимых для ОЖЦ данных (табл. 1) и показателей форм экологического учета и отчетности также определены недостающие показатели: сведения об объемах выбросов в атмосферу загрязнителей от передвижных источников, сведения о выбросах углекислого газа от организаций, не относящихся к регулируемым организациям согласно ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», сведения о землепользовании, сведения о запахах и уровне физического воздействия. Комплексные сведения об используемой электрической энергии в экологической отчетности не фигурируют, но имеются в производственной отчетности. Авторами предложено ввести отчетность по трем направлениям: обязательная отчетность о выбросах от передвижных источников, о землепользовании и добровольная отчетность о выбросах углекислого газа от организаций, не имеющих обязательства вести такую отчетность.

Собрав данные из всех форм отчетности, содержащих информацию по размеру входных и выходных потоков материи и энергии на производстве, а также данные о землепользовании и других экологических аспектах, предприятие получает информационную базу для выполнения ОЖЦ своей продукции на этапе ее производства. Информационное взаимодействие с партнерами (поставщиками, продавцами, потребителями и

утилизаторами своей продукции) может позволить предприятиям выполнить полную ОЖЦ, совместными усилиями добиваясь улучшения экологических аспектов своих товаров и услуг, тем самым внести свой вклад в достижение цели устойчивого развития Организации объединенных наций №12 «Ответственное потребление и производство».

Перспективы исследования связаны с разработкой руководства по сбору первичных данных для российских предприятий. Такое руководство могло бы включать шаблоны форм сбора данных для разных стадий жизненного цикла, методики пересчета разнородных данных в унифицированные показатели (например, перевода разных видов топлива в тонны условного топлива), методики пересчета на функциональную единицу, рекомендации по цифровизации учета. Полезно, если такие руководства будут учитывать отраслевую специфику. Также целесообразно создание российских баз данных для ОЖЦ, удовлетворяющих требованиям п. 4.2.3.6.2 ГОСТ Р ИСО 14044-2021 (представительность данных с позиций географических, временных и технологических рамок).

### Литература

1. Сергиенко О.И., Копыльцова С.Е. Определение экологических характеристик продовольствия на основе оценки жизненного цикла продукции // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2011. № 1. С. 284-298.
2. Sala S., Amadei A.M., Beylot A., Ardente F. The evolution of life cycle assessment in European policies over three decades // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2021. Т. 26, № 12. С. 2295-2314. DOI 10.1007/s11367-021-01893-2.
3. Saad M., Zhang Y., Tian J., Jia J. A graph database for life cycle inventory using Neo4j // Journal of Cleaner Production. 2023. № 393. С. 136344. DOI: 10.1111/jiec.13305.
4. Dai T., Fleischer A.S., Lee R., Wemhoff A.P. Life cycle inventory regionalization and uncertainty characterization: A multilevel modeling approach // Journal of Cleaner Production. 2020. Volume 242. С. 118459. DOI:10.1016/j.jclepro.2019.118459.
5. Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Doka G., Dones R., Heck Th., Hellweg St., Hischier R., Nemecek Th., Rebitzer G., Spielmann M. The ecoinvent database: overview and methodological framework // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2005. Т. 10, № 1. С. 3-9. DOI:10.1065/lca2004.10.181.1.
6. Wernet G., Bauer Ch., Steubing B., Reinhard J., Moreno-Ruiz E., Weidema B. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2016. Т. 21, № 9. С. 1218-1230. DOI: 10.1007/s11367-016-1087-8.
7. Meron N., Blass V., Garb Ya., Kahane Ye., Thoma G. Why going beyond standard LCI databases is important: lessons from a meta-analysis of potable water supply system LCAs // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2016. Т. 21, № 8. С. 1134-1147. DOI: 10.1007/s11367-016-1096-7.
8. Kuczenski B., Davis Ch.B., Rivela B., Janowicz K. Semantic catalogs for life cycle assessment data // Journal of Cleaner Production. 2016. Т. 137. С. 1109-1117. DOI:10.1016/j.jclepro.2016.07.216.
9. Kalverkamp M., Helmers E., Pehlken A. Impacts of life cycle inventory databases on life cycle assessments: A review by means of a drivetrain case study // Journal of Cleaner Production. 2020. Т. 269. С. 121329. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121329.
10. Nitschelm L., Aubin J., Corson M.S., Viaud V., Walter Ch. Spatial differentiation in Life Cycle Assessment LCA applied to an agricultural territory: current practices and method development // Journal of Cleaner Production. 2016. Т. 112. С. 2472-2484. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.09.138.
11. Liu M., Zhu G., Tian Y. The historical evolution and research trends of life cycle assessment // Green Carbon. 2024. Т. 2, № 4. С. 425-437. DOI: 10.1016/j.greenca.2024.08.003.
12. Дербенев А.В., Курошев И.С. Использование метода оценки жизненного цикла для управления отходами и вторичными ресурсами // Качество и жизнь. 2019. № 4(24). С. 31-36. DOI: 10.34214/2312-5209-2019-24-4-31-36.
13. Шугина А., Хоршев А., Веселов Ф. Оценка экологического воздействия жизненного цикла электростанций при разработке сценариев низкоуглеродной трансформации электроэнергетики России // Энергетическая политика. 2024. № 12(203). С. 56-73. DOI: 10.46920/2409-5516-2024-12203-56.
14. Копыльцова С.Е. Разработка экологической декларации молочной продукции // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2013. № 1. С. 24.
15. Ратнер С.В., Иосифов В.В. К вопросу о разработке стратегии развития солнечной энергетики в России с учетом экологических эффектов // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. № 8 (467). С. 1522-1540.

16. Старостина В.Ю., Кристенсен Т.Х. Оценка жизненного цикла систем управления муниципальными отходами // XXI век. Техносферная безопасность. 2022. Т. 7, № 2 (26). С. 142-150. DOI: 10.21285/2500-1582-2022-2-142-150.
17. Ширинкина Е.С., Ильиных Г.В., Мозжегорова Ю.В., Коротаев В.Н. Проблемы оценки жизненного цикла и углеродного следа водорода // Экология и промышленность России. 2023. Т. 27. № 12. С. 48-55. DOI: 10.18412/1816-0395-2023-12-48-55.
18. Михеев П.Ю., Страхов А.С., Агафонов С.А. Оценка загрязнения окружающей среды в течение жизненного цикла наземной ветроэлектростанции в Арктике // Арктика и инновации. 2025. Т. 3. № 3. С. 65-78. DOI: 10.21443/3034-1434-2025-3-3-65-78.
19. Heijungs R., Guinée J.B., Huppes G., Lankreijer R.M., Udo de Haes H.A., Wegener Sleeswijk A., Ansems A.M.M., Eggels P.G., van Duin R., de Goede H.P. Environmental life cycle assessment of products: guide and backgrounds (Part 1) // Centre of Environmental Science, Leiden. The Netherlands. 1992.
20. Сушко О.А. Оценка промышленных отходов на этапах жизненного цикла для целей бухгалтерского учета // Бухгалтерский учет и анализ. 2020. № 12(288). С. 39-44.

### References

1. Sergienko O.I., Kopyltsova S.E. Determination of the ecological characteristics of food based on the assessment of the life cycle of products // *Scientific Journal of the National Research University of ITMO. The series "Economics and Environmental Management"*. 2011. No. 1. pp. 284-298.
2. Sala S., Amadei A.M., Beylot A., Ardente F. The evolution of life cycle assessment in European policies over three decades // *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2021. Vol. 26, No. 12. pp. 2295-2314. DOI 10.1007/s11367-021-01893-2 .
3. Saad M., Zhang Y., Tian J., Jia J. A graph database for life cycle inventory using Neo4j // *Journal of Cleaner Production*. 2023. No. 393. pp. 136344. DOI: 10.1111/jiec.13305.
4. Dai T., Fleischer A.S., Lee R., Wemhoff A.P. Life cycle inventory regionalization and uncertain characterization: A multilevel modeling approach // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Volume 242. p. 118459. DOI:10.1016/j.jclepro.2019.118459.
5. Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Doka G., Dones R., Heck Th., Hellweg St., Hischier R., Nemecek Th., Rebitzer G., Spielmann M. The ecoinvent database: overview and methodological framework // *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2005. Vol. 10, No. 1. pp. 3-9. DOI:10.1065/lca2004.10.181.1.
6. Wernet G., Bauer Ch., Steubing B., Reinhard J., Moreno-Ruiz E., Weidema B. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology // *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2016. Vol. 21, No. 9. pp. 1218-1230. DOI: 10.1007/s11367-016-1087-8 .
7. Meron N., Blass V., Garb Ya., Kahane Ye., Thoma G. Why going beyond standard LCI databases is important: lessons from a meta-analysis of potable water supply system LCAs // *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2016. Vol. 21, No. 8. pp. 1134-1147. DOI: 10.1007/s11367-016-1096-7
8. Kuczenski B., Davis Ch.B., Rivela B., Janowicz K. Semantic catalogs for life cycle assessment data // *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 137. pp. 1109-1117. DOI:10.1016/j.jclepro.2016.07.216.
9. Kalverkamp M., Helmers E., Pehlken A. Impacts of life cycle inventory databases on life cycle assessments: A review by means of a drivetrain case study // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 269. p. 121329. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121329.
10. Nitschelm L., Aubin J., Corson M.S., Viaud V., Walter Ch. Spatial differentiation in Life Cycle Assessment LCA applied to an agricultural territory: current practices and method development // *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 112. pp. 2472-2484. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.09.138.
11. Liu M., Zhu G., Tian Y. The historical evolution and research trends of life cycle assessment // *Green Carbon*. 2024. Vol. 2, No. 4. pp. 425-437. DOI: 10.1016/j.greenca.2024.08.003.
12. Derbenev A.V., Kuroshev I.S. Using the life cycle assessment method for waste and secondary resource management // *Quality and life*. 2019. No. 4(24). pp. 31-36. DOI: 10.34214/2312-5209-2019-24-4-31-36.
13. Shigina A., Khorshev A., Veselov F. Assessment of the environmental impact of the life cycle of power plants in the development of scenarios for low-carbon transformation of the Russian electric power industry // *Energy policy*. 2024. No. 12(203). pp. 56-73. DOI: 10.46920/2409-5516-2024-12203-56.
14. Kopyltsova S.E. Development of an environmental declaration of dairy products // *Scientific Journal of the National Research University of ITMO. The series "Economics and Environmental Management"*. 2013. No. 1. p. 24.
15. Ratner S.V., Iosifov V.V. On the issue of developing a strategy for the development of solar energy in Russia, taking into account environmental effects. // *Economic analysis: theory and practice*. 2017. Vol. 16. No. 8 (467). pp. 1522-1540.

16. Starostina V.Yu., Christensen T.H. Assessment of the life cycle of municipal waste management systems // *XXI century. Technosphere safety*. 2022. Vol. 7, No. 2 (26). pp. 142-150. DOI: 10.21285/2500-1582-2022-2-142-150.
17. Shirinkina E.S., Ilinykh G.V., Mozzhegorova Yu.V., Korotaev V.N. Problems of assessing the life cycle and carbon footprint of hydrogen // *Ecology and industry of Russia*. 2023. Vol. 27. No. 12. pp. 48-55. DOI: 10.18412/1816-0395-2023-12-48-55.
18. Mikheev P.Yu., Strakhov A.S., Agafonov S.A. Assessment of environmental pollution during the life cycle of an onshore wind power plant in the Arctic // *Arctic and Innovations*. 2025. Vol. 3. No. 3. pp. 65-78. DOI: 10.21443/3034-1434-2025-3-3-65-78.
19. Heijungs R., Guinée J.B., Huppes G., Lankreijer R.M., Udo de Haes H.A., Wegener Sleeswijk A., Ansems A.M.M., Eggels P.G., van Duin R., de Goede H.P. Environmental life cycle assessment of products: guide and backgrounds (Part 1) // *Centre of Environmental Science, Leiden. The Netherlands*. 1992.
20. Sushko O.A. Assessment of industrial waste at the stages of the life cycle for accounting purposes // *Accounting and analysis*. 2020. No. 12(288). pp. 39-44.

Статья поступила в редакцию 28.04.2026  
Принята к публикации 29.05.2026

Received 28.04.2026  
Accepted for publication 29.05.2026