

Краткие сообщения

Brief Communications

DOI: 10.31857/S0205960625020088

EDN: HWQCEZ

К ИСТОРИИ РАННИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ САМОЛЕТОВ

КУЗЬМИН Юрий Викторович – *Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН; Россия, 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 14; эл. почта: ykuzmin@rambler.ru*

© Ю. В. Кузьмин

В статье предложены классификация и описание принципов действия систем автоматической устойчивости самолетов мира в период до начала Первой мировой войны и уточнены приоритеты в этой области. Показано, что использовались системы, основанные на маятниковых датчиках, аэродинамических датчиках, автоматическом изменении вектора тяги и гироскопических датчиках. Отмечено, что начало Первой мировой войны заставило прекратить опыты в области создания систем автоматической устойчивости и сосредоточиться на выпуске массовых боевых машин. Следующий этап развития этих систем начался только в 1920-е гг.

Ключевые слова: история авиации, начало XX в., развитие авиационных конструкций, самолеты, системы автоматической устойчивости, технические приоритеты, история техники.

Статья поступила в редакцию 5 февраля 2025 г.

Принято к печати 27 марта 2025 г.

ON THE HISTORY OF EARLY AIRCRAFT AUTOMATIC STABILITY CONTROL SYSTEMS

KUZMIN Yurii Viktorovich – *S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences; Ul. Baltiyskaya, 14, Moscow, 125315, Russia; E-mail: ykuzmin@rambler.ru*

© Yu. V. Kuzmin

Abstract: The article proposes a classification and description of the principles of operation of automatic stability control systems of aircrafts of the world in the period prior to the outbreak of WWI, and clarifies priorities in this field. The aircrafts employed the systems based on pendulum sensors, aerodynamic sensors, automatic thrust vector changes, and gyroscopic sensors. It is noted that, because of the outbreak of the First World War, the experiments associated with creating automatic stability systems had to be stopped and the focus was shifted to building mass combat vehicles. The next stage in the development of these systems began only in the 1920s.

Keywords: aviation history, early 20th century, development of aircraft constructions, aircrafts, automatic stability systems, technical priorities, history of technology.

For citation: Kuzmin, Yu. V. (2025) К истории ранних систем автоматической устойчивости самолетов [On the History of Early Aircraft Automatic Stability Control Systems], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 46, no. 2, pp. 376–384, DOI: 10.31857/S0205960625020088, EDN: HWQCEZ.

Важным элементом безопасности полетов является обеспечение устойчивости самолета при полетах в неспокойной атмосфере. В наше время эту задачу решают при помощи автопилотов, работающих параллельно с летчиками и автоматически реагирующих на быстрое и не вызванное действиями экипажа изменение параметров полета. Тем не менее такие явления, как сдвиг ветра ¹, до сих пор представляют существенную опасность ². Еще более опасными они были на заре самолетостроения. Поэтому изобретатели предлагали самые различные способы решения этой проблемы.

В результате многолетнего сбора сведений о самолетах начала XX в. автору настоящей статьи удалось составить классификацию ранних систем обеспечения автоматической устойчивости самолетов и выделить их приоритетные конструкции. Материалом для работы послужили подготовленные автором описания 2900 моделей самолетов, созданных в 1875–1914 гг. Список этих источников информации приведен в библиографическом справочнике ³. Работа по установлению реальных приоритетов очень трудоемка и требует просмотра данных обо всех конструкциях. Перейдем теперь к классификации систем автоматической устойчивости.

Маятниковые датчики

Датчиком положения самолета в таких системах служит отклонение маятника, т. е. шарнирно подвешенного под несущими поверхностями груза.

¹ Обрубов А. Г. Сдвиг ветра // *Авиация. Энциклопедия* / Гл. ред. Г. П. Свищев. М.: БСЭ; ЦАГИ, 1994. С. 510.

² Самолет «Сочи – Анталья» совершил грубую посадку в результате сдвига ветра // www.interfax.ru/russia/994232.

³ Кузьмин Ю. В. Библиографический справочник по самолетам XX века. 2-е изд. М.: ИИЕТ РАН, 2024.

Балансирное управление. В XIX в. конструкторы рассчитывали на балансирное управление, когда пилот сам служил маятником и изменением позы корректировал положение центра тяжести летательного аппарата. Так были устроены планеры Бью (*Biot*), О. Лиленгала, О. Шанюта, О. Херринга и других пионеров⁴. Но этот способ годится только для очень легких аппаратов с массой, соизмеримой с массой пилота. В наше время такая система применяется в дельтапланах.

Непосредственные маятниковые системы. Чтобы увеличить эффективность балансирного управления, конструкторы подвешивали под крылом на обычном или карданном подвесе максимально возможную часть массы аэроплана. Обычно это была гондола, в которой размещались пилот и силовая установка.

Вероятно, впервые эта идея была реализована в биплане известной впоследствии британской компании «Хэндли пейдж» (*Handley Page*), построенном по заказу фирмы «Плейнс» (*Planes Ltd.*). Его сконструировали сотрудники «Плейнс» Уильям Томпсон и Роберт Фенвик (*William Phillips Thompson, Robert Cooke Fenwick*). В этом биплане весь фюзеляж с пилотом, двигателем, оперением и шасси был подвешен к крыльевой коробке как маятник и мог колебаться в поперечной плоскости. Первая попытка взлета 31 октября 1909 г. закончилась поломкой шасси, а затем ангар, где хранился самолет, был поврежден ураганом. Но в 1910–1911 гг. он много летал и неоднократно передельывался, хотя преимуществ перед обычными конструкциями не показал⁵.

В 1911 г. Чарльз Сильверстейн (*Charles Silversteine*) из Милуоки, штат Висконсин, построил биплан-парасоль с шарнирно подвешенным к крылу фюзеляжем. Аппарат назывался «Милуоки 2» (*Milwaukee 2*). О создании самолета широко сообщалось в прессе⁶, но, видимо, результаты испытаний были неудовлетворительными, так как сведений в печати о них нет.

По данным автора, первым монопланом-парасолем подобной схемы стал самолет, который построил в Бельгии в том же 1911 г. шведский инженер Янне Мелландер (*Janne Mellander*). Среди других «маятниковых» самолетов 1911 г. укажем французский биплан «Аэростабль» (*Aerostable*) братьев Альбера и Андре Моро (*Albert Moreau, André Moreau*)⁷ и британский аппарат Виктора Форбса и Артура Арнольда (*Victor Frederick Forbes, Arthur James Arnold*). Последний интересен тем, что его крыло было выполнено в виде коробчатого воздушного змея из двух бипланных коробок одна за другой⁸.

Недостатками подобных систем является низкая точность, значительное запаздывание, связанное с большой массой частей системы, и медленное затухание колебаний после коррекции положения аппарата.

⁴ *Соболев Д. А.* Рождение самолета. М.: Машиностроение, 1988. С. 53, 90–94.

⁵ *Barnes C. H.* Handley Page Aircraft since 1907. London: Putnam, 1976. P. 13.

⁶ At the Aerodromes // *Aeronautics*. 1910. No. 7. P. 18–22.

⁷ *Opdycke L. E.* French Aeroplanes before the Great War. Atglen, PA: Schiffer Publishing Ltd., 1999. P. 187.

⁸ *Arnold A. J., Forbes V. F.* Naturally-Stable Machine // *Flight*. November 11, 1911. Vol. 3. No. 45. P. 991–992.

Маятниковые системы с актуаторами. Более точной и быстрой стабилизации ориентации аппарата можно достичь, если отклоняющийся маятник приводит в движение управляющие аэродинамические поверхности. При этом масса маятника может быть намного меньше. Вероятно, впервые такая схема была применена на французском биплане-утке, который построили в марте 1909 г. Артюр Дюре (*Arthur Duray*) и Маттис (*H. Matthys*). Самолет был снабжен элеронами, которые автоматически отклонялись под действием маятникового регулятора в фюзеляже⁹. Возможно, это вообще был первый в мире самолет с системой автоматической устойчивости.

Естественное развитие этой идеи – использовать в качестве маятника-датчика не отдельный груз, а часть конструкции. И 3 октября 1911 г. во французском Жювизи (*Juvisy*) летчик Троттон (*Trotton*) испытал в полете биплан, который сконструировал Жан Жорж Рамель (*Jean Georges Ramel*). Сиденье пилота подвешивалось к лонжеронам фюзеляжа на раме из двух дугообразных рельсов так, что все время оставалось горизонтальным. Отклонение положения сиденья относительно строительной вертикали самолета передавалось на тяги управления рулями высоты, расположенными в носовой и хвостовой частях фюзеляжа, рулем направления и межкрыльевыми элеронами¹⁰. Конструкция основывалась на французском патенте № 399 456 «Автоматическое устройство для управления стабилизирующими поверхностями и рулями высоты летающих машин», который Рамель получил 13 февраля 1909 г.¹¹ Судя по тому, что на самолете Рамеля был совершен только один полет, система работала не слишком эффективно, но это был первый в мире самолет с системой автоматической устойчивости по всем трем осям: тангажу, крену и курсу.

В 1914 г. французская компания Луи Клемана (*Louis Clément*) построила биплан и моноплан, которые спроектировал Франсуа д'Астанье (*François d'Astanières*) (рис. 1). Датчиками служили два маятника, качающиеся в продольной и поперечной плоскостях. Они поворачивали переднее горизонтальное оперение для управления по тангажу и гошировали (перекашивали) крыло для управления по крену. Автор запатентовал систему в 1912 г.¹² По моим данным, это первый в мире самолет с отдельными датчиками для каналов крена и тангажа. С началом войны д'Астанье был призван в армию и в октябре 1915 г. погиб в боевом вылете. Запатентованная им же трехосевая

⁹ Aeroplano Duray – H. Matthys // Rivista tecnica di aeronautica e Bollettino della Societa aeronautica italiana. 1909. Anno 6. No. 4. P. 141–142.

¹⁰ Sur les aerodromes // L'Aero. 1911. № 250. P. 3–4.

¹¹ *Ramel J. G.* Dispositif automatique de commande des plans stabilisateurs et des gouvernails de profondeur pour machines volantes // Patent FR399456. Заявка подана 20 сентября 1909 г., патент выдан 27 декабря 1909 г.; *Ramel J. G.* Dispositif automatique de commande des plans stabilisateurs et des gouvernails de profondeur pour machines volantes // La Revue aerienne. 1909. № 15. P. 325.

¹² d'Astanières F. Perfectionnements apportés dans la stabilisation latérale des aéroplanes, et dans les chassis d'atterrissage // Patent FR438787. Заявка подана 8 января 1912 г., патент выдан 28 мая 1912 г.

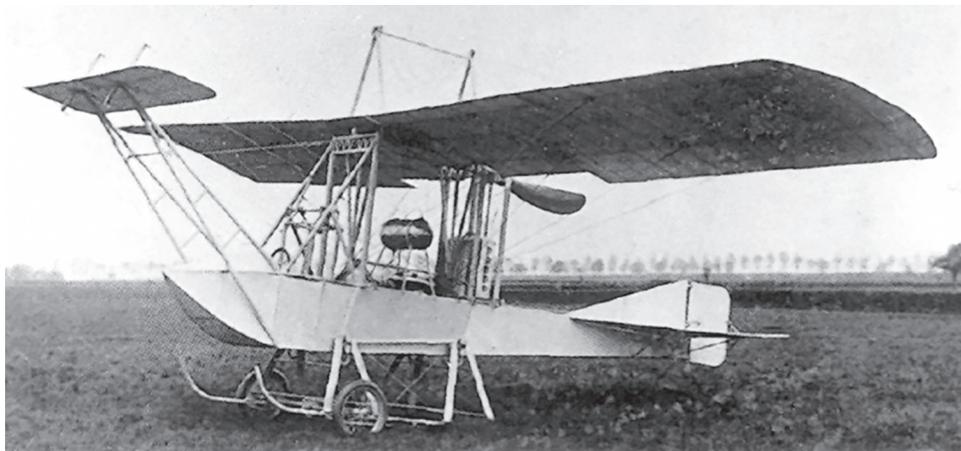


Рис. 1. Моноплан Астанье. Изображение с французской почтовой открытки 1914 г.

система автоматической устойчивости с отдельными датчиками¹³ осталась нереализованной.

Аэродинамические датчики

Датчиком служит изменение аэродинамики аппарата. Управляющее воздействие может создаваться либо теми же, либо другими отклоняемыми поверхностями.

Гибкая задняя кромка крыла. Очень изящное, простое и эффективное решение. Задняя кромка крыла делалась гибкой. При локальном росте воздушной скорости (в случае сдвига ветра, крена аппарата либо по другим причинам) задняя кромка приподнималась, профиль крыла становился более плоским и его коэффициент подъемной силы C_y уменьшался. В результате подъемная сила участка профиля, пропорциональная квадрату скорости и C_y , менялась слабо. При локальном уменьшении скорости, напротив, кривизна профиля увеличивалась.

Впервые это решение было применено в 1909 г. на легком французском моноплане «Мустик» (*Le Moustique*), бельгийском моноплане Гастона Гофо (*Gaston Goffaux*) и на биплане Ластерна (*Lasternas*). Вероятно, биплан был первым. 28 июня 1909 г., за месяц до перелета Л. Блерио через Ла-Манш, конструктор участвовал с ним в авиационном конкурсе в Дуэ¹⁴. С 1910 г. гибкая задняя кромка крыла получила широкое распространение, в том числе за океаном, в США¹⁵.

Упругая связь элеронов. Этот вид систем автоматической устойчивости самолетов занимает промежуточное положение между непосредственными системами, где датчик является и управляющим механизмом, и системами с актуаторами.

¹³ *d'Astanières F., Lebrun A. Aéroplane à stabilité automatique et impérative dans tous les sens et à action instantanée des gouvernails // Patent FR442419. Заявка подана 10 апреля 1912 г., патент выдал 31 августа 1912 г.*

¹⁴ *Concours d'aviation de Douai // L'Aerophile. 1^{er} juillet 1909. Année 17. № 13. P. 303–304.*

¹⁵ *Southard Automatic Stability // Aeronautics. 1911. No. 2. P. 63.*

В начале 1910 г. новозеландец Бертрам Огилви (*Bertram Ogilvie*) запатентовал свою систему стабилизации по крену¹⁶. В том же году он получил также патенты Великобритании № 8212 и Франции № 414483. В мае 1910 г. он приехал в Великобританию, где заказал постройку триплана с собственной системой стабилизации компании «Хэндли пейдж».

Огилви начал испытания своего триплана около Винчестера в марте 1911 г. Ему удавались только короткие полеты над аэродромом, проверить эффективность системы он не смог¹⁷.

Элероны за верхним крылом триплана слева и справа были механически упруго связаны между собой так, что при кренении машины должны были отклоняться в противоположные стороны и создавать противодействующий момент. Система интересна простотой и полным автоматизмом подстройки требуемой амплитуды отклонения элеронов к скорости полета.

Аэродинамические системы с актуаторами. Весной 1913 г. на лондонском аэродроме Бруклендс (*Brooklands*) Перси Мюллер (*Percy Maxwell Muller*), будущий руководитель фирмы «Викерс» (*Vickers*) в Бруклендсе, построил экспериментальный биплан. Целью была проверка системы автоматической устойчивости, которую изобрел Джон Парсонс (*John George Parsons*)¹⁸.

Датчик состоял из двух крыльчаток, установленных между крыльями. При изменении тангажа и скольжении они поворачивались и через систему тяг действовали на рули высоты и направления. После подключения системы летные данные самолета улучшились, он летал как минимум до конца года¹⁹. По моим данным, это первый в мире самолет с системой автоматической устойчивости по двум осям (тангажу и курсу) с аэродинамическими датчиками.

Автоматическое изменение вектора тяги

В таких системах датчики изменения положения могут иметь различную природу, но управляющее воздействие создается не изменением аэродинамики или смещением центра тяжести аппарата, а поворотом вектора тяги силовой установки: решение заведомо нереализуемое при уровне автоматики начала XX в. Тем не менее упоминавшаяся выше компания Клемана в 1911 г. построила основанный на этом принципе моноплан «Лубери» (*Loubéry*), которых проходил испытания в июле – августе 1911 г. в Сен-Сире (*St. Cyr*)²⁰. По схеме моноплан был уткой с дополнительным фиксированным хвостовым горизонтальным оперением, цельноповоротный руль высоты размещался под передней частью фюзеляжа. Рядный мотор немецкой

¹⁶ *Ogilvie B.* Improvements in or Relating to Aeroplanes // Patent NZ25865. Заявка подана 26 апреля 1909 г., патент выдан 24 февраля 1910 г.

¹⁷ *Goodall M. H., Tagg A. E.* British Aircraft before the Great War. Atglen, PA: Schiffer Publishing Ltd., 2001. P. 148.

¹⁸ *Parsons J. G.* Improvements Relating to Propellers for Navigable Vessels, Air Ships, Aeroplanes, and the Like // Patent GB190900263. Заявка подана 5 января 1909 г., патент выдан 18 ноября 1909 г.

¹⁹ *Busy Brooklands // Flight.* 1913. No. 34. P. 941.

²⁰ *Opdycke.* French Aeroplanes... P. 176.

фирмы «Авиатик» (*Aviatik*), размещенный в носовой части, вращал обычный двухлопастный тянущий винт. Но особенностью аппарата были два дополнительных трехлопастных винта на общей поперечной оси. Они раздельно приводились в движение через редуктор, так что работал либо левый, либо правый винт. При этом возникала сила, направленная вбок к направлению полета, и суммарный вектор тяги силовой установки поворачивался. Винты могли управляться как летчиком, так и автоматически при изменении параметров полета. Самолет летал, но включались ли в полете боковые винты — сведений, к сожалению, нет. Тем не менее моноплан «Лубери» стал первым в мире летательным аппаратом тяжелее воздуха с изменяемым в горизонтальной плоскости вектором тяги (подъем вала винта применялся и раньше, но не для стабилизации аппарата, а для создания при взлете и посадке направленной вверх силы и улучшения взлетно-посадочных характеристик).

Гироскопические датчики

Почти все современные системы автоматической устойчивости летательных аппаратов включают в себя гироскопические датчики: раньше — механические, теперь лазерные.

Первые идеи применения гироскопов не отличались замысловатостью: на самолет предлагалось установить маховик, сохраняющий ориентацию в пространстве и служащий датчиком, совмещенным с управляющим механизмом. Но маховик должен иметь большой момент инерции, а значит, большие вес и размеры, что ухудшило бы все летные характеристики.

Непосредственные гироскопические системы. Оригинальное решение нашел французский авиаконструктор Латаст (*Lataste*), построивший и испытавший в 1910 г. «гироскопический аэроплан» (*aeroplane gyroscopique*): гироскопом было само крыло. Круглое крыло с тонким профилем устанавливалось под положительным углом атаки к направлению полета, что обеспечивало подъемную силу.

Мощность от двигателя, размещенного в центре аэроплана, через сложный редуктор распределялась на пять валов. Две пары соосных валов вращали пары соосных пропеллеров в носу и хвосте аппарата, а пятый вал приводил во вращение крыло. Длина моноплана составляла 7,5 м, диаметр крыла — 6 м. Шасси громоздкое, четырехколесное, автомобильного типа. Никаких аэродинамических органов управления не было. Возможно (но точно это не установлено), управление планировалось осуществлять наклоном вала крыла.

Данных о результатах летных испытаний этого поразительного аппарата нет. Крыло малого удлинения с неоптимальным профилем вряд ли смогло бы обеспечить приемлемые летные характеристики.

Гироскопические системы с актуаторами. Создание первых гироскопических автопилотов часто связывается с деятельностью американской фирмы «Сперри» (*Sperry*). Однако американец Лоренс Сперри (*Lawrence Burst Sperry*) не был первым авиатором, предложившим и сконструировавшим

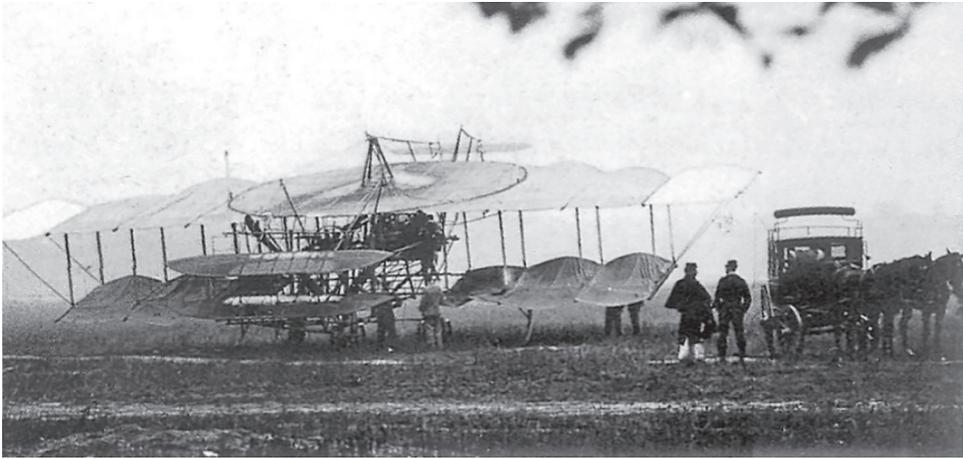


Рис. 2. *La Baignoire*, первый в мире самолет с гироскопической системой автоматической устойчивости (вид сзади)

гироскопический автопилот²¹. Идея витала в воздухе²², и первые гироскопы, приводящие в действие рулевые поверхности, установил на биплане своей конструкции капитан артиллерии армии Франции Люка-Жирарвилль (*Lucas-Girardville*) (рис. 2²³). В 1909 г. он стал одним из трех пилотов, которых обучил во французском военном лагере Овуре (*Auvours*) полетам на своем биплане сам Вильбур Райт²⁴. Биплан Люка-Жирарвиля в июне 1910 г. был представлен на войсковые испытания. Техника считалась секретной, поэтому самолет имел кодовое название «Ванна» (*La Baignoire*)²⁵. Это был биплан классической схемы с дополнительным передним горизонтальным оперением, но без килей и руля направления. Управление по крену и курсу осуществлялось концевыми элеронами на верхнем крыле, по тангажу – передним рулем высоты.

Особенностью самолета был задний бипланный руль высоты, который управлялся не пилотом, а автоматической системой, содержащей два небольших гироскопа массой по 5,8 кг. На земле они раскручивались до 12 000 оборотов в минуту приводом от двигателя, в воздухе вращение поддерживалось пропеллером-ветряком²⁶. В центроплан же верхнего крыла был встроены большой маховик, повторявший конструкцию Латаса.

²¹ Такое утверждение содержится, например, в статье в «Википедии», посвященной Л. Сперри (https://en.wikipedia.org/wiki/Lawrence_Sperry).

²² *Goddard R. H.* The Use of the Gyroscope in the Balancing and Steering of Aeroplanes // *Scientific American Supplement*. 1907. Vol. 63. No. 1643. P. 26330.

²³ *Lucas-Girardville.* A propose du gyroscope. Reponse au commadant Thouveny // *La Revue aerienne*. 1911. № 61. P. 221–222.

²⁴ *Hallion R. P.* The Wright Flyers 1899–1916. The Kites, Gliders, and Aircraft that Launched the “Air Age”. Oxford: Osprey Publishing, 2019. P. 43.

²⁵ *Bénichou M.* L'équilibre // *Le Fana de l'aviation*. 2017. № 576. P. 56.

²⁶ *Thouveny.* Sur un mode d'installation du gyroscope stabilisateur // *La Revue aerienne*. 1911. № 59. P. 145–149.

11 июня 1910 г. во время пробежек, еще до первого полета, самолет потерпел аварию. Конструктор, пилотирующий его, был ранен, и проект забраковали. Тем не менее это один из самых ранних случаев применения гироскопического автопилота на самолете.

Выводы

Системы автоматической устойчивости начали применяться в авиации уже в 1909 г. К началу Первой мировой войны появились все основные виды таких систем, в том числе предтечи современных гироскопических устройств. Впервые на самолете гироскопическое управляющее устройство было установлено не Сперри в 1914 г., а Люка-Жирарвилем во Франции в 1910 г. Начало Первой мировой войны заставило прекратить эти опыты и сосредоточиться на выпуске массовых боевых машин. Следующий этап развития систем автоматической устойчивости начался только в 1920-е гг.

References

- Aeroplano Duray – H. Matthys (1909), *Rivista tecnica di aeronautica e Bollettino della Società aeronautica italiana*, year 6, no. 4, pp. 141–142.
- Arnold, A. J., and Forbes, V. F. (1911) Naturally-Stable Machine, *Flight*, November 11, vol. 3, no. 45, pp. 991–992.
- At the Aerodromes (1910), *Aeronautics*, no. 7, pp. 18–22.
- Barnes, C. H. (1976) *Handley Page Aircraft since 1907*. London: Putnam.
- Bénichou, M. (2017) L'équilibre de la balance, *Le Fana de l'aviation*, no. 576, p. 56.
- Busy Brooklands (1913), *Flight*, no. 34, p. 941.
- Concours d'aviation de Douai (1909), *L'Aerophile*, July 1, year 17, no. 13, pp. 303–304.
- Goddard, R. H. (1907) The Use of the Gyroscope in the Balancing and Steering of Aeroplanes, *Scientific American Supplement*, vol. 63, no. 1643, p. 26330.
- Goodall, M. H., and Tagg, A. E. (2001) *British Aircraft before the Great War*. Atglen, PA: Schiffer Publishing Ltd.
- Hallion, R. P. (2019) *The Wright Flyers 1899–1916. The Kites, Gliders, and Aircraft that Launched the "Air Age"*. Oxford: Osprey Publishing.
- Kuzmin, Iu. V. (2024) *Bibliographicheskii spravochnik po samoletam XX veka. 2-e izd. [Bibliographic Reference Book: 20th Century Airplanes. 2nd ed.]*. Moskva: IIET RAN.
- Lucas-Girardville (1911). A propose du gyroscope. Reponse au commandant Thouveny, *La Revue aerienn*e, no. 61, pp. 221–222.
- Obrubov, A. G. (1994) Sdvig vetra [Wind Shear], in: Svishchev, G. P. (ed.) *Aviatsiia. Entsiklopediia [Aviation. An Encyclopedia]*. Moskva: BSE; TsAGI, 1994, p. 510.
- Opdycke, L. E. (1999) *French Aeroplanes before the Great War*. Atglen, PA: Schiffer Publishing Ltd.
- Ramel, J. G. (1909) Dispositif automatique de commande des plans stabilisateurs et des gouvernails de profondeur pour machines volantes, *La Revue aerienn*e, no. 15, p. 325.
- Samolet "Sochi – Antalia" sovershil grubuiu posadku v rezul'tate sdviga vetra [The Sochi – Antalya Airplane Made a Rough Landing as a Result of Wind Shear] (2024), www.interfax.ru/russia/994232.
- Sobolev, D. A. (1988) *Rozhdenie samoliota [Birth of Airplane]*. Moskva: Mashinostroenie.
- Southard Automatic Stability (1911), *Aeronautics*, no. 2, p. 63.
- Sur les aerodromes (1911), *L'Aero*, no. 250, pp. 3–4.
- Thouveny (1911) Sur un mode d'installation du gyroscope stabilisateur, *La Revue aerienn*e, no. 59, pp. 145–149.

Received: February 5, 2025.

Accepted: March 27, 2025.