

УДК 330.45 : 519.2

UDC 330.45 : 519.2

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (физико-математические науки, экономические науки)

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

**РАЗВИТИЕ БЕСПИЛОТНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ: ПРОБЛЕМЫ
ЭКОНОМИКИ, УПРАВЛЕНИЯ,
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**DEVELOPMENT OF UNMANNED VEHICLES:
PROBLEMS OF ECONOMY, MANAGEMENT,
MATHEMATICAL MODELING**

Вассуф Язан
аспирант
РИНЦ SPIN-код: 6289-4007

Wassouf Yazan
Graduate student
RSCI SPIN-code: 6289-4007

Орлов Александр Иванович
д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н.,
профессор

Orlov Alexander Ivanovich
Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math.Sci.,
professor

РИНЦ SPIN-код: 4342-4994
prof-orlov@mail.ru

RSCI SPIN-code: 4342-4994

*Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005,
Москва, 2-я Бауманская ул., 5,*

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow,
Russia*

Статья посвящена базовым проблемам экономики и управления в области беспилотных транспортных средств и используемым при их решении математическим и статистическим методам. Выделены шесть уровней автономности для беспилотных транспортных средств. Кратко рассмотрена история развития беспилотных транспортных средств. Исследователи указывают на потенциальные экономические выгоды внедрения беспилотных транспортных средств, такие, как снижение затрат на транспорт, увеличение производительности и доступности транспорта, повышение безопасности, а также снижение времени в пути и уровня загруженности дорог. Для успешного внедрения беспилотных транспортных средств в хозяйственную практику необходимо разработать эффективные регулирующие меры, инвестировать в инфраструктуру и развитие технологий, а также провести социально-экономические оценки с целью учета и коррекции мнения населения. Рассмотрены показатели, которые при этом оценивают - показатели экономического эффекта, затраты на внедрение, влияние на трудовые ресурсы окружающую среду, влияние на общество, регуляторные аспекты. Наибольшую выгоду от использования беспилотных транспортных средств могут получить транспортные и логистические компании; производители автомобилей; компании, занимающиеся разработкой программного обеспечения, компонентов, систем искусственного

The article is devoted to the basic problems of economics and management in the field of unmanned vehicles and the mathematical and statistical methods used to solve them. Six levels of autonomy for unmanned vehicles have been identified. The history of the development of unmanned vehicles is briefly considered. Researchers point to the potential economic benefits of autonomous vehicle adoption, such as reduced transport costs, increased transport productivity and availability, improved safety, and reduced travel time and traffic congestion. For the successful introduction of unmanned vehicles into economic practice, it is necessary to develop effective regulatory measures, invest in infrastructure and technology development, and conduct socio-economic assessments in order to take into account and correct the opinion of the population. The indicators that are evaluated at the same time are considered - indicators of economic effect, implementation costs, impact on labor resources, the environment, impact on society, and regulatory aspects. Transport and logistics companies can benefit the most from the use of unmanned vehicles; car manufacturers; companies engaged in the development of software, components, artificial intelligence systems and machine learning; organizations of tourism, public administration, healthcare). The impact of unmanned vehicles on investment in infrastructure and technology development is considered, regulatory measures and scenarios for the development of the industry are discussed. An analysis of income and expenses in the

интеллекта и машинного обучения: организации туризма, государственного управления, здравоохранения). Рассмотрено влияние беспилотных транспортных средств на инвестирование в инфраструктуру и развитие технологий, обсуждаются регулирующие меры, сценарии развития отрасли. Проведен анализ доходов и расходов при производстве беспилотных транспортных средств. Для прогнозирования развития отрасли используют регрессионный анализ (прежде всего метод наименьших квадратов) и технологии экспертных оценок, методы экстраполяции, анализа временных рядов, машинного обучения. Для обеспечения безопасности эксплуатации беспилотных транспортных средств используют методы анализа, оценки и управления рисками. Необходимо применение современных методов информационно-аналитической поддержки принятия решений на предприятиях, т.е. методов контроллинга

Ключевые слова: БЕСПИЛОТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ, ЭКСПЕРТНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ, РИСК, КОНТРОЛЛИНГ

production of unmanned vehicles was carried out. To predict the development of the industry, regression analysis (primarily the least squares method) and expert assessment technologies, extrapolation methods, time series analysis, and machine learning are used. To ensure the safety of operation of unmanned vehicles, methods of analysis, assessment and risk management are used. It is necessary to use modern methods of information and analytical support for decision-making at enterprises, i.e. controlling methods

Keywords: UNMANNED VEHICLES, ECONOMY, MANAGEMENT, MATHEMATICAL AND STATISTICAL METHODS, FORECASTING, REGRESSION ANALYSIS, EXPERT EVALUATION, RISK, CONTROLLING

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-191-021>

Введение

Беспилотные транспортные средства (БТС) - это транспортные средства, которые могут передвигаться без участия человека за рулем. В основном это легковые автомобили, автобусы, грузовики, беспилотные летательные аппараты и другие транспортные средства, оснащенные специальным оборудованием, таким как камеры, лидары, радары, глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS), искусственный интеллект и другие технологии, которые позволяют им самостоятельно передвигаться по дорогам или воздушному пространству [1].

Статья посвящена базовым проблемам экономики и управления в этой области и используемым при их решении математическим и статистическим методам.

<http://ej.kubagro.ru/2023/07/pdf/21.pdf>

Уровни автономности для беспилотных транспортных средств

Беспилотные транспортные средства могут быть полностью автономными или частично автономными. Полностью автономные БТС могут выполнять все функции, связанные с управлением, включая управление скоростью, управление рулевым управлением и управление торможением, без участия человека. Частично автономные БТС, в свою очередь, могут выполнять некоторые функции управления, но требуют наличия человека для выполнения других функций, таких как мониторинг и принятие решений в нестандартных ситуациях. Международная организация SAE International (Society of Automotive Engineers) определяет шесть уровней автономности для транспортных средств:

Уровень 0: Транспортное средство полностью управляется человеком, без какой-либо автоматической помощи.

Уровень 1: Транспортное средство имеет автоматические системы помощи, которые могут управлять некоторыми функциями, такими как управление скоростью или управление рулевым управлением. Однако, человек все еще отвечает за большую часть управления транспортным средством.

Уровень 2: Транспортное средство имеет автоматические системы помощи, которые могут управлять несколькими функциями одновременно, такими как управление скоростью и управление рулевым управлением. Однако, человек все еще должен быть готов взять на себя управление транспортным средством в любой момент.

Уровень 3: Транспортное средство имеет автоматические системы, которые могут полностью управлять транспортным средством в некоторых ситуациях, но человек все еще должен быть готов взять на себя управление транспортным средством в других ситуациях.

Уровень 4: Транспортное средство имеет автоматические системы, которые могут полностью управлять транспортным средством в большинстве или во всех ситуациях без участия человека. Однако, транспортное средство все еще может требовать участия человека в некоторых исключительных ситуациях.

Уровень 5: Транспортное средство полностью автономно и не требует участия человека в любых ситуациях.

История развития беспилотных транспортных средств

История беспилотных транспортных средств началась еще в середине 20-го века, когда США и СССР начали исследования в области автономных систем для военных целей. В 1950-х годах были созданы первые беспилотные летательные аппараты, а в 1960-х годах были разработаны первые беспилотные подводные аппараты [2].

В автомобильной промышленности первые работы по созданию беспилотных автомобилей начались в 1980-х годах. В 1986 году компания Mercedes-Benz представила свой первый прототип беспилотного автомобиля, оснащенного различными системами датчиков, которые позволяли ему двигаться по автостраде без участия водителя.

В 2004 году команда ученых из Стэнфордского университета разработала беспилотный автомобиль, оснащенный камерами, лидарами и другими сенсорами, который успешно проехал по пустынной местности в рамках DARPA Grand Challenge, соревнования, организованного агентством DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) США.

С того времени технологии беспилотных транспортных средств продолжают развиваться, и в настоящее время многие автопроизводители и технологические компании, такие как Tesla, Google, Uber, Waymo и др., работают над созданием своих собственных беспилотных автомобилей и других транспортных средств.

Со временем беспилотные транспортные средства стали интересны не только для военных целей, но и для гражданского использования. Они могут быть применены в таких сферах, как грузоперевозки, такси, общественный транспорт, логистика, сельское хозяйство и другие.

Влияние беспилотных транспортных средств на экономику

Изучение влияния беспилотных транспортных средств на экономику является важным направлением исследований, так как эта технология может оказать значительное влияние на различные аспекты хозяйственной жизни и общества.

С одной стороны, широкое внедрение беспилотных транспортных средств позволит снизить затраты на перевозки и улучшить эффективность транспортной системы в целом. Так, БТС могут помочь сократить расходы на топливо, снизить стоимость обслуживания автомобилей и уменьшить количество аварий на дорогах, что также позволит снизить затраты на ремонт и медицинское обслуживание пострадавших.

С другой стороны, внедрение беспилотных транспортных средств может привести к изменениям в рынке труда, а именно, вызвать потерю рабочих мест для водителей и других работников транспортной индустрии. Кроме того, появление беспилотных транспортных средств может изменить потребительские привычки и вызвать сдвиг в спросе на услуги транспортной отрасли.

Изучение влияния беспилотных транспортных средств на экономику может помочь правительствам и бизнесу принять более обоснованные решения в отношении развития этой технологии и ее внедрения в реальную жизнь. Также это позволит выявить потенциальные проблемы и вызовы, связанные с этой технологией, и разработать меры, которые помогут минимизировать их влияние на экономику и общество.

Обзор литературных источников

Опубликовано значительное количество научных статей, посвященных вопросу влияния беспилотных транспортных средств на экономику. В работе [3] дана оценка экономических последствий внедрения БТС в городах. Автор этого исследования приходит к выводу, что внедрение БТС может привести к сокращению затрат на автономный транспорт, снижению уровня загруженности дорог и улучшению доступности транспорта. В обзорной статье [4] рассматриваются экономические и социальные последствия внедрения БТС. Переход к БТС позволит снизить затраты на транспортировку грузов, увеличить производительность труда работников и сократить время в пути. В [4] приведены примеры реализованных проектов и указаны некоторые инфраструктурные и регуляторные проблемы, которые могут затруднить внедрение БТС.

Потенциальные экономические выгоды внедрения БТС в городском туризме изучены в [5]. Отмечены снижение затрат на транспортные услуги, увеличение доступности и комфорта для туристов.

Работа [6] посвящена оценке экономических последствий внедрения БТС в разных регионах мира. Установлено, что внедрение БТС может привести к снижению затрат на транспорт, увеличению производительности, снижению уровня загруженности дорог и сокращению выбросов парниковых газов.

В докладе [7] сотрудниками Санкт–Петербургского политехнического университета Петра Великого проведена оценка экономической эффективности внедрения беспилотных транспортных средств. Несмотря на некоторые потенциальные риски, новая технология обладает огромным потенциалом. Появление беспилотных транспортных

средств на рынке может стать одним из факторов, способствующих экономическому росту страны и содействующих модернизации в сфере машиностроения, а также может стать частью пятой промышленной революции и открыть новые перспективы для различных отраслей экономики.

В статье [8] обсуждаются экономические выгоды от внедрения беспилотных автомобилей. В первую очередь, рассмотрена организация автоматически формируемых на дороге колонн, что уменьшает расстояние между легковыми автомобилями и грузовиками и позволяет экономить топливо. Также рассмотрены расширенные системы помощи водителям, которые снижают количество дорожно-транспортных происшествий, связанных с человеческими ошибками. Наконец, в этой статье рассмотрены модели применения беспилотных автомобилей в разных странах, в том числе, в грузовых перевозках.

В [9] рассмотрены возможности и целесообразность внедрения современных беспилотных технологий в городской транспортной среде. Были изучены предпосылки и условия развития БТС, проанализированы статистические данные, позволяющие оценить экономические условия функционирования автомобильного транспорта.

В исследованиях [10-13] рассматриваются компьютерные системы помощи водителю, системы активной подвески автомобилей и системы принятия решений. Все эти системы играют важную роль в увеличении уровня безопасности на дороге, комфорта пассажиров, уменьшения числа и тяжести аварий и в итоге - в сокращении затрат.

Итак, авторы научных публикаций указывают на потенциальные экономические выгоды внедрения беспилотных транспортных средств, такие, как снижение затрат на транспорт, увеличение производительности и доступности транспорта, повышение безопасности, а также снижение времени в пути и уровня загруженности дорог. Однако внедрение БТС

может также столкнуться с инфраструктурными, регуляторными и социальными проблемами, которые могут затруднить их широкое использование. Поэтому, для успешного внедрения беспилотных транспортных средств в хозяйственную практику необходимо разработать эффективные регулирующие меры, инвестировать в инфраструктуру и развитие технологий, а также провести социально-экономические оценки с целью учета и коррекции мнения населения.

Социально-экономические оценки необходимы для внедрения БТС

Социально-экономические оценки внедрения беспилотных транспортных средств должны позволить оценить потенциальные экономические выгоды и социальные последствия внедрения новых технологий. Рассмотрим некоторые виды показателей, которые могут быть оценены при проведении социально-экономических исследований последствий внедрения БТС:

1. *Показатели экономического эффекта*: оценка экономических выгод от использования БТС, таких, как сокращение затрат на транспорт, увеличение производительности и снижение времени в пути. Эта группа показателей также может включать оценку возможной выручки для компаний, которые будут использовать БТС для доставки товаров и услуг.

2. *Затраты на внедрение*: оценка затрат на внедрение БТС, таких, как разработка и внедрение новых технологических процессов, обучение персонала, а также инфраструктурные изменения, необходимые для поддержки новой технологии.

3. *Влияние на трудовые ресурсы*: оценка влияния внедрения БТС на рынок труда, включая сокращение рабочих мест из-за автоматизации и создание новых рабочих мест в связи с разработкой и внедрением новой технологии.

4. *Влияние на окружающую среду:* оценка экологического воздействия при использовании БТС, включая снижение выбросов парниковых газов и других загрязнений воздуха.

5. *Влияние на общество:* оценка влияния внедрения БТС на общество, включая социальные последствия для людей, работающих в сфере транспорта, и социальные изменения, которые могут произойти в связи с новой технологией.

6. *Регуляторные аспекты:* оценка регуляторных (управленческих) аспектов внедрения БТС, включая необходимость разработки соответствующих правовых актов, нормативно-технической документации, механизмов контроля, а также процедур взаимодействия с государственными органами и регуляторами.

Оценка этих и других аспектов может помочь и необходима для определения потенциальных выгод и имеющихся проблемы при внедрении БТС, а также позволит предложить меры для решения социальных и экономических проблем, связанных с новой технологией.

Компании которые могут получить наибольшую выгоду от использования БТС

Беспилотные транспортные средства (БТС) могут принести значительную выгоду для различных компаний и отраслей народного хозяйства. Некоторые из них:

1. *Транспортные компании:* компании, занимающиеся грузоперевозками и перевозками пассажиров, могут сократить затраты на труд и топливо благодаря использованию БТС. Кроме того, повышение безопасности и эффективности перевозок может привести к увеличению клиентской базы и повышению качества услуг.

2. *Логистические компании:* компании, специализирующиеся на доставке товаров, могут использовать БТС для оптимизации

логистических процессов. Это может привести к снижению затрат на перевозку товаров и повышению качества услуг по доставке.

3. *Производители автомобилей*: автомобилестроительные компании, , могут использовать технологию БТС для создания более безопасных и эффективных автомобилей. Это может увеличить конкурентоспособность компании и привести к увеличению продаж автомобилей, в том числе в стоимостном выражении.

4. *Компании, занимающиеся разработкой программного обеспечения*: компании, разрабатывающие программное обеспечение для БТС, могут получить значительную выгоду от широкого использования новой технологии. Это может привести к увеличению спроса на программное обеспечение и повышению доходов компаний.

5. *Компании, занимающиеся производством компонентов для БТС*: компании, производящие компоненты для БТС, такие, как датчики и системы управления, могут получить выгоду от увеличения спроса на эти продукты.

6. *Компании, занимающиеся разработкой систем искусственного интеллекта и машинного обучения*: компании, занимающиеся разработкой систем искусственного интеллекта, статистического анализа данных и машинного обучения, могут использовать БТС для тестирования и улучшения своих технологий. Это может привести к развитию новых продуктов и услуг, которые могут быть использованы и в других отраслях.

Кроме того, использование БТС может принести выгоду и другим отраслям народного хозяйства, таким, как туризм, государственное управление и здравоохранение. В целом, БТС могут принести значительную выгоду для компаний и отраслей, которые готовы инвестировать в новую технологию и приспособить свои бизнес-модели к ее использованию.

Влияние беспилотных транспортных средств на инвестирование в инфраструктуру и развитие технологий

Внедрение беспилотных транспортных средств может оказать значительное влияние на инвестирование в инфраструктуру и развитие технологий. С одной стороны, внедрение беспилотных транспортных средств потребует создания новых инфраструктурных объектов, например, таких как специальные дороги и парковки, системы навигации и связи, которые обеспечат эффективное функционирование и безопасность беспилотных транспортных средств. Это может привести к увеличению объемов инвестирования в транспортную инфраструктуру и стимулированию развития новых технологий в этой области. С другой стороны, внедрение беспилотных транспортных средств может привести к снижению спроса на традиционные виды транспорта, такие, как автобусы, такси и личные автомобили, управляемые людьми, что может повлечь за собой сокращение инвестиций в эти области. Однако, при этом могут появиться новые возможности для инвестирования в новые транспортные средства - в развитие беспилотных транспортных средств.

Перспективным представляется применение беспилотных транспортных средств в сельском хозяйстве, как для перевозки грузов, так и для проведения сельскохозяйственных работ, например, вспахивания с помощью беспилотных тракторов.

Важным для развития экономики является то, что внедрение беспилотных транспортных средств может привести к развитию новых технологий, таких как искусственный интеллект, анализ данных, машинное обучение, сенсорные системы и другие, что может привести к увеличению объемов инвестирования в различные отрасли, связанные с развитием инновационных наукоемких технологий.

Регулирующие меры

Для успешного внедрения беспилотных транспортных средств в хозяйственную практику необходимо разработать эффективные регулирующие меры. Прежде всего, необходимо разработать надлежащие правовые нормы и стандарты различного уровня, которые обеспечат безопасность и надежность функционирования беспилотных транспортных средств. Это включает в себя разработку требований к системам навигации, обработки данных, связи и другим системам, необходимым для управления беспилотными транспортными средствами. Также необходимо установить ответственность за возможные нарушения, связанные с использованием беспилотных транспортных средств.

Кроме того, необходимо разработать эффективные механизмы контроля и мониторинга за функционированием беспилотных транспортных средств. Это включает в себя создание системы тестирования и сертификации, а также разработку механизмов постоянного мониторинга за работой беспилотных транспортных средств.

Очевидно, важно обеспечить безопасность пешеходов и других участников дорожного движения в районах, где функционируют беспилотные транспортные средства. Это может быть достигнуто путем создания специальных зон для пешеходов, установки дополнительных светофоров и других элементов инфраструктуры.

Для того, чтобы оценить масштабы влияния БТС на экономику, надо проанализировать несколько сценариев.

Сценарии влияния БТС

Вероятное влияние беспилотных транспортных средств на экономику. Внедрение беспилотных транспортных средств может оказать значительное влияние на экономику, как в позитивном, так и в негативном аспектах.

С одной стороны, внедрение беспилотных транспортных средств может привести к повышению производительности труда и снижению затрат на обслуживание транспорта. Это может быть достигнуто за счет повышения эффективности использования транспорта, сокращения времени на смену водителей и увеличения времени, которое может быть использовано для работы или отдыха пассажиров. Кроме того, внедрение беспилотных транспортных средств может снизить количество аварий на дорогах, что приведет к сокращению затрат на медицинское обслуживание и ремонт транспорта. С другой стороны, внедрение беспилотных транспортных средств может привести к сокращению рабочих мест, связанных с водительской деятельностью, что может привести к социальным и экономическим проблемам. Кроме того, внедрение беспилотных транспортных средств может потребовать значительных инвестиций в инфраструктуру и технологии, что может повлечь за собой дополнительные затраты.

2. Пессимистичное влияние беспилотных транспортных средств на экономику. Внедрение беспилотных транспортных средств может иметь тоже и пессимистичное влияние на экономику. Одним из главных негативных последствий может быть уменьшение количества рабочих мест, связанных с водительской деятельностью. Это может привести к росту безработицы и социальным проблемам. Кроме того, внедрение беспилотных транспортных средств может привести к сокращению доходов тех, кто зарабатывает на водительской деятельности, что может повлечь за собой снижение потребительского спроса и, как следствие, экономического роста транспортной отрасли. Также внедрение беспилотных транспортных средств может повлечь за собой снижение спроса на традиционные виды транспорта, такие как автобусы, такси и личные автомобили, что может привести к сокращению инвестиций в эти

области и ухудшению экономической ситуации в связанных с ними отраслях.

Кроме того, внедрение беспилотных транспортных средств может потребовать значительных инвестиций в инфраструктуру и технологии, что может стать дополнительной нагрузкой на экономику.

3. Оптимистичное влияние беспилотных транспортных средств на экономику. Внедрение беспилотных транспортных средств может иметь и оптимистичное влияние на экономику. Одним из главных плюсов внедрения БТС является повышение производительности труда в транспортной отрасли. Благодаря тому, что беспилотные транспортные средства не требуют участия человека, время в пути сокращается, а пассажиры могут заниматься работой или отдыхать во время перемещения. Это может привести к увеличению эффективности и производительности труда, а также повысить качество жизни людей. Кроме того, внедрение беспилотных транспортных средств может снизить количество аварий на дорогах, что приведет к сокращению затрат на медицинское обслуживание и ремонт транспорта. Это также может повысить безопасность дорожного движения и снизить потребность в страховании транспортных средств. Внедрение беспилотных транспортных средств также может привести к снижению затрат на обслуживание транспорта, так как не будет нужды в оплате труда водителей. Кроме того, беспилотные транспортные средства могут эффективнее использовать топливо и сокращать расходы на его приобретение.

Наконец, внедрение беспилотных транспортных средств может стать стимулом для развития новых технологий и инноваций, что может привести к созданию новых рабочих мест и увеличению экономического роста.

В целом, оптимистичное влияние внедрения беспилотных транспортных средств на экономику может быть связано с увеличением производительности труда, снижением затрат на обслуживание транспорта, повышением безопасности дорожного движения и стимулированием развития новых технологий и инноваций.

Анализ доходов и расходов при производстве беспилотных транспортных средств

Анализ динамики доходов и расходов при производстве беспилотных транспортных средств может быть произведен с помощью экономико-математических моделей и методов. Для этого необходимо прежде всего определить переменные, которые влияют на доходы и расходы при производстве БТС.

Доходы при производстве беспилотных транспортных средств определенного вида могут быть определены как произведение цены единицы продукции на объем выпуска:

$$D = PQ \quad (1)$$

где D - доходы при производстве БТС, P - цена единицы продукции, Q - объем выпуска.

Расходы при производстве беспилотных транспортных средств могут быть определены как сумма постоянных и переменных затрат на производство продукции:

$$C = FC + VC, \quad (2)$$

где C - расходы производства, FC - постоянные затраты (например, затраты на аренду производственных помещений и амортизацию технологического оборудования, на оплату труда), VC - переменные затраты (например, затраты на материалы и комплектующие).

Тогда можно определить прибыль производства как разность доходов и расходов:

$$P = D - C, \quad (3)$$

где P - прибыль от реализации продукции (подробнее см. [14]).

Для анализа динамики доходов и расходов производства беспилотных транспортных средств необходимо изучить изменение цены и количества продукции, а также изменение постоянных и переменных затрат. Анализ динамики доходов и расходов производства беспилотных транспортных средств может быть произведен с помощью с помощью экономико-математических моделей и методов, которые учитывают цену, объем выпуска продукции и затраты на производство. На доходы и расходы производства беспилотных транспортных средств могут влиять и другие переменные:

1. *Стоимость материалов и комплектующих* - это переменные затраты, которые могут изменяться в зависимости от рыночных условий. Если стоимость материалов и комплектующих возрастает, то переменные затраты на производство БТС также увеличиваются, что может отрицательно повлиять на прибыль производства.

2. *Стоимость труда* - это постоянные затраты, связанные с оплатой труда сотрудников, занятых на производстве беспилотных транспортных средств. Если стоимость труда увеличивается, то постоянные затраты на производство также возрастают, что может снизить прибыль производства.

3. *Налоговые ставки* - налоги являются значительной частью расходов производства, и изменение налоговых ставок может существенно повлиять на прибыль производства. Если налоговые ставки увеличиваются, то расходы на производство возрастают, что может снизить прибыль.

4. *Конкуренция на рынке* - наличие конкурентов на рынке может повлиять на цены продукции и количество продаж. Если на рынке появляются новые конкуренты, то цена на продукцию может снизиться,

что может сказаться на доходах от производства БТС, а снижение количества продаж может снизить доходы производства.

5. *Инновации и технологические изменения* - появление новых технологий и инноваций может повысить эффективность и производительность производства, что может увеличить доходы и прибыль производства.

6. *Регулирование со стороны государства* может повлиять на затраты на производство, например, введение новых экологических норм и стандартов может повысить затраты на производство.

Будущее производства БТС и методы прогнозирования

Для прогнозирования будущего производства беспилотных транспортных средств могут быть использованы различные методы, включая регрессионный анализ (прежде всего метод наименьших квадратов) и технологии экспертных оценок [15].

Метод наименьших квадратов (МНК) является методом прикладной статистики [16], который используется для анализа и прогнозирования значений зависимой переменной на основе значений нескольких независимых переменных. Суть метода заключается в том, чтобы найти такую функцию, которая наилучшим образом описывает взаимосвязь между зависимой и независимыми переменными. Если есть основания предположить, что эта зависимость описывается линейной функцией, то принимают экономико-математическую модель

$$Y = A + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + \varepsilon, \quad (4)$$

где Y - зависимая переменная, x_1, x_2, \dots, x_n - независимые переменные, A - свободный член, b_1, b_2, \dots, b_n - коэффициенты регрессии, ε - случайная ошибка. С помощью метода наименьших квадратов находят оценки коэффициентов регрессии и свободного члена.

Для прогнозирования производства беспилотных транспортных средств можно использовать МНК, определяя зависимость между производством и факторами, которые влияют на это производство, например, стоимостью материалов, количеством заказов, наличием конкурентов и т.д. После того, как зависимость будет определена, можно использовать полученное уравнение (4) для прогнозирования будущего производства в зависимости от заданных значений факторов (подробнее см. [17]).

Технологии экспертных оценок также могут быть использованы для прогнозирования производства беспилотных транспортных средств. Этот метод основан на сборе и анализе мнений экспертов, которые оценивают вероятности наступления определенных событий или изменений, которые могут повлиять на производство беспилотных транспортных средств. Эксперты могут быть привлечены для оценки вероятности будущих событий, которые могут повлиять на производство беспилотных транспортных средств, и на основе их оценок можно прогнозировать объем будущего выпуска продукции [18]. В простейшем случае экономико-математическая модель для технологии экспертных оценок может быть записана как:

$$Y = \sum_{i=1}^k W_i X_i, \quad (5)$$

где Y - прогнозируемое значение, W_i - весовой коэффициент, X_i - значение переменной, оцененное экспертом.

Для прогнозирования производства беспилотных транспортных средств можно использовать также различные методы, разработанные в теории принятия решений [19], в частности, такие, как:

1. *Метод экстраполяции*, основанный на гипотезе: производство в будущем будет продолжать расти или уменьшаться в том же темпе, что и в прошлом. Для применения этого метода необходимо использовать

исторические данные по производству беспилотных транспортных средств и построить простую модель, которая предсказывает будущее производство на основе тенденций в прошлом.

2. *Метод анализа временных рядов.* Данный метод также основан на исторических данных, но учитывает сезонность и тренды в данных. Для его применения необходимо использовать временные ряды - последовательность значений производства беспилотных транспортных средств, упорядоченных по времени. Затем можно использовать методы анализа временных рядов, такие, как модели ARIMA (авторегрессионная интегрированная скользящая средняя), для прогнозирования будущих значений (см. также [20]).

3. *Метод машинного обучения* использует алгоритмы машинного обучения для создания моделей, с помощью которых можно прогнозировать будущее производство. Для этого необходимо использовать исторические данные по производству беспилотных транспортных средств и другие факторы, которые могут влиять на производство, такие как цены, конкуренция и т.д. Затем можно применять алгоритмы машинного обучения, такие как адаптивные регрессионные модели, случайный лес и нейронные сети, для прогнозирования будущих значений. Как отмечено в [21], методы машинного обучения фактически входят в число современных методов прикладного статистического анализа.

Для обеспечения безопасности эксплуатации беспилотных транспортных средств необходимо использовать современные методы анализа, оценки и управления рисками [22].

Современные методы информационно-аналитической поддержки принятия решений на предприятии, т.е. методы контроллинга [23, 24], позволяют изучить влияние внедрения беспилотных транспортных средств на экономику и стимулировать развитие этой новой области научных

исследований и практической деятельности. Разработанные в соответствии с подходом отечественной научной школы в области контроллинга методы управления нововведениями на высокотехнологичных предприятиях [25] будут весьма полезны при разработке и организации производства беспилотных транспортных средств.

Заключение

С целью исследования влияния развития беспилотных транспортных средств на экономику проведен обзор публикаций по этой тематике. Он показал, что беспилотные транспортные средства имеют потенциал для улучшения эффективности и безопасности транспорта, а также для сокращения затрат на перевозки. Однако, внедрение этой технологии также может повлечь за собой некоторые негативные последствия, такие как потерю рабочих мест и ухудшение качества работы для водителей. Далее было рассмотрены сценарии развития БТС - вероятный, пессимистичный и оптимистичный, и сделан вывод, что внедрение беспилотных транспортных средств может иметь значительный экономический эффект.

Однако надо подчеркнуть, что конечный результат будет зависеть от многих факторов, таких как скорость развития технологий БТС, регулирование со стороны государства, потребительский спрос и т.д. Был проведен анализ динамики доходов и расходов, который показал, что есть много факторов, которые влияют на производство БТС. С целью обеспечения адекватного управления развитием производства БТС было предложено применение ряда методов прогнозирования. Подводя итоги, констатируем, что внедрение беспилотных транспортных средств может привести к значительным изменениям в экономике, и наиболее успешными будут те компании, которые смогут быстро адаптироваться к новым условиям и эффективно использовать новые технологии. Однако

необходимо также учитывать социальные и экологические последствия этого внедрения, чтобы достичь баланса между экономическими и общественными интересами.

Литература

1. Groshov A.M., Tumassov A.V. Беспилотные транспортные средства: настоящее и будущее // Транспортные системы. 2016. №. 2. С. 68 - 83.
2. Кузнецова М.В., Веремеенко Е.Г. Перспективы внедрения беспилотного управления автомобильными перевозками // Молодой исследователь Дона. – 2018. – №. 5 (14). – С. 67-72.
3. Othman K. Exploring the implications of autonomous vehicles: a comprehensive review // *Innov. Infrastruct. Solut.* **7**, 165 (2022). <https://doi.org/10.1007/s41062-022-00763-6>
4. Duarte F., Ratti C. The impact of autonomous vehicles on cities: A review // *Journal of Urban Technology*. 2018. Т. 25. №. 4. С. 3-18.
5. Cohen S. A., Hopkins D. Autonomous vehicles and the future of urban tourism // *Annals of tourism research*. 2019. Т. 74. С. 33-42.
6. Hörl S., Ciari F., Axhausen K. W. Recent perspectives on the impact of autonomous vehicles // *Arbeitsberichte Verkehrs-und Raumplanung*. 2016. Т. 1216.
7. Бухарбаева Ю.И., Кожуховский А.О. Индустрия 5.0: экономический эффект от внедрения беспилотных автомобилей // Молодежная Неделя Науки Института промышленного менеджмента, экономики и торговли : Сборник трудов всероссийской студенческой научно-учебной конференции, Санкт-Петербург, 29 ноября – 03 декабря 2022 г. Часть 2. – СПб: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2022. – С. 15-18. – EDN MGYUGG.
8. Лазуткина В.С., Покусаев О.Н., Куприяновский В.П., Синягов С.А. Экономические эффекты автономных (беспилотных) автомобилей // *International Journal of Open Information Technologies*. 2019. №2. С. 66-80.
9. Лерман Е.Б., Теслова С.А., Сухарева С.В. Оценка возможностей внедрения и развития беспилотных транспортных средств в современных социально-экономических условиях // *Вестник НГУЭУ*. 2021. №2. С. 184-202.
10. Wassouf Y., Korekov E.M., Serebrenny V.V. Decision Making for Advanced Driver Assistance Systems for Public Transport // 5th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE). - М.: Russian Federation, 2023. - P. 1-6, doi: 10.1109/REEPE57272.2023.10086753.
- 11/ Alhelou M., Wassouf Y., Serebrenny V.V., Gavrilo A.I., Lobusov E.S. The Handling-Comfort Trade-Off in a Quarter-Car System: Automatic Adaptive Management via Active Disturbance Rejection Control // *Control Sciences*. 2022. No.2. P. 29–39. <http://doi.org/10.25728/cs.2022.2.4>
12. Вассуф Я., Серебранный В.В., Яковлева Е.А. Усовершенствованные системы помощи водителю для общественного транспорта // Наука, технологии и бизнес. Материалы IV Межвузовской конференции аспирантов, соискателей и молодых ученых (Москва, 27–28 апреля 2022 года). – М.; МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. – С. 333-346.
13. Вассуф Я., Серебранный В.В., Тарасенко А.В., Коржуков М.В. Разработка системы помощи водителю при повороте для общественного транспорта // *Вестник МГТУ "Станкин"*. 2023. № 1(64). С. 67-79. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_1_67.

14. Берзинь И.Э., Пикунова С.А., Савченко Н.Н., Фалько С.Г. Экономика предприятия / Под ред. С. Г. Фалько. - 3-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2006. - 367 с.
15. Лындина М.И., Орлов А.И. Методы прогнозирования для ракетно-космической промышленности // Научный журнал КубГАУ. 2014. №103. С. 196–221.
16. Орлов А.И. Прикладной статистический анализ. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.
17. Орлов А.И. Эконометрика. Изд. 4-е, доп. и перераб. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. — 572 с.
18. Орлов А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.
19. Орлов А.И. Теория принятия решений. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с.
20. Орлов А.И. Восстановление зависимости методом наименьших квадратов на основе непараметрической модели с периодической составляющей // Научный журнал КубГАУ. 2013. №91. С. 189–218.
21. Орлов А.И. Смена терминологии в развитии науки // Научный журнал КубГАУ. 2022. №177. С. 232–246.
22. Орлов А.И. Математические методы исследования рисков (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2021. Т.87. № 11. С. 70-80.
23. Фалько С.Г. Контроллинг для руководителей и специалистов. — М.: Финансы и статистика, 2008. — 272 с.
24. Карминский А.М., Фалько С.Г., Жевага А.А., Иванова Н. Ю. Контроллинг. – 3-е издание, доработанное. – М.: Инфра-М, 2013. – 336 с.
25. Фалько С.Г., Иванова Н.Ю. Управление нововведениями на высокотехнологических предприятиях. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 256 с.

References

1. Groshev A.M., Tumasov A.V. Bepilotnye transportnye sredstva: nastoyashchee i budushchee // Transportnye sistemy. 2016. №. 2. S. 68 - 83.
2. Kuznecova M.V., Veremeenko E.G. Perspektivy vnedreniya bepilotnogo upravleniya avtomobil'nymi perevozkami // Molodoj issledovatel' Dona. – 2018. – №. 5 (14). – S. 67-72.
3. Othman K. Exploring the implications of autonomous vehicles: a comprehensive review // Innov. Infrastruct. Solut. 7, 165 (2022). <https://doi.org/10.1007/s41062-022-00763-6>
4. Duarte F., Ratti C. The impact of autonomous vehicles on cities: A review // Journal of Urban Technology. 2018. T. 25. №. 4. S. 3-18.
5. Cohen S. A., Hopkins D. Autonomous vehicles and the future of urban tourism // Annals of tourism research. 2019. T. 74. S. 33-42.
6. Hörl S., Ciari F., Axhausen K. W. Recent perspectives on the impact of autonomous vehicles // Arbeitsberichte Verkehrs-und Raumplanung. 2016. T. 1216.
7. Buharbaeva YU.I., Kozhuhovskij A.O. Industriya 5.0: ekonomicheskij effekt ot vnedreniya bepilotnyh avtomobilej // Molodezhnaya Nedelya Nauki Instituta promyshlennogo menedzhmenta, ekonomiki i trgovli : Sbornik trudov vserossijskoj studencheskoj nauchno-uchebnoj konferencii, Sankt-Peterburg, 29 noyabrya – 03 dekabrya 2022 g. CHast' 2. – SPb: Sankt-Peterburgskij politekhnicheskij universitet Petra Velikogo, 2022. – S. 15-18. – EDN MGYUGG.
8. Lazutkina V.S., Pokusaev O.N., Kupriyanovskij V.P., Sinyagov S.A. Ekonomicheskie efekty avtonomnyh (bepilotnyh) avtomobilej // International Journal of Open Information Technologies. 2019. №2. S. 66-80.

9. Lerman E.B., Teslova S.A., Suhareva S.V. Ocenka vozmozhnostej vnedreniya i razvitiya bespilotnyh transportnyh sredstv v sovremennyh social'no-ekonomicheskikh usloviyah // Vestnik NGUEU. 2021. №2. S. 184-202.

10. Wassouf Y., Korekov E.M., Serebrenny V.V. Decision Making for Advanced Driver Assistance Systems for Public Transport //5th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE). - M.: Russian Federation, 2023. - P. 1-6, doi: 10.1109/REEPE57272.2023.10086753.

11/ Alhelou M., Wassouf Y., Serebrenny V.V., Gavrilov A.I., Lobusov E.S. The Handling-Comfort Trade-Off in a Quarter-Car System: Automatic Adaptive Management via Active Disturbance Rejection Control // Control Sciences. 2022. No.2. P. 29–39. <http://doi.org/10.25728/cs.2022.2.4>

12. Vassuf YA., Serebrennyj V.V., YAKovleva E.A. Uovershenstvovannye sistemy pomoshchi voditelyu dlya obshchestvennogo transporta // Nauka, tekhnologii i biznes. Materialy IV Mezhvuzovskoj konferencii aspirantov, soiskatelej i molodyh uchenykh (Moskva, 27–28 aprelya 2022 goda). – M.; MGTU im. N. E. Baumana, 2022. – S. 333-346.

13. Vassuf YA., Serebrennyj V.V., Tarasenko A.V., Korzhukov M.V. Razrabotka sistemy pomoshchi voditelyu pri povorote dlya obshchestvennogo transporta // Vestnik MGTU "Stankin". 2023. № 1(64). S. 67-79. – DOI 10.47617/2072-3172_2023_1_67.

14. Berzin' I.E., Pikunova S.A., Savchenko N.N., Fal'ko S.G. Ekonomika predpriyatiya / Pod red. S. G. Fal'ko. - 3-e izd., ster. - M. : Drofa, 2006. - 367 s.

15. Lyndina M.I., Orlov A.I. Metody prognozirovaniya dlya raketno-kosmicheskoy promyshlennosti // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2014. №103. S. 196–221.

16. Orlov A.I. Prikladnoj statisticheskij analiz. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 812 c.

17. Orlov A.I. Ekonometrika. Izd. 4-e, dop. i pererab. — Rostov-na-Donu: Feniks, 2009. — 572 s.

18. Orlov A.I. Iskusstvennyj intellekt: ekspertnye ocenki. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 436 c.

19. Orlov A.I. Teoriya prinyatiya reshenij. — M.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 826 c.

20. Orlov A.I. Vosstanovlenie zavisimosti metodom naimen'shikh kvadratov na osnove neparametricheskoy modeli s periodicheskoy sostavlyayushchej // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2013. №91. S. 189–218.

21. Orlov A.I. Smena terminologii v razvitiu nauki // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2022. №177. S. 232–246.

22. Orlov A.I. Matematicheskie metody issledovaniya riskov (obobshchayushchaya stat'ya) // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. 2021. T.87. № 11. S. 70-80.

23. Fal'ko S.G. Kontrolling dlya rukovoditelej i specialistov. — M.: Finansy i statistika, 2008. — 272 s.

24. Karminskij A.M., Fal'ko S.G., Zhevaga A.A., Ivanova N. YU. Kontrolling. – 3-e izdanie, dorabotannoe. – M.: Infra-M, 2013. – 336 s.

25. Fal'ko S.G., Ivanova N.YU. Upravlenie novovvedeniyami na vysokotekhnologichnyh predpriyatiyah. – M.: MGTU im. N.E. Baumana, 2007. – 256 s.