

Дальнодействующий воздушный лазерный сканер
с анализом формы отраженного сигнала

LMS-Q680i

- **полный анализ формы отраженного сигнала снимает ограничение на количество обрабатываемых сигналов**
- **реализация разрешения неоднозначности**
- **высокая частота формирования импульсов - до 400 кГц**
- **скорость сканирования до 266 000 измерений/сек на местности**
- **высокая точность измерений - 20 мм**
- **высокая скорость развёртки - 200 линий/сек**
- **широкий диапазон сектора сканирования - до 60°**
- **линии развертки - параллельные**
- **интерфейс сопряжения с GPS**

В новом воздушном лазерном сканере LMS-Q680i большой дальности действия используется мощный источник лазерного излучения, реализован алгоритм разрешения неоднозначности и осуществляется полный анализ формы отражённых сигналов. Выбранные решения позволяют применять инструмент при съёмке участков с выраженным рельефом.

LMS-Q680i оцифровывает принимаемый сигнал и производит запись измерений, обеспечивая таким образом возможность дополнительной камеральной обработки сложных видов работ - например, съёмки лесных массивов или классификации объектов. Алгоритм разрешения неоднозначности позволяет использовать отраженные сигналы, для которых номер породившего зондирующего импульса не очевиден. Разрешение неоднозначности при камеральной обработке производится пакетом RiANALYZE с использованием библиотеки RiMTA.

Подбор рабочих параметров LMS-Q680i позволяет оптимизировать использование для различных видов съёмок, а развитые средства сопряжения упрощают включение в аэросъёмочные комплексы.

Принцип действия инструмента заключается в измерении интервала времени между передачей зондирующего ИК импульса наносекундной продолжительности и приемом отраженного от цели сигнала. Быстрая опто-механическая система развёртки обеспечивает формирование системы прямолинейных, однонаправленных и параллельных линий сканирования. Инструмент выполнен в корпусе, защищённом от внешних воздействий и может устанавливаться на летательных аппаратах - малые габариты и вес обеспечивают возможность применения на легкомоторных самолетах, вертолетах и БПЛА. Питание производится от бортовой сети одного номинала. Предусматривается сопряжение с синхросигналом GPS, позволяющее осуществить привязку измерений к шкале всемирного времени, измерения могут сохраняться в накопителе данных производства .

- **Топо- и маркшейдерская съёмка**
- **Коридорная съёмка**
- **Съёмка городов**
- **Съёмка границ водных объектов**
- **Сельское и лесное хозяйство**
- **Классификация объектов**
- **Исследование ледников и снежного покрова**
- **Съёмка ЛЭП**

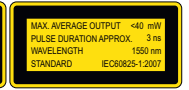
Технические характеристики LMS-Q680i

Классификация лазерного излучателя

Класс лазера 3R по IEC60825-1:2007

Безопасен для невооружённого глаза
Безопасен для вооружённого глаза

>1.5 м (NOHD)
>10 м (ENOHND)



Дальность измерений

зависит от частоты импульсов и отражательной способности цели

Частота импульсов	80 кГц	200 кГц	300 кГц	400 кГц
Наибольшее измеряемое расстояние ¹⁾ до цели с коэф. отражения >20 % до цели с коэф. отражения >60 %	2000 м 3000 м	1350 м 2200 м	1150 м 1850 м	1000 м 1650 м
Максимальная высота полёта ²⁾ (над землей)	1600 м 5000 футов	1100 м 3600 футов	950 м 3100 футов	800 м 2600 футов

1) В следующих условиях:
• цель больше размера пятна • внешняя засветка средняя • видимость 23 км
• луч падает по нормали к цели • неоднозначность разрешается алгоритмом, произведено планирование полёта

2) Коэф. отражения > 20 %, макс. отклонение луча 60°, крен до +/- 5°, вне промежуточных зон разрешения неоднозначности

Наименьшее измеряемое расстояние

30 м

Точность⁴⁾

20 мм

Повторяемость^{3) 5)}

20 мм

Частота импульсов⁶⁾

до 400 000 Гц

Скорость сканирования

до 266 кГц при секторе сканирования 60°

Длина волны лазера

ближний ИК диапазон

Угол расхождения луча⁷⁾

0,5 мрад

Количество принятых отраженных сигналов
одного импульса

обработка оцифрованных сигналов: ограничений нет⁸⁾
мониторинг измерений: первый

Характеристики сканера

Сканирующий механизм

вращающееся многогранное зеркало

Стиль съемки

параллельные линии

Диапазон сектора сканирования

+/-30° = 60° всего

Скорость развёртки

10 - 200 линий/сек

Угловой интервал сканирования⁹⁾

0,002° (для частоты импульсов 400 000 Гц⁹⁾)

Между последовательными зондирующими импульсами

Разрешение угловых измерений

0,001°

Синхронизация сканирования

Возможность синхронизации запуска с внешним сигналом

3) 1 с.к.о. на удалении 250 м в условиях испытания на .

6) Выбирается пользователем.

4) Точность - степень совпадений показаний прибора с истинным значением измеряемой величины.

7) 0,5 мрад - увеличение диаметра пучка на 0,5м на каждые 1000 м дистанции

5) Повторяемость - степень близости друг к другу показаний прибора при измерении одного образца.

8) Ограничено скоростью записи данных накопителя .

9) Минимальный шаг приращения увеличивается линейно до 0,01° при частоте импульсов 80000 Гц.

Измерение интенсивности

Принятый сигнал представляется рядом 16-ти битных отсчётов, что позволяет производить выделение цели, её идентификацию и/или классификацию.

Интерфейсы данных

Настройка

TCP/IP Ethernet (10/100 Мбит), RS232 (19.2 кбит)

Мониторинг измерений

TCP/IP Ethernet (10/100 Мбит)

Оцифрованные измерения

Высокоскоростной последовательный интерфейс с регистратором данных

GPS

Последовательный RS232, вход синхронизации 1PPS,

поддержка различных типов сообщения о текущем времени

Общие технические параметры

Напряжение питания

18 ... 32 В постоянного тока

Потребляемая мощность

около 7 А при 24 В

Габариты (Д x Ш x В)

480 x 212 x 229 мм

Масса

17,5 кг

Класс защиты

IP54

Макс. высота полёта (включен)

16 500 футов (5 000 м) над уровнем моря

Макс. высота полёта (выключен)

18 000 футов (5 500 м) над уровнем моря

Температура

0°C ... +40°C (рабочая) / -10°C ... +50°C (хранения)

Крепление инерциального блока

Стальные втулки в верхней и боковых крышках сканера, жестко соединяются с каркасом сканирующей головки.

Отраженный сигнал LMS-Q680i

Производимая сканером LMS-Q680i оцифровка позволяет извлечь наиболее полные данные из отраженного сигнала. Рисунок 1 иллюстрирует процессы измерения по трем типам целей. Кривые красного цвета показывают амплитуду лазерного луча, распространяющегося в пространстве со скоростью света. После взаимодействия с диффузно отражающей целью в сторону приёмного устройства отражается часть лазерного луча (форма отраженного сигнала показана кривой голубого цвета).

В примере №1 зондирующий импульс сначала отражается от кроны дерева (показаны 3 эхоимпульса) и частично достигает почвы, от которой отражается в виде 4-го импульса. В примере №2 зондирующий импульс падает на плоскую поверхность, наклоненную относительно оси пучка, что приводит к увеличению продолжительности отраженного сигнала. В примере №3 зондирующий луч падает по нормали к плоской отражающей поверхности, в результате чего ответный сигнал повторяет форму

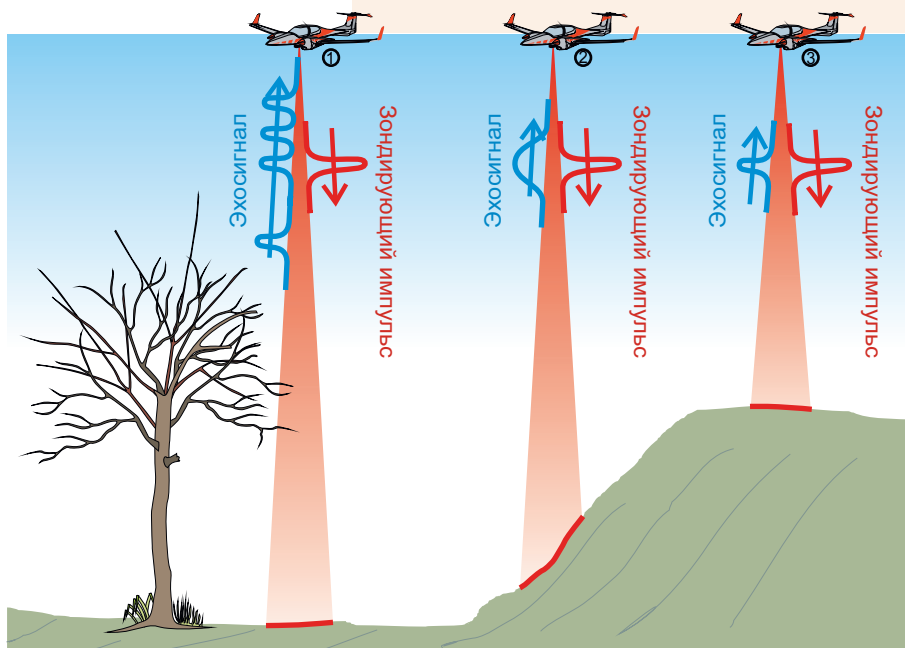


Рис. 1 Отражения от целей разных типов

Оцифровка отраженного сигнала сканером LMS-Q680i

На верхнем графике диаграммы сбора данных показана амплитуда аналоговых сигналов как функция времени: красным цветом излучаемый лазером зондирующий импульс (представление сигнала упрощено), три последующих голубых импульса - отраженные сигналы от ветвей дерева, последний импульс вызван отражением от почвы.

Описанный выше аналоговый сигнал дискретизируется с фиксированным периодом (средний график), после чего подвергается аналого-цифровому преобразованию, в результате которого формируется поток цифровых данных (нижний график). Этот поток данных записывается в накопитель данных для последующей камеральной обработки, при проведении которой производится восстановление формы сигналов с последующими определениями расстояния до цели, её типа и прочих характеристик.

Многолетний опыт компании в разработке и производстве цифровых лазерных дальномеров для самых разнообразных областей применения позволил спроектировать прецизионные схмотехнические решения аналоговой части и аналого-цифровых узлов сканера LMS-Q680i, что дает возможность производить запись оцифрованного отраженного сигнала с широким динамическим диапазоном.

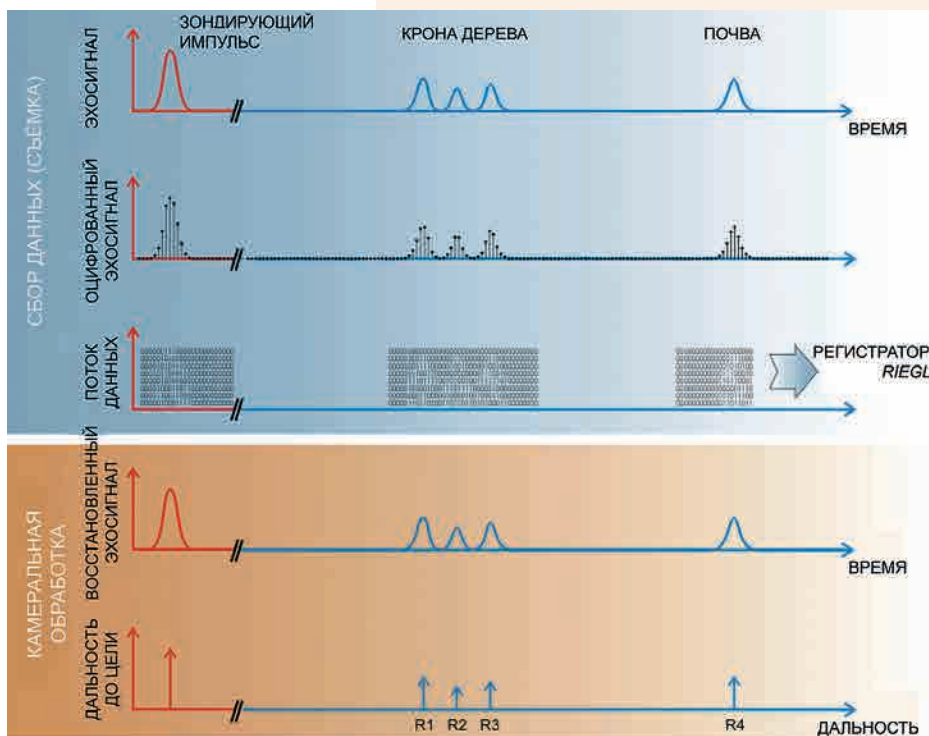


Рис. 2 Сбор данных и камеральная обработка

Разрешение неоднозначности дальномерных измерений

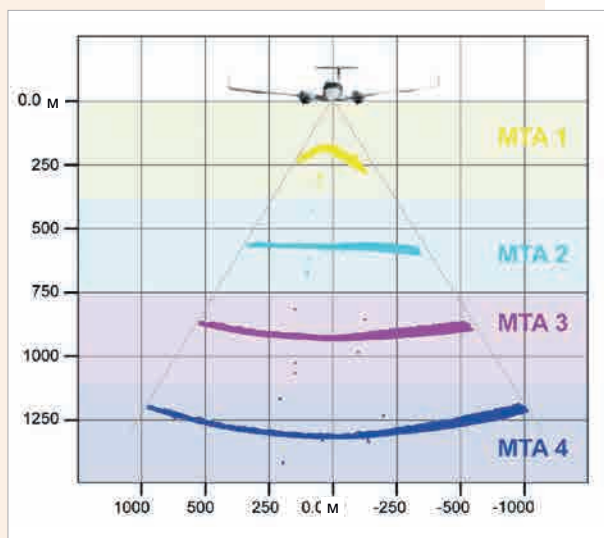


Рис. 3 Профиль данных, отнесенных к зонам МТА от 1 до 4

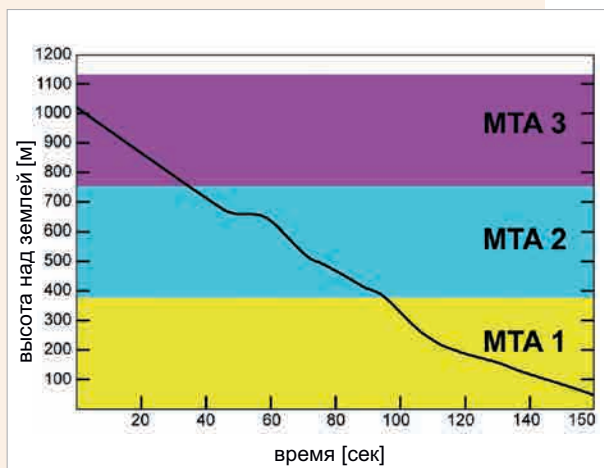


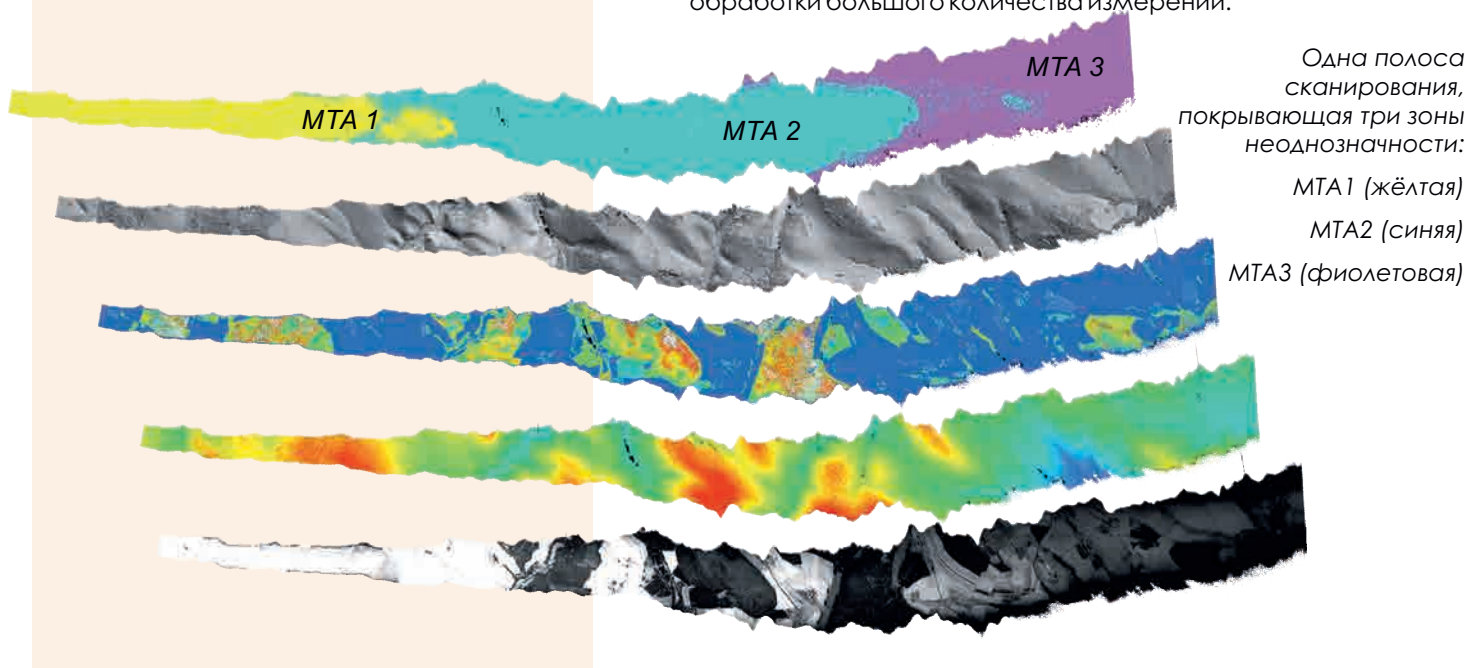
Рис. 4 Снижение высоты полёта с 1000 м до 240 м в течение 150 секунд

При измерении дальности по времени пролёта импульса существует максимальный интервал однозначных измерений, определяемый частотой формирования зондирующих импульсов и скоростью света. При частоте следования импульсов 400 кГц измерения дальности свыше 375 метров становятся неоднозначными - принятый сигнал может быть отражением не последнего излученного импульса (зона МТА 1), а предпоследнего (зона МТА 2), или даже предшествующего ему (зона МТА 3).

Рисунок 3 иллюстрирует ситуацию, складывающуюся при обработке данных сканирования, относимых к разным зонам неоднозначности. По задержке каждого отраженного сигнала и номеру зоны вычислена дальность до цели, находящейся в зонах МТА от 1 до 4. Конечно, истинным расстоянием для каждого из отсчетов может быть только одна из них, и именно она должна быть включена в формируемый прибором набор измерений ("облако точек"). При обработке измерений алгоритм совершенно верно отнес их к зоне 2. Косвенным подтверждением правильности выбора может служить форма облака точек - поверхность земли представляется относительно плоской, что не характерно для остальных зон.

Сканер LMS-Q680i способен принимать отраженные сигналы, принимаемые с задержкой, превышающей период выдачи зондирующих импульсов. Разрешение неоднозначности на дальностях вплоть до максимальной паспортной производится с помощью высокоскоростной цифровой обработки сигнала и передового способа модуляции последовательности зондирующих импульсов. Применённый метод модуляции позволяет предотвратить полную потерю измерений в переходных зонах - плотность облака точек в них снижается всего в два раза.

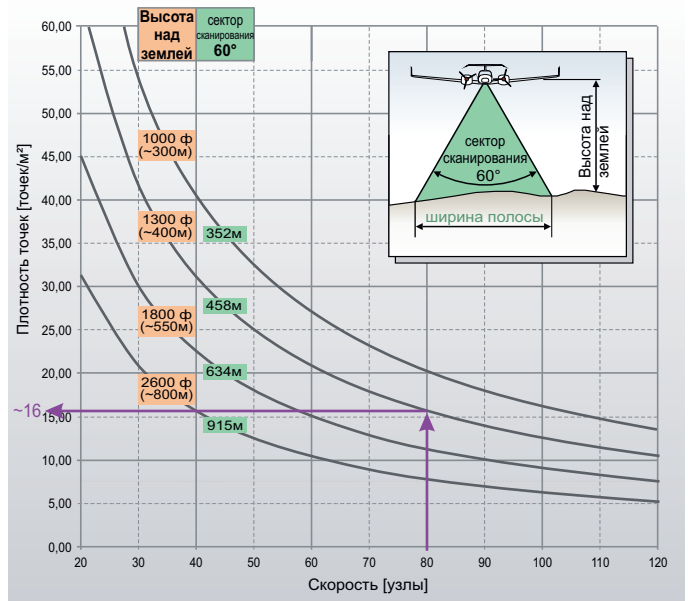
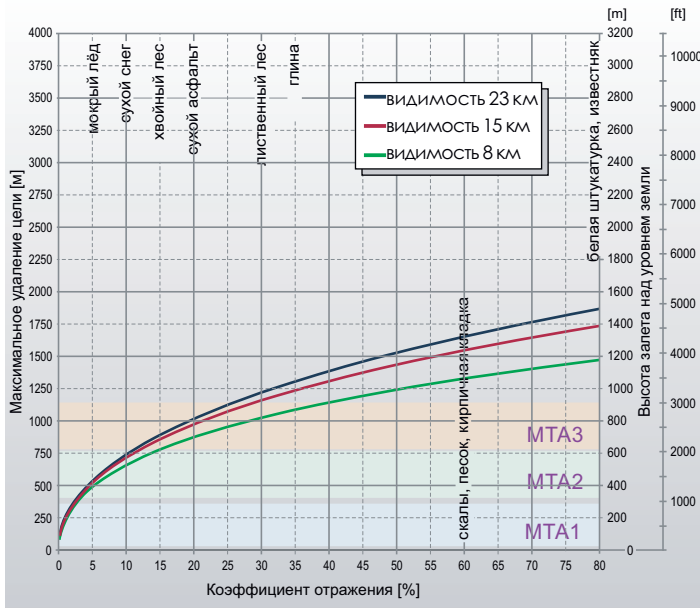
Правильное разрешение неоднозначности дальномерных определений производится при камеральной обработке измерений пакетом RiANALYZE со встроенной библиотекой RiMTA, не требующей вмешательства оператора и обладающей отличной производительностью, подходящей для обработки большого количества измерений.



Одна полоса сканирования, покрывающая три зоны неоднозначности:
МТА1 (жёлтая)
МТА2 (синяя)
МТА3 (фиолетовая)

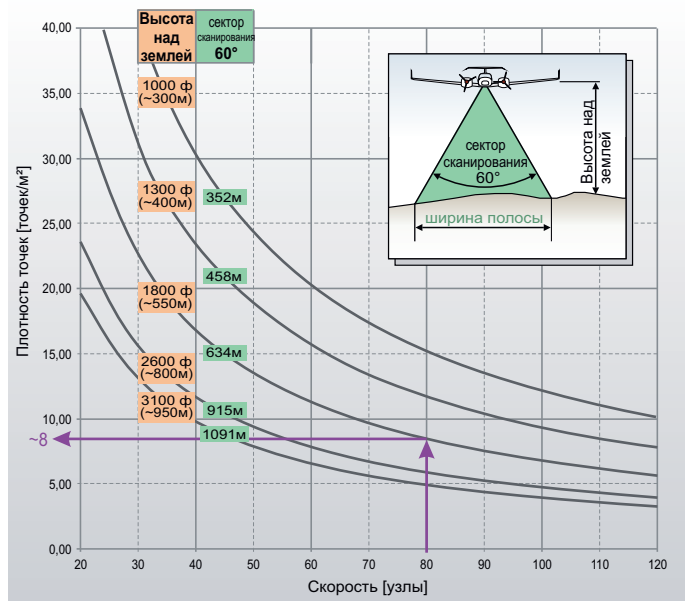
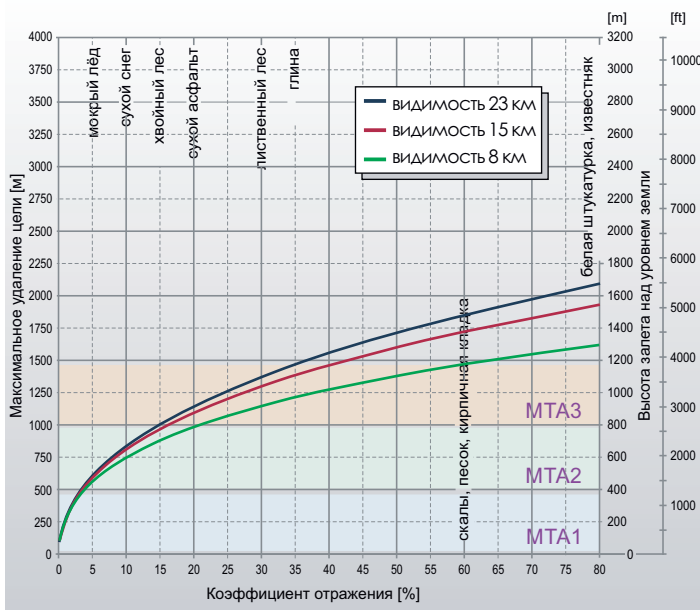
Дальность измерений и плотность точек LMS-Q680i

Частота импульсов 400 кГц



Пример: Q680i 400,000 импульсов/сек
 высота = 1300 ф, скорость = 80 узлов
 Плотность точек ~ 16 точек/м²

Частота импульсов 300 кГц



Пример: Q680i 300,000 импульсов/сек
 высота = 1800 ф, скорость = 80 узлов
 Плотность точек ~ 8 точек/м²

Принимаются следующие условия:

для высоты полёта

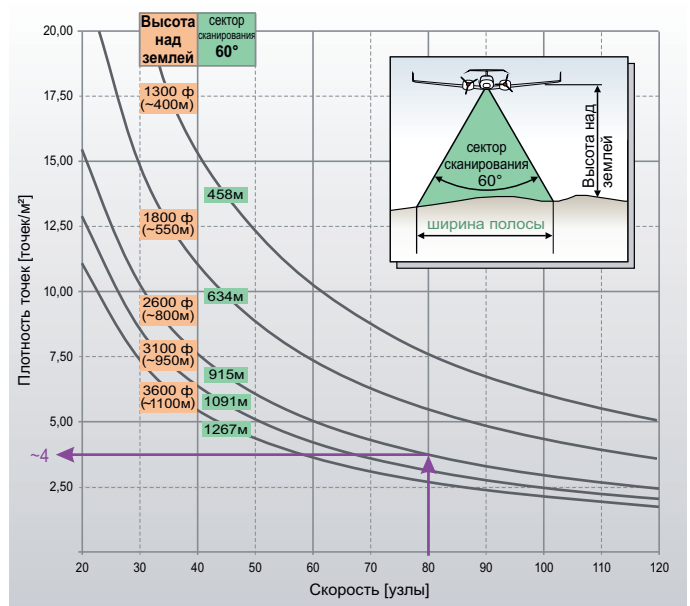
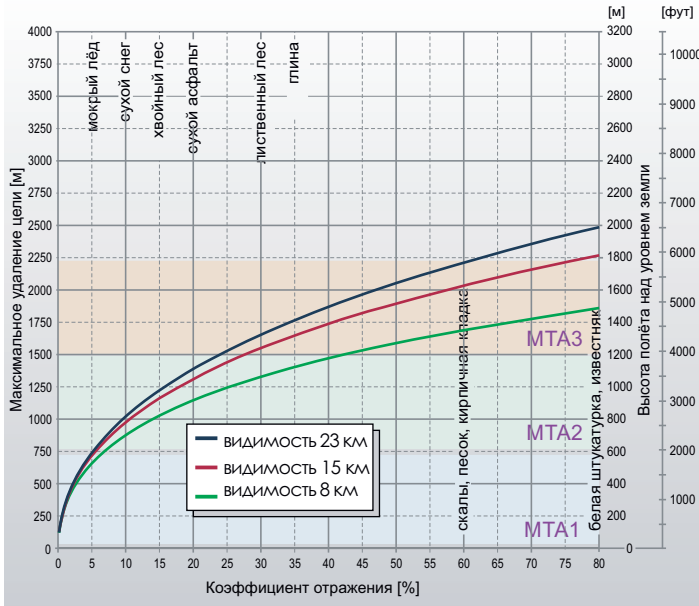
- неоднозначность разрешена применением алгоритма и планированием полёта
- размер цели больше размера пятна
- сектор сканирования 60°
- средний уровень засветки
- крен не более +/-5°

для зон разрешения неоднозначности (MTA)

- МТА1: неоднозначность отсутствует, 1 импульс „в пути“
- МТА2: 2 импульса „в пути“
- МТА3: 3 импульса „в пути“

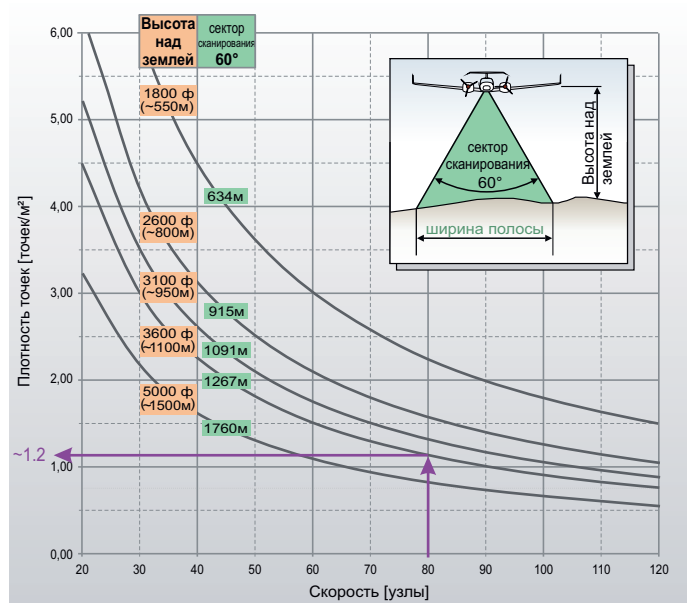
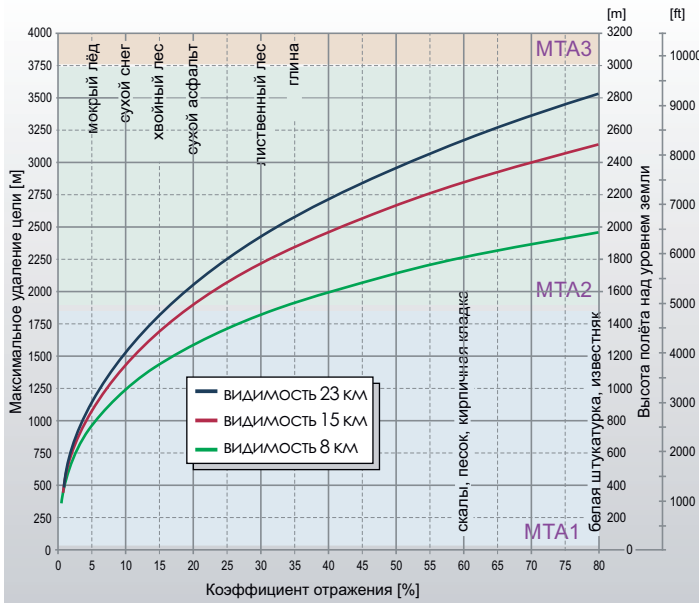
- в переходных зонах определения неоднозначности плотность облака точек снижается в два раза
- ширина переходной зоны МТА1/МТА2 - около 45 м
- ширина переходной зоны МТА1/МТА2 - около 75 м

Частота импульсов 200 кГц



Пример: Q680i 200,000 импульсов/сек
 высота = 2600 ф, скорость = 80 узлов
 Плотность точек ~ 4 точки/м²

Частота импульсов 80 кГц



Пример: Q680i 80,000 импульсов/сек
 высота = 3600 ф, скорость = 80 узлов
 Плотность точек ~ 1,2 точки/м²

Принимаются следующие условия:

для высоты полёта

- неоднозначность разрешена применением алгоритма и планированием полёта
- размер цели больше размера пятна
- сектор сканирования 60°
- средний уровень засветки
- крен не более +/-5°

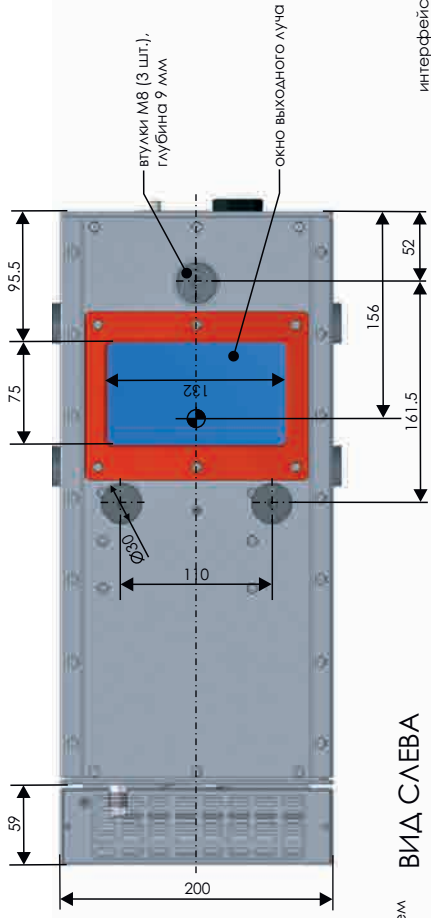
для зон разрешения неоднозначности (MTA)

- MTA1: неоднозначность отсутствует, 1 импульс „в пути”
- MTA2: 2 импульса „в пути”
- MTA3: 3 импульса „в пути”
- в переходных зонах определения неоднозначности плотность облака точек снижается в два раза
- ширина переходной зоны MTA1/MTA2 - около 45 м
- ширина переходной зоны MTA1/MTA2 - около 75 м

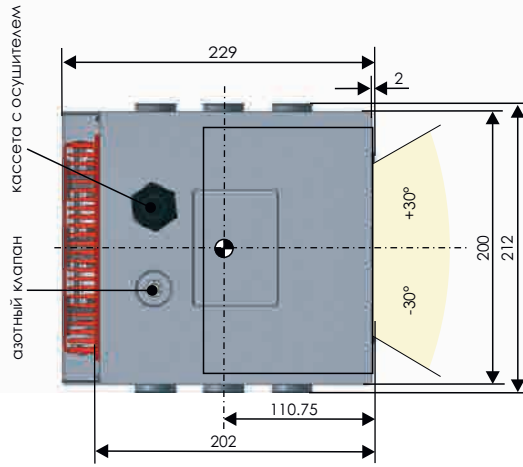
Габаритный чертёж LMS-Q680i

Начало системы координат инструмента

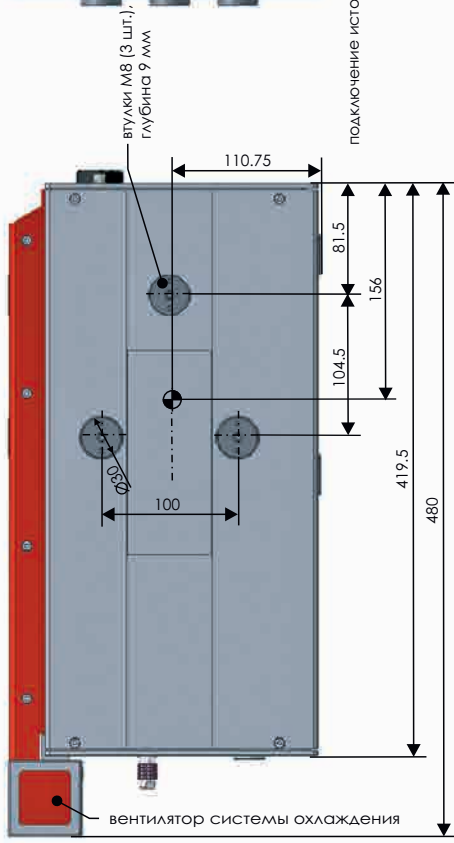
ВИД СНИЗУ



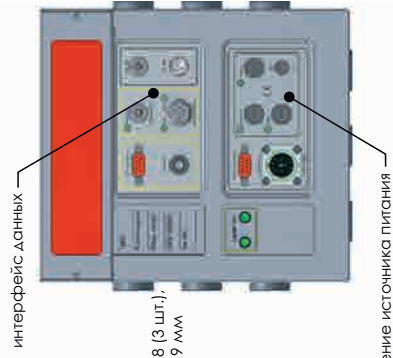
ВИД СПЕРЕДИ



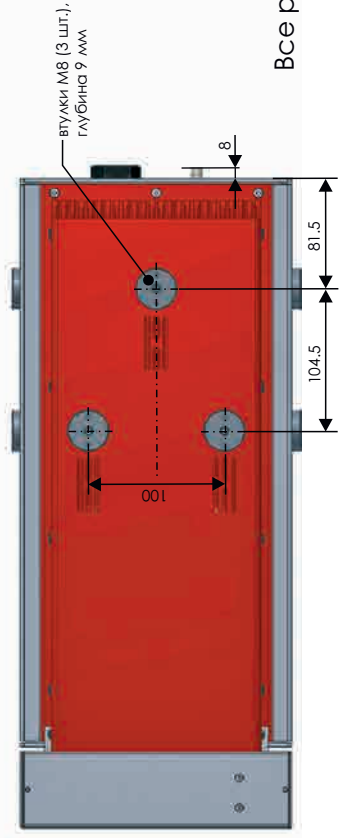
ВИД СЛЕВА



ВИД СЗАДИ



ВИД СВЕРХУ



Все размеры указаны в миллиметрах

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана +7(7172)727-132
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

сайт: <http://lazerg.nt-rt.ru> || **эл. почта:** rlg@nt-rt.ru