

**ENGLISH TEXT (SOURCE)****Next Generation Radar Altimeter Testing**

Radar altimeters (or radio altimeters) have been used on aircraft since the mid-1950s. Together with barometric pressure altimeters and more recently GPS and radio timing positioning systems, radar altimeters are a critical part of modern aircraft avionics that increase flight safety, reliability and capability.

Radar altimeters are primarily used during flight at altitudes below 5000 feet and are key tools for critical maneuvers, including takeoff and landing approaches. Low flying aircraft, like helicopters and Unmanned Aerial Vehicles (UAV), rely on radar altimeters (RA) for nearly all operations. UAV and some manned aircraft may be operated remotely, consequently the success of the mission and safety of the passengers and crew are dependent on the accuracy and performance of the RA. Verifying performance and calibrating RAs quickly and reliably take place at RA manufacturing sites, calibration centers and flight line avionics depots. The capability of the necessary test equipment varies based on the site. For example, during RA product development and qualification, detailed testing over a variety of environmental and performance conditions are necessary, whereas flight line testing may only include verification test at a few altitudes. Calibration requires NIST-traceable standards testing to ensure accuracy. Depending upon the test site and requirements, a variety of test tools may be selected, based on cost, capability, ease of use and reliability. Eastern OptX has produced equipment for use in each of these applications and has optimized the performance to meet the testing needs with rugged and competitive systems.

**RUSSIAN TEXT (TARGET)****Проверка радиолокационных высотомеров нового поколения**

Радиолокационные высотомеры (или радиовысотомеры) применяются на самолетах с середины 50-х годов прошлого столетия. Наряду с барометрическими высотомерами и более современными системами GPS и навигации по радиомаякам, радиолокационные высотомеры являются важнейшей частью современной авионики, позволяющей повысить безопасность полетов, надежность и возможности летательных аппаратов (ЛА).

Радиолокационные высотомеры обычно используются при полетах на высоте ниже 1500 м (5000 фт.) и являются главным прибором при выполнении ответственных маневров, включая взлет и заход на посадку. Низколетающие ЛА, такие как вертолеты и беспилотные летательные аппараты (БПЛА), используют показания радиолокационных высотомеров (РВ) при выполнении практически всех видов маневров и операций. БПЛА и некоторые виды управляемых ЛА могут управляться дистанционно, а это значит, что успех выполнения ими поставленной задачи (миссии), и безопасность пассажиров и членов экипажа зависят от точности показаний РВ. Проверка работоспособности РВ и его калибровка быстро и надежно делается на производстве, в центрах калибровки и на принадлежащих авиакомпаниям складах авионики. Необходимые возможности требуемой для этого контрольно-измерительной аппаратуры зависят от варианта ее использования. Например, при разработке и испытаниях РВ требуется тщательное тестирование в различных погодных-климатических условиях, тогда как авиакомпания может ограничиваться проверкой точности оборудования по нескольким высотам. Для достижения требуемой точности необходима калибровка в соответствии со стандартами Национального Института стандартов и технологий США (NIST). В зависимости от места проведения испытаний и предъявляемых требований, для этого могут выбираться различные измерительные инструменты, с учетом их стоимости, простоты использования и надежности. Компания Eastern OptX выпускает оборудование, подходящее для любого из вышеупомянутых вариантов использования, а его возможности позволяют проводить испытания надежных и современных систем.

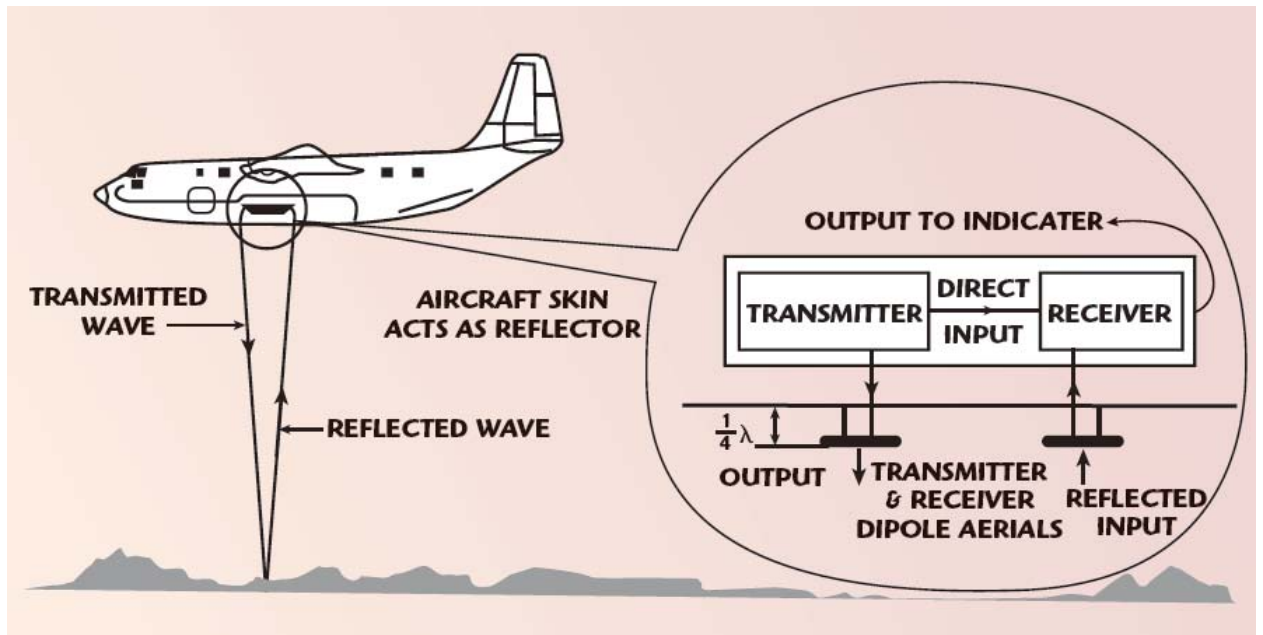


Fig. 1 The altitude is given by  $A = c |\Delta f| / (2(df/dt))$  (Dick Barrett, Radar Theory, 2000-2002).

Рис. 1. Высота рассчитывается как  $A = c |\Delta f| / (2(df/dt))$  (Dick Barrett, Radar Theory, 2000-2002).

EN	RU
TRANSMITTED WAVE	Излучаемый сигнал
REFLECTED WAVE	Отраженный сигнал
AIRCRAFT SKIN ACTS AS REFLECTOR	Обшивка ЛА играет роль рефлектора
TRANSMITTER	Передачик
DIRECT OUTPUT	Выход прямого подключения
RECEIVER	Приемник
OUTPUT TO INDICATOR	Выход на прибор-индикатор
OUTPUT	Выход
TRANSMITTER & RECEIVER DIPOLE AERIALS	Дипольные антенны: передающая и приемная
REFLECTED INPUT	Вход отраженного сигнала

Historically, RAs have used a Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW) scheme because it is capable of achieving the low altitude accuracy required with a simple and reliable system. Figure 1 shows the FMCW system. An RF signal (typically 4.3 GHz) is modulated with a swept IF signal, typically from 400 to 440 MHz. The rate of change of the sweep is typically 0.2 MHz per second. That signal is then transmitted from an antenna mounted on the underside of the aircraft, typically in the forward section and radiated toward the earth. The signal reflected from the earth is then detected using a separate receive antenna located some distance from the transmit antenna. Care must be taken to provide isolation between the two antennae to avoid stray paths that might be confused with the aircraft-to-earth path, particularly at low altitudes. The received signal is mixed with a sample of the broadcast signal and the resulting frequency difference ( $\Delta f$ ) is directly proportional to the round trip distance between the aircraft and the earth. The FM span and slew rate are selected to optimize distance measurement accuracy at near-earth altitudes.

Исторически так сложилось, что в РВ применялась схема с непрерывным излучением частотно-модулированного сигнала (FMCW), так как она обеспечивает минимально необходимую точность при достаточной простоте и надежности системы. На рисунке 1 показана FMCW-система. ВЧ сигнал (как правило, частотой 4,3 ГГц) модулируется сигналом ПЧ с качающейся частотой, как правило, от 400 до 440 МГц. Скорость изменения частоты, как правило, равна 0,2 МГц/с. Полученный сигнал излучается в сторону земной поверхности передающей антенной, установленной на нижней части корпуса ЛА, как правило, в его передней части. Затем отраженный от земной поверхности сигнал принимается приемной антенной, расположенной на некотором расстоянии от передающей. Необходимо соблюдать осторожность для обеспечения требуемой развязки между этими антеннами во избежание возникновения паразитных наводок, которые могут привести к ошибкам в показаниях высотомера, особенно на малых высотах. Принятый сигнал сравнивается с опорным сигналом передатчика, при этом получившаяся разность частот ( $\Delta f$ ) прямо пропорциональна расстоянию от ЛА до земли и обратно. Ширина ЧМ-модуляции и скорость изменения частоты выбираются исходя из

требований оптимальной точности измерения расстояния на малых высотах.

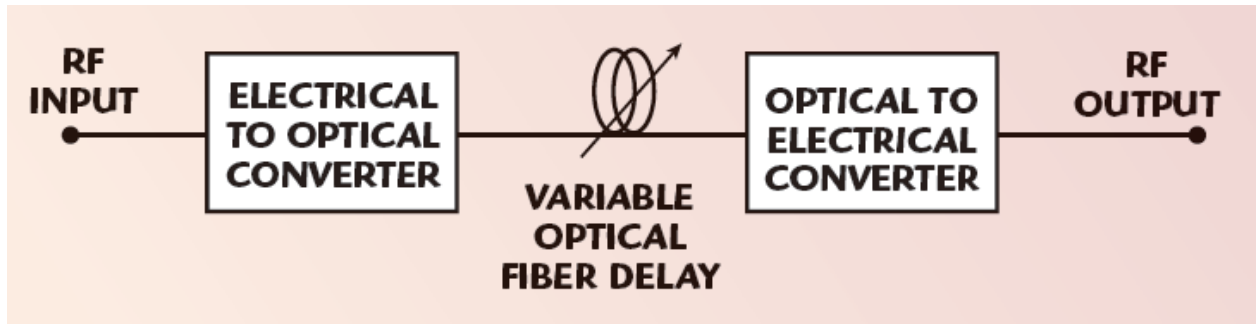


Fig. 2 Typical fiber optic delay line.

Рис. 2. Типичная волоконно-оптическая линия задержки.

EN	RU
RF INPUT	Вход ВЧ
ELECTRICAL TO OPTICAL CONVERTER	Преобразователь радиосигнала в оптический сигнал
VARIABLE OPTICAL FIBER DELAY	Перестраиваемая волоконно-оптическая линия задержки
OPTICAL TO ELECTRICAL CONVERTER	Преобразователь оптического сигнала в радиосигнал
RF OUTPUT	Выход ВЧ

There are several methods used to test RAs. One of the most compact, accurate and reliable is the Fiber Optic Delay Line (FODL) method. The FODL method exploits the small size, lightweight, low loss and low drift properties of optical fiber transmission lines to create a system that replicates the channel properties that RAs face in actual operation. Figure 2 shows a typical FODL used for RA testing.

The RF signal transmitted from the altimeter is used to modulate a broadband optical laser and the output of the laser passes through a variable delay line. The delay line distance may be adjusted to match a desired altitude and the delay output is converted back into an electrical signal using an optical detector. The RF output is then used as the input to the altimeter receiver. The optical delay provides a precise altitude with accuracy better than 0.1 percent and offers steady, repeatable performance.

Существует несколько методов проверки РВ. Одним из наиболее компактных, точных и надежных является использование волоконно-оптических линий задержки (ВОЛЗ). Метод ВОЛЗ характеризуется компактностью, небольшим весом, низкими потерями и низким дрейфом характеристик волоконно-оптической линии передачи, позволяющими создать систему, имитирующую свойства среды передачи, с которыми РВ сталкивается в реальной работе. На рисунке 2 показана типичная волоконно-оптическая линия задержки, применяемая для проверки РВ.

ВЧ-сигнал высотомера подается для модуляции лазера широкополосного оптического передатчика, излучение которого проходит через перестраиваемую линию задержки. Длина линии задержки может изменяться, позволяя задавать различные значения высоты, а имеющий задержку выходной оптический сигнал преобразуется с помощью оптического приемника обратно в электрический. Сигнал с ВЧ-выхода подается на вход приемника высотомера. Оптические линии задержки обеспечивают ошибку имитации высоты менее 0,1% при высокой стабильности и повторяемости параметров.