

Из истории техники

From the History of Technology

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВОЗДУШНЫЕ ДОРОГИ: О ПРОЕКТАХ АВИАЦИОННО-НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

МОРОЗОВ ИЛЬЯ ВАЛЕНТИНОВИЧ

*Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН
Россия, 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 14
E-mail: pivneva@mail.mipt.ru*

Статья содержит краткий исторический обзор проектов транспортных систем на основе механически связанных с землей электрических летательных аппаратов. Появившись в конце XIX в., эта концепция присутствовала в авиации на протяжении всей ее истории. Тем не менее, оставшиеся нереализованными и обладающие очевидными недостатками проекты воздушных дорог практически полностью игнорировались историками авиации. Сегодня, с началом практического развития электрической авиации, проекты таких систем получили второе рождение.

Ключевые слова: история техники, история авиации, транспорт, электротранспорт, электрическая силовая установка.

DOI: 10.31857/S020596060001119-2

ELECTRIC AIR ROADS: THE PROJECTS OF AIR-AND-GROUND TRANSPORTATION SYSTEMS

ILYA VALENTINOVICH MOROZOV

*S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences
Ul. Baltiyskaya, 14, Moscow, 125315, Russia
E-mail: pivneva@mail.mipt.ru*

This paper presents a brief historical review of the projects of air-and-ground transportation systems based on the electric aircrafts mechanically connected to the ground. This concept that emerged in the 19th century has been present in aviation throughout its entire history. However, air road projects that had never been implemented and possessed obvious drawbacks have been almost completely ignored by the historians of aviation. Today, with the beginning of actual development of electric aviation, such projects were given a new lease of life.

Keywords: history of technology, history of aviation, transport, electric transport, electric propulsion.

Догадки о возможности использовать загадочную энергию электричества для целей полета появились еще до накопления соответствующих научных знаний. Например, такой летательный аппарат был описан в 1775 г. Луи-Гийомом де ла Фоли в рассказе «Философия без претензий»¹. Однако подобные идеи лежали целиком в области фантастики. Реально новые возможности технике предоставило открытое в начале XIX в. превращение электрической энергии в механическую.

В 1838 г. начались испытания знаменитого электрохода Бориса Семеновича Якоби, ставшего первым электрическим транспортным средством. Эксперименты, проводившиеся разными изобретателями с небольшими моделями-прообразами будущих электромобилей, начались чуть раньше, но способные перевозить людей электрические экипажи появились только в 1880-е гг. В XIX в. были созданы электрические локомотивы, трамваи, троллейбусы, электромобили и даже электрическая водная железная дорога и троллейботы (суда с электроприводом, получающие ток через воздушную контактную сеть).

В 1880-е гг. электродвигатель был впервые применен и в воздухе. В 1881 г. братья Гастон и Альбер Тиссандье (*Gaston u Albert Tissandier*) построил небольшой беспилотный дирижабль с электромотором. 8 октября 1883 г. впервые в воздух поднялся уже полноразмерный аппарат. Его мотор мощностью около 1 кВт работал от четырех батарей гальванических элементов.

В воздухоплавании использование электричества предлагалось также для нагрева воздуха в оболочке теплового аэростата. Через кабель-трос ток мог подаваться от наземного источника к нагревательному устройству на борту. По всей видимости, первые такие идеи возникли в конце XIX в.

Первым, кто предложил использовать электродвигатель на самолете, был Феликс дю Тампль. В 1857 г. французский изобретатель запатентовал передовую по тем временам конструкцию самолета, где, наряду с паровым, одним из предлагавшихся типов двигателей был электрический². Однако основным вариантом для зарождавшейся авиации оставалась паровая машина.

Иначе дела обстояли на земле, где благодаря совершенствованию свинцовых аккумуляторных батарей серийно начали выпускаться электромобили. К началу XX в. в США из общего числа автомобилей паровые двигатели имели 40 %, электрические – 38 %, бензиновые – пока только 22 %³ (правда, следует учесть, что наиболее широко электромобили были распространены именно в США).

В начале века электромобили обладали рядом преимуществ перед конкурентами. Например, в отличие от бензинового мотора, им не требовался ручной запуск или не нужна была длительная растопка, как в случае с паровой машиной. Отсутствие инфраструктуры – подходящих дорог вне городов и сети станций зарядки или заправки – позволяло имевшим ограниченный запас хода электромобилям некоторое время составлять конкуренцию бензиновым. Широкое рас-

¹ *La Folie, Louis-Guillaume, de*. Le philosophe sans prétention, ou l'home rare. Paris: chez Clousier, 1775.

² *Du Temple, Félix-Jean-Marie*. Locomotive aérienne par imitation du vol des oiseaux // Патент № 32 031 (Франция). 2 мая 1857 г.

³ Щетина В. А., Морозовский Ю. Я., Ценгер Б. И., Богомазов В. А. Электромобиль: техника и экономика. Л.: Машиностроение, 1987. С. 11.

пространение они получили в качестве городских такси. Похожая ситуация сложилась и с водным транспортом. В конце XIX – начале XX в. в некоторых странах популярностью пользовались небольшие пассажирские электрические суда.

В воздухе, где всё определяла максимальная мощность при минимальном весе, благоприятных условий для электромотора не было. Тем не менее увлечение электричеством не могло обойти и авиацию, находившуюся в поиске подходящей силовой установки. Только в России в XIX в. были предложены не менее пяти таких проектов.

Тяжесть аккумуляторных батарей на фоне развития контактного электро-транспорта (таблица) привела к мысли о самолетах с внешним источником энергии. Возможно, не случайно первый такой проект появился в один год с открытием первой экспериментальной троллейбусной линии (рис. 1). Его автором был Н. А. Шишков.

Таблица. Некоторые электрические транспортные средства XIX в.

Вид транспорта	Рельсовые		Безрельсовые (контактного типа)
	Автономные (с собственным электроснабжением)	Неавтономные (контактного типа)	
Наземный	1847 Электромагнитный локомотив (М. Фармер)	1879 Электрический локомотив («Сименс & Гальске»)	1882 Электромотор («Сименс & Гальске»)
Водный		1896 «Пионер» (М. Фольк)	1893 Лодка Ф. Хоули



Рис. 1. Электромотор, прообраз современного троллейбуса. Линия протяженностью 540 м действовала в 1882 г. полтора месяца

Воздушная электрическая дорога Шишкова представляла собой транспортную систему с двумя проводниками, от которых ток поступал на двигавшийся над ними самолет (рис. 2) при помощи подвижного контакта. Очевидным недостатком проекта была ограниченность свободы передвижения, в том числе по высоте. Тем не менее VII отдел Русского технического общества

нашел заслуживающей внимания мысль [...] относительно возможности сосредоточить в воздухоплавательном приборе (аэроплане) большую движущую силу при малом весе движущей машины, если только отказаться от полной свободы движения прибора ⁴.

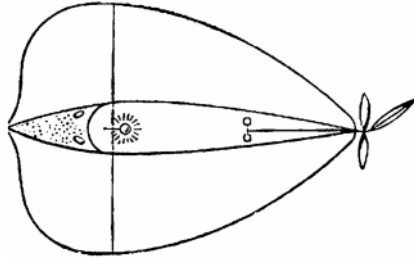


Рис. 2. Самолет Н. А. Шишкова

На первый взгляд, абсурдность этого «воздушного троллейбуса» с трудом позволяет отнести его к более или менее серьезным проектам. Так, выдающийся историк авиации Вадим Борисович Шавров считал его едва ли заслуживающим внимания. Однако с конца XIX в. было выдвинуто множество предложений по созданию похожих транспортных систем (рис. 3): с летательными аппаратами, имеющими механическую связь с землей (в том числе предназначенную для питания электроэнергией), с электропоездами-экранопланами, с электропоездами с аэродинамической разгрузкой. Вероятно, именно проект Шишкова был первым в этом ряду.

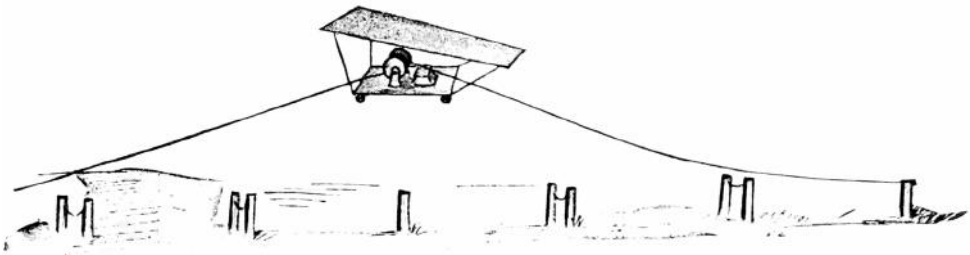


Рис. 3. Другая воздушная дорога, предложенная в 1894 г. Дэниэлом Фанчеоном (Daniel Funcheon). Летательный аппарат должен был перемещаться вместе с наматыванием троса на барабан. Рассматривался вариант с электромотором и контактной сетью

⁴ Шавров В. Б. История конструкций самолетов в СССР до 1938 г. 3-е изд. М.: Машиностроение, 1985. С. 28.

Привязные летательные аппараты тяжелее воздуха – не такая редкость, как может показаться на первый взгляд. Воздушный змей известен человечеству с древности и каждому человеку – с детства.

Первым подобие привязного самолета построил в 1893 г. английский пионер авиации Горацио Филлипс (*Horatio Phillips*). Тележка с паровым двигателем и 50 крыльями, вращаясь по кругу, отрывалась от земли. Эта установка предназначалась для испытаний.

В истории авиации были попытки создать механически связанный с землей летательный аппарат, не ограниченный наземной дорожной инфраструктурой и способный свободно перемещаться над поверхностью. В 1929 г. американец Рассел Робертсон предложил установить двигатель не на самом гидросамолете, а на движущейся по воде лодочке⁵. С безмоторным самолетом она была соединена жесткой связью с шарнирами. В 1930 г. «акваплан» был построен и проходил испытания. Похоже, что эксперимент не преследовал серьезных целей, способных сказать новое слово в транспорте.

В 1931 г. подобную конструкцию, только в сухопутном варианте, решил запатентовать Гарри Травер⁶. Планер или самолет должен был подниматься и опускаться, двигаясь закрепленным на автомобиле. Изобретение предназначалось для обучения пилотированию.

Очевидно, что самолету, соединенному с неподвижной точкой на земле (или наземным / водным транспортным средством), применение надо было еще поискать. Для широкого практического использования привязных аппаратов требовались воздушные дороги.

Идея летательного аппарата, имеющего механическую связь с землей (наземным объектом) и способного двигаться вдоль поверхности, родилась не вследствие недостатков электромотора. В воздухоплавании к такой мысли привела неспособность воздушных шаров совершать полет по заданному маршруту. Для их перемещения предлагались разнообразные тросовые и рельсовые сооружения. Возможно, впервые задумываться об этом стали уже вскоре после первых подъемов на аэростатах.

Дальнейшим развитием стали воздушные дороги с дирижаблеподобными аппаратами, имеющими собственный мотор. Выбор электрической силовой установки позволял использовать дорогу (рельс, трос) не только как направляющую, но и для передачи электричества. Часто воздухоплавательная составляющая предназначалась не для полета, а только для компенсации веса.

На развитие идеи воздушных дорог оказал влияние и интерес к электрическим вертолетам конца XIX в. В начале 1890-х гг. вертолетную электрическую дорогу описал в своем патенте Виконт Деказ (Франция)⁷ (рис. 4). Но вертолетная концепция долгое время не пользовалась популярностью. Для создания

⁵ *Robertson, R. J. Water Plane* // Патент US1825363A. 29 сентября 1931 г.

⁶ *Traver, H. G. Training Apparatus for Flying Machine Pilots* // Патент US1910655A. 23 мая 1933 г.

⁷ *Decazes, V. Improvements Relating to the Propulsion of Vehicles on Single-Rail and Other Railways and Wire-Rope Conveyors, Which Improvements Are Also Applicable to Aerial Navigation* // Патент GB189317859A. 28 июля 1894 г.

подъемной силы больше подходили крылья или газонаполненная оболочка, они не требовали дополнительных затрат электроэнергии. При этом уже в 1905 г. привязной вертолет Мориса Леже с наземным электродвигателем был способен отрывать человека от земли ⁸.

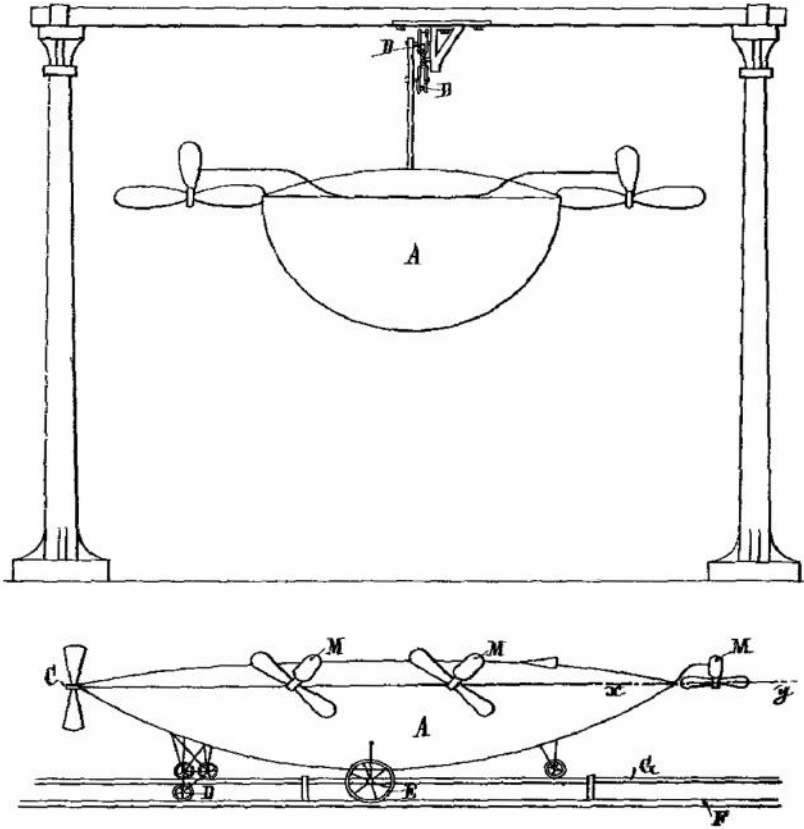


Рис. 4. В патенте В. Деказа предлагались подвесной (верхний рисунок) и наземный (нижний рисунок) варианты исполнения дороги

После появления авиации ее первые успехи и одновременно несовершенства воодушевляли на создание электрических воздушных дорог. В 1909 г. электрическую дорогу описал в своем патенте француз Эдуард Эш:

Передвижение по воздуху, по всей видимости, целиком зависит от появления легкого и мощного двигателя; настоящее изобретение решает эту проблему [...]

Электрическая линия, рельсы или трос будут установлены на земле на любой подходящей высоте вдоль пути, по которому, например, аэроплан должен будет пройти, чтобы переместить из одного пункта в другой пассажиров, почту и т. д. Гибкий проводник, идущий к приемнику на аэроплане, естественно должен будет иметь длину, способную меняться каждый мо-

⁸ L'hélicoptère M. Léger // L'Aérophile. 1905. № 8. P. 175–178.

мент, чтобы позволять аппарату отклоняться в ту или иную сторону от воздушной линии по воле пилота или из-за ветра⁹.

По его мнению, двигатели внутреннего сгорания для полетов подходили куда меньше.

В 1910 г. к электрическим воздушным дорогам обратились М.-Э.-Л. Коллен де Ламиньер и А.-Ж.-Б.-Н. Соваж (Франция)¹⁰, в 1911-м – Теодор Криштофович (США)¹¹. В их проектах на рельсах с контактной тележкой был закреплен кабель-трос, другим концом накрученный на барабан в самолете (рис. 5).

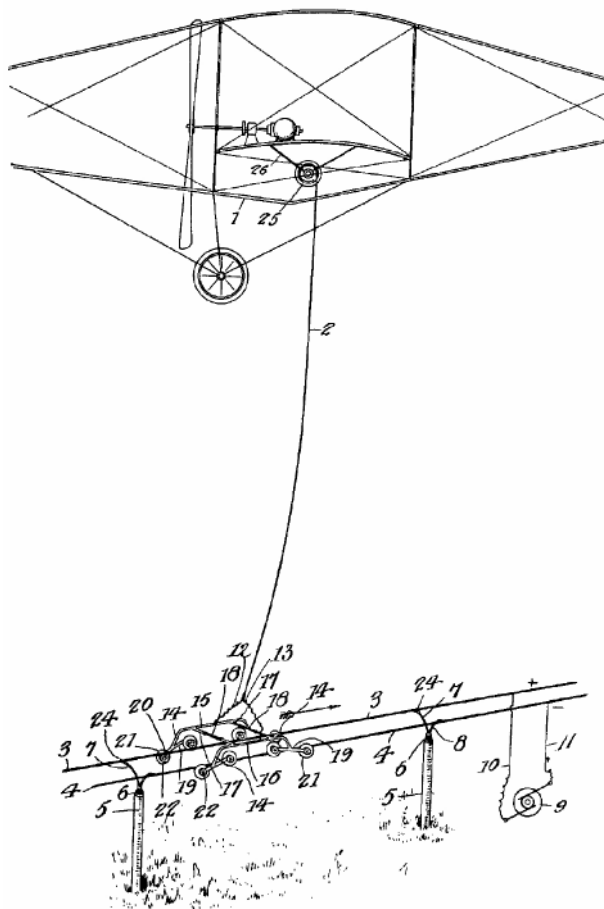


Рис. 5. Рисунок из патента Т. Криштофовича

⁹ Heusch, E. Installation électrique pour la locomotion aérienne // Патент FR406809A. 12 февраля 1910 г.

¹⁰ Collin de Laminière, M.-E.-L., Sauvage, A.-J.-B.-N. Procédé et appareil pour la traction électrique aérienne // Патент FR413068A. 30 июля 1910 г.

¹¹ Kryshstofovich, Th. Th. Système de transmission d'énergie électrique à des véhicules aériens // Патент FR431362A. 9 ноября 1911 г.

В начале XX в., когда самолеты еще были достаточно легкими и обладали небольшой скоростью, полет по натянутому тросу можно было наблюдать в реальности. Например, в 1907 г. Альбер Базен (Франция) испытывал орнитоптер, закрепив его на наклонном тросе¹². Через несколько лет знаменитый Луи Блерио (*Louis Blériot*) изобрел и испытал систему для старта аэропланов с кораблей. Самолет должен был разгоняться подвешенным к тросу длиной около 80 м. Похоже, что и воздушные дороги в то время не выглядели чересчур фантастически (рис. 6).

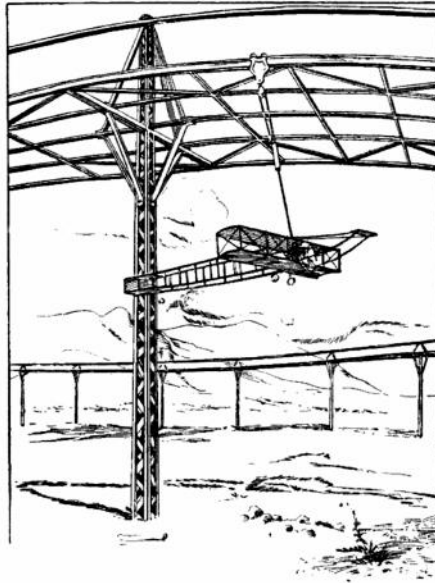


Рис. 6. Проект воздушной дороги для обучения пилотов (1911) (*Airmen May be Taught by Aerial Track // Popular Mechanics. August. 1911. P. 238*)

Проводная передача энергии была единственным реальным шансом для электрической авиации. Но «бензиновая» авиация уверенно демонстрировала все большие достижения и не нуждалась в привязывающих самолет к земле электродвигателях.

Тем не менее в патентах и на страницах научно-популярных журналов первых десятилетий XX в. нередко встречаются электрические транспортные системы с «рельсовыми самолетами» и «крылатыми вагонами». В разных проектах движущиеся аппараты могли быть подвешены¹³, двигаться по рельсу или рельсам как с минимальным отрывом¹⁴, так и по воздуху вдоль контактной сети¹⁵. Воздушные дороги не просто классифицировать. Даже «вагоны с крыльями» одни изобретатели называли летательными аппаратами¹⁶, другие – относили к железнодорожной технике¹⁷.

¹² *Despas, Y. Albert Bazin. L'homme qui voulait imiter les oiseaux // Contact. № 66. 2011. P. 6–9.*

¹³ *Wells, R. F. Improvements in or Relating to Aerial Railways // Патент GB115480A. 8 мая 1918 г.*

¹⁴ *Roghmans, T. Improvements in or Relating to Aerial Railways // Патент GB169554A. 6 октября 1921 г.*

¹⁵ *Rail Flyer to Set New Speed Marks // Modern Mechanics. May. 1932. P. 123.*

¹⁶ *Schanck, G. H. Flying Machine // Патент US1133748A. 30 марта 1915 г.*

Самолеты для электрических воздушных дорог также не всегда являлись действительно самолетами. Монорельсовый электрический самолет с питанием от внешнего источника, предложенный Элиасом Палмером (США), был призван сочетать преимущества наземного рельсового транспортного средства и самолета, исключая недостатки первого и опасность второго¹⁸. Изобретатель видел придуманное транспортное средство самолетом или максимально на него похожим (рис. 7). Однако для подъема только на 10–25 см без возможности полета целесообразнее был бы «крылатый вагон». То же можно сказать и о проекте Фредерика Мансфельда (США)¹⁹, только в его случае электрический самолет должен был двигаться не выше, а под направляющей (рис. 8).

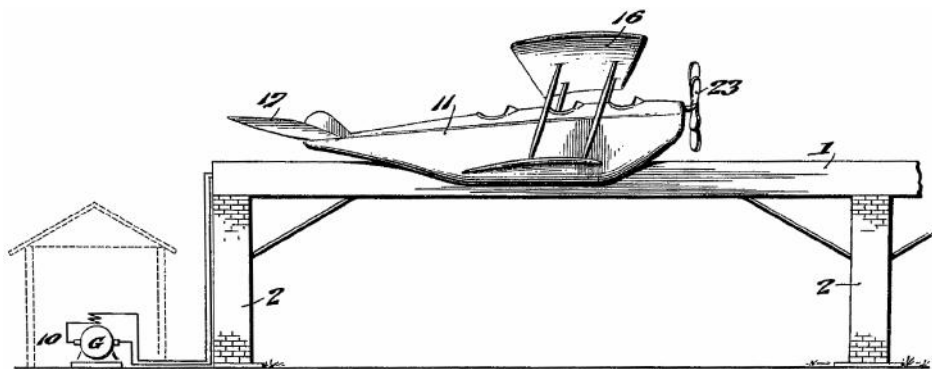


Рис. 7. Монорельсовый самолет Э. Палмера

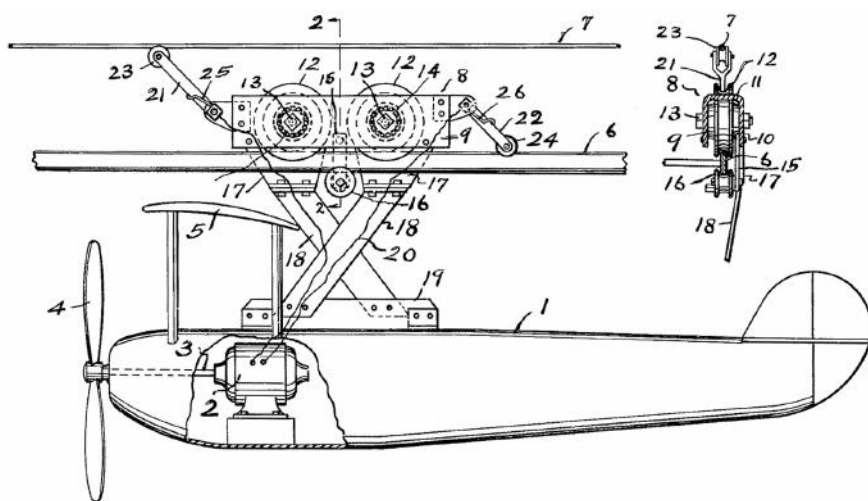


Рис. 8. Рисунки из патента Ф. Мансфельда

¹⁷ Chase, G. N., Kirchner, H. W. The Coming Railroad. The Chase-Kirchner Aerodromic System of Transportation. St. Louis: The Press of Nixon-Jones Ptg. Co., 1894.

¹⁸ Palmer, E. H. Monotrack Trolley Plane // Патент US1415190A. 9 мая 1922 г.

¹⁹ Mansfeld, F. H. Trolley Plane // Патент US1813245A. 7 июля 1931 г.

Действительно авиационной была транспортная система, предложенная Юлиусом Мессером²⁰. Самолет с электромоторами должен был лететь над направляющей и питающей линией, будучи соединенным с ней кабель-тросом (рис. 9). По задумке это обеспечило бы безопасность и возможность длительных беспосадочных перелетов. Кроме того, теперь на борту не требовалось топлива, что позволяло взять больше полезной нагрузки.

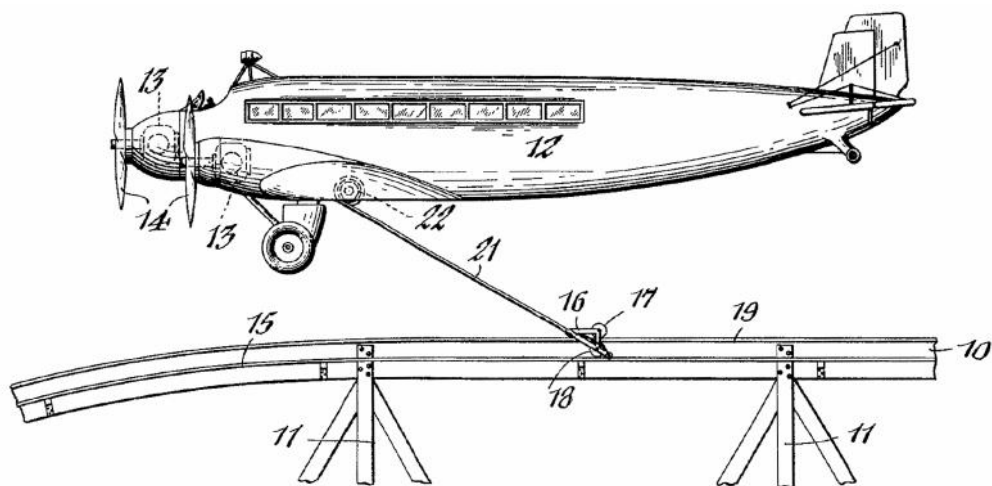


Рис. 9. Привязной самолет из патента Ю. Мессера

Примерно со второй половины XX в. применение в скоростных наземных транспортных системах самолета уже перестало считаться рациональным. С появлением реактивной авиации началась мода на реактивные крылатые локомотивы. Современные проекты пассажирских транспортных систем по-прежнему могут содержать «летательный аппарат» самолетного типа²¹, но это уже не самолеты, механически связанные с землей, а более обоснованные специальные гибридные транспортные средства.

Перспективное современное воплощение идеи наземно-воздушного электро-транспорта связано с экранопланами. Идея рельсового экраноплана известна по крайней мере уже несколько десятилетий, но первые серьезные эксперименты начались в Японии только в 2000-е гг. Недавно экранопланскими дорогами заинтересовались и российские инженеры (в их интерпретации система получила наименование «аэрозстакадный транспорт»). Экранопланы таких транспортных систем не могут считаться летательными аппаратами. Но, быть может, в недалеком будущем они все же смогут предоставить своим пассажирам преимущества летательного аппарата, почти не поднимаясь над землей.

²⁰ Messer, J. System of Airplane Transportation // Патент US1733270A. 29 октября 1929 г.

²¹ Lehl, E. L., Zumwalt, G. W. // Патент US5535963A. 16 июля 1996 г.; Чжан Пэйяо. И чжун гао су юнь шу си тун // Патент CN1386673A. 25 декабря 2002 г.

В отличие от самолетных, воздушные дороги с электровертолетами или автожирами продолжили и продолжают обращать на себя внимание изобретателей.

В 1970-е гг. казалось, что электрические вертолетные дороги (рис. 10) могут быть полезны для городских и пригородных сообщений в загруженных мегаполисах²². Дополнительными их достоинствами стали считаться низкий уровень шума и экологичность. Конечно, дороги с полноценными летательными аппаратами могли иметь ряд преимуществ перед существующими видами транспорта. Однако их строительство в то время оказалось бы неоправданно сложным и дорогим, ведь электрической авиации еще фактически не существовало.

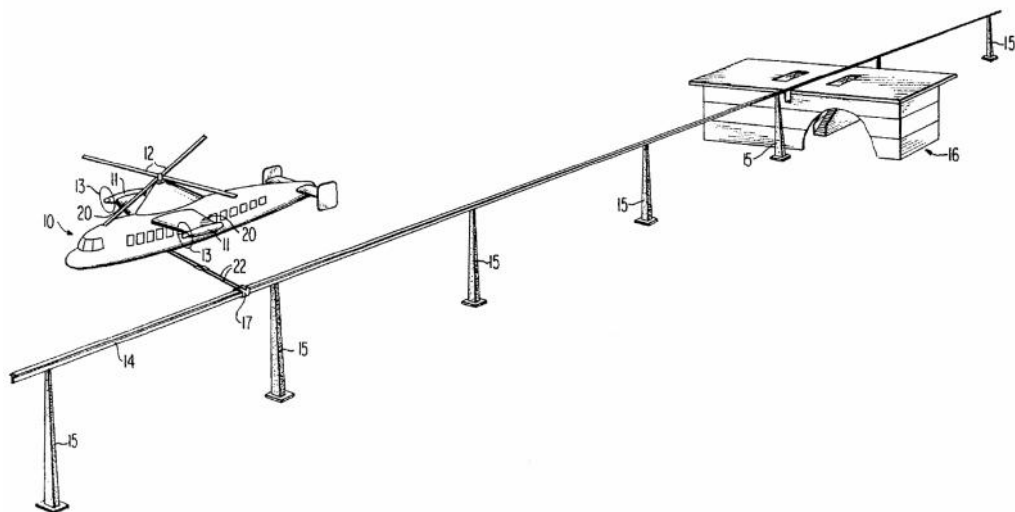


Рис. 10. Электрическая воздушная дорога 1970 г. (Boyd, T. H. Monorail guided electric airplane // Патент US3715991A. 13 февраля 1973 г.)

До недавнего времени проекты воздушных дорог с летательными аппаратами вертолетного типа были просто экзотикой с сомнительной целесообразностью. Но сейчас, с появлением жизнеспособных электролетов, они вполне могут стать востребованы. Уже высказываются предложения транспортных систем в современном видении: с вертолетами многовинтовой схемы (мультикоптерами) и беспилотными аппаратами. Воздушные дороги смогут решить главную проблему уже существующей электроавиации с продолжительностью и дальностью полета, правда, привнося и свои собственные существенные недостатки. Не удивительно, что интерес к таким проектам не исчезал²³. Таким образом, нельзя исключать того, что воздушные дороги все-таки могут увидеть свет,

²² Westling, W. A. Rapid Transit System // Патент US4036147A. 19 июля 1977 г.

²³ Цай Босяо. Дянь ли чжи шэн цзи // Патент CN1080609A. 12 января 1994 г.; Тэн Цзянь, Ли Ицин, Пань Чэнцзянь, Ю Яньчэн. И чжун чан хан ши до сюань и у жэнь цзи нун е чжи бао фан фа // Патент CN104773303B. 15 июня 2016 г.

пусть даже в качестве переходной технологии (до появления свободнолетающих электролетов с широкими возможностями).

References

- Chase, G. N., and Kirchner, H. W. (1894) *The Coming Railroad. The Chase-Kirchner Aerodromic System of Transportation*. St. Louis: The Press of Nixon-Jones Ptg. Co.
- Despas, Y. (2011) Albert Bazin. L'homme qui voulait imiter les oiseaux, *Contact*, no. 66, pp. 6–9.
- La Folie, Louis-Guillaume, de (1775) *Le philosophe sans prétention, ou l'home rare*. Paris: chez Clousier.
- L'hélicoptère M. Léger (1905), *L'Aérophile*, no. 8, pp. 175–178.
- Rail Flyer to Set New Speed Marks (1932), *Modern Mechanics*, no. 5, p. 123.
- Shavrov, V. B. (1985) *Istoriia konstruktssii samoletov v SSSR do 1938 g. [The History of Plane Construction in the USSR before 1938]*. Moskva: Mashinostroenie.
- Shchetina, V. A., Morgovskii, Iu. Ia., Tsenter, B. I., and Bogomazov, V. A. (1987) *Elektromobil': tekhnika i ekonomika [The Electric Car: Technology and Economics]*. Leningrad: Mashinostroenie.