

УДК 658

*М.А. Рагозина, А.В. Агалакова, И.Д. Абдуллоев*

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, email: ragfil@mail.ru, agalanna@yandex.ru, ikboljon9901@gmail.com

## **МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМИ ПРОДУКТАМИ НА ОСНОВЕ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА В АВТОМОБИЛЕСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**Ключевые слова:** автомобилестроительная отрасль, машиностроение, инструмент управления, окружающая среда, экологический продукт, жизненный цикл.

В статье рассматривается методика управления высокотехнологичными продуктами на основе их жизненного цикла в автомобилестроительной отрасли машиностроения. В контексте современного производства автомобилей, где проблемы с экологией становятся все более важными, рассмотрены ключевые проблемы, такие как высокие выбросы углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в окружающую среду и недостаточное управление производственными отходами в автомобилестроительной отрасли машиностроения. В данной работе авторами разработана методика управления высокотехнологичными продуктами на основе их жизненного цикла (LCA) в автомобилестроительной отрасли, а также сформирован алгоритм методики. Представлен инструмент управления – проектирование с учётом окружающей среды (DfE), который способствует оценке и снижению неблагоприятного воздействия на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла продукции. Эта методика представляет собой важный шаг к устойчивому развитию автомобилестроительной отрасли, способствуя не только улучшению экологической ситуации, но и созданию более качественных и безопасных продуктов для потребителей.

*M.A. Ragozina, A.V. Agalakova, I.D. Abdulloev*

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, email: ragfil@mail.ru, agalanna@yandex.ru, ikboljon9901@gmail.com

## **A METHODOLOGY FOR MANAGING HIGH-TECH PRODUCTS BASED ON THEIR LIFE CYCLE IN THE AUTOMOTIVE ENGINEERING INDUSTRY**

**Keywords:** automotive industry, mechanical engineering, management tool, environment, ecological product, life cycle.

The article discusses the management methodology of high-tech products based on their life cycle in the automotive engineering industry. In the context of modern car manufacturing, where environmental issues are becoming increasingly important, key issues such as high emissions of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) into the environment and insufficient management of industrial waste in the automotive engineering industry are considered. In this paper the authors have developed a methodology for managing high-tech products based on their life cycle (LCA) in the automotive industry, as well as an algorithm for the methodology. A management tool is presented – environmental design (DfE), which contributes to the assessment and reduction of adverse environmental impacts at all stages of the product lifecycle. This technique represents an important step towards the sustainable development of the automotive industry, contributing not only to improving the environmental situation, but also to creating better and safer products for consumers.

В течение последних тридцати лет заметна явная динамика сокращения жизненного цикла продуктов, обусловленная ускорением научно-технического прогресса. Это означает, что важные конкурентные преимущества теперь приобретают те, кто способен эффективно управлять жизненным циклом продукта и разрабатывать его в самые короткие сроки. Жизненный цикл автомобиля – это период времени, начиная от момента

его проектирования до момента износа и утилизации. Этот цикл напрямую зависит от различных факторов, включая конструкцию, режим эксплуатации, условия работы и т.д.

В постиндустриальном обществе приоритетной задачей становится использование возобновляемой энергии, такой как солнечная, ветровая и гидроэнергетика, чтобы уменьшить выбросы углекислого газа. Автомобильная

отрасль, потребляющая значительные объемы энергии, оказывает негативное воздействие на окружающую среду из-за высоких выбросов при производстве автомобилей.

В 1988 году для снижения негативных выбросов в Европе были приняты экологические стандарты с Евро 0 и Евро 6 в настоящее время. В 2015 году в Париже было подписано климатическое соглашение, целью которого является предотвращение повышения температуры на Земле на более чем 2°C. В 1994 году Россия присоединилась к нескольким важным международным соглашениям, в том числе Рамочная конвенция ООН (РКИК ООН), в 2004 году Киотский протокол и в 2019 году Парижское соглашение [1].

Проблема заключается в том, что транспортные средства осуществляют большое влияние на окружающую среду и являются главным источником выбросов парниковых газов в атмосферу, поэтому нужно оценить негативное воздействие автомобилей на окружающую среду и предложить перейти на использование возобновляемой энергии в автомобилестроении.

### **Цель исследования**

Цель исследования – разработка методики управления высокотехнологичными продуктами на основе их жизненного цикла в автомобилестроительной отрасли.

### **Материал и методы исследования**

В процессе выполнения исследования авторы использовали различные методы, такие как общенаучные и специализированные. Общенаучные методы включают: оценка жизненного цикла, сравнительный анализ, а также системный анализ. Специализированные методы включают статистическую обработку данных о выбросах CO<sub>2</sub> и отходах, а также обобщение и систематизацию собранной информации.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Акционерное общество «АвтоВАЗ» представляет собой один из премьерных промышленных объектов в области машиностроения в Российской Федерации,

выступая главным изготовителем транспортных средств в стране. Обобщенная характеристика данного производства как источника экологического загрязнения охватывает различные аспекты.

В первую очередь, процесс производства транспортных средств непрерывно связан с использованием материалов и энергии. Чтобы обеспечить процессы производственных цехов и различных линий потребуется электроэнергия в большом объеме, получаемой путем отчасти сжигания ископаемых видов топлива. Это, конечно, вызывает выброс различных веществ в атмосферу, например, парниковых газов и азота, серы, которые негативно воздействуют на окружающую среду.

Во-вторых, при производственных процессах таких, как окраска, сварка и нанесение лакокрасочных покрытий, которые используются при производстве транспортных средств, возможно включение различных химических соединений. Это приводит к неблагоприятным выбросам, которые загрязняют атмосферу, а также почву в округе предприятия.

Третьим ключевым фактором является переработка отходов, которые появляются в производственном процессе производства транспортных средств. Это такие отходы, как различные металлические опилки и различные пластмассы, а также химические остатки. Некачественная утилизация таких отходов приводит к загрязнению земельных и водных ресурсов.

Далее рассчитываем неблагоприятные, а также токсичные выбросы транспортных средств по формуле:

$$\text{Выброс CO}_2 = \text{Выброс CO}_2 \text{ сред.} \times \text{Пробег транспортных средств.} \quad (1)$$

В 2023 году АвтоВАЗ увеличил производство на 70%, достигнув отметки в 374 тысяч единиц за счет увеличения выпуска наиболее базовых моделей Lada Granta и Niva. Общий объем продаж отечественного автопроизводителя составил 352,6 тысяч автомобилей, обеспечив «доминирующее положение» на рынке [2].

Последние модели автомобилей демонстрируют более заметные выбросы углекислого газа по сравнению с предыдущими версиями, как показывают

результаты исследования экспертов из группы защиты прав потребителей Which. Согласно их расчетам, средние выбросы CO<sub>2</sub> у новых автомобилей увеличились на 7% (до 10,5 г/км), достигнув уровня в 162,1 г/км [3].

В соответствии с данными источника средний годовой пробег легкового автомобиля в России в 2022 году составил 18 700 километров [4].

Представим расчеты по формуле 1:

$$\text{Выброс CO}_2 = 162,1 \text{ г/км} \times 18\,700 \text{ км} = 3\,031\,270 \text{ г или } 3031,27 \text{ кг}$$

При объеме продаж автомобилей = 352,6 тыс.

$$\text{Выброс CO}_2 = 3031,27 \times 352600 = 1068825802 \text{ кг}$$

Для одного легкового автомобиля за год – 3031,27 кг CO<sub>2</sub> и годовой размер в 1068825802 кг CO<sub>2</sub> – это довольно большое количество выбросов для автомобильного сектора. Углекислый газ является основным парниковым газом, который вносит значительный вклад в изменение климата. Поэтому такой объем выбросов CO<sub>2</sub> свидетельствует о серьезном негативном воздействии на окружающую среду и климат. Такие высокие выбросы CO<sub>2</sub> могут иметь серьезные последствия для здоровья людей, экосистемы и климата в целом. Обратите внимание, что эти выбросы происходят только от продажи новых автомобилей, и не учитываются выбросы от уже существующего автопарка.

Это подчеркивает необходимость принятия более строгих стандартов по уменьшению выбросов углекислого газа в автомобильной отрасли, а также поощрения использования более экологически чистых технологий, таких как электрические и гибридные автомобили, для снижения общих выбросов парниковых газов.

Далее рассмотрим расчет промышленных отходов в компании АО «АвтоВАЗ».

Предполагается, что общее количество отходов компании составляет 120 тонн. Большее количество отходов было утилизировано – 80 тонн. В этом случае количество неотработанных отходов составляет 40 тонн.

Предлагается внедрить новые инновационные технологии в области пере-

работки отходов. Зелёный переход в автомобильной промышленности требует особых подходов к управлению, направленных на снижение экологического воздействия и устойчивое использование ресурсов.

Для успешного внедрения зеленых технологий и стратегий устойчивого развития, компания «АвтоВАЗ» может использовать следующие инструменты управления.

1. Оценка жизненного цикла (Life Cycle Assessment, LCA): позволит компании оценить воздействие ее продукции на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла.

Согласно данным Национальной исследовательской лаборатории по управлению рисками ЕРА, метод LCA представляет собой процессы, проводимые для оценки экологического воздействия услуги, процесса или продукции. Это метод включает несколько этапов:

- создание и определение списка необходимых расходов энергии и материалов;
- расчёт и оценка негативного воздействия на окружающую среду;
- принимается более рациональное решение из получаемых итоговых результатов.

Из представленных данных, LCA – это инструмент, позволяющий оценить негативные воздействия на атмосферу на всех этапах жизненного цикла продукции, начиная от сбора ресурсов и заканчивая утилизацией материалов. Результат данного метода используется для выбора продуктов или процессов, который снижает негативное воздействие на окружающую среду.

Главная цель этого метода заключается в сравнении на всех этапах жизненного цикла воздействия на окружающую среду [5].

2. DfE (Design for Environment) – проектирование с учётом окружающей среды – это метод, направленный на достижение эффективного снижения негативного воздействия продуктов, включая процессы и/или услуги, на окружающую среду.

Элементы, которые дают возможность компаниям становиться экологически устойчивыми, представлены в таблице 1.

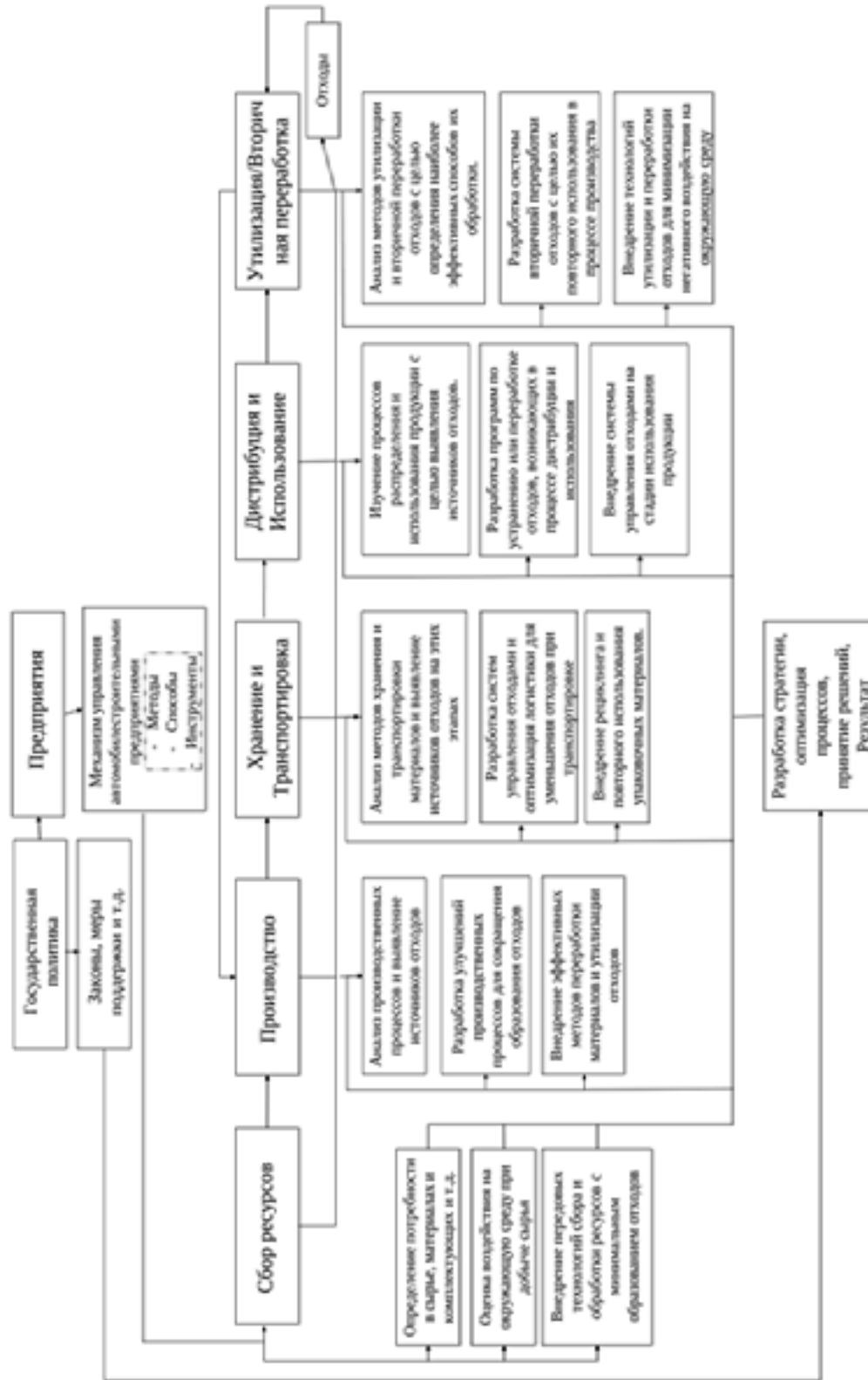


Рис. 1. Методика управления высокотехнологичными продуктами на основе их жизненного цикла в автомобильной промышленности

**Таблица 1**

Элементы экологической устойчивости

Элемент	Сущность
Материалы и сбор ресурсов	Учитывает экологические аспекты при выборе материалов, а также при их добыче
Производства	Направлен на оптимизацию процессов производства с акцентом на экологичность с целью снизить потребление ресурсов и выбросы
Транспортировка, распространение и упаковка	Направлен на оптимизацию логистических процессов, снижение расхода топлива, а также использование экологичных упаковочных материалов
Использования	Предлагает создание продуктов, которые эффективно снижают негативное воздействие на окружающую среду
Срок службы, проектирование демонтажа и проектирование вторичной переработки	Предлагает создание продуктов с учетом их надёжности, долговечности и возможности утилизации или переработки для повторного использования

**Таблица 2**

Основные факторы, влияющие на проектирование с учетом окружающей среды

Факторы	Сущность
1. Период извлечения и производства	Данный этап как процесс извлечения, производства и переработки сырья реализовывается с наименьшим негативным воздействием на окружающую среду
2. Упаковка	Упаковка и транспортировка продукции происходит из повторно используемых материалов, исключая использование бумаги. А также используются разные методы, направленные на эффективное использование экологического пространства
3. Утилизация и вторичная переработка	В продуктах применяются материалы, которые можно повторно использовать или можно восстановить продукты по истечению их срок службы
4. Энергоэффективность	На всех этапах жизненного цикла продукты производятся с учетом снижения энергопотребления [6]

В итоге инструмент DfE позволяет предприятиям регулярно применять инновационные решения и стратегии для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

В результате проведенного исследования были выявлены основные факторы, которые влияют на проектирование с учетом окружающей среды (табл. 2).

Каждый из представленных инструментов вносит свой вклад в общую экологическую эффективность и социальную ответственность компаний, занимающихся производством автомобилей.

С внедрением и использованием данных инструментов, автомобильные компании могут успешно двигаться в направлении зелёного перехода. Это, в конечном итоге, приводит к снижению негативного воздействия на окружающую среду и созданию более устойчивой и ответственной бизнес-модели.

Авторами разработана методика управления высокотехнологичными продуктами на основе их жизненного цикла в автомобилестроительной отрасли в машиностроении (рис. 1).

Разработанный алгоритм в контексте экологической устойчивости производства автомобилей приводит к конкретным результатам, основанным на следующих этапах и методах:

1. Оценка и анализ. Благодаря разработке алгоритмов для оценки жизненного цикла продукции (LCA), становится возможным провести всесторонний анализ экологического воздействия на каждом этапе жизненного цикла автомобиля. Это помогает выявить основные факторы негативного воздействия на окружающую среду и определить приоритетные направления для улучшений.

2. Принятие решений. Внедрение алгоритмов для управлений ка-

налами поставок (Green Supply Chain Management) и экологического проектирования продукции (DfE) помогает предприятиям автомобилестроительной отрасли принимать необходимые экологические решения, например выбор поставщиков, учитывая их экологические показатели, или производство автомобилей с наименьшими показателями воздействия на окружающую среду.

3. Разработка стратегии. Алгоритмы способствуют созданию моделей и сценариев развития для повышения экологической эффективности в производстве автомобилей. В результате разрабатываются конкретные стратегии, направленные на снижение выбросов, потребления энергии, отказ от использования опасных материалов и увеличение утилизации отходов.

4. Оптимизация процессов. Алгоритмы используются для оптимизации производственных и логистических процессов с целью уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. В итоге предприятия достигают наиболее эффективного использования ресурсов, уменьшения отходов и снижения негативного воздействия в своей деятельности.

Важно отметить, что государственная политика, включая законы, меры поддержки и другие инструменты, играет ключевую роль в стимулировании компаний автомобильной отрасли к осуществлению устойчивых практик производства. В этом случае государство:

- может принимать новые законы, меры и акты, которые будут направлены на соблюдение новых стандартов;
- устанавливает новые стимулы для поддержания инновационных технологий, которые уменьшают негативное воздействие на окружающую среду;
- предлагает финансирование для предприятий, которые показывают высокие экологические стандарты.

Государственная поддержка может включать разные субсидии и льготы для предприятий, у которых основная их деятельность будет направлена на внедрение зеленых технологий и программ для снижения неблагоприятных выбросов.

## Выводы

В современном мире в автомобилестроительной отрасли предприятия стремительно переходят от двигателя внутреннего сгорания к электродвигателю – это не просто замена технологии, но и комплексный процесс, затрагивающий множество аспектов. Этот переход требует не только новых технологий и компонентов, но и значительных изменений в инфраструктуре, включая зарядные станции и сети электроснабжения.

Разработка методики оценки воздействия на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла автомобиля является важным шагом к более устойчивому будущему. Такой подход позволяет:

1. Оценить экологические последствия: Анализировать выбросы на каждом этапе, начиная с добычи сырья, производства, эксплуатации и заканчивая утилизацией. Это поможет выявить наиболее проблемные зоны и разработать стратегии для их минимизации.

2. Стимулировать использование возобновляемых источников энергии: Электромобили могут работать на энергии, полученной из возобновляемых источников, что способствует снижению углеродного следа и улучшению качества воздуха.

3. Улучшить переработку: Разработка эффективных методов утилизации и переработки компонентов электромобилей поможет снизить негативное воздействие на окружающую среду.

4. Создать новые рабочие места: Переход к электромобильности открывает новые возможности в сфере технологий, инфраструктуры и обслуживания, что приведет к созданию новых рабочих мест.

Таким образом, интеграция экологических аспектов в процесс разработки и производства автомобилей становится ключевым фактором для устойчивого развития отрасли. Это не только помогает сохранить окружающую среду, но и способствует созданию более безопасного и комфортного будущего для всех нас.

*Библиографический список*

1. Княгинин В.Н., Липецкая М.С., Санатов Д.В., Ходырева М.В., Годунова Е.А., Римских Е.А. Источники новых индустрий. Выпуск 4. Зеленый переход в промышленности и городах – 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/0BLFmU> (дата обращения: 20.02.2025).
2. Оценка уровня воздействия предприятия на окружающую среду. [Электронный ресурс]. URL: <https://sul.su/qbMG> (дата обращения: 20.02.2025).
3. АвтоВАЗ на 70% увеличил производство в 2023 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://sul.su/WCEK> (дата обращения: 05.02.2025).
4. Исследователи считают, что новые автомобили дают больше парниковых выбросов, чем старые. [Электронный ресурс]. URL: <https://sul.su/KZQC> (дата обращения: 16.02.2025).
5. Оценка жизненного цикла (LCA). [Электронный ресурс]. URL: <https://sul.su/04oL> (дата обращения: 15.02.2025).
6. Дизайн для окружающей среды. [Электронный ресурс]. URL: <https://sul.su/i9Bf> (дата обращения: 12.02.2025).

Дата поступления статьи в редакцию: 11.02.2025

Дата принятия статьи в печать: 03.04.2025