

# Пути создания автоматизированной системы захода на посадку и посадки ЛА в сложных условиях видимости

В. Куклев, д. т. н.

УДК 629.7.05+621.383.8 | ВАК 05.11.07

Задача уверенного и безопасного захода на посадку и совершения безаварийной посадки самолетов с самого начала развития авиации была самой трудной. Она требовала большого напряжения от пилотов и вызывала естественное тревожное состояние пассажиров. Особое мастерство пилотов требовалось при посадках ночью в условиях плохой видимости, включая туман. Мы хорошо помним снискавший большой успех предвоенный фильм «Истребители», в котором была показана вынужденная посадка в тумане по экрану на приборной панели с изображением посадочной площадки. В фильме всё закончилось хорошо.

Специалисты авиации упорно работали над решением этой важнейшей проблемы. Первым трудом, опубликованным в России, стал перевод книги У. К. Окера и К. Д. Крейна «Теория и практика слепого полета» [1]. Во второй половине прошлого века в нашей стране и за рубежом начались интенсивные разработки наземных радиомаячных систем, которые выполняют курсо-глиссадные функции, обеспечивающие заход на посадку по заданной глиссаде данного аэропорта. При этом посадка продолжает осуществляться пилотом. Для большегрузных самолетов с высокой посадочной скоростью 350–400 км/ч выполнение посадки представляет проблему, над которой работают лучшие умы из числа авиационных специалистов. Яркий представитель этой когорты – генеральный конструктор радиотехнического комплекса «Вымпел», Герой Социалистического Труда Геннадий Николаевич Громов (1937–2004). Под его руководством была разработана полностью автоматическая система посадки космического корабля «Буран», которая 15 ноября 1988 года на космодроме Байконур совершила автоматическую посадку многотонной машины. Геннадий Николаевич считал, что результаты этой космической системы будут применены в гражданской авиации. Однако до сих пор решений для полностью автоматической посадки гражданских воздушных судов не существует.

Комбинированная схема, когда заход на посадку осуществляется бортовой автоматикой под управлением наземной системы, а саму посадку осуществляет пилот, иногда становится причиной опасных ситуаций, в том числе при выполнении ухода на второй круг. Известны случаи, когда при переходе от автоматического захода на режим полета пилот включает тягу, не успевая привести

посадочные закрылки в нормальное полетное положение. Самолет набирает высоту, теряя скорость, и входит в неуправляемый штопор. Известны также случаи несогласованности перехода с автоматического режима на ручное управление. Автоматика продолжает контролировать органы управления, и пилот не чувствует реакцию самолета на свои действия, то есть пилот частично отчуждается от управления самолетом. Это в принципе неправильно. Пилот, наработавший требуемое число летных часов, благодаря собственному высокому естественному интеллекту чувствует всей своей нервной системой реакцию самолета на автоматизированное управление. Развивающийся искусственный интеллект, закладываемый в систему автоматического управления самолетом, еще долгие годы будет уступать естественному интеллекту человека.

Полностью автоматическое управление внедрено в железнодорожном транспорте и в метро, где элементы, определяющие траекторию движения состава, сведены к минимуму по количеству и максимуму по надежности – фактически, это рельсы и стрелки на путях и тормоза локомотива и вагонов, апробированные в работе десятилетиями. Автоматическое управление на железной дороге и метро находится на стадии разработки и экспериментальной (пробной) эксплуатации.

В автомобильном транспорте ведущие компании уже несколько лет разрабатывают автоматическое управление автомобилем, но пока не решаются рекомендовать его использование в городских условиях.

Напрашивается вывод: автоматика должна помогать пилоту, а не подменять его.

Таким образом, представляется целесообразным направить усилия ученых и конструкторов на создание

в ближайшие годы автоматизированной системы захода на посадку и совершения надежной посадки ЛА на ВПП и открытые (необорудованные) посадочные площадки в сложных условиях видимости, включая низкий туман. Одновременно на базе стратегий развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года, развития отрасли информационных технологий на период 2019–2025 годов с перспективой до 2036 года, развития искусственного интеллекта на период до 2030 года активизировать инновационные исследования и разработки автоматической системы захода и посадки ЛА.

### РАДИОМАЯЧНЫЕ КУРСО-ГЛИССАДНЫЕ СИСТЕМЫ (КГС)

Со второй половины 20 века в нашей стране и за рубежом начались интенсивные разработки радиомаячных систем для автоматизированного вывода ЛА на глиссаду посадки на ВПП. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) установила несколько категорий эксплуатационных минимумов при инструментальном заходе на посадку в зависимости от наличия светосигнального оборудования на ВПП для каждого аэродрома в целях обеспечения безопасности и эффективности полетов в сложных метеорологических условиях:

*Категория I* – заход на посадку и посадка с высотой принятия решения не ниже 60 м над ВПП, а также при дальности видимости не менее 800 м или горизонтальной дальности видимости на ВПП не менее 550 м.

*Категория II* – заход на посадку и посадка с высотой принятия решения менее 60 м над ВПП, но не ниже 30 м при горизонтальной дальности видимости на ВПП не менее 300 м.

*Категория III A* – заход на посадку и посадка по приборам с высотой принятия решения менее 30 м над ВПП или без ограничения по высоте принятия решения при горизонтальной дальности видимости на ВПП не менее 200 м.

*Категория III B* – заход на посадку и посадка по приборам с высотой принятия решения менее 15 м над ВПП или без ограничения по высоте принятия решения при горизонтальной дальности видимости на ВПП не менее 50 м.

*Категория III C* – заход на посадку и посадка при любых условиях видимости вплоть до нуля как по горизонтали, так и по вертикали.

В каждом конкретном случае минимум для посадки определяется исходя из минимумов аэродрома, воздушного судна и командира воздушного судна по высшему из них.

До настоящего времени, несмотря на дорогое оснащение крупных аэропортов, КГС обеспечивают только вывод самолетов по приборам на глиссаду к началу ВПП

до момента принятия решения о посадке в зависимости от метеорологических условий, определяемых ИКАО.

### ОТ КГС К АВИАЦИОННОМУ НАВИГАТОРУ ГЛОНАСС

В настоящее время назрела актуальная задача совершенствования систем управления воздушным движением (УВД) и захода на посадку ЛА на новых принципах, основанных на цифровой технологии с применением прогрессивной отечественной навигационной системы ГЛОНАСС, успешно применяемой в автотранспорте.

Разработана и массово распространена в нашей стране и за рубежом очень удобная, эффективная и надежно работающая система навигации для всех видов наземного грузового и легкового транспорта. Водитель автомобиля называет голосом пункт назначения, и на экране мультимедийной системы автомобиля, смартфона или планшета отображается полный маршрут поездки. Можно трогаться. Голос заранее будет предупреждать о поворотах, населенных пунктах и сообщать другую полезную информацию. Все это время водитель может видеть продвижение транспортного средства на двухмерном экране и реальную трассу маршрута.

Подобные технические средства и специальные математические программы могут обеспечить такие же функции для пилотов гражданских и военных самолетов и вертолетов. Цифровые карты земной поверхности в трехмерном измерении имеются. Третью координату – высоту – можно на первых порах, до создания трехмерных стереоскопических средств отображения, выводить цифрами. Это реальный и самый быстрый путь решения проблемы уверенного спокойного захода на посадку. Разработка и внедрение авиационного навигатора на основе системы ГЛОНАСС может обеспечить создание системы УВД нового поколения, обеспечивающей заход на посадку и автоматизированную посадку как на оборудованные ВПП аэропортов, так и на необорудованные посадочные площадки в сложных условиях видимости, включая низкий туман.

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОСАДКА НА СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОМ ВИДЕНИИ

Из двух направлений создания системы посадки из сообщений сроков разработки предпочтение следует отдать автоматизированному варианту с использованием исключительных характеристик естественного, созданного природой стереоскопического зрения человека и совершенного природного компьютера – человеческого мозга и всей его нервной системы.

Предлагаемый авиационный навигатор ГЛОНАСС обеспечит вывод ЛА на посадку, которую будет выполнять пилот по стандартным правилам, пользуясь естественным стереоскопическим зрением, если погодные

условия обеспечивают необходимую видимость посадочной полосы ВПП аэродрома или посадочной площадки открытой местности. В этом случае пилот принимает решение о посадке самостоятельно, а в аэропортах – с разрешения диспетчера. В случаях сложных условий видимости (менее 200 м) и при высоте нижней кромки тумана менее 40 м необходимы дополнительные бинокулярные тепловизионные противотуманные видеодатчики ИК-диапазона с длиной волны 8–14 мкм, обеспечивающие техническое стереоскопическое зрение.

В необходимости разработки технических средств отображения стереоскопического видения убеждает системный анализ возможных путей создания автоматизированной системы посадки. В 1981 году Д. Хьюбел и Т. Визель получили Нобелевскую премию по физиологии или медицине за открытия, касающиеся принципов переработки информации в нейронных структурах, на основе экспериментов, проведенных на кошках и обезьянах [2].

Ученые проникали электродом в различные точки зрительной коры мозга. При подаче в глаз световой вспышки электрод улавливал электрический сигнал напряжением порядка 0,08 В. Никаких других проявлений типа электромагнитных излучений обнаружено не было.

Экспериментально было установлено, что формирование стереоскопического изображения производится одновременно в левом и правом полушарии мозга с очень высокой частотой – более 10 кГц. Детальный механизм обработки стереоскопического изображения в мозге остается малоизученным.

Это указывает на важность формирования стереоскопического изображения на сетчатке глаза, которое будет

обрабатываться мозгом аналогично обработке естественного изображения. Таким образом могут быть задействованы механизмы, оттренированные пилотом в процессе подготовки и накопления опыта управления ЛА, которые обеспечат достаточно оперативную реакцию на изменение фактической обстановки при решении таких трудных задач, как посадка ЛА в сложных условиях видимости в особенности при высокой посадочной скорости. Пилот при этом будет использовать весь свой накопленный опыт при посадках в ночное время по огням ВПП.

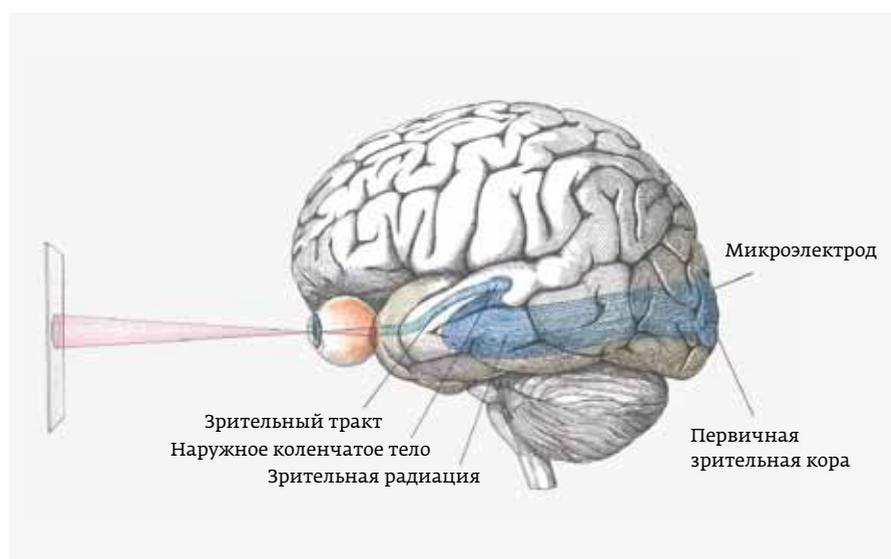
В АО «Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт автоматической аппаратуры им. академика В. С. Семенихина» в 2004–2015 годах был проведен ряд взаимосвязанных НИОКР, которые сформировали научно-технический задел для создания технических средств отображения информации нового поколения совмещенной (дополненной) виртуальной реальности, в том числе стереоскопический индикатор с отображением трехмерной информации сквозь лобовое стекло летательного аппарата (патент РФ на изобретение № 2610620).

Моноскопический вариант индикатора на лобовом стекле (ИЛС) получил массовое применение в отечественной авиации и во всем мире. Однако для автоматизированных авиационных систем управления нужны стереоскопические ИЛС, которые очень эффективны и удобны. Пилот, не отрываясь от управления, одновременно через лобовое стекло получает всю необходимую пилотажную информацию.

На рис. 2 для сравнения приводится видимость через лобовое стекло ЛА при заходе на посадку по КГС с применением стрелочного индикатора, обладающего невысокой точностью.

В качестве другого технического средства стереоскопического видения предлагается нашлемное устройство для отображения оперативной информации и окружающей обстановки с защитой от высокой внешней засветки (патент РФ № 2494443). Это индивидуальное средство отображения совмещенной виртуальной реальности нового поколения для второго пилота или штурмана также удобно и полезно, как и стерео-ИЛС.

Также предлагается использовать патент РФ № 2518434 «Комплексная система управления посадкой летательного аппарата», описывающий автоматизированную систему захода на посадку



**Рис. 1.** Прохождение сигнала: хрусталик – светочувствительная сетчатка – центральный нерв (до 137 млн нервных жил диаметром 10 нм) – затылочная доля мозга

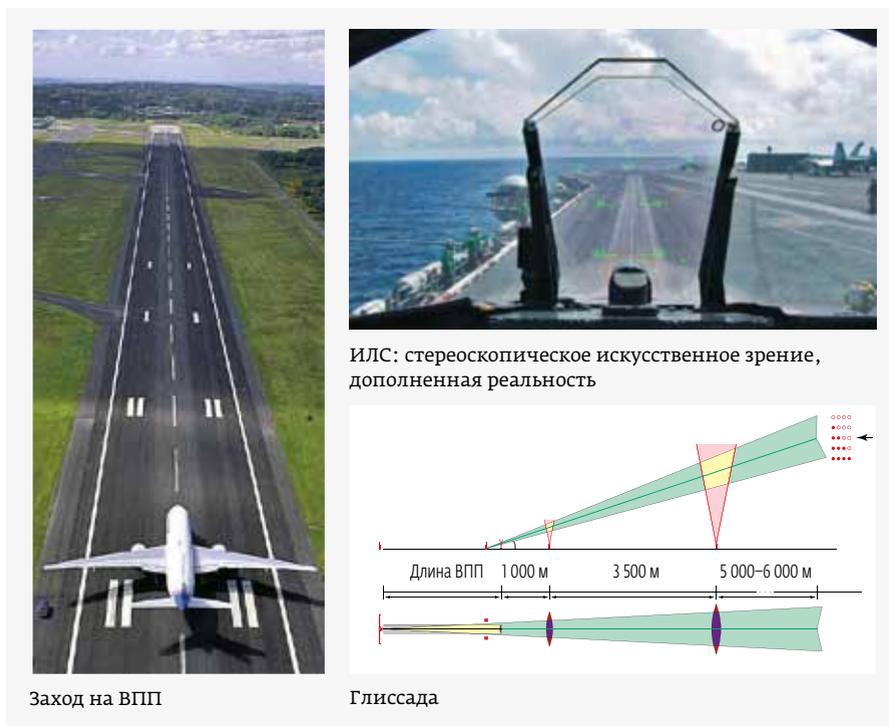


Рис. 2. Видимость через лобовое стекло ЛА посадочной полосы

и выполнение посадки с применением технических средств совмещенной виртуальной реальности.

Таким образом, информационные технологии открывают широкие возможности решения назревших проблем в кратчайшие сроки и на высоком научно-техническом уровне, в том числе коренное совершенствование системы УВД на основе цифрового авиационного навигатора ГЛОНАСС и стереоскопических средств совмещенной виртуальной реальности.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. **Окер У. К., Крейн К. Д.** Теория и практика слепого полета. М.: Государственное военное издательство, 1933. 132 с.
2. **Hubel D. H., Wiesel T. N.** Brain and visual perception: The story of a 25-year collaboration. Oxford university press, 2005. 729 p.

**JTAG TECHNOLOGIES 25 1993 2018**

**Почему Периферийное Сканирование?**

- ✓ Сокращение времени разработки изделий
- ✓ Рекордно быстрая окупаемость метода
- ✓ Многоразовое использование тестов
- ✓ Высокая скорость тестирования
- ✓ Доступ к скрытым цепям плат
- ✓ Эффективное производство
- ✓ Экономия трудовых ресурсов

**Почему именно JTAG Technologies?**

- ✓ Тестирование и программирование плат
- ✓ Станции для лаборатории, цеха и отдела сервиса
- ✓ Мы стоим у истоков периферийного сканирования
- ✓ Клиенты более чем в 50 странах
- ✓ Более 15 лет в России, сотни клиентов
- ✓ Офис техподдержки в России
- ✓ Периферийное сканирование – это мы

**РАЗРАБОТКА**  
Получайте полностью работоспособные опытные образцы

**ПРОИЗВОДСТВО**  
Сделайте производственную линию совершенной с технологиями JTAG

**СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ**  
Ремонтируйте цифровые платы даже при отсутствии САД-данных на них

www.jtag.com • www.jtaglive.com • +7 812 602 09 15 • russia@jtag.com