

# Лазерные и телевизионные системы траекторных измерений

Лекция 2

2016 г.

9 семестр, кафедра РТПиАС, лектор:  
доцент, к.т.н. Бугаев Юрий Николаевич

# Возможности ЛТЛС

- Возможности ЛТЛС, связанными с физическими принципами и частотным диапазоном их работы при измерении, визуальном контроле и записи в реальном масштабе времени глассадно-посадочных характеристик:
  - большая точность определения угловых координат объектов (по максимуму отражённого сигнала) и высокая разрешающая способность по дальности.
  - лазерно-оптический локатор обладает высокой угловой разрешающей способностью, т. е. способностью различать 2 соседних равноудалённых объекта, которая обусловлена очень высокой направленностью излучения. Высокая разрешающая способность оптического локатора даёт возможность решать задачи получения не только координатной информации, но и решать задачи распознавания формы объектов, селекции объектов и другие;
  - ЛТЛС может иметь в своем составе кроме активного лазерного канала, пассивный телевизионный (видимый диапазон) и (или) тепловизионный (инфракрасный диапазон) канал.

# Ограничения ЛТЛС

Несомненным ограничивающим фактором для ЛТЛС служит сильная зависимость их максимальной дальности действия от погодных условий, особенно для аэродромов и испытательных центров средней полосы и севера РФ.

# Особенности лазерных и телевизионных локаторов

- \* В последнее время резко возрастают требования к точности и оперативности работы при испытаниях различных систем вооружений. Это вызвано, как использованием высокоточного оружия для испытаний которого требуется высокая точность измерений при его создании и испытании а также удешевлением стоимости испытаний и сокращения его сроков.
- \* Если раньше обычно срок создания оружия составлял 8-10 лет, то сейчас обычно дают сроки 2-4 года.

# Структурная схема ЛТЛС



На параметры всех элементов системы мы можем как-то влиять, даже на цель, кроме атмосферы

# Лазер

- **Лáзер** (*laser*, сокр. от *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* — «Усиление с помощью вынужденного излучения») — устройство, использующее квантовомеханический эффект вынужденного (стимулированного) излучения для создания когерентного потока света. Луч лазера может быть непрерывным, с постоянной амплитудой, или импульсным, достигающим экстремально больших пиковых мощностей. Во многих конструкциях рабочий элемент лазера используется не только в качестве генератора, но и в качестве оптического усилителя для излучения от другого лазера. Усиленный сигнал очень точно совпадает с исходным по длине волны, фазе и поляризации, что очень важно в устройствах оптической локации и связи.

# Лазер

- Первый работающий лазер был сделан Теодором Майманом в 1960 году в исследовательской лаборатории компании Хьюза (Hughes Aircraft), которая находилась в Малибу, штат Калифорния с привлечением групп Таунса из Колумбийского Университета и Шалоу из компании Bell laboratories. Майман использовал рубиновый стержень с импульсной накачкой, который давал красное излучение с длиной волны 694 нанометра. Примерно в то же время иранский физик Али Яван представил газовый лазер. Позднее за свою работу он получил премию имени Альберта Эйнштейна.

# Лазер

- Основная идея работы лазера заключается в инверсии электронной населённости путём «накачки» рабочего тела энергией, подводимой к нему, например, в виде световых или электрических импульсов. Рабочее тело помещается в оптический резонатор, при циркуляции волны в котором её энергия экспоненциально возрастает благодаря механизму вынужденного излучения. При этом энергия накачки должна превышать определённый порог, иначе потери в резонаторе будут превышать усиление и выходная мощность будет крайне мала.



# Лазер

- Инверсия электронной населённости также лежит в основе работы мазеров, которые принципиально похожи на лазеры, но работают в микроволновом диапазоне. Первые мазеры были сделаны в 1953—1954 гг. Н. Г. Басовым и А.М. Прохоровым, а также независимо от них американцем Ч. Таунсом и его сотрудниками. В отличие от квантовых генераторов Басова и Прохорова, которые нашли выход в использовании более чем двух энергетических уровней, мазер Таунса не мог работать в постоянном режиме. В 1964 году Басов, Прохоров и Таунс получили Нобелевскую премию по физике «За основополагающую работу в области квантовой электроники, позволившую создать генераторы и усилители, основанные на принципе мазера и лазера».
- Таким образом в конце 60 начале 70 годов прошлого столетия имелись все компоненты для создания сначала лазерного дальномера а затем и лазерного локатора.

# Станция «АТОК»

- В ОКБ МЭИ была разработана одна из первых в СССР лазерная полнокоординатная станция «АТОК» в 1974-1978 г.
- В ней использовалась телевизионная обзорная камера, как в лаборатории телецентра и три телемонитора. Один большой для руководителя расчета и два поменьше для операторов по азимуту и углу места. Еще с одного монитора специальной камерой на пленку фотографировалась изображение цели для контроля и последующей обработки.
- Одновременно велись работы по измерению угловых координат с помощью ТВ системы. Развитие вычислительной техники и спецпроцессоров позволило проводить обработку в реальном времени. Появилась возможность использовать ТВ информацию для замыкания кольца автослежения. Таким образом появились лазерно –телевизионные системы, в которых использовался и лазерный активный канал для измерения 3-х координат (дальность, азимут и угол места и пассивный телевизионный (а затем и тепловизионный) для измерения двух угловых координат (азимут и угол места) и одновременно как визир для оператора. Видеоинформация стала регистрироваться на видеомагнитофон а затем и жесткий диск.
- В современных телевизионных локаторах имеется возможность следить за несколькими целями одновременно.
- ИК системы сначала использовались как аналоговые и обычной была схема независимый канал ИК и лазерный дальномер установленные на одной платформе.
- В настоящее время ИК матрицы имеют структуру и выходные сигнала такие же как ПЗС матрицы видеодиапазона и в локационных системах имеют аналогичную телевизионной структуре обработки.
- Обычно современная лазерно-телевизионная система имеет лазерный канал и ТВ и ИК каналы.

# ИК-канал

- \* ИК каналы обычно используются или ближнего ИК диапазона 3-5 мкм для реализации максимальной чувствительности при слежениями за объектами имеющими факел (реактивные самолеты, ракеты, тепловые двигатели), или дальнего ИК диапазона (8-10 мкм) для слежения за частями ракет и боеголовок при вхождении их в плотные слои атмосферы.

# История ЛТЛС

- Лазерная локация появилась в 60-70 прошлого столетия. С одной стороны появилась технологическая база, а с другой возникла потребность при проведении испытаний повысить тонность траекторных измерений при испытании различных видов вооружений.
- К началу 70 годов уже появились все компоненты лазерного локатора:
  - Оптические системы (Антенны);
  - Приемники лазерных локаторов и дальномеров (на основе ФЭУ);
  - **Наносекундные усилители** и схемы первичной обработки;
  - **Системы наведения и автосопровождения** и высокоточные датчики угол –код;
  - **Телевизионные системы**, сначала обзорные, а затем и измерительные;
  - **Разработаны образцы лазеров**, которые могли работать в качестве передатчиков. В 1939-м сотрудник МЭИ Валентин Фабрикант сформулировал принцип усиления электромагнитного излучения для среды, в которой можно создать инверсную, то есть возрастающую с увеличением энергетического уровня населенность электронами их атомных орбит. Это был важный шаг к изобретению лазера.
- **ИК системы аналоговые**, а затем и цифровые многоканальные

# ТВ канал

- \* Во время войны в Югославии в 2000 –х годах, Югославская ПВО сбила всего несколько самолетов НАТО, в том числе и новейший бомбардировщик сделанный по технологии Стелс с помощью телевизира.
- \* Как только включался активный радиоканал его тут же пеленговали и уничтожали ракетами «воздух-земля».

# История ЛТЛС

- В 1939-м сотрудник МЭИ Валентин Фабрикант сформулировал принцип усиления электромагнитного излучения для среды, в которой можно создать инверсную, то есть возрастающую с увеличением энергетического уровня населенность электронами их атомных орбит. Это был важный шаг к изобретению лазера.
- В 1955 году ученые Николай Басов и Александр Прохоров разработали квантовый генератор - усилитель микроволн с помощью индуцированного излучения, активной средой которого является аммиак. Такое устройство называется мазер (от английского Microwave Amplification by Stimulated Emission). В 1955 году ученые Николай Басов и Александр Прохоров разработали квантовый генератор - усилитель микроволн с помощью индуцированного излучения, активной средой которого является аммиак. Такое устройство называется мазер (от английского Microwave Amplification by Stimulated Emission).