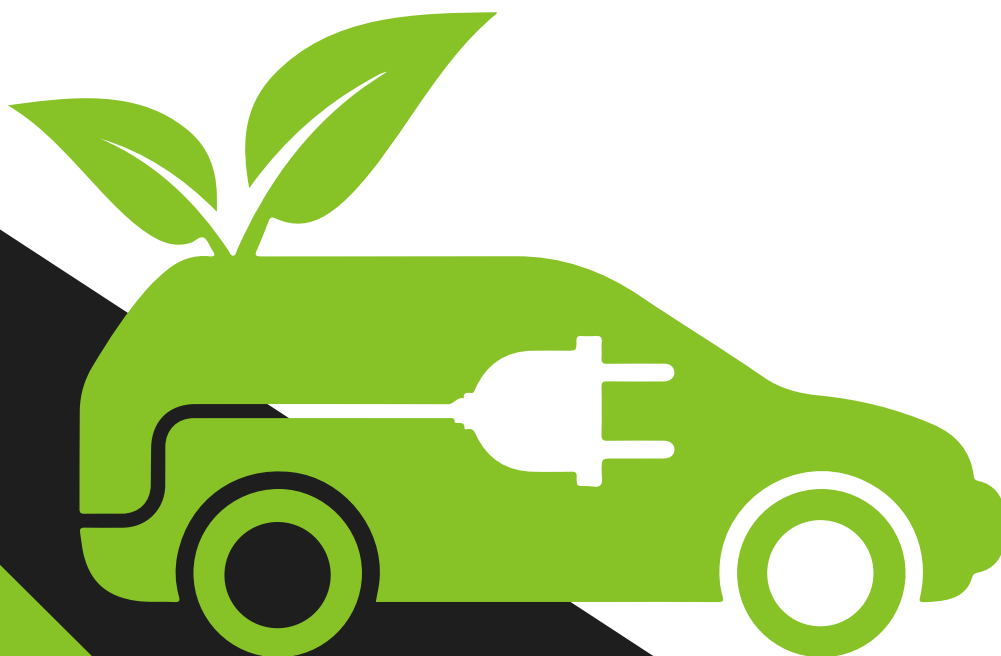




НАЦИОНАЛЬНОЕ
АГЕНТСТВО ИНВЕСТИЦИЙ
И ПРИВАТИЗАЦИИ
Республика Беларусь

Транспорт будущего 2025



Оглавление

1. Электрический транспорт.....	4
2. Автономный транспорт.....	9
3. Сверхзвуковой, гиперзвуковой и космический транспорт (суборбитальные перевозки).....	17
4. Вакуумный транспорт, гибридные и водородные поезда.....	19
5. Персональный транспорт и микромобильность.....	21
6. Перспективные транспортные технологии и проекты в Беларуси.....	22
7. Дорожная карта инвестора.....	23



В целом развитие транспорта будущего идет по следующим направлениям:

1) электрический транспорт, включая:

- легковые и грузовые автомобили, общественный транспорт, использующий в качестве источника энергии электричество, а в приводе используется тяговый электродвигатель. Также сюда можно отнести электросамокаты, электровелосипеды, электромотоциклы, электросамолеты, электрокатера. На текущий момент почти все виды транспорта реализованы на электрической тяге;

- автономные транспортные средства – к данному виду транспорта относятся транспортные средства, управляемые автономными системами управления, то есть управление ими полностью автоматизировано и осуществляется без водителя. Беспилотные летательные аппараты и беспилотные такси (роботакси) также можно отнести к этому направлению;

- летающие такси и eVTOL (электрические вертикальные взлетающие аппараты) – в первом случае это может быть или автомобиль-трансформер, которые осуществляет взлет как самолет, или большой аналог мультироторного дрона, во втором случае – это вертолет на электротяге;

2) сверхзвуковой, гиперзвуковой и космический транспорт – это сверхзвуковые самолеты (летают со скоростью в 1-5 Маха – от 1225 до 6125 км/ч), гиперзвуковые самолеты (со скоростью 5 Маха и выше) и транспорт, выполняющий суборбитальные полеты;

3) перевозки и логистика будущего – это вакуумные поезда (включая метро), гибридные (дизель + электро) и водородные поезда. Этот вид транспорта также предполагает реализацию инфраструктурных проектов, где движение грузов осуществляется по автономным конвейерам в виде автомагистралей, монорельсам, с помощью струнных технологии, магнитной подушки, роботов. Отдельным направлением могут выступать города без машин, только с подземным транспортом;

4) персональный транспорт – как правило, это электросамокаты, электровелосипеды, электромотоциклы, моноборды (моноколеса), гироскутеры. К ним относятся транспортные средства с повышенной мобильностью.

1. Электрический транспорт

Электрический транспорт прочно вошел в сферу грузовых и пассажирских перевозок. В 2024 году были проданы 17 млн электромобилей, и их доля на мировом рынке впервые превысила 20%. Эта тенденция продолжилась и в начале 2025 года. В первом квартале продажи электромобилей выросли на 35% по сравнению с тем же периодом прошлого года, при этом рекордные показатели были зафиксированы во всех основных странах. Китай остается безусловным лидером по продажам электрокаров. В 2024 году почти половина всех проданных там машин были электрическими. Это больше 11 млн автомобилей, что превышает общемировые продажи всего два года назад.

Также активно растет популярность электромобилей на развивающихся рынках Азии и Латинской Америки, где в прошлом году их продажи увеличились более чем на 60%. В США продажи электромобилей выросли примерно на 10% за год, и теперь они занимают более 10% рынка новых автомобилей. В Европе же рост продаж электрокаров замедлился. После сокращения государственных льгот их доля на европейском рынке осталась на уровне 20%.

Продажи электрических грузовиков тоже растут. В прошлом году их объем увеличился на 80%, и теперь они составляют почти 2% мирового рынка грузовых автомобилей. Основной рост опять же пришелся на Китай.

Аналитики прогнозируют, что к 2030 году доля электромобилей может превысить 40% мирового рынка. Однако для устойчивого роста необходимы дальнейшее развитие зарядной инфраструктуры, снижение стоимости аккумуляторов, поддержка государственных программ и решение проблем с поставками запчастей и обслуживанием.

Мировые производители электромобилей:

- BYD (Китай) – выпускает модели Song, Yuan Plus, Dolphin и Seagull.
- Tesla (США) – основные модели: Model Y (самый продаваемый электромобиль в мире), Model 3, Cybertruck.
- GAC Aion (Китай) – популярные модели: Aion Y и Aion S.
- Volkswagen (Германия) – ключевые электромобили: ID.4, ID.3, ID.Buzz.
- SAIC-GM-Wuling (Китай) – известен бюджетными моделями, такими как HongGuang, Mini EV.
- BMW (Германия) – линейка включает i4, i7, iX.
- Hyundai (Южная Корея) – модели: IONIQ 5, Kona Electric.
- Mercedes-Benz (Германия) – фокус на премиум-сегмент: EQS, EQE.
- MG (Китай/Великобритания) – принадлежит SAIC, популярен в Европе.
- Kia (Южная Корея) – модели: EV6, EV9.

В Беларуси внедрение электротранспорта (за исключением метро, трамваев и троллейбусов, запитывающихся от контактной сети) началось в 2016 году, когда состоялась первая пробная поездка электробуса. С 2017 года открылось регулярное движение электробусов по отдельным маршрутам. Подвижной состав минских электробусов состоит из машин белорусского производства, выпускающихся на предприятии «Белкоммунмаш» и Минском автомобильном заводе. В 2017 году ГП «Минсктранс» получило первые 20 сочлененных электробусов особо большой вместимости E433 Vitovt Max Electro производства «Белкоммунмаш». В 2018-2019 годах «Белкоммунмаш» поставил еще 28 модернизированных электробусов модели E433 Vitovt II Max Electro и 32 электробуса модели E321 Сябар.



В 2018-2019 годах электробусный парк пополнился 9 электробусами производства «Белкоммунмаш» модели Е321 Ольгерд, а также 4 электробусами модели МАЗ 303Е10 производства МАЗ. На данный момент в Минске функционирует 93 электробуса и 281 троллейбус с увеличенным автономным ходом (с батареей). Доля электротранспорта в общем объеме перевозок пассажиров в Минске в 2024 году увеличилась до 56,6%. Тенденция последних лет – уход от электробусов с экспрессзарядкой в плоскость электробусов с ночной (более длительной) зарядкой, смена источников накопления энергии.

В ближайшей перспективе «БКМ Холдинг» работает над созданием общественного транспорта с элементами беспилотного вождения. Первый уровень беспилотности планируется реализовать при сборке трамваев для Минска. Далее будет осуществляться внедрение технологии на колесной технике, где это выполнить чуть сложнее, чем на рельсовой.

Что касается легковых автомобилей, то их производство стартовало в 2025 году на заводе «БЕЛДЖИ» (хотя первый автомобиль был разработан уже в 2017 году на базе Geely SC7 в Институте объединенного машиностроения). Первой выпускаемой на «БЕЛДЖИ» моделью электрокара стал кроссовер Geely EX5, на дату презентации (23 мая 2025 года) в автосалоны страны поступило 169 таких машин.



Geely EX5 – это полностью электрический кроссовер с запасом хода 430 км, батареей на 60,2 кВт·ч и мощностью 218 лошадиных сил. Он оснащен современными системами помощи водителю, русифицированной навигацией и другими технологическими решениями. В процессе создания отечественного электромобиля участвовали «Могилевлифтмаш», новополоцкий «Измеритель», Первая аккумуляторная компания (делают батарею), Объединенный институт машиностроения НАН и «БЕЛДЖИ» (финишная сборка). Вся конструкция белорусская, микроэлектроника покупная, ячейки для батареи – китайские, металл – российский. Батарея, двигатель, инвертор, коммутационный модуль, электроника – отечественные. В принципе, можно сказать, что электромобиль белорусский по уровню добавленной стоимости. В этом году на «БЕЛДЖИ» начнут сборку последовательных гибридов. Сейчас этот автомобиль проходит испытания, и до конца года его уже планируют вывести на рынок.

С грузовыми электромобилями ситуация развивается более динамично. Уже 4 произво-

дителя автомобильной техники представили свои электрогрузовики.

МАЗ-МАН представил электрогрузовик МАЗ-МАН 3301Е1. В грузовике установлен тяговый электродвигатель на 120 кВт, а аккумуляторы на 100 А/ч расположены в базе под рамой. Запас хода – до 300 км.

Холдинг БКМ («Белкоммунмаш») еще в феврале 2022 года представил электрогрузовик Vitovt Truck Electro Prime. Объем кузова-фургона – 44 кубометра, грузоподъемность – 7800 кг, максимальная скорость – 90 км/ч. Грузовик оснащен асинхронным тяговым с максимальной мощностью 180 кВт. Емкость литий-железо-полимерной батареи – 273 кВт·ч. Пробег на одном заряде достигает 200 км.

Маз представил модель МАЗ-4381ЕЕ, созданную для городских грузоперевозок. Запас хода – 100-130 км, мощность двигателя – 105 кВт, емкость батареи – 126 кВт/ч.





БелАЗ выпустил модель 7558Е. Грузоподъемность новинки – 90 тонн. Под капотом расположилось более 8 тонн литий-ионных аккумуляторов; самосвал оснащается сразу двумя энергоблоками с общей пиковой мощностью 675 кВтч. Установка позволяет разгоняться до 65 км/ч, что даже выше, чем у дизельных родственников. Время работы на одном заряде составляет от 2 до 8 часов, а полной зарядки – 20 минут.

Однако все представленные электрогрузовики пока не перешли к стадии серийного производства в силу ограничений зарядной инфраструктуры. Зарядная инфраструктура именно для грузовиков не готова к быстрой зарядке аккумуляторов большой мощности. Для достижения необходимой эффективности и паритета удобства эксплуатации с дизельными аналогами электрогрузовиков необходимо развертывание соответствующей зарядной инфраструктуры – строительство сверхмощных зарядных станций от 500 кВт. Тем более, что такие разработки в мире уже существуют. Сегодня в Европейских странах

есть зарядные станции мощностью до 1,2 мегаватта (МВт), что позволяет за считанные минуты зарядить большую батарею грузового автомобиля, а в перспективе мощность таких станций будет доведена до 3,75 МВт.

Наличие на дорогах, соединяющих столицу, города-спутники и областные центры, крупных комплексов большой мощности с зарядными станциями от 1 МВт, однозначно будет способствовать повышению интереса бизнеса к использованию электротранспорта в логистических схемах, что скажется на развитии сектора электрических грузоперевозок. Однако не хватает электросетей, которые способны выдержать мегаваттные нагрузки.

Для комфортной зарядки легковых электромобилей в республике развивается сеть ЭЗС, которая насчитывает порядка 1,4 тысяч станций. При этом более половины электрозарядных станций принадлежат государственному оператору «Белоруснефть». Количество и мощности устанавливаемых ЭЗС в Беларуси будут расти. В частности, предусмотрена

установка 814 ЭЗС мощностью 120-350 кВт и 35 супербыстрых зарядных комплексов, что позволит нарастить общую мощность государственной зарядной сети в 5 раз – с 40 МВт до 200 МВт. Если в прежние годы фокус правительства был смещен в сторону развития быстрых зарядных станций, сегодня фиксируется запрос от населения и малого бизнеса на медленные зарядные станции, установленные в кварталах жилой застройки, на стоянках, в местах досуга. Именно поэтому создан портал установки зарядных станций.

Портал предлагает три ключевых направления для бизнеса.

Первое – установка станций для владельцев кафе, отелей, офисов и других заведений. Всего за три клика можно выбрать локацию, конфигурацию оборудования и получить готовое решение под ключ. Портал полностью берет на себя разрешение технических и административных вопросов – от согласования мощности с энергоснабжающими организациями до монтажа оборудования.

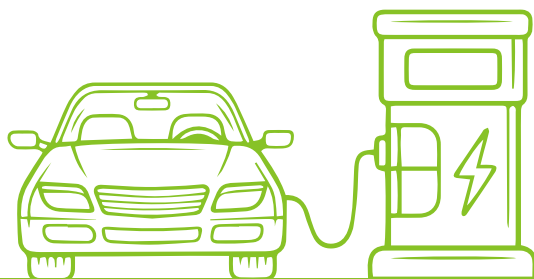
Второе направление – возможности для инвесторов и крупных сетей. Портал предоставляет автоматизированный механизм выбора подрядчиков, доступ к партнерским программам кредитования и детальный расчет стоимости проекта. Интеграция с системой «Маланка» гарантирует мгновенное подключение к сети и поток клиентов с первого дня работы (каждая станция, подключенная через портал, становится частью централизованной сети «Маланка»).

Третье – поддержка застройщиков и подрядчиков. На портале доступны стандартизированные документы, дорожные карты и технические условия для проектирования. Это ускоряет процесс строительства и минимизирует риски, заверяют в компании.

Такой старт для развития электротранспорта стал возможен благодаря принятию госпрограммы развития электротранспорта на 2021-2025. В рамках программы создан инновационно-промышленный кластер «Электротранспорт». В его состав вошли такие компании, как МАЗ, БЕЛАЗ, МТЗ, Белкоммунмаш, Могилевлифтмаш, Измеритель, Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, БНТУ, ЭТОН-ЭЛТРАНС и другие.

Помимо легковых и грузовых электромобилей программа предполагает производство спецтехники на электрической тяге. Более того акцент делается на локализацию компонентов. Этому способствует то, что уже сформирована научно-инженерная школа и освоены методы проектирования электрических силовых установок транспортных средств и их базовых компонентов с учетом технологических возможностей отечественных предприятий.

Уже разработаны и изготовлены следующие компоненты электрических силовых установок:



1) системы тягового электропривода в составе тягового электродвигателя, инвертора управления и согласующего редуктора на мощность 80 кВт для легковых и легких коммерческих электромобилей и 130 кВт для среднетоннажного коммерческого транспорта;

2) тяговые аккумуляторные батареи на базе электронных модулей управления и диагностики отечественной разработки с использованием аккумуляторных элементов китайского и корейского производства;

3) системы управления верхнего уровня, обеспечивающие интерфейс «водитель-силовая установка» и координацию работы ключевых систем электро-оборудования электромобиля;

4) комплекс вспомогательных подсистем силового электрооборудования электромобиля, обеспечивающих работу систем климат-контроля, зарядки тяговой батареи и преобразование силового напряжения в низковольтное напряжение бортовой сети».

2. Автономный транспорт

Наиболее популярными типами автономного транспорта являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и беспилотные такси (роботакси).

Беспилотные летательные аппараты

Объем рынка БПЛА оценивался в 35,28 млрд долл. США в 2024 году и, как ожидается, достигнет 67,64 млрд долл. США к 2029 году, что соответствует среднегодовому темпу роста 13,9%. Изначально БПЛА создавались с военными целями, а также для достижения / пересечения труднодоступных районов, поэтому не получили широкого распространения. Однако последние успехи в технологиях позволили производителям выпускать широкий спектр моделей разных размеров, веса и форм, которые могут нести различную полезную нагрузку датчиков, что делает их подходящими для широкого спектра применений.

БПЛА активно используются в сельском хозяйстве, строительстве, энергетике, логистике, журналистике, медицине, охране природы и других областях, так как становятся более

автономными и способны выполнять сложные задачи без непосредственного вмешательства человека, используя искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение.

Современный рынок БПЛА представлен множеством игроков, но основные лидеры сосредоточены в США, Китае, Европе и России, с акцентом на различное применение – от потребительских дронов до военных систем. Это Northrop Grumman Corporation, Skydio, THALES, Parrot SA, DJI, EHang, Yuneec International, Draganfly, General Atomics, AeroVironment Inc, BAYKAR TECH, TAI, Elbit, ZALA, Autel Robotics и др.

Китай стал первой страной с разрешением на эксплуатацию летающих такси. Управление гражданской авиации КНР выдало сертификаты двум местным компаниям – EHang Holdings и Hefei Hey Airlines, что позволяет им использовать автономные летательные аппараты для коммерческих перевозок. Теперь эти компании могут предоставлять различные услуги в области «воздушной логистики», включая городские экскурсии. Лидером



на этом рынке является дрон EHang EH216-S, который может автоматически прокладывать маршрут, взлетать и садиться. Однако его возможности ограничены: в воздухе он может находиться не более 25 минут и вмещает максимум двоих пассажиров. Крейсерская скорость двухместного аппарата – 100 км/ч, максимальная – 130 км/ч. Стоимость этого «такси» составила 1,99 млн юаней (277 тысяч долл.).

Китайские власти активно развивают этот сектор экономики, включая грузовые дроны и аэромобили, и рассматривают его как приоритетное направление наряду с биотехнологиями и искусственным интеллектом. Идея летающих такси имеет долгую историю, и сегодня над ней работают около 300 компаний по всему миру, включая ведущие страны, такие как Германия, Япония и Сингапур.

История беспилотных летательных аппаратов белорусского производства началась в 1996 году с основания частного конструкторского бюро «Индела» (сейчас «Беспилотные вертолеты»). Компания, начав с создания бортовой аппаратуры и наземной станции управления дронами для нужд белорусской армии, уже в 2002-м представила беспилотник «Индела Винтокрыл».

До 2007 года бюро создало еще четыре аппарата. В это время к разработке беспилотников стали подключаться госструктуры и предприятия. Достаточно серьезные наработки в области создания БПЛА появились и у Военной академии Республики Беларусь, партнерами которой в изготовлении образцов аппаратов выступили Научно-технический центр «ЛЭМТ» (вопросы целевой нагрузки) и предприятие «НТЛаб-ИС» (навигационные системы). Главным сборочным пунктом для многих дронов стал 558-й авиаремонтный завод в Барановичах. В целом с 1996 года уже было выпущено и апробировано более 30 моделей БПЛА (включая самолеты и вертолеты) типа Индела, Стриж, Беркут, Шершень, Кондор, Квадро, Формула, Ястреб, Бекард, Хантер, Чекан, Ловчий.

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси является ведущим предприятием Республики Беларусь по разработке и производству беспилотных авиационных комплексов (БАК). Они предназначены для:

- выполнения наблюдения, разведки и сбора данных (с получением видеoinформации, в

т.ч. в ИК-диапазоне, в высоком разрешении);

- проведения аэрофотосъемки;
- ретрансляции сигналов радиосвязи;
- использования в научных исследованиях;
- транспортировки грузов.

Серийно выпускается 6 моделей БПЛА (все многофункциональные, зависит от целевой нагрузки, которая крепится на носу БПЛА; сменная целевая нагрузка, продается и изготавливается отдельно, у каждой целевой нагрузки свое назначение). Беспилотный авиационный комплекс «БУСЕЛ М» используется МВД для пресечения наркотрафика, помогает с обнаружением нелегальных растений, незаметным преследованием транспорта, перевозящим запрещенные грузы, поиска пропавших; используется в природоохранной и сельскохозяйственной деятельности для преждевременного выявления болезней лесного массива, анализа почв с целью внесения точных доз удобрений, также с целью полива.

Для мониторинга также используются БАК дальнего действия «БУРЕВЕСТНИК», БАК экологического мониторинга (БАК ЭМ) на базе дирижабля. В перспективе разработка гибридного БПЛА – «Орел». Ведется работа над аэростатами для работы в условиях радиоэлектронного подавления.

Также выпуском БПЛА занимается компания «Авиационные технологии и комплексы» – резидент Индустриального парка «Великий камень». В настоящее время предприятие специализируется на производстве БАК мультиро-торного и самолетного типов, а также многоцелевых БАК гибридного типа. В зави-

симости от поставленных задач выпускаемые БЛА оснащаются сменными целевыми нагрузками: видеокамера высокого разрешения, инфракрасная камера, лазерный дальномер, gnss-оборудование (глобальная система спутниковой навигации) или комбинация перечисленных нагрузок.

В 2020 году ЗАО «АТК» приступило к производству уникальной авиационной винтокрылой техники, соединяющей в одном летательном аппарате возможности самолета и вертолета – гиропланов. Сейчас производят 2-, 3- и 6-местные сверхлегкие пилотируемые аппараты собственной разработки – автожиры «Ястреб» и «Tercel».

Они используются для мониторинга (в том числе автомобильных и железно-дорожных магистралей), разведывательных, спасательных и поисковых операций, в бизнес-авиации, для транспортировки пассажиров и грузов. Ключевой особенностью отечественных гиропланов является возможность использовать 95-й бензин.

В Минске в 2025 году состоялась презентация нового беспилотника белорусской разработки – грузового вертолетного дрона SKY-TRUCK. Разработкой SKY-TRUCK занимается белорусская компания UAVHELL, специализирующаяся на создании беспилотных вертолетных систем. Главная задача SKY-TRUCK – транспортировка грузов массой до 200 кг на значительные расстояния – до 350 километров на одном заряде. Система может работать в двух режимах: полностью автономно по заранее заданному маршруту или под дис-



танционным управлением операторов. Максимальная взлетная масса дрона составляет 500 кг, а предельная высота подъема – до 3000 метров. Он способен развивать скорость до 150 км/ч, оставаясь в воздухе до шести часов без подзарядки.

На борту установлены системы спутниковой навигации, инерциальные датчики и бортовой компьютер, способный в реальном времени анализировать маршрут, погодные условия и уровень заряда батареи. Ключевым элементом конструкции является модульный грузовой контейнер AIR BOX, который можно быстро заменить или адаптировать под разные типы груза – от медикаментов до инструментов или продовольствия. Это делает дрон особенно полезным в поисково-спасательных операциях, при обеспечении удаленных населенных пунктов или в рамках военной логистики, когда критична оперативная доставка грузов в труднодоступные районы.

Российская компания «Транспорт Будущего» представила проект завода на 100 тысяч беспилотников «под ключ», который в скором времени будет реализован в Беларуси. Проект завода включает в себя технологические линии для локализации комплектующих, производство беспилотников для аграрного сектора как одного из главных секторов экономики Республики Беларусь, мониторинга и логистики.

Отдельно отметим, что отрасль БПЛА регулируется Указом № 297 от 25 сентября 2023 г. “О государственном учете и эксплуатации гражданских беспилотных летательных аппаратов”. Предусмотрено, что ввоз на территорию Беларуси, хранение, оборот, эксплуатация и изготовление гражданских БПЛА разрешен только организациям и индивидуальным предпринимателям в целях их предпринимательской и профессиональной деятельности с соблюдением требований, установленных данным Указом.

Для ввоза организациями и индивидуальными предпринимателями гражданских БЛА необходимо получить соответствующее разрешение у Департамента по авиации Министерства транспорта и коммуникаций, которым будет организован учет таких БПЛА, имеющих у организаций и индивидуальных предпринимателей.

Также Указом предусмотрено создание автоматизированной информационной системы государственного учета гражданских БЛА, принадлежащих юрлицам и (или) ИП.

Документом устанавливается запрет для физических лиц на ввоз на территорию Беларуси, хранение, оборот, эксплуатацию и изготовление гражданских БЛА.



Беспилотные такси

Аналитики прогнозируют, что к 2030 году ежегодный доход рынка беспилотных такси может достичь 47 млрд долл. Очень активно сектор беспилотных такси развивается в США и Китае.

Разработкой беспилотных такси в США занимаются такие крупные компании как:

- Waymo (Google) – лидер в разработке беспилотных такси (запущен сервис беспилотных такси Waymo One в июне 2024 года, такси Waymo осуществили более 4 млн коммерческих поездок на территории США).
- Tesla – планирует запуск сервиса беспилотных такси Robotaxi с 10–20 автомобилями Model Y в июне 2025 года. В будущем Tesla перейдет на Cybercab – двухместный беспилотный автомобиль без руля и педалей, производство которого начнется в 2026 году.
- Cruise (General Motors) – автономные такси в Сан-Франциско и микроавтобусы, предназначенные для перевозки пассажиров без водителя.
- Zoox (Amazon) – беспилотные роботакси, предоставляющие мобильность как услугу.
- Argo AI (Ford & VW) – разработка автоном-

ных систем (проект закрыт, но технологии используются).

- Mobileye (Intel) – системы автономного вождения для автопроизводителей.
- Aurora – автономные грузовики и легковые автомобили.
- Motional (Hyundai & Aptiv) – беспилотные такси.

В Китае ключевые компании, предоставляющие услуги беспилотных такси – Apollo Go, Pony.ai, WeRide, AutoX и SAIC Motor. WeRide известен своими беспилотными такси, грузовиками, автобусами и спецтехникой. На текущий момент производители беспилотных автомобилей выходят на зарубежные рынки: Турция, Швейцария, Люксембург, Саудовская Аравия, Южная Корея, Япония, Сингапур, США и др.

Baidu запускает свои роботакси Apollo Go в коммерческую эксплуатацию в нескольких китайских городах с 2022 года. Транспортные средства обладают так называемой автономией 4 – это означает, что они не имеют водителя, но могут передвигаться только в определенных районах. Эти районы, однако, могут быть довольно большими: например, в городе



Ухань для роботакси доступно более 3 000 км дорог общего пользования. Компания Pony.ai, имеющая парк из 300 роботакси в Китае, заявила, что в долгосрочной перспективе надеется интегрировать свои роботакси в метро и трамвайные маршруты Дубая.

17 мая 2019 года в специальном районе «Умный остров» города Чжэньчжоу был запущен первый полностью беспилотный автобус по короткому кольцевому маршруту. Позже запустили проект «умного общественного транспорта», который уже активно внедряют в городах вроде Чэнду, Шэньчжэнь и Ханчжоу. Речь о том, что автобусы в Китае начинают связывать с ИИ, который анализирует заполнение салона. Анализируя пассажиропоток ИИ вырабатывает рекомендации диспетчерам: это динамическое перенаправление автобусов (загруженные автобусы пропускают пустые), гибкие маршруты (автобусы могут не заезжать в малолюдные места, сокращая маршрут, либо наоборот устраивать экспресс-маршруты без остановок), подстройка под события (например, при различных мероприятиях автобусы могут менять маршруты и ехать через большие скопления людей, либо объезжать пробки). Есть примеры интеграции автобусов с городскими системами (светофоры, полиция, движение метро и другого общественного транспорта). В этом году такие системы умного транспорта появятся в 50 китайских городах. Эффективность и экономия: снижение давки в часы пик на 30% (по опыту Шэньчжэня), экономия топлива за счет сокращения «пустых» рейсов.

Отдельным сегментом являются как пилотируемые, так и беспилотные летающие такси и eVTOL-машины (электрические вертикальные взлетающие аппараты). Известными производителями подобных машин являются:

- Joby Aviation – электрические аэротакси с вертикальным взлетом.
- Lilium – eVTOL-аппараты с реактивными двигателями.
- Volocopter – мультикоптерные аэротакси.

- Archer Aviation – электрические аэротакси для городских перевозок.
- EHang – китайские автономные дроны-такси.
- Beta Technologies – eVTOL для грузовых и пассажирских перевозок.

Как правило, подобные машины похожи на многороторные дроны и вертолеты. Основное предназначение – перевозка людей.

Беларусь занимает 7-е место в рейтинге готовности к внедрению автономного транспорта среди стран СНГ, БРИКС, Турции и Саудовской Аравии. В Беларуси внедрение беспилотного транспорта (легкового, коммерческого и пассажирского) прогнозируется в 2030-х. Однако конкретные шаги предпринимаются уже сейчас. В Минске компания «Яндекс» планирует запустить свой сервис с беспилотными такси, анализируется возможность запуска беспилотного транспорта между Минском и городами-спутниками, также оказание услуги по аренде автомобиля, оборудованного устройством максимального контроля состояния водителя, для тех, кто хочет получить дополнительный заработок в такси.

Тестирование беспилотных автомобилей от «Яндекса» началось в Татарстане еще в 2018 году. В октябре 2023-го роботакси запустили на черноморском побережье Сочи, с этого же года сервис работает в Москве. Первое время ИИ-машины сопровождали другие автомобили с оператором, который может совершить экстренную остановку удаленно. Сейчас в Москве сервисом можно воспользоваться с семи утра до часу ночи.

Помимо БПЛА и беспилотных такси наибольший интерес в Беларуси вызывают разработки в двух направлениях:

- 1) грузовой транспорт: автономные грузовики, дроны, поезда (уже в 2015 году в США была выдана лицензия на эксплуатацию экспериментального беспилотного грузовика Freightliner Inspiration Truck на одном из хайвеев).
- 2) пассажирский транспорт: автобусы, троллейбусы, трамваи, метро (уже в 2017 году в Шэньчжэне началась регулярная эксплуатация беспилотных автобусов).

Российская компания «Сберавтотех» (теперь Navio) и белорусский МАЗ в 2022 году подписали договор о разработке беспилотного тягача и запуске его серийного производства. Первой моделью станет двухосный седельный тягач МАЗ-54402L. Сейчас для создания беспилотника разработчики устанавливают на обычный серийный автомобиль сенсоры и вычислители с минимальной интеграцией в производство самой машины. МАЗ начал активно заниматься беспилотными разработками только в 2021 году. Завод уже цифровизировал системы управления разных моделей грузовой и пассажирской техники и выпустил компоненты, которые обеспечат подключение машин к системам автономного управления. На данный момент МАЗ выпустил гибридный грузовик MAZ-X.

Его разгоняют два электромотора, которые питает дизельный двигатель – он работает как генератор. Суммарная мощность – 660 л.с. Общий запас хода – 3000 км. Доля белорусских комплектующих – больше половины, прогнозируемая цена при серийном выпуске – около 120 тысяч долл. Это сравнимо с китайскими грузовиками, европейские модели почти в два раза дороже.

Беспилотные тягачи в ближайшее время будут наиболее востребованным транспортом на рынке.

Следует отметить, что уже разработан концепт-кар беспилотного тягача (Navio L5), где не предусматривается рабочее место водителя. Данные автомобили являются автомобилями-роботами, где все контролируется искусственным интеллектом.

На текущий момент BELAZ успешно тестирует самосвалы без участия человека (БЕЛАЗ-7513R). Использование беспилотных самосвалов уже реализовано в Китае. Китайская компания Huawei совместно с производителем тяжелой техники XCMG и учеными Пекинского университета науки и технологий запустила 100 автономных грузовиков модели Huaneng Ruichi на угольном месторождении в районе Внутренней Монголии. Проект реализуется по заказу горнодобывающей компании Huaneng Mengdong и стал крупнейшей подобной инициативой в мировой угольной отрасли. К 2028 году на данном месторождении планируется довести число автономных грузовиков до 300 единиц, а по всей угольной промышленности Китая – до 10 тыс. машин.

МТЗ представил первый беспилотный трактор (BELARUS 3523i) в 2024 году. Подобные проекты также известны и реализованы за пределами Беларуси. Компания Cognitive Pilot – ведущий российский разработчик ИИ-систем для беспилотной сельскохозяйственной техники – представил полностью автономный робот-трактор в 2024 году.



Отметим, что альтернативой беспилотных грузовиков являются беспилотные конвейеры. В Японии планируется реализовать конвейерную систему Autoflow-Road протяженностью 500 км, которая заменит 25000 фуры в день, соединив Токио и Осаку. Цель проекта – решить проблему нехватки водителей грузовиков и повысить эффективность грузоперевозок. Система Autoflow-Road будет использовать паллетные системы, способные перевозить до одной тонны груза на каждом поддоне. Они будут размещаться под автомагистралями, на наземных путях посередине дорог и вдоль обочин автострад. Конвейерные ленты будут работать круглосуточно, что потенциально заменит 25 000 водителей в день.

Также альтернативой грузовому транспорту являются беспилотные транспортеры. Подобные реализованы в порту Уханя. Они напоминают гигантские электрические скейтборды, оснащены системами LiDAR и камерами с компьютерным зрением, что позволяет строить 3D-карту пространства в реальном времени. Каждый транспортер способен перевозить до 50 тонн груза при автономности 12 часов благодаря модульным литий-титанатовым батареям. Внедрение системы привело к сокращению времени обработки грузов на 37% по сравнению с традиционными дизельными погрузчиками. Алгоритмы оптимизируют маршруты так, что транспортеры движутся

«стоями» без столкновений, синхронизируясь через защищенный канал связи 6G. Это особенно важно для мультимодальных перевозок: ИИ автоматически корректирует график стыковки с речными баржами и железнодорожными составами. По данным оператора порта, за первые две недели эксплуатации полностью исключены простои из-за человеческого фактора.

Струнный транспорт

ЭкоТехноПарк компании UST Inc. (Unitsky String Technologies Inc.) разработал беспилотный транспорт (юнимобиль U4-220) на 48 пассажиров. Ключевым элементом технологии выступает струнно-рельсовая эстакада (и сам струнный рельс). Машина выглядит как капсула, выполненная из прозрачного, затемненного монолитного поликарбоната толщиной 4 мм и подвешенная на струнный рельс. U4-220 по вместимости не уступает автобусу, передвигается по эстакаде на высоте нескольких метров над землей. Помимо автоматизированной системы управления контроль движения осуществляется диспетчером. Одно из главных качеств U4-220 – экономичность. Юнибус может перевозить пассажиров со скоростью до 150 км/ч. При этом расход энергии около 32,5 кВт·ч/100 км, тогда как электромобили затрачивают на 100 км около 23–25 кВт·ч.



3. Сверхзвуковой, гиперзвуковой и космический транспорт (суборбитальные перевозки)

Идея сверхзвуковых перевозок не нова. Наиболее известными сверхзвуковыми самолетами были советский Ту-144 и англо-французский Конкорд. Однако эти проекты в свое время были закрыты по причине их дороговизны. На сверхзвуковых скоростях расход топлива самолетов в разы превышал расход обычного реактивного самолета. Сейчас 100% парка гражданской авиации мира составляют дозвуковые самолеты. Тем не менее сверхзвуковые технологии с учетом новых технологий, таких как использование электрических или гибридных двигателей, считаются достаточно перспективными.

Над проектами сверхзвуковой авиации работают компании:

- компания Boom, создает самый быстрый в мире авиалайнер (проект Overture), впервые преодолела звуковой барьер во время испытательного полета в Мухаве, штат Калифорния в 2025 году. Сверхзвуковой полет демонстрационного самолета XB-1 стал первым случаем преодоления звукового барьера самолетом независимой разработки;
- компания Aerion разрабатывает бизнес-джет Aerion AS3 для перелетов на дальние расстояния;

- компания Lockheed Martin разрабатывает Lockheed Martin X-59 QueSST – авиалайнер с бесшумной сверхзвуковой технологией, данная компания разработала сверхзвуковой разведчик ВВС США SR-71 (Blackbird);

- компания Virgin Galactic разрабатывает самолет Twinjet с дельтавидным крылом (с таким же как у Ту-144 и Конкорда);

- компания Spike Aerospace разрабатывает сверхзвуковой бизнес-джет Spike S-512;

Гиперзвуковые летательные аппараты относятся к летательным аппаратам, скорость которых превышает 5 махов (6125 км/ч). В настоящее время очень ограниченное число стран (Россия, Китай и США) обладают технологиями, способными обеспечить полноценный управляемый гиперзвуковой полет. В настоящее время гиперзвуковые технологии востребованы в основном в оборонной промышленности. Главный фактор, сдерживающий рост рынка – это недостатки существующих технологий. Эффективная реализация гиперзвукового полета требует прорывных достижений в целом ряде отраслей, таких как двигателестроения, материаловедение и математическое моделирование. Современные гиперзвуковые технологии можно разделить на три основные группы:

Гиперзвуковые глайдеры: объекты, не имеющие собственного двигателя, но способные эффективно управляться на гиперзвуковой скорости. Используются исключительно в оборонной промышленности, в перспективе могут стать основой для создания спускаемых аппаратов пилотируемых космических кораблей нового поколения. Лидерами в этом сегменте являются Россия и Китай;

Гиперзвуковые ракетные летательные аппараты: несут на борту как топливо, так и окислитель, поэтому существенно ограничены в дальности. Подобные аппараты активно используются в качестве демонстраторов технологий с 50-х годов 20 века. Их эксплуатация позволила определить требования к конструкционным материалам нового поколения, необходимым для дальнейшего развития технологии. Такие материалы должны эффективно сочетать легкость, прочность и термоустойчивость.

Гиперзвуковые летательные аппараты с воздушно-реактивным двигателем. Используют в качестве окислителя атмосферный кислород. Создание таких аппаратов позволит в полной мере раскрыть потенциал гиперзвуковой технологии.

Но, в настоящее время не существует достаточно совершенных для массового производства и эксплуатации воздушно-реактивных двигателей, способных работать при скорости в пять и более раз превышающей скорость звука. Разработка такого двигателя может стать важным технологическим прорывом, меняющим устоявшийся рынок в космической отрасли и в авиации. Пока существуют экспериментальные и демонстрационные модели гиперзвуковых самолетов, например, гиперзвуковой авиалайнер Boeing, проект ZENST европейского авиакосмического агентства, проект SpaceLiner Германского центра авиации и космонавтики, проект QuarterHorse компании Hermeus, проект Talon A2 компании Stratolaunch, ракетоплан North American X-15 (на нем совершены первые суборбитальные полеты человека).

Космический транспорт и суборбитальные перелеты также являются перспективным направлением. Сюда можно отнести не только межконтинентальные перевозки, но и космический туризм. Известными компаниями являются SpaceX (Starship), Blue Origin (New Shepard), Virgin Galactic (SpaceShipOne, SpaceShipTwo), Boeing (CST-100 Starliner).



4. Вакуумный транспорт, гибридные и водородные поезда

Вакуумный транспорт (гиперпетля / Hyperloop) имеет давнюю историю (с 1905 года), однако до сих пор не реализован ее коммерческий вариант. Суть такого транспорта заключается в движении капсулы или поезда (цепочки капсул) внутри трубы с разреженным воздухом / вакуумом. При этом сама капсула движется благодаря линейному магнитному ускорению, то есть с помощью магнитной левитации (маглев). Преимущества вакуумного транспорта – высокая скорость движения (предположительно до 1200 км/ч).

Снова популярной идея стала после ее публикации Илоном Маском в 2013 году. Как следствие, появились такие компании как Virgin Hyperloop, Hyper-loop One, Hyperloop Hardt, Hyperloop Transportation Technologies, Nevomo, TransPod, Swisspod Technologies, Zeleros и другие, занимающиеся разработкой и продвижением этой идеи. На данный момент построены небольшие экспериментальные участки подобных вакуумных труб.

Похожими проектами в этой области являются сверхзвуковые поезда на магнитной подушке. Самый быстрый действующий поезд на магнитной подушке работает в Китае – это Шанхайский маглев.

Суть технологии заключается во взаимном действии магнитов, одноименные полюса которых отталкиваются. Так преодолевается главная проблема рельсовых поездов – трение о поверхность. Новая технология потребовала не только новых поездов без колесных пар, но и новой инфраструктуры: специальное Т-образное рельсовое полотно укладывается

на бетонную подушку. Визуально поезд охватывает рельс со всех сторон, приподнимаясь в движении всего на 1-2 см над полотном. Шанхайский маглев преодолевает маршрут в 30 км за 7 минут и 20 секунд. Максимальная скорость достигает 430 км/ч.

Успешным примером является JR-Maglev – японская система скоростных поездов на магнитной подвеске, разрабатываемая Японским исследовательским институтом железнодорожной техники совместно с оператором Japan Railways с 1970-х годов. В настоящее время в префектуре Яманаси построен испытательный участок, на котором 21 апреля 2015 года опытный состав модификации Синкансэн L0 установил абсолютный рекорд скорости для железнодорожного транспорта – 603 км/ч. В промышленную эксплуатацию поезд планируется начать в 2027 году.

Японская система скоростных поездов на магнитной подвеске работает на электродинамической подвеске, которая принципиально более стабильная, чем электромагнитная, что создается в других странах. Благодаря высокой скорости (до 500 км/ч с лишним) затраты на поддержание маглева в воздухе составят лишь малую долю от общих энергозатрат на движение.

В отличие от электромагнитной подвески (EMS), поездам, созданным по технологии электродинамической подвески на сверхпроводящих магнитах (EDS), требуются дополнительные колеса при движении на малых скоростях (до 150 км/ч). При достижении определённой скорости колеса отделяются от земли и поезд «летит» на расстоянии нескольких сантиметров от поверхности. В случае аварии колеса также позволяют осуществить более мягкую остановку поезда.

В целом в мире в эксплуатации насчитывается 11 проектов на магнитной левитации в таких странах как Япония, Германия, Китай, Южная Корея и Бразилия. Как показывает опыт использования таких поездов, они обходятся на 20% дешевле традиционного железнодорожного транспорта. В Республике Беларусь, в частности в Минске, нет планов по строительству и использованию маглев-поездов, как это реализовано в других странах. В России в 2023 году создан Консорциум разработчиков, производителей и эксплуатантов магнитолевитационной системы «Российский Маглев».

Пока в большинстве стран начинается внедрение высокоскоростных электропоездов, ученые обсуждают развитие магнитной левитации: если поезд на магнитной подушке будет ходить в вакуумном туннеле, можно избежать воздушного сопротивления. Теоретически скорость движения таких поездов будет достигать 6000-8000 км/ч.

Также развитие получают гибридные (с разными типами тяги, например, дизель с электрическими батареями) и водородные поезда (также делают с дополнительными источниками тяги). Первый в мире поезд, работающий на водородных топливных элементах, – Coradia iLint – запустила французская машиностроительная компания Alstom на северо-западе Германии в сентябре 2018 года. Он способен развивать скорость до 140 км/ч и преодолевать практически бесшумно на одной заправке порядка 1 тыс. км. В 2022 году в Германии была введена в коммерческую эксплуатацию линия только с поездами данной серии.

В России активно разрабатываются и планируется запуск поездов на водородном топливе, в первую очередь на Сахалине. Проект реализует «Трансмашхолдинг» в сотрудничестве с правительством Сахалинской области. Первые два состава планируется запустить в 2027 году. Испытания первого российского водородного поезда «Трансмашхолдинг» намерен провести в 2025 году на Сахалине. Там создан Восточный водородный кластер, один из главных его объектов – водородный завод. На предприятии должен производиться низкоуглеродный водород из природного газа и его сжижение.

Эксперименты с транспортом на водородном топливе проходят во многих странах мира (США, Китай, Южная Корея, Япония, Канада), но пока экономические перспективы выглядят туманно.



5. Персональный транспорт и микромобильность

Персональный транспорт и микромобильность – это два взаимосвязанных понятия, касающихся передвижения человека в городских условиях. Развитие персонального транспорта и микромобильности в городах ведет к более разнообразным и эффективным системам передвижения, с учетом нужд и по-требностей жителей. Микромобильность часто используется в качестве дополнения к общественному транспорту, облегчая доступ к конечным пунктам назначения.

Мировой рынок электросамокатов, который в 2023 году оценивался в 17,73 млрд долларов США, ожидается, что вырастет до 50,15 млрд долларов США к 2032 году, с среднегодовым темпом роста 12,6%. Доминирующим регионом является Азиатско-Тихоокеанский регион, на который приходится 83,08% рынка. Кикшеринг (аренда электросамокатов) является ключевым сегментом рынка, привлекающим потребителей своей доступностью и удобством.

Наиболее популярными средствами персональной мобильности являются электросамокаты. Меньшим спросом пользуются гироскутеры, электровелосипеды, электромотоциклы, моноборды (моноколеса) и еще реже в силу своей дороговизны более экзотические транспортные средства (например, персональные дроны Jetson One или летающие автомобили BlackFly). Популярные средства передвижения находятся либо в частной собственности, либо предлагаются сервисами краткосрочной аренды.

Рынок электросамокатов переживает активную конкуренцию между различными компаниями, что способствует росту числа используемых самокатов и расширению зоны покрытия. Каждый сервис предлагает свой способ аренды и тарифы, как правило, это либо поминутная оплата, либо подписка на сервис.

Основные игроки белорусского рынка:

- Eleven: белорусский кикшеринговый сервис, активно развивающийся в Минске и других городах.
- BusyFly: сервис, присутствующий в ряде белорусских городов, помимо Минска.
- JET: казахстанский сервис, активно развивающийся на рынке кикшеринга в Беларуси.
- Whoosh: Российский шеринговый сервис, появившийся на белорусском рынке в 2022 году.
- Kolobike: белорусский сервис, предлагающий аренду электросамокатов в ряде городов.



6. Перспективные транспортные технологии и проекты в Беларуси

В Беларуси можно выделить несколько перспективных направлений развития транспорта:

а) электрический транспорт (электробусы, электромобили, электрогрузовики, зарядная инфраструктура):

- развитие электробусов (Минск уже закупает электробусы, но можно расширить их использование в регионах) и модернизация общественного транспорта;
- стимулирование электролюбимости (льготы, снижение пошлин, развитие зарядных станций, включая и зарядные станции для грузовиков, транспортной инфраструктуры для персонального транспорта);
- локализация производства (например, совместные проекты по сборке электромобилей, производству комплектующих, аккумуляторов и т.п.);

б) умный общественный транспорт и цифровизация:

- внедрение интеллектуальных систем управления транспортом (адаптивные светофоры, мониторинг загруженности);
- бесконтактная оплата и единые транспортные карты (интеграция с мобильными приложениями, сейчас единые проездные и сервис «Оплати» обособлены);
- развитие Mobility as a Service (MaaS) – единые платформы для планирования поездок (общественный транспорт, каршеринг, такси, кикшеринг);

в) велодвижение и микротранспорт:

- расширение велодорожек (особенно в городах с высокой плотностью населения);
- развитие сервисов аренды электросамокатов и велосипедов (как в Минске, но с улучшенной инфраструктурой);

г) железнодорожные инновации:

- модернизация железных дорог (например, увеличение скоростного сообщения между городами) и развитие пригородного и межрегионального сообщения;
- гибридные и водородные поезда (Беларусь уже может начать пилотные проекты по гибридным поездам с их запусками на неэлектрифицированных участках железных дорог).

7. Дорожная карта инвестора



Инвестиционные проекты и ГЧП
>1000

Инвестиционные идеи
>700

Концессии
9

Производственные площадки
и объекты недвижимости
>900

Земельные участки
>1000



map.investinbelarus.by

Еще больше инвестиционных проектов и идей, а также земельные участки и объекты недвижимости для реализации инвестиционных проектов можно найти на интерактивном портале «Дорожная карта инвестора»

Национальное агентство инвестиций и приватизации


Агентство готово помочь иностранным инвесторам,
заинтересованным в ведении бизнеса в Беларуси:


- Предоставление информации по инвестиционным возможностям, преференциальным режимам и предоставляемым льготам, отраслям, законодательству
- Представление актуальной информации по инвестиционным проектам
- Подбор и представление информации о вариантах земельных участков и помещений
- Поиск потенциальных партнеров для реализации инвестиционного проекта, организация встреч, переговоров с потенциальными партнерами для налаживания сотрудничества
- Предоставление площадки для переговоров и сопровождение инвестора в ходе переговоров
- Организация визитов в Республику Беларусь (разработка программы пребывания, помощь в оформлении визы)
- Представление интересов инвестора в переговорах с представителями органов госуправления по вопросам реализации инвестиционных проектов, а также по вопросам улучшения ведения бизнеса в Республике Беларусь
- Постинвестиционное сопровождение

Мы в соц. сетях: /investinbelarus



mail@investinbelarus.by
www.investinbelarus.by

 +375 17 200 81 75
+375 17 226 41 66

 +375 17 226 47 98