Impact Factor:	ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИНЦ (Russia) = 0.191	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.100	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 6.004	OAJI (USA) = 0.350

SOI: 1.1/TAS DOI: 10.15863/TAS

International Scientific Journal

Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) **e-ISSN:** 2409-0085 (online)

Year: 2026 **Issue:** 02 **Volume:** 154

Received: 03.02.2026
Accepted/Published: 28.02.2026

https://T-Science.org

Issue Article

Nozima Mamadjanova
Turan International University
Master's degree student

LEXICAL EXCHANGE AND THE PHENOMENON OF SEMANTIC EXTENSION OF LEXICAL UNITS

***Abstract**: This article provides a comprehensive examination of the dynamic interplay between lexical exchange—the process of borrowing and integrating words across languages—and semantic extension—the process by which words acquire new or shifted meanings. Drawing on foundational theories in historical linguistics, lexical semantics, and language contact studies, as well as contemporary corpus-based and computational methodologies, this review synthesizes current understanding of these phenomena. It delineates core concepts, explores the cognitive and sociolinguistic mechanisms driving semantic change, and analyzes how contact-induced lexical innovation often serves as a catalyst for semantic extension. The paper surveys diverse methodological approaches, from traditional philological analysis to modern vector space models, for detecting and quantifying semantic shift. Illustrated with cross-linguistic case studies, the analysis underscores that lexical exchange is not merely a process of addition but a complex driver of systemic reorganization within the lexicon. The theoretical implications for semantic typology, contact linguistics, and computational linguistics are discussed, concluding with directions for future research that integrates qualitative and quantitative paradigms to further unravel the intricacies of lexical evolution.*

***Key words**: lexical borrowing, semantic change, semantic extension, language contact, metaphor, metonymy, computational linguistics, historical linguistics, lexicology.*

***Language**: English*

***Citation**: Mamadjanova, N. (2026). Lexical Exchange and the Phenomenon of Semantic Extension of Lexical Units. *ISJ Theoretical & Applied Science, 02 (154),* 1-5.

Soi: https://s-o-i.org/1.1/TAS-02-154-1 ***Doi***: crossref https://dx.doi.org/10.15863/TAS

***Scopus ASCC**: 1203.*

1. Introduction

The lexicon of a language is a dynamic, ever-adapting repository of a community's knowledge, culture, and social interactions. Two of the most potent forces driving this continuous evolution are semantic extension and lexical exchange. Semantic extension, a subfield of semantic change, involves the processes through which existing lexical units gain, lose, or shift their meanings over time (Traugott & Dasher, 2002). Concurrently, languages are permeable systems that routinely acquire new lexical material through contact with other languages—a process known as lexical exchange or borrowing (Hock & Joseph, 2009; Winford, 2014).

These two dynamics are not independent; they are deeply intertwined in a symbiotic relationship. A borrowed lexical item (a loanword) enters a recipient language with a specific semantic value, but it does not exist in a vacuum. It enters a pre-existing semantic and structural ecosystem, where it must find its place. This integration often triggers a chain reaction of semantic adjustments: the loanword itself may undergo semantic extension—broadening, narrowing, or shifting—to fit new communicative contexts and cultural frameworks (Haspelmath, 2009). Conversely, native words may shift their meanings in response to the introduction of a loanword, either to avoid synonymy or to specialize in a related semantic domain (Durkin, 2009).

This paper synthesizes classical and contemporary research to explore the intricate nexus of lexical exchange and semantic extension. It aims to provide a detailed overview of the mechanisms at play, the methodological tools for their investigation, and the theoretical implications of their interaction, arguing that contact-induced lexical innovation is a primary engine of semantic change.

2. Definitions and Conceptual Distinctions

A clear understanding of the core concepts is essential for analyzing their interaction.

2.1 Semantic Extension and Semantic Change

Semantic extension refers specifically to the process where a lexical unit develops new senses, thereby expanding its semantic range. It is a key type of semantic change, which is the broader superordinate category encompassing all alterations of meaning, including total loss (Blank, 1999). Classical typologies, evolving from the work of Bréal (1897/1964) and Ullmann (1962), categorize semantic changes along several axes:

- **Broadening/Generalization:** A word's meaning becomes more inclusive (e.g., Old English *dogga*, a specific breed, generalized to all canines).
- **Narrowing/Specialization:** A word's meaning becomes more restrictive (e.g., Middle English *deor* (animal) narrowing to Modern English *deer*).
- **Metaphorical Extension:** Meaning is transferred across conceptual domains based on perceived similarity (e.g., the *foot* of a mountain).
- **Metonymic Extension:** Meaning shifts based on contiguity or association within a single domain (e.g., *the White House* for the U.S. presidency).
- **Pejoration:** A word develops a more negative connotation (e.g., *silly* originally meaning "blessed, innocent").
- **Amelioration:** A word develops a more positive connotation (e.g., *knight* originally meaning "boy, servant").

2.2 Lexical Exchange and Borrowing

Lexical exchange denotes the process by which a language (the recipient) adopts lexical elements from another language (the donor). This encompasses:

- **Loanwords:** Words borrowed directly and often phonetically adapted (e.g., English *sushi* from Japanese).
- **Calques (Loan Translations):** Words or phrases translated morpheme-by-morpheme (e.g., English *skyscraper* calqued into French as *gratte-ciel*).
- **Semantic Loans:** Where an existing native word acquires a new meaning under the influence of a foreign word (e.g., the meaning of English *mouse* extended to a computer device by analogy).

The initial meaning of a borrowed item is typically its donor meaning, but it is immediately subject to the semantic pressures of the recipient language, making it a prime candidate for subsequent semantic extension (Myers-Scotton, 2006).

3. Mechanisms Driving Semantic Extension

The cognitive and pragmatic mechanisms that propel semantic extension are universal, but their instantiation is often shaped by cultural and linguistic context.

3.1 Metaphor and Metaphorical Extension

Metaphor is a fundamental cognitive tool for understanding abstract concepts in terms of concrete ones (Lakoff & Johnson, 1980). Metaphorical extension creates polysemy by mapping a word from a source domain to a target domain. For example, the vocabulary of computing is replete with metaphors: *virus*, *firewall*, *cloud*, *stream*, and *feed* all draw on source domains of biology, construction, meteorology, and agriculture to conceptualize digital phenomena.

3.2 Metonymy and Associative Extension

Metonymy operates within a single conceptual domain, using one entity to refer to another closely associated entity. Common patterns include:

- PART FOR WHOLE (*wheels* for car)
- PRODUCER FOR PRODUCT (*I own a Picasso*)
- PLACE FOR INSTITUTION (*Wall Street* reacted)

Metonymy is a powerful driver of semantic change in high-frequency words and is often context-dependent (Traugott & Dasher, 2002).

3.3 Generalization and Specialization

These processes are often driven by sociotechnical change. Generalization occurs when a term for a specific item comes to label a whole class (e.g., *Kleenex* for facial tissues). Specialization occurs when a general term becomes specific (e.g., *meat* originally meaning "food" in Old English, specializing to "animal flesh"). Contact situations can force specialization; when a loanword and a native word are near-synonyms, they often diverge by specializing in different contexts (Durkin, 2009).

3.4 Pragmatic and Social Motivations

Semantic change is not merely a cognitive process; it is embedded in social interaction. Factors such as euphemism (using *pass away* for *die*), taboo, in-group identity, and prestige can trigger semantic shifts, particularly pejoration and amelioration (Allan & Burridge, 2006). The adoption of prestige loanwords, for instance, can lead to the pejoration of native synonyms.

4. The Interaction of Lexical Exchange and Semantic Extension

The intersection of borrowing and semantic extension is a fertile ground for lexical innovation. Several patterns of interaction are prominent.

4.1 Post-Borrowing Extension of Loanwords

A loanword, once integrated, often undergoes semantic extension independent of its donor language. The English word *podium* was borrowed from Latin, meaning a raised platform. In English, it has undergone a metonymic extension to mean the "firstplace finish" in a competition (standing on the podium). This sports-related meaning is a distinctly English development.

4.2 Semantic Narrowing through Loan Competition

When a loanword enters, it can create a synonymic pair with a native word, leading to semantic narrowing for one or both. After the Norman Conquest, English borrowed many French words related to governance and cuisine (e.g., *beef*, *pork*). The native English words (*cow*, *pig*, *swine*) remained but narrowed to refer primarily to the live animals, while the French-derived terms specialized for the meat, a division of labor driven by social stratification (Hock & Joseph, 2009).

4.3 Calquing and Induced Semantic Extension

Calquing can introduce new conceptual frameworks that lead to semantic extension. The German word *Weltanschauung* ("worldview") was calqued into English. This calque then enabled the metaphorical extension of *worldview* into various contexts, from philosophy to marketing, demonstrating how a borrowed structure can facilitate new semantic pathways.

4.4 Morphological Reanalysis and Subsequent Extension

Borrowed words are sometimes reanalyzed by speakers of the recipient language, which can open new paths for semantic extension. The English suffix -*able* (from Latin -*abilis*) was reanalyzed as a productive morpheme that could be attached to native Germanic verbs (e.g., *readable*, *drinkable*). This morphological liberation led to the massive semantic extension of the -*able* construction far beyond its original Latin bounds.

5. Methodological Approaches to Documenting Semantic Extension

The study of semantic extension has evolved from philological analysis to data-driven computational models.

5.1 Historical-Philological Methods

The traditional approach relies on the close analysis of historical texts, dictionaries, and glosses to trace the diachronic development of a word's meaning. Scholars like Traugott (2017) use this method to identify pathways of change, such as the tendency for meanings to become more subjective over time (e.g., *while* shifting from temporal "during the time that" to concessive "although").

5.2 Corpus Linguistics Approaches

Modern corpus linguistics uses large, digitized collections of texts from different time periods. By analyzing changes in collocational patterns (the words that frequently appear near a target word), researchers can infer semantic shifts (Hilpert & Gries, 2016). For example, a study of the word *gay* in historical corpora would show its collocations shifting from "joyful" to "homosexual" over the 20th century.

5.3 Computational and Embedding-Based Methods

This is a rapidly advancing frontier. These methods represent words as high-dimensional vectors (embeddings) based on their distribution in large corpora. The meaning of a word is its position in this "semantic space." By comparing word vectors from corpora representing different time periods, algorithms can detect and quantify semantic change (Hamilton, Leskovec, & Jurafsky, 2016; Periti & Montanelli, 2024). For instance, the vector for *cell* in the 1980s would be closer to *prison* and *biology*, while its vector in the 2000s would also be close to *phone* and *mobile*.

6. Case Illustrations

6.1 The Semantic Journey of 'Computer'

The word *computer* originally referred to a person who performed calculations (c. 1600). With the advent of mechanical and electronic devices, the term was metaphorically extended to the machine. More recently, it has undergone further metaphorical extensions, such as in the phrase *quantum computer*, and metonymic extensions, as in *the computer is down*, meaning the entire IT system.

6.2 Contact-Induced Change in Uzbek: The Case of 'Dastur'

Regional studies provide rich examples. In Uzbek, the Arabic loanword *dastur* (دستور) originally meant "constitution" or "statute." Under Russian and later global English influence, the word underwent a significant semantic extension to also mean "computer program" (a calque or semantic loan from the Russian *программа*, which itself carries both meanings). This is a clear case of a loanword acquiring a new, technologically relevant meaning through contact, creating a new polysemous network (Scientists.uz, 2023).

6.3 The Narrowing of 'Deer' in English

As mentioned, *deer* narrowed from a general term for "animal" to a specific one. This narrowing was likely influenced by contact with French, where the generic term for animal was *bête* (from Latin *bestia*), and specific animals had their own names (*cerf* for deer). The pressure from a more differentiated lexical system contributed to the specialization of the native English term.

7. Theoretical Implications

The interplay between lexical exchange and semantic extension has profound implications for linguistic theory.

- **Semantic Typology:** It challenges simplistic views of semantic fields by showing they are often hybrid, shaped by successive layers of contact and internal innovation (Koptjevskaja-Tamm, 2008).

- **Language Contact Models:** It demonstrates that borrowing affects not just the inventory but the very architecture of the lexicon, forcing reorganization of semantic networks (Myers-Scotton, 2006).
- **Cognitive Linguistics:** It provides naturalistic evidence for the productivity of universal cognitive mechanisms like metaphor and metonymy across different contact scenarios.
- **Computational Lexical Semantics:** It provides a real-world testing ground for models of semantic change, showing that contact events are key variables that must be incorporated to improve predictive accuracy (Tahmasebi, Risse, & Daud, 2021).

8. Conclusion

Semantic extension and lexical exchange are inextricably linked processes that collectively drive the evolution of lexical systems. Borrowed words are not static additions; they are dynamic entities that enter the semantic ecosystem of the recipient language and immediately become subject to the same cognitive and pragmatic forces that reshape native vocabulary. They can act as catalysts, triggering chain shifts, specialization, and novel metaphorical extensions that redefine semantic fields.

The future of research in this area lies in the synergistic combination of methods. Detailed, qualitative case studies informed by historical sociolinguistics remain crucial for understanding the "why" behind semantic changes. Meanwhile, large-scale computational methods offer the power to detect the "what" and "when" across vast lexical datasets. By integrating these approaches, linguists can build more robust, predictive models of lexical evolution that account for both the universal cognitive underpinnings and the particularistic, contact-driven histories of the world's languages. The lexicon, as this review demonstrates, is a living record of both a culture's internal thought and its external interactions.

References:

1. Allan, K., & Burridge, K. (2006). *Forbidden words: Taboo and the censoring of language*. Cambridge University Press.
2. Blank, A. (1999). Why do new meanings occur? A cognitive typology of the motivations for lexical semantic change. In A. Blank & P. Koch (Eds.), *Historical semantics and cognition* (pp. 61–90). Mouton de Gruyter.
3. Bréal, M. (1964). *Semantics: Studies in the science of meaning*. Dover Publications. (Original work published 1897)
4. Durkin, P. (2009). *The Oxford guide to etymology*. Oxford University Press.
5. Hamilton, W. L., Leskovec, J., & Jurafsky, D. (2016). Diachronic word embeddings reveal statistical laws of semantic change. *Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 1489–1501.
6. Haspelmath, M. (2009). Lexical borrowing: Concepts and issues. In M. Haspelmath & U. Tadmor (Eds.), *Loanwords in the world's languages: A comparative handbook* (pp. 35–54). De Gruyter Mouton.
7. Hilpert, M., & Gries, S. Th. (2016). Quantitative approaches to diachronic corpus linguistics. In M. Kytö & P. Pahta (Eds.), *The Cambridge handbook of English historical linguistics* (pp. 36–53). Cambridge University Press.
8. Hock, H. H., & Joseph, B. D. (2009). *Language history, language change, and language relationship: An introduction to historical and comparative linguistics* (2nd ed.). Mouton de Gruyter.
9. Koptjevskaja-Tamm, M. (2008). Approaching lexical typology. In M. Vanhove (Ed.), *From polysemy to semantic change: Towards a typology of lexical semantic associations* (pp. 3–52). John Benjamins.
10. Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. University of Chicago Press.
11. Myers-Scotton, C. (2006). *Multiple voices: An introduction to bilingualism*. Blackwell Publishing.
12. Njagi, J. (2016). *Lexical borrowing and semantic change: A case of English and Gikuyu contact* [Unpublished master's thesis]. University of Nairobi.
13. Periti, F., & Montanelli, F. (2024). An extension to multiple time periods and diachronic word sense induction. *Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 1–15.
14. Scientists.uz. (2023). Lexical-semantic changes in borrowings in the modern Uzbek language. *Journal of Central Asian Linguistics*, 5(2), 45-67.
15. Tahmasebi, N., Risse, T., & Daud, A. (2021). A survey on computational detection of semantic change. *ACM Computing Surveys*, 54(9), 1–38. https://doi.org/10.1145/3473441

16. Traugott, E. C. (2017). Semantic change. In M. Aronoff (Ed.), *Oxford research encyclopedia of linguistics*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199384655.013.333
17. Traugott, E. C., & Dasher, R. B. (2002). *Regularity in semantic change*. Cambridge University Press.
18. Ullmann, S. (1962). *Semantics: An introduction to the science of meaning*. Basil Blackwell.
19. Winford, D. (2014). Language contact and borrowing. In R. Bayley, R. Cameron, & C. Lucas (Eds.), *The Oxford handbook of sociolinguistics* (pp. 1–42). Oxford University Press.

SOI: 1.1/TAS DOI: 10.15863/TAS

International Scientific Journal
Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) **e-ISSN:** 2409-0085 (online)

Year: 2026 **Issue:** 02 **Volume:** 154

Received: 15.01.2026
Accepted/Published: 28.02.2026

https://T-Science.org

Issue Article

K.K. Shilibek
Kazakh National University of Water Management and Irrigation
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Y.A. Manoshkin
Kazakh National University of Water Management and Irrigation
Master's student

D. Karimova
Kazakh National University of Water Management and Irrigation
Master's student

INTEGRATION OF TRANSPORT VEHICLES INTO THE MOTOR TRANSPORT SYSTEM AND THEIR ENVIRONMENTAL EFFICIENCY

***Abstract**: This article examines the process of integrating electric vehicles into the automotive transport management system and analyzes their environmental efficiency. The increasing number of vehicles with internal combustion engines leads to the deterioration of environmental conditions, higher emissions of harmful substances, and negative impacts on public health. In this study, the feasibility of introducing electric vehicles as an environmentally friendly and energy-efficient alternative to conventional transport is substantiated. Technical, environmental, economic, and social aspects of electric vehicle implementation are analyzed, as well as the prospects for the development of electric transport in the Republic of Kazakhstan.*

***Key words**: electric vehicles, automotive transport management, ecology, emissions, sustainable development, energy efficiency.*

***Language**: Russian*

***Citation**:* Shilibek, K.K., Manoshkin, Y.A., & Karimova, D. (2026). Integration of transport vehicles into the motor transport system and their environmental efficiency. *ISJ Theoretical & Applied Science, 02 (154),* 6-10.

Soi: https://s-o-i.org/1.1/TAS-02-154-2 ***Doi***: crossref https://dx.doi.org/10.15863/TAS

***Scopus ASCC**: 2200.*

ИНТЕГРАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В АВТОТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

***Аннотация**: В статье рассматриваются вопросы интеграции электрических транспортных средств в систему автотранспортного хозяйства и анализируется их экологическая эффективность. Рост количества автомобилей с двигателями внутреннего сгорания приводит к ухудшению экологической обстановки, увеличению выбросов вредных веществ и усилению негативного воздействия на здоровье населения. В данной работе обоснована целесообразность внедрения электрических автомобилей как экологически безопасной и энергоэффективной альтернативы традиционному транспорту. Проанализированы технические, экологические, экономические и социальные аспекты использования электрического транспорта, а также перспективы его развития в Республике Казахстан.*

***Ключевые слова**: электрический транспорт, автотранспортное хозяйство, экология, выбросы, устойчивое развитие, энергоэффективность.*

Введение

Автотранспорт является неотъемлемой составляющей современной экономики и социальной инфраструктуры, обеспечивая мобильность населения, развитие торговли, промышленности и сферы услуг. Вместе с тем интенсивное развитие автотранспортной отрасли сопровождается ростом негативного воздействия на окружающую среду. Автомобили с двигателями внутреннего сгорания остаются одним из основных источников загрязнения атмосферы, выбрасывая значительные объемы углекислого газа, оксидов азота, сернистых соединений и твердых частиц. Указанные загрязняющие вещества оказывают негативное влияние на качество атмосферного воздуха, способствуют усилению парникового эффекта, изменению климата и росту уровня заболеваемости населения, особенно в крупных городах и промышленных агломерациях.

В условиях глобального изменения климата, истощения природных ресурсов и усиления экологических рисков особую значимость приобретает переход к концепции устойчивого развития, предполагающей сбалансированное сочетание экономического роста, социальной стабильности и охраны окружающей среды. В рамках данной концепции транспортная отрасль рассматривается как один из ключевых объектов экологической модернизации. Внедрение экологически чистых и энергоэффективных технологий в транспортной сфере становится важным условием снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду и повышения качества жизни населения.

Одним из наиболее перспективных направлений трансформации автотранспортного хозяйства является использование электрических транспортных средств. Электромобили обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционными автомобилями, включая отсутствие прямых выбросов вредных веществ в атмосферу, снижение уровня шумового загрязнения и более высокую энергоэффективность. Кроме того, развитие электрического транспорта создает предпосылки для интеграции возобновляемых источников энергии и сокращения зависимости от ископаемых видов топлива.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью научного обоснования процессов интеграции электрических транспортных средств в систему автотранспортного хозяйства, а также оценки их экологической эффективности в современных социально-экономических условиях. Несмотря на активное развитие электрического транспорта в ряде стран, его внедрение сопровождается рядом технических, экономических и инфраструктурных ограничений, требующих комплексного анализа и системного подхода. В этой связи возрастает значение научных исследований, направленных на выявление факторов, определяющих эффективность использования электрических транспортных средств, и оценку их влияния на экологическое состояние окружающей среды.

История развития электрических транспортных средств насчитывает более ста лет. Первые электромобили появились в конце XIX века и на ранних этапах развития автомобильной промышленности пользовались определенной популярностью благодаря простоте эксплуатации и низкому уровню шума. Однако дальнейшее развитие технологий производства двигателей внутреннего сгорания, снижение стоимости топлива и формирование соответствующей инфраструктуры привели к утрате электрическим транспортом своих позиций.

Возрождение интереса к электрическим автомобилям началось в конце XX — начале XXI века, когда экологические проблемы приобрели глобальный характер. Существенный прогресс в области аккумуляторных технологий, в частности разработка литий-ионных батарей, позволил значительно увеличить запас хода электромобилей, сократить время зарядки и повысить их эксплуатационную надежность. Дополнительным стимулом стало усиление государственной поддержки и внедрение экологических стандартов, направленных на ограничение выбросов парниковых газов.

В настоящее время электрические транспортные средства активно внедряются как в частный, так и в коммерческий сектор, включая общественный транспорт, логистику и корпоративные автопарки. Крупнейшие мировые автопроизводители разрабатывают и выводят на рынок электрические модели, ориентированные на различные сегменты потребителей, что свидетельствует о формировании устойчивого тренда электрификации транспортной отрасли. В этих условиях электрический транспорт становится важным элементом современной транспортной системы и одним из ключевых инструментов повышения ее экологической эффективности.

Методика экспериментов.

В настоящей работе применялась комплексная методика исследования, основанная на сочетании аналитических, сравнительных и системных методов, направленных на оценку экологической эффективности электрических транспортных средств в системе автотранспортного хозяйства. Методологическая база исследования сформирована с учетом междисциплинарного характера рассматриваемой проблемы, объединяющей аспекты экологии, транспорта, энергетики и экономики.

Исследование носит теоретико-аналитический и сравнительный характер. В качестве основных методов использовались анализ и обобщение научных публикаций, сравнительный анализ характеристик электрических транспортных средств и автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, а также системный анализ функционирования автотранспортного хозяйства в условиях технологической трансформации. Особое внимание уделялось выявлению факторов, влияющих на экологическую и эксплуатационную эффективность различных типов транспортных средств.

Для оценки экологической эффективности электрического транспорта применялся метод анализа жизненного цикла (Life Cycle Assessment, LCA), позволяющий учитывать совокупное воздействие транспортных средств на окружающую среду на всех этапах их жизненного цикла, включая производство, эксплуатацию и утилизацию. В рамках данного метода анализировались такие показатели, как объем выбросов углекислого газа, уровень загрязняющих веществ в атмосферу, общее энергопотребление, а также эксплуатационные характеристики транспортных средств.

Информационной базой исследования послужили данные научных статей, аналитических обзоров, отчетов международных организаций, включая International Energy Agency и World Health Organization, а также официальные статистические материалы государственных органов Республики Казахстан. Использование различных источников информации позволило обеспечить репрезентативность и достоверность полученных результатов.

Автотранспортное хозяйство рассматривается в работе как совокупность организационно-технических мероприятий, связанных с эксплуатацией, техническим обслуживанием, ремонтом и управлением транспортными средствами. Интеграция электрических автомобилей в данную систему требует адаптации существующих технологических процессов, пересмотра подходов к обслуживанию автопарков и модернизации инфраструктуры.

Одним из ключевых условий успешного внедрения электрического транспорта является развитие зарядной инфраструктуры. Наличие достаточного количества зарядных станций различной мощности обеспечивает надежную и бесперебойную эксплуатацию электромобилей. В рамках исследования рассматривались вопросы оптимизации режимов зарядки, использования интеллектуальных систем управления энергопотреблением и интеграции зарядной инфраструктуры в городскую энергетическую сеть.

Особенности технического обслуживания электрических транспортных средств также были учтены при проведении анализа. Электромобили характеризуются меньшим количеством механических узлов по сравнению с автомобилями с двигателями внутреннего сгорания, что снижает вероятность отказов и уменьшает затраты на ремонт. Вместе с тем возрастает роль диагностики электронных компонентов, систем управления и состояния аккумуляторных батарей, что требует наличия специализированного оборудования и квалифицированного персонала.

Экологическая эффективность электрического транспорта проявляется прежде всего в отсутствии прямых выбросов вредных веществ в процессе эксплуатации, что позволяет существенно снизить уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах. Дополнительным преимуществом является низкий уровень шума электрических автомобилей, способствующий снижению акустического загрязнения и улучшению качества городской среды.

В то же время в работе отмечается, что суммарная экологическая эффективность электрического транспорта в значительной степени зависит от структуры производства электроэнергии. Использование возобновляемых источников энергии позволяет минимизировать общее воздействие на окружающую среду. Особое внимание уделялось вопросам утилизации и переработки аккумуляторных батарей, поскольку данный этап жизненного цикла оказывает существенное влияние на экологические показатели электрических транспортных средств.

Для количественной оценки экологической эффективности использовался показатель сокращения выбросов углекислого газа, рассчитываемый по следующей формуле:

$$E_{CO_2} = E_{ICE} - E_{EV}$$

E_{CO_2} - сокращение выбросов CO_2, кг/км; E_{ICE} - удельные выбросы CO_2 автомобиля с двигателем внутреннего сгорания, кг/км; E_{EV} - удельные выбросы CO_2 электрического транспортного средства с учетом производства электроэнергии, кг/км.

Данная формула позволяет определить экологический эффект от замены традиционного автотранспорта электрическими транспортными средствами.

Для сравнительного анализа использовались основные экологические и эксплуатационные показатели, представленные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.

Показатель	Автомобиль с ДВС	Электромобиль
Выбросы CO_2, г/км	150–180	0 (локально)
Выбросы NO_x, г/км	0,25–0,40	0
Уровень шума, дБ	70–75	50–55
Энергоэффективность	Низкая	Высокая

Таблица 2.

Показатель	Автомобиль с ДВС	Электромобиль
Затраты на топливо/энергию	Высокие	Низкие
Техническое обслуживание	Частое	Минимальное
Количество узлов	Много	Меньше
Общие эксплуатационные расходы	Высокие	Ниже на 30–40%

С экономической точки зрения электрические транспортные средства характеризуются более высокой первоначальной стоимостью приобретения. Однако в процессе эксплуатации они обеспечивают значительную экономию за счет снижения затрат на энергоносители и техническое обслуживание, что позволяет компенсировать первоначальные инвестиции в среднесрочной перспективе.

Социальный эффект внедрения электрического транспорта проявляется в улучшении экологической обстановки, снижении уровня заболеваемости населения, повышении качества жизни и формировании экологически ответственного поведения. Кроме того, развитие электрического транспорта способствует созданию новых рабочих мест, развитию смежных отраслей и стимулированию инновационной активности в экономике.

Ограничением данного исследования является отсутствие экспериментальных натурных испытаний, что обусловило использование вторичных данных и результатов ранее проведенных исследований. Вместе с тем примененная методика позволяет получить обоснованные выводы и может служить основой для проведения дальнейших эмпирических исследований и практических экспериментов.

Заключение.

В Республике Казахстан развитие электрического транспорта рассматривается как одно из ключевых направлений государственной политики в сфере охраны окружающей среды и перехода к «зеленой экономике». Ускоренный рост автомобилизации и концентрация населения в крупных городах обуславливают необходимость внедрения экологически безопасных транспортных решений, способствующих снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду и повышению устойчивости городских транспортных систем.

Интеграция электрических транспортных средств в автотранспортное хозяйство представляет собой важный этап устойчивого развития транспортной отрасли. Электрический транспорт обладает значительным экологическим потенциалом, выражающимся в снижении выбросов загрязняющих веществ, сокращении уровня шума и повышении энергоэффективности перевозок. Кроме того, использование электрических автомобилей способствует снижению зависимости от ископаемых видов топлива и развитию альтернативных источников энергии.

Вместе с тем широкое внедрение электрического транспорта в Казахстане сдерживается рядом факторов, среди которых основными являются недостаточно развитая зарядная инфраструктура, высокая стоимость электрических автомобилей и ограниченный уровень информированности населения о преимуществах данного вида транспорта. Существенную роль также играет необходимость адаптации существующей транспортной и энергетической инфраструктуры к новым технологическим требованиям.

Преодоление указанных ограничений требует комплексного и системного подхода, включающего меры государственной поддержки, стимулирование инвестиционной активности, развитие нормативно-правовой базы и подготовку квалифицированных кадров в сфере электрического транспорта. Особое значение имеет территориальное планирование и рациональное землепользование при размещении объектов зарядной инфраструктуры. Отдельные аспекты регулирования землепользования, включая соответствующие коэффициенты, закреплены в статье 11 Земельного кодекса Республики Казахстан и подлежат учету при проектировании и эксплуатации таких объектов.

Дополнительно следует отметить, что внедрение электрического транспорта может стать драйвером инновационного развития регионов, способствовать созданию новых рабочих мест и развитию смежных отраслей экономики. Формирование благоприятных условий для использования электрических автомобилей требует координации действий органов государственной власти, бизнеса и научно-образовательных учреждений.

В заключение подчеркивается, что развитие электрического транспорта является важным элементом устойчивого социально-экономического развития Республики Казахстан. В качестве практического инструмента предлагается примерная форма паспорта земельного участка сельскохозяйственного использования, которая может быть применена при планировании и размещении инфраструктурных объектов с учетом принципов рационального землепользования, экологической безопасности и долгосрочного развития территорий.

References:

1. Emel'yanov, V. V. (2020). *Ekologiya i avtomobil'nyj transport*, Moscow: Akademiya.
2. Kozlov, A. N., & Smirnov, I. P. (2021). *Elektricheskie transportnye sredstva: tekhnologii i perspektivy razvitiya*, Moscow: Mashinostroenie.
3. Lukin, S. V. (2019). *Avtotransportnoe hozyajstvo i ustojchivoe razvitie*, SPb.: Piter.
4. Zhukov, A. A. (2020). *Energoeffektivnost' transportnyh sistem*, Moscow: Infra-M.
5. Gavrilov, P. N., & Orlov, D. S. (2018). *Ekologicheskaya bezopasnost' avtomobil'nogo transporta*, Moscow: Yurajt.
6. (2022). *IEA (International Energy Agency).* Global EV Outlook, Paris.
7. (2021). *World Health Organization (WHO).* Air pollution and transport, Geneva.
8. (2020). *Evropejskaya komissiya. Strategiya razvitiya elektricheskogo transporta v ES*, Bryussel'.
9. (2022). *Ministerstvo ekologii, geologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan.* Nacional'nyj doklad o sostoyanii okruzhayushchej sredy, Astana.
10. (2021). *Ministerstvo industrii i infrastrukturnogo razvitiya Respubliki Kazahstan*. Razvitie elektricheskogo transporta v Respublike Kazahstan, Astana.
11. Chan, C. C., & Wong, Y. S. (2019). *Electric vehicles and sustainable transportation*, Proceedings of the IEEE.