

## ИННОВАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

**Вассуф Я.**

главный специалист по программированию беспилотных транспортных средств ИЦ КАМАЗ, ассистент кафедры «Специальная робототехника и мехатроника», аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана

**Орлов А.И.**

д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор, зав. лаб. экономико-математических методов в контроллинге, МГТУ им. Н.Э. Баумана

УДК: 338.47: 519.87  
JEL Classification: O14, R41

# БЕСПИЛОТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА – ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

**Аннотация**

Выделены базовые проблемы экономики и управления в области беспилотных транспортных средств (БТС) и показатели для оценки потенциальных экономических выгод и социальных последствий их внедрения. Указаны компании, для которых БТС могут быть полезны. Для прогнозирования будущего производства БТС предложено использовать метод наименьших квадратов, технологии экспертных оценок и др. Проанализированы вероятный, пессимистичный и оптимистичный сценарии влияния БТС на экономику.

**Ключевые слова:**

*беспилотные транспортные средства, экономика, управление, прогнозирование, экспертное оценивание, риск.*

**Yazan Wassouf**, chief programming specialist unmanned vehicles IC KAMAZ, assistant of the department Special robotics and mechatronics, graduate student, BMSTU

**Alexander Iv. Orlov**, Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math. Sci., professor, head of Laboratory of economic-mathematical methods in controlling, BMSTU

## UNMANNED VEHICLES – PROBLEMS OF ECONOMY AND MANAGEMENT

**Abstract**

The basic problems of economics and management in the field of unmanned vehicles (UVs) are highlighted. Indicators have been identified to assess the potential economic benefits and social consequences of the introduction of UVs. The companies for which UVs can be useful are indicated. To predict the future production of UVs, it is proposed to use the least squares method, expert estimation technologies, etc. The probable, pessimistic and optimistic scenarios of UVs impact on the economy are analyzed.

**Keywords:**

*unmanned vehicles, economics, management, forecasting, expert estimation, risk.*

### Введение

Беспилотные транспортные средства (БТС) – это транспортные средства, которые могут передвигаться без участия человека за рулем. Сегодня это в основном легковые автомобили, автобусы, грузовики, беспилотные летательные и космические аппараты и др. транспортные средства, оснащенные специальным оборудованием (например, камеры, лидары, радары, глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS), техническое зрение, искусственный интеллект и др. наукоемкое оборудование), которое позволяет им самостоятельно передвигаться по дорогам, воде или под водой, воздушному и космическому пространству [1].

В статье рассматриваются базовые проблемы экономики и управления в этой инновационной наукоемкой области. Конкретные разработки должны опираться на методологический фундамент деятельности в области БТС.

### Уровни автономности беспилотных транспортных средств

Беспилотные транспортные средства могут быть полностью или частично автономными. Первые могут выполнять все функции, связанные с их управлением, включая реакцию на изменение окружающей среды, выбор скоростного режима, траектории движения (включая торможение), без участия человека.

Другие БТС могут выполнять некоторые функции управления, но требуют наличия человека для их выполнения, например, мониторинг и принятие решений в нестандартных ситуациях.

Международная организация SAE International (Society of Automotive Engineers) выделяет шесть уровней автономности транспортных средств:

0. Транспортное средство полностью управляется человеком без какой-либо автоматической помощи.
1. Транспортное средство имеет автоматические системы помощи водителю, которые могут управлять некоторыми функциями (управление скоростью и рулевой системой). Однако человек все еще отвечает за большую часть управления транспортным средством.
2. Транспортное средство имеет автоматические системы помощи, которые могут управлять несколькими функциями одновременно – управление скоростью и управление рулевым управлением, обеспечивающими движение. Однако человек все еще должен быть готов полностью взять на себя управление транспортным средством в любой момент.

3. Транспортное средство имеет автоматические системы, которые могут управлять транспортным средством в некоторых ситуациях (автопилот самолета), но человек все еще должен быть готов взять на себя управление транспортным средством в др. ситуациях (при взлете и посадке).
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.
5. Транспортное средство полностью автономно и не требует участия человека в любых ситуациях.

### Об истории развития беспилотных транспортных средств

К предыстории БТС относятся системы пневматической почты, обеспечивающие доставку грузов без участия курьера (водителя). Первая такая система была запущена в работу в 1792 г.

История БТС началась в середине XX-го века, когда США и СССР занялись исследованиями 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].

Со временем БТС стали интересны не только для военных целей, но и для гражданского использования. Они могут быть применены в грузоперевозках (в том числе внутри предприятия), такси, общественном транспорте, логистике, сельском хозяйстве и пр.

К БТС относится советский орбитальный ракетоплан «Буран» многоразовой транспортной космической системы. Первый и единственный космический полет «Буран» совершил 15 ноября 1988 г. в автоматическом режиме без экипажа на борту.

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

В 2004 г. в Стэнфордском университете разработали беспилотный автомобиль, оснащенный камерами, лидарами и др. сенсорами, который успешно проехал по пустынной местности в рамках соревнования DARPA Grand Challenge, организованного агентством DARPA<sup>1</sup> США.

<sup>1</sup> DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency – Агентство перспективных исследовательских проектов в области обороны

## ИННОВАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

С того времени технологии БТС продолжают активно развиваться, в частности, многие автопроизводители и технологические компании (Tesla, Google, Uber, Waymo и др.) работают над созданием своих собственных беспилотных автомобилей и др. транспортных средств.

Выявлены многочисленные сферы применения БТС. В частности, они необходимы, когда решения должны приниматься настолько быстро, что человек не успевает отреагировать на изменившуюся ситуацию.

Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий была разработана под научным руководством одного из авторов<sup>2</sup> данной статьи в 2009–2012 гг. При выполнении полетов или работе на больших глубинах человеческий организм зачастую является самым слабым звеном в системах управления, поскольку возможности выполнения маневров ограничены необходимостью обеспечения сохранения жизни и работоспособности пилота. В таких случаях целесообразно использование БТС. При управлении космическими аппаратами скорость передачи решений с Земли ограничена скоростью света (для Луны – задержка на 1 сек.), что определяет необходимость использования БТС в космосе.

### Влияние беспилотных транспортных средств на экономику

Решения о развитии исследований, производстве и внедрении БТС принимаются на основе социальных, технологических, экологических, экономических и политических факторов [3].

Изучение влияния БТС на экономику гражданских отраслей – одно из важнейших направлений исследований. С одной стороны, широкое внедрение БТС 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 БТС приведет к изменениям на рынке труда, а именно, вызовет потерю рабочих мест для водителей и др. работников транспортной индустрии. Кроме того, развитие БТС может изменить потребительские привычки и вызвать сдвиг в спросе на услуги транспортной отрасли.

Изучение влияния БТС на экономику может помочь органам государственной власти и бизнесу принимать более обоснованные решения в отношении развития этой

технологии и ее внедрения в реальную жизнь. Кроме того, такое изучение позволит выявить потенциальные проблемы и вызовы, связанные с технологией БТС, и разработать меры, которые помогут минимизировать их отрицательное влияние на экономику и общество.

Влиянию БТС на экономику и управление посвящено значительное количество научных публикаций. Так, автор исследования [4] приходит к выводу, что внедрение БТС может привести к сокращению транспортных затрат, снижению уровня загруженности дорог и улучшению доступности транспорта.

В обзоре [5] рассматриваются экономические и социальные последствия внедрения БТС, которые позволяют снизить затраты на транспортировку грузов, увеличить производительность труда работников и сократить время в пути. Также в [5] 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 [6]. Отмечены снижение затрат на транспортные услуги, увеличение доступности и комфорта для туристов.

Работа [7] 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 Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого проведена оценка экономической эффективности внедрения беспилотных транспортных средств. Несмотря на некоторые потенциальные риски, новая технология обладает огромным потенциалом. Появление БТС на рынке может стать фактором, способствующим экономическому росту страны и содействующим модернизации в сфере машиностроения, а также – частью пятой промышленной революции и открыть новые перспективы для различных отраслей экономики.

В [8] обсуждаются экономические выгоды от внедрения беспилотных автомобилей. Так, организация автоматически формируемых колонн на дороге 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 [8] обсуждаются модели применения беспилотных автомобилей в разных странах, в том числе, в грузовых перевозках.

<sup>2</sup> Орлов А.И., д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., проф., зав. лаб. экономико-математических методов в контроллинге, МГТУ им. Н.Э. Баумана

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

В [10–12] 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 БТС: 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 столкнуться с инфраструктурными, регуляторными и социальными проблемами, которые могут затруднить их широкое использование. Поэтому для успешного внедрения БТС в хозяйственную практику необходимо разработать эффективные регулирующие меры [13], инвестировать в инфраструктуру и развитие технологий, а также провести социально-экономические оценки, в частности, с целью учета и коррекции мнения населения.

Социально-экономические оценки внедрения БТС должны позволить оценить потенциальные экономические выгоды и социальные последствия внедрения новых технологий.

При проведении социально-экономических исследований последствий внедрения БТС могут быть оценены:

1. Показатели организационно-экономического эффекта: оценка экономических выгод от использования БТС (сокращение затрат на транспорт, увеличение производительности, снижение времени в пути). Эта группа показателей может включать в себя и оценку возможной выручки для компаний, использующих БТС для доставки товаров и услуг. При организации производства на предприятии внутризаводская доставка грузов может быть обеспечена беспилотным внутризаводском транспортом. Такое техническое решение облегчает внедрение концепции бережливого производства, поскольку обеспечивает снижение стоимости доставки партий материалов, полуфабрикатов и комплектующих.
2. Затраты на разработку и внедрение БТС: разработка и внедрение новых технологических процессов, обучение персонала, а также инфраструктурные

изменения, необходимые для поддержки новой технологии.

3. Влияние на трудовые ресурсы (рынок труда), включая сокращение рабочих мест из-за автоматизации и создание новых рабочих мест в связи с разработкой и внедрением новой технологии. Проблему сокращения рабочих мест из-за внедрения заводов-автоматов обсуждал еще основоположник кибернетики Н. Винер в середине XX в. Она может быть решена увеличением числа рабочих мест в образовании, медицине, социальной работе, науке и др. творческих сферах деятельности.
4. Влияние на окружающую среду: оценка экологического воздействия при использовании БТС, включая снижение выбросов парниковых газов и др. загрязнений воздуха.
5. Влияние на общество, включая социальные последствия для людей, работающих в сфере транспорта, и социальные изменения, которые могут произойти в связи с новой технологией.
6. Регуляторные (управленческие) аспекты 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 др. аспектов может помочь и необходима для определения потенциальных выгод и имеющихся проблем при внедрении БТС, а также позволит предложить меры для решения социальных и экономических задач, связанных с новой технологией. БТС могут принести значительную выгоду для различных компаний и отраслей народного хозяйства. Некоторые из них:

1. Транспортные компании, занимающиеся грузоперевозками и перевозками пассажиров, могут сократить затраты на труд и топливо. Кроме того, повышение безопасности и эффективности перевозок может привести к увеличению клиентской базы и повышению качества услуг.
2. Логистические 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 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 программ-

## ИННОВАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

ного обеспечения для БТС, могут получить значительную выгоду от широкого использования новой технологии. Это может способствовать увеличению спроса на программное обеспечение и повышению доходов.

5. Компании, занимающиеся производством компонентов для БТС (датчики и системы управления), могут получить выгоду от увеличения спроса на эти продукты.
6. Компании, занимающиеся разработкой систем искусственного интеллекта, статистического анализа данных и машинного обучения, могут использовать БТС для их внедрения, тестирования и улучшения своих технологий. Это может способствовать развитию новых продуктов и услуг и их использованию и в др. отраслях (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.

Внедрение БТС может оказать значительное влияние на инвестирование в инфраструктуру и развитие технологий. С одной стороны, внедрение БТС потребует создания новых инфраструктурных объектов, например, специальных дорог и парковок, систем навигации и связи, которые обеспечат эффективное функционирование и безопасность БТС. Это может привести к увеличению объемов инвестирования в транспортную инфраструктуру и стимулированию развития новых технологий в этой области.

С другой стороны, внедрение БТС может привести к снижению спроса на традиционные виды транспорта – 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 БТС.

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

Для развития экономики важно, что внедрение БТС может привести к развитию новых технологий (искусственный интеллект, анализ данных, машинное обучение, сенсорные системы и др.), что, в свою очередь, может привести к увеличению объемов инвестирования в различные отрасли, связанные с развитием инновационных наукоемких технологий.

Для успешного внедрения БТС в хозяйственную практику необходимы эффективные регулирующие меры [13]. 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 БТС.

Также необходимо установить ответственность за возможные нарушения, связанные с использованием БТС.

Кроме того, необходимо разработать эффективные механизмы контроля и мониторинга функционирования БТС. Это включает в себя создание системы тестирования и сертификации, а также разработку механизмов постоянного мониторинга работы БТС.

Очевидно, важно обеспечить безопасность пешеходов и других участников дорожного движения в районах, где функционируют БТС. Это может быть достигнуто созданием специальных зон для пешеходов, установки дополнительных светофоров и др. элементов инфраструктуры.

Анализ динамики доходов и расходов при производстве БТС может быть проведен с помощью известных методов экономики предприятия. Необходимо прежде всего определить переменные, которые влияют на доходы и расходы.

Доходы при производстве БТС определенного вида могут быть найдены как произведение цены единицы продукции на объем выпуска  $D = PQ$ , где  $D$  – доходы при производстве БТС,  $P$  – цена единицы продукции,  $Q$  – объем выпуска.

Расходы при производстве БТС являются суммой постоянных и переменных затрат на производство продукции, т.е.  $C = FC + VC$ , где  $C$  – расходы производства,  $FC$  – постоянные затраты (затраты на аренду производственных помещений и амортизацию технологического оборудования, оплату труда),  $VC$  – переменные затраты (затраты на материалы и комплектующие). Тогда можно определить производственную прибыль как разность доходов и расходов:  $P = D - C$ , где  $P$  – прибыль от реализации продукции (подробнее см. [15]).

На доходы и расходы производства БТС влияют цены, объемы выпуска продукции, затраты на производство, а также др. переменные:

### Будущее производства БТС и методы прогнозирования

Для прогнозирования будущего производства БТС могут быть использованы различные методы, включая регрессионный анализ (прежде всего метод наименьших квадратов) и технологии экспертных оценок [14].

Метод наименьших квадратов (МНК) – метод прикладной статистики, используемый для анализа и прогнозирования значений зависимой переменной на основе значе-

ний нескольких независимых переменных. Суть метода 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:

$$Y = A + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + \varepsilon \quad (1)$$

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,  $\varepsilon$  – случайная ошибка.

С помощью метода наименьших квадратов находят оценки коэффициентов регрессии и свободного члена.

Для прогнозирования производства БТС можно использовать МНК, определяя зависимость между производством и факторами, которые влияют на него, например, стоимость материалов, количество заказов, наличие конкурентов и т.д.

После определения зависимости можно использовать полученное уравнение (1) для прогнозирования будущего производства в зависимости от заданных значений факторов.

В эконометрике разработано и изучено большое число моделей МНК. Например, модели типа Кобба-Дугласа производственной функции  $f(K, L)$ , описывающей объем выпуска в зависимости от капитала  $K$  (объема основных фондов), труда  $L$  (среднегодового числа работников) и времени  $t$ :

$$f(K, L) = MK^\alpha L^\beta \exp(\Psi t) \quad (2)$$

В формуле (2) параметры  $M, \alpha, \beta, \Psi$  оцениваются по статистическим данным (после преобразования к модели типа (1) логарифмированием).

Технологии экспертных оценок [15] также могут быть использованы для прогнозирования производства БТС. Эти технологии основаны на сборе и анализе мнений экспертов, которые оценивают вероятности наступления определенных событий или изменений, которые могут повлиять на производство БТС. Эксперты на основе таких оценок могут прогнозировать объем будущего выпуска продукции.

Технологии [16] определения приоритетности реализации НИОКР, разработанные первоначально для ракетно-космической отрасли, могут применяться для прогнозирования разработки БТС. В простейшем случае экономико-математическая модель использует интегральный показатель

$$Y = \sum_{i=1}^k W_i X_i \quad (3)$$

где  $Y$  – оценка приоритетности,  $W_i$  – весовой коэффициент,  $X_i$  – значение переменной, оцененное экспертом,  $k$  – число используемых показателей,  $i = 1, 2, \dots, k$ .

Метод сценариев – одна из экспертных технологий [15], позволяющая оценить масштабы влияния БТС на

экономику (необходимо проанализировать несколько сценариев).

1. Вероятный сценарий. Внедрение БТС может оказать значительное влияние на экономику и в позитивном, и в негативном аспектах.

С одной стороны, привести к повышению производительности труда и снижению затрат на обслуживание транспорта, что может быть достигнуто повышением эффективности использования транспорта, сокращением времени на смену водителей и увеличением времени, используемым для работы или отдыха пассажиров. Кроме того, внедрение БТС может снизить количество аварий на дорогах, что приведет к сокращению затрат на медицинское обслуживание и ремонт транспорта.

С другой стороны, внедрение БТС может привести к сокращению рабочих мест, связанных с водительской деятельностью, и, как следствие, к социальным и экономическим проблемам. Кроме того, внедрение БТС может потребовать значительных инвестиций в инфраструктуру и технологии, т.е. дополнительных затрат.

2. Пессимистичный сценарий. Уменьшение количества рабочих мест, связанных с водительской деятельностью, может привести к росту безработицы и социальным проблемам. Кроме того, – к сокращению доходов тех, кто зарабатывает на водительской деятельности, что может повлечь снижение потребительского спроса и, как следствие, экономических показателей транспортной отрасли. Внедрение БТС может повлечь за собой снижение спроса на традиционные виды транспорта, такие как автобусы, такси и личные автомобили, что может уменьшить инвестиции в эти области и ухудшить экономическую ситуацию в др. отраслях. Кроме того, внедрение беспилотных транспортных средств может потребовать значительных инвестиций в инфраструктуру и технологии, что может стать дополнительной нагрузкой на экономику.

3. Оптимистичный сценарий. Одним из главных плюсов внедрения БТС является повышение производительности труда в транспортной отрасли. Поскольку БТС 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 БТС 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 БТС также может привести к снижению затрат на обслуживание транспорта, так как не будет нужды в оплате труда водителей. Кроме того, БТС могут эффективнее ис-

## ИННОВАЦИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

пользовать топливо и сокращать расходы на его приобретение. Наконец, внедрение БТС может стать стимулом для развития новых технологий и инноваций, что может привести к созданию новых рабочих мест и увеличению экономического роста. Оптимистичное влияние внедрения БТС на экономику связано с увеличением производительности труда, снижением затрат на обслуживание транспорта, повышением безопасности дорожного движения и стимулированием развития новых технологий и инноваций.

Для прогнозирования производства БТС можно использовать также различные методы, разработанные в теории принятия решений, в частности:

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 БТС и построить 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 БТС, упорядоченных по времени. Затем можно применить методы анализа временных рядов, как модели ARIMA (авторегрессионная интегрированная скользящая средняя), для прогнозирования будущих значений (см. также [17]).

3. Метод машинного обучения использует алгоритмы машинного обучения для создания моделей, с помощью которых можно прогнозировать будущее производство. Для этого необходимы исторические данные по производству БТС и другие факторы, например, цены, конкуренция и т.д. Затем можно применять алгоритмы машинного обучения – адаптивные регрессионные модели, случайный лес и нейронные сети – для прогнозирования будущих значений. Методы машинного обучения фактически входят в число современных методов прикладного статистического анализа.

Для обеспечения безопасности эксплуатации БТС необходимо использовать современные методы анализа, оценки и управления рисками.

В эпоху цифровой экономики в организации производства широко применяются методы организационно-

экономического моделирования и искусственного интеллекта [17], что обеспечивает успешное взрывное развитие технологий.

Современные методы информационно-аналитической поддержки принятия решений на предприятии, т.е. методы контроллинга, позволяют изучить влияние внедрения БТС на экономику и стимулировать развитие этой новой области научных исследований и практической деятельности.

Разработанные в соответствии с подходом отечественной научной школы к контроллингу методы управления нововведениями на высокотехнологичных предприятиях будут весьма полезны при разработке и организации производства БТС.

### Заключение

На основе анализа публикаций проведено исследование влияния развития БТС на экономику. Он показал, что БТС имеют потенциал для улучшения эффективности и безопасности транспорта, а также для сокращения затрат на перевозки. Однако внедрение этой технологии может повлечь за собой некоторые негативные последствия – потерю рабочих мест и ухудшение качества работы для водителей.

Рассмотрены сценарии развития БТС – вероятный, пессимистичный, оптимистичный и сделан вывод о возможном значительном экономическом эффекте внедрения БТС.

Однако надо подчеркнуть, что конечный результат будет зависеть от многих факторов – скорости развития технологий БТС, регулирования со стороны государства, потребительского спроса и т.д.

Анализ динамики доходов и расходов показал, что на производство БТС оказывают влияние много факторов.

С целью обеспечения адекватного управления развитием производства БТС предложено применение ряда методов прогнозирования.

Таким образом, внедрение БТС 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. Необходимо учитывать социальные и экологические последствия внедрения БТС с целью достижения баланса между экономическими и общественными интересами.

### Литература:

1. Грошев А.М., Тумасов А.В. 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. С. 67–72.
3. Орлов А.И. Методы и инструменты менеджмента. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 403 с.

4. Othman K. Exploring the implications of autonomous vehicles: a comprehensive review // *Innov. Infrastruct. Solut.* 2022. V.7. N 165. P. 1–32.
5. Duarte F., Ratti C. The impact of autonomous vehicles on cities: A review // *Journal of Urban Technology*. 2018. V. 25. N 4. P. 3–18.
6. Cohen S. A., Hopkins D. Autonomous vehicles and the future of urban tourism // *Annals of tourism research*. 2019. V. 74. P. 33–42.
7. Horl S., Ciari F., Axhausen K.W. Recent perspectives on the impact of autonomous vehicles [Электронный ресурс] // *Arbeitsberichte Verkehrs-und Raumplanung*. 2016. V. 1216. URL: [https://www.researchgate.net/publication/317286130\\_Recent\\_perspectives\\_on\\_the\\_impact\\_of\\_autonomous\\_vehicles](https://www.researchgate.net/publication/317286130_Recent_perspectives_on_the_impact_of_autonomous_vehicles) (дата обращения: 24.08.2023).
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. 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. N. 2. P. 29–39.
11. Вассуф Я., Серебрянный 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.
12. 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.
13. Коробеев А.И., Чучаев А.И. Беспилотные транспортные средства: новые вызовы общественной безопасности // *Lex Russica (Русский закон)*. 2019. №2 (147). С. 9 – 28.
14. Лындина М.И., Орлов А.И. Методы прогнозирования для ракетно-космической промышленности // *Научный журнал КубГАУ*. 2014. №103. С. 196–221.
15. Орлов А.И. Искусственный интеллект: экспертные оценки. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 436 с.
16. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Определение приоритетности реализации НИОКР на предприятиях ракетно-космической отрасли // *Контроллинг*. 2020. № 2(76). С. 58–65.
17. Орлов А.И. Восстановление зависимости методом наименьших квадратов на основе непараметрической модели с периодической составляющей // *Научный журнал КубГАУ*. 2013. №91. С. 189–218.

#### References:

1. Groshev A.M., Tumasov A.V. *Bespilotnye transportnye sredstva: nastoyashchee i budushchee* // *Transportnye sistemy*. 2016. №. 2. S. 68–83.
2. Kuznecova M.V., Veremeenko E.G. *Perspektivy vnedreniya bespilotnogo upravleniya avtomobil'nymi perevozkami* // *Molodoy issledovatel' Dona*. 2018. №.5. S. 67–72.
3. Orlov A.I. *Metody i instrumenty menedzhmenta*. — М.: Aj Pi Ar Media, 2023. — 403 s.
4. Othman K. Exploring the implications of autonomous vehicles: a comprehensive review // *Innov. Infrastruct. Solut.* 2022. V.7. N 165. P. 1–32.
5. Duarte F., Ratti C. The impact of autonomous vehicles on cities: A review // *Journal of Urban Technology*. 2018. V. 25. N 4. P. 3–18.
6. Cohen S. A., Hopkins D. Autonomous vehicles and the future of urban tourism // *Annals of tourism research*. 2019. V. 74. P. 33–42.
7. Horl S., Ciari F., Axhausen K.W. Recent perspectives on the impact of autonomous vehicles [Elektronnyj resurs] // *Arbeitsberichte Verkehrs-und Raumplanung*. 2016. V. 1216. URL: [https://www.researchgate.net/publication/317286130\\_Recent\\_perspectives\\_on\\_the\\_impact\\_of\\_autonomous\\_vehicles](https://www.researchgate.net/publication/317286130_Recent_perspectives_on_the_impact_of_autonomous_vehicles) (дата обращения: 24.08.2023).
8. Lazutkina V.S., Pokusaev O.N., Kupriyanovskij V.P., Sinyagov S.A. *Ekonomicheskie efekty avtonomnyh (bespilotnyh) 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. 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. N. 2. P. 29–39.
11. Vassouf YA., Serebrenny V.V., Tarasenko A.V., Korzhukov M.V. *Razrabotka sistemy pomoshchi voditelju pri povorote dlya obshchestvennogo transporta* // *Vestnik MGTU «Stankin»*. 2023. № 1(64). S. 67–79.
12. 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.
13. Korobeev A.I., Chuchaev A.I. *Bespilotnye transportnye sredstva: novye vyzovy obshchestvennoj bezopasnosti* // *Lex Russica (Russkij zakon)*. 2019. №2 (147). S. 9 – 28.
14. Lyndina M.I., Orlov A.I. *Metody prognozirovaniya dlya raketno-kosmicheskoy promyshlennosti* // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2014. №103. S. 196–221.
15. Orlov A.I. *Iskusstvennyj intellekt: ekspertnye ocenki*. — М.: Aj Pi Ar Media, 2022. — 436 с.
16. Orlov A.I., Cisarskij A.D. *Opreделение prioritetnosti realizacii NIOKR na predpriyatiyah raketno-kosmicheskoy otrasli* // *Kontrolling*. 2020. № 2(76). S. 58–65.
17. Orlov A.I. *Vosstanovlenie zavisimosti metodom naimen'shikh kvadratov na osnove neparametricheskoy modeli s periodicheskoy sostavlyayushchej* // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2013. №91. S. 189–218.