

ЗАО Научно-производственное
предприятие «Гамма»

**Лазерная система
всепогодной посадки
самолётов.**

Фрязино 2012г.

Лазерная система посадки (ЛСП) на сканирующем полупроводниковом лазере с электронной накачкой (СПЛЭН) является визуальной, многоцветной навигационной системой прямого видения нового поколения, которая позволяет осуществлять высокоточную посадку в экстремальных метеоусловиях самолётов и вертолётов на аэродромы, не оборудованные площадки и авианесущие корабли.

Актуальность разработки ЛСП на СПЛЭН связана с возросшими требованиями безопасности, а также необходимостью модернизации, либо замены морально и технически устаревших комплексов светотехнического оборудования аэродромов.

Основным элементом лазерной системы посадки прямого видения является СПЛЭН, который обеспечивает одновременное высвечивание трехцветной курсоглиссады в виде пространственного управляемого светового коридора и оптическую локацию воздушного судна (ВС) в цветовой зоне глиссады.

Полупроводниковые лазеры с электронной накачкой (ПЛЭН), обладают на несколько порядков меньшей когерентностью и не оказывают вредного воздействия на зрение летчиков и операторов аэродрома.

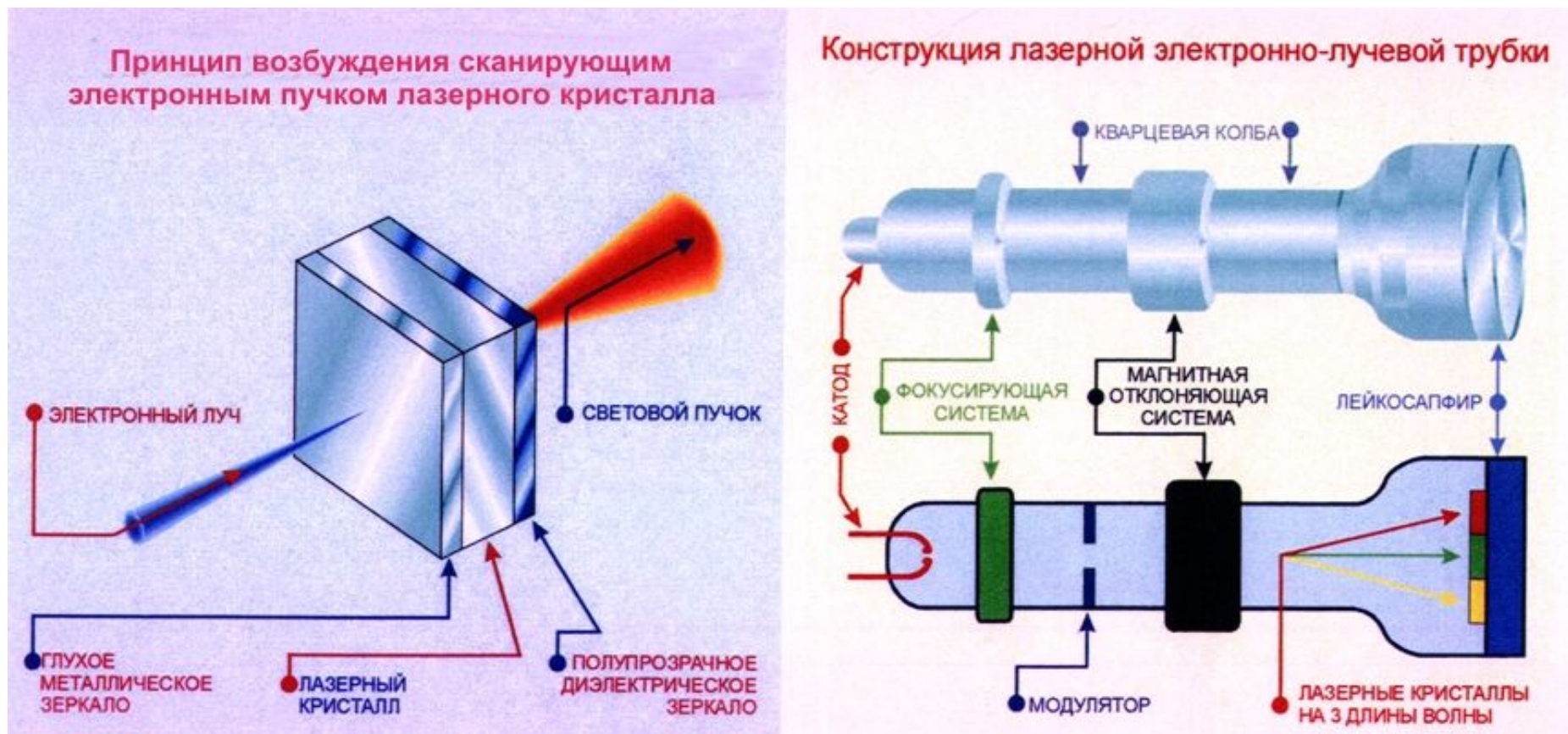


Рис. 1.

Принцип действия (а) и конструкция (б) многоцветного СПЛЭН



Рис. 2
Внешний вид СПЛЭН

Отличительные особенности ЛСП на СПЛЭН:

1 – возможность в реальном масштабе времени управлять шириной любой цветовой зоны в пространстве;

2 – возможность модуляции любой части световой зоны, что является дополнительной информацией для летчика о местоположении ВС внутри цветовой зоны;

3 – возможность осуществления оптической локации объекта внутри любой зоны с его визуализацией на экране оператора, с определением расстояния до объекта, его скорости и местоположения в цветовой зоне;

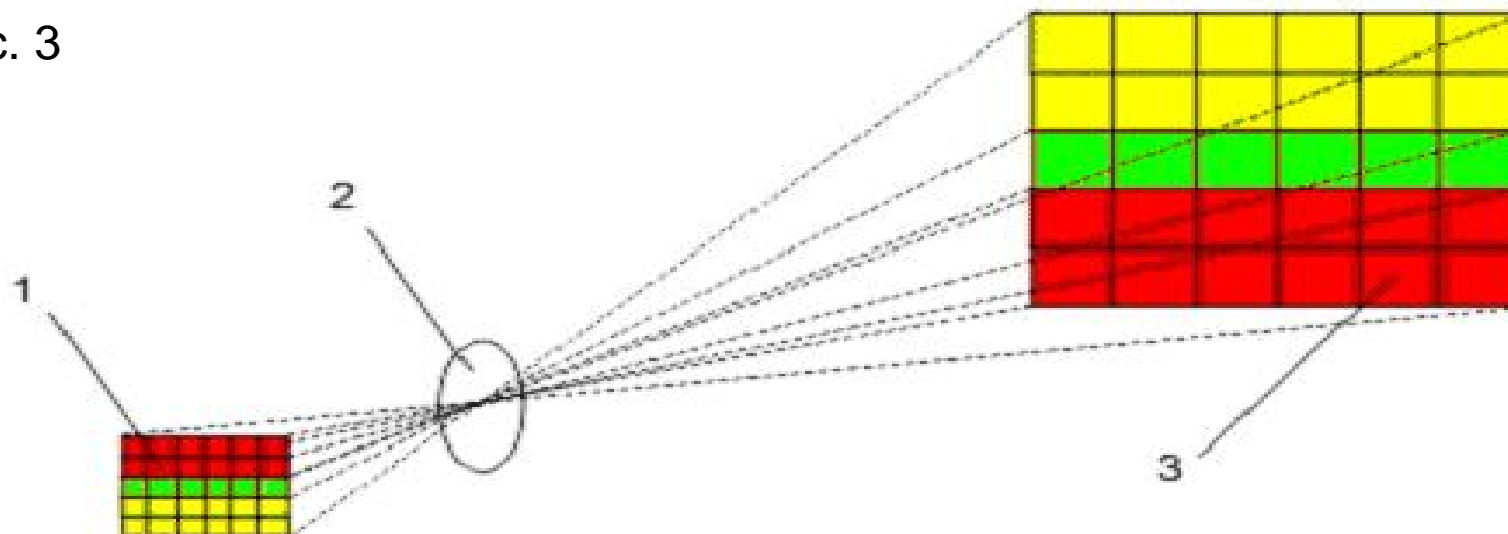
4 – возможность передачи информации о местоположении объекта на борт ВС по оптическому каналу, исключая воздействие естественных или преднамеренных радиоэлектронных помех;

5 – возможность управления яркостью излучения в реальном масштабе времени для обеспечения минимально-вредного воздействия на глаза летчика;

6 – высокая устойчивость к ударным и вибрационным нагрузкам, обеспечивающая возможность работы лазерного модуля в системах посадки ВС на авианесущие корабли;

7 – малые габариты и вес, автономное питание позволяют использовать лазерный модуль для обеспечения посадки ВС на необорудованные площадки.

Рис. 3



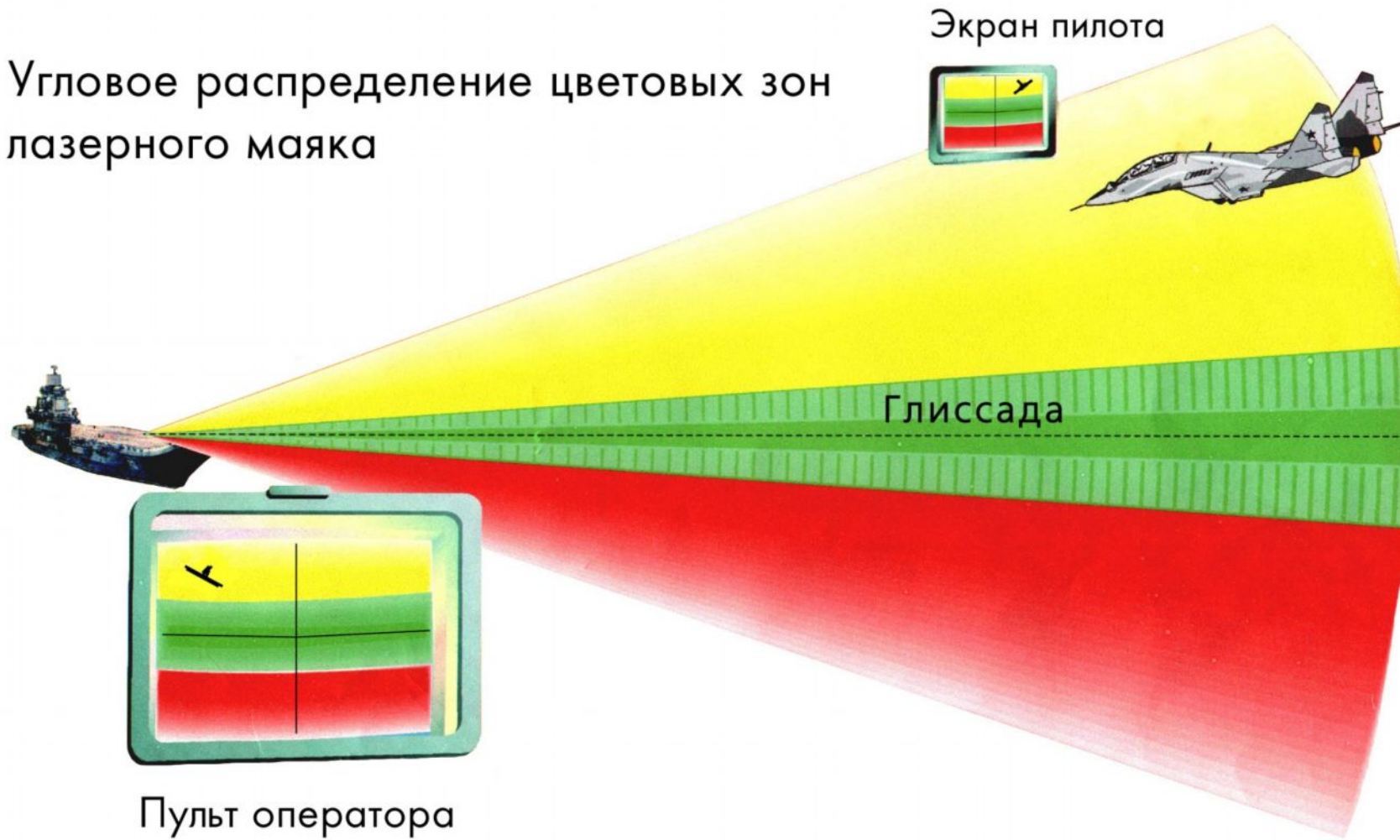
Процесс формирования цветового поля лазерной системы посадки на основе СПЛЭН.

- 1 – фокальная плоскость оптической системы (светящаяся поверхность источника света);
- 2 – оптическая система;
- 3 – поперечное сечение формируемого светового поля

Система формирует вдоль глиссады цветовые зоны трех различных цветов с заданными угловыми размерами и геометрической формой (Рис.4). Она выдает визуальную и инструментальную информацию о наклонной дальности до воздушного судна и его местоположении в цветовой зоне.

Рис. 4.

Угловое распределение цветовых зон лазерного маяка



Лазерная система посадки может применяться в качестве светотехнического оборудования для посадки и взлёта ВС в сложных метеорологических условиях, при минимуме погоды по II и III категориям ИКАО. Схема расположения лазерных курсовых и глиссадных маяков в таком варианте изображена на Рис. 5.

В районе ближнего по заходу порога ВПП слева и справа от боковой кромки её искусственного покрытия на расстоянии 9 м устанавливаются по одному лазерному курсовому маяку.

На траверзе места точного приземления ВС, на удалении 350 м от порога ВПП, слева и справа на удалении 9 м от кромки ВПП, по линии перпендикулярной оси ВПП, располагаются по два лазерных глиссадных маяка с интервалом между ними 10 м.

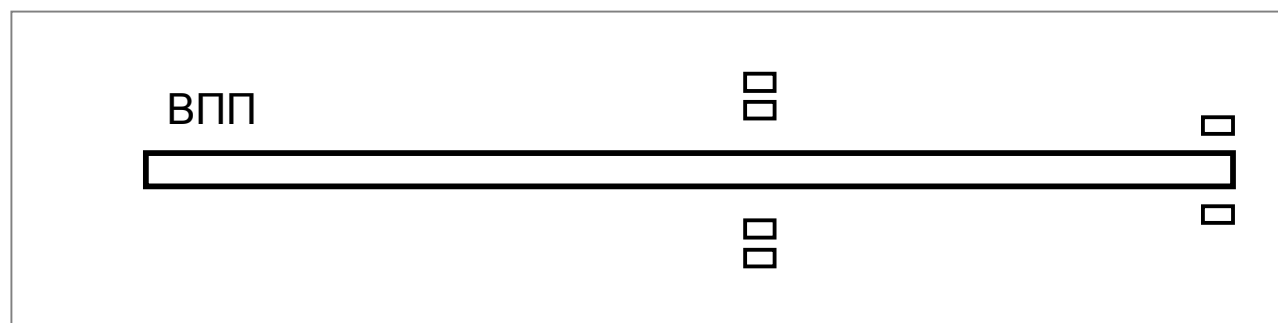
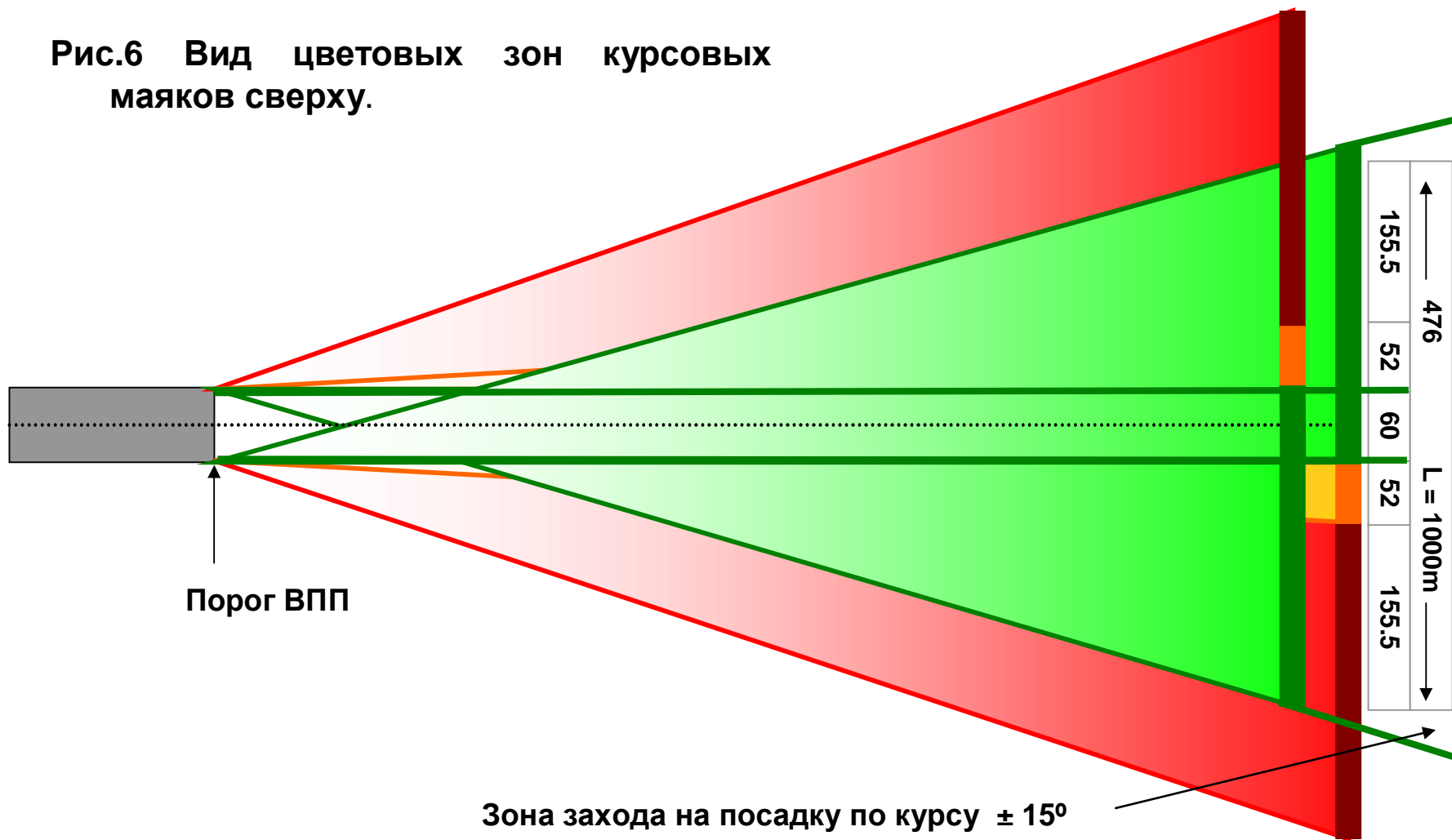


Рис. 5

Глиссадные маяки

Курсовые маяки

Рис.6 Вид цветowych зон курсовых маяков сверху.



Установка курсовых маяков производится таким образом, чтобы продольная ось излучателя (нулевой параметр излучения) выставлялась строго по линии параллельной оси ВПП. В этом случае вертикальная граница между зелёным и жёлтым цветовыми секторами является, как бы продолжением боковых кромок ВПП в пространстве.

Нахождение ВС в створе ВПП будет сопровождаться зелёным цветом обоих курсовых маяков. Выход за пределы границы боковой кромки ВПП приведёт к входу ВС в жёлтый цветовой сектор (0-3°) и далее в красный (3-15°), при этом маяк противоположной стороны излучает зелёный цвет.

Глиссадные маяки располагаются перпендикулярно оси ВПП, являются огнями знака приземления и позволяют контролировать положение горизонта. Кроме того, по взаимному расположению внутренних глиссадных маяков лётчик определяет середину ВПП, а по взаимному расположению курсовых и внутренних глиссадных маяков (расположены на линии параллельной оси ВПП) положение ВС по отношению к оси ВПП.

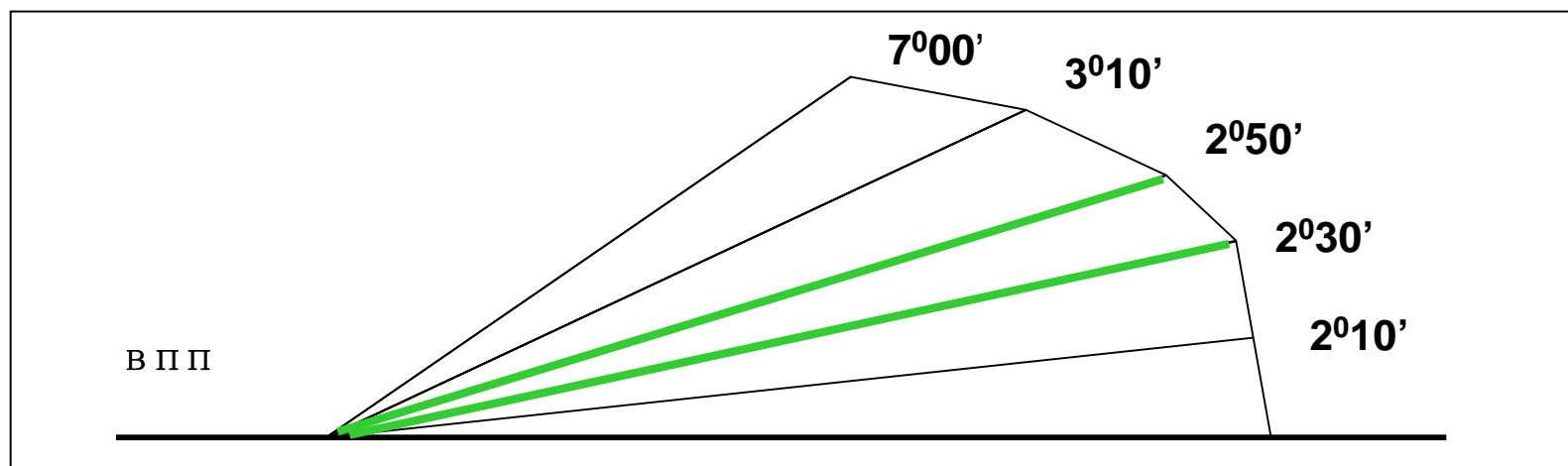


Рис. 7. Установочные углы возвышения лучей глиссадных маяков.

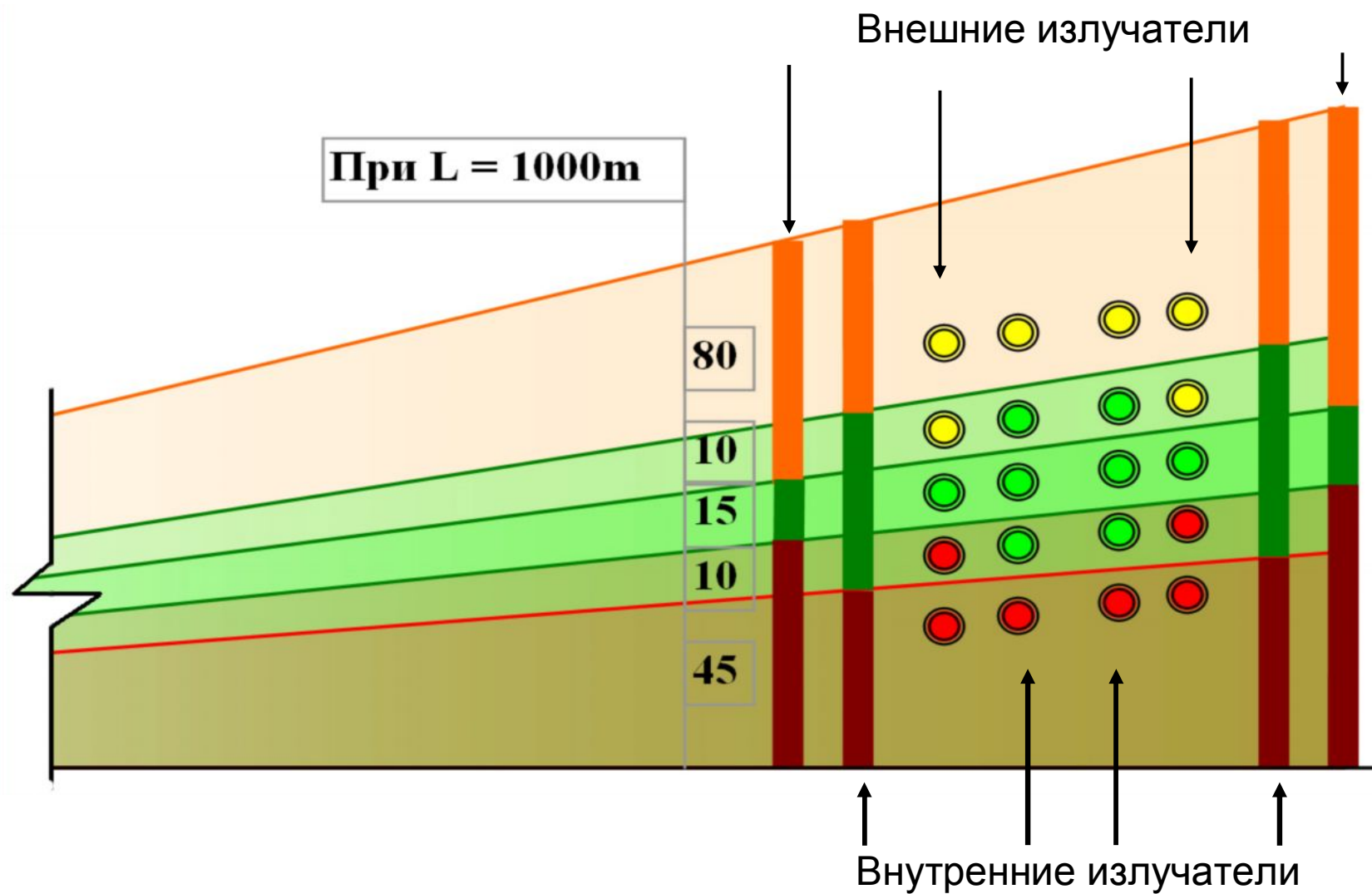


Рис. 9 Зона излучения глissадных маяков. Вид сбоку.

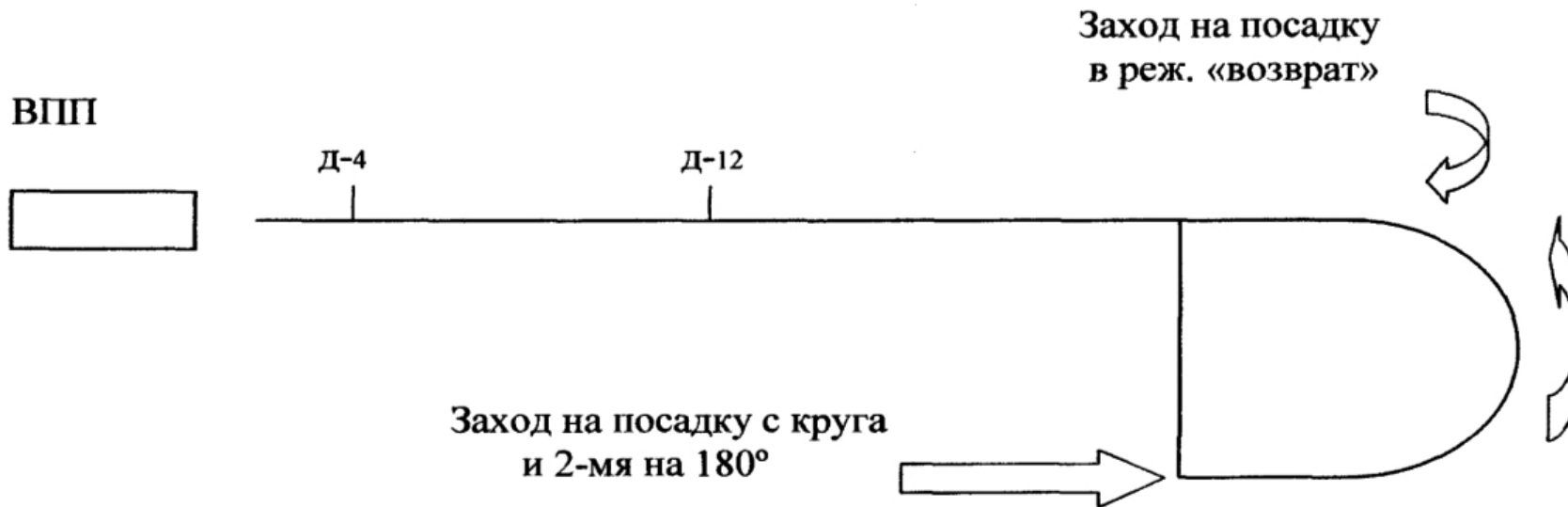
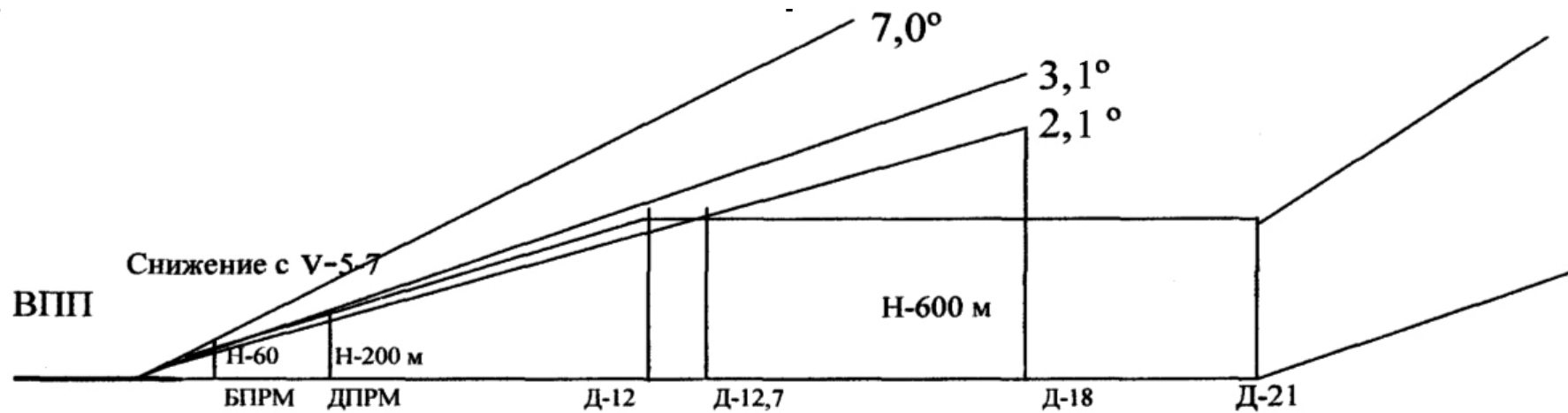


Рис. 10. Схема захода на посадку, режим «возврата».

При выполнении захода на посадку в режиме «возврат» и входе воздушного судна в зону действия лазерной системы посадки (Рис. 10) лётчик наблюдает зелёные курсовые огни (если находится в створе ВПП) и красные глиссадные огни, что является свидетельством входа самолёта в нижний сектор глиссады и что нормальная глиссада находится выше (Рис. 11 «а»).

Продолжая выполнять горизонтальный полёт на высоте 600 метров в створе ВПП на удалении 12750 метров (при расположении глиссадных маяков в 350 м от торца ВПП) воздушное судно входит в зону заданной глиссады (нижняя граница $2^{\circ}10'$). Лётчик наблюдает смену цвета маяков глиссады на зелёный цвет (Рис. 11 «б»).

При возможном уходе воздушного судна выше глиссады лётчик наблюдает смену цвета маяков глиссады на жёлтый цвет. Все возможные виды из кабины воздушного судна на курсовые и глиссадные маяки показаны на Рис. 12.

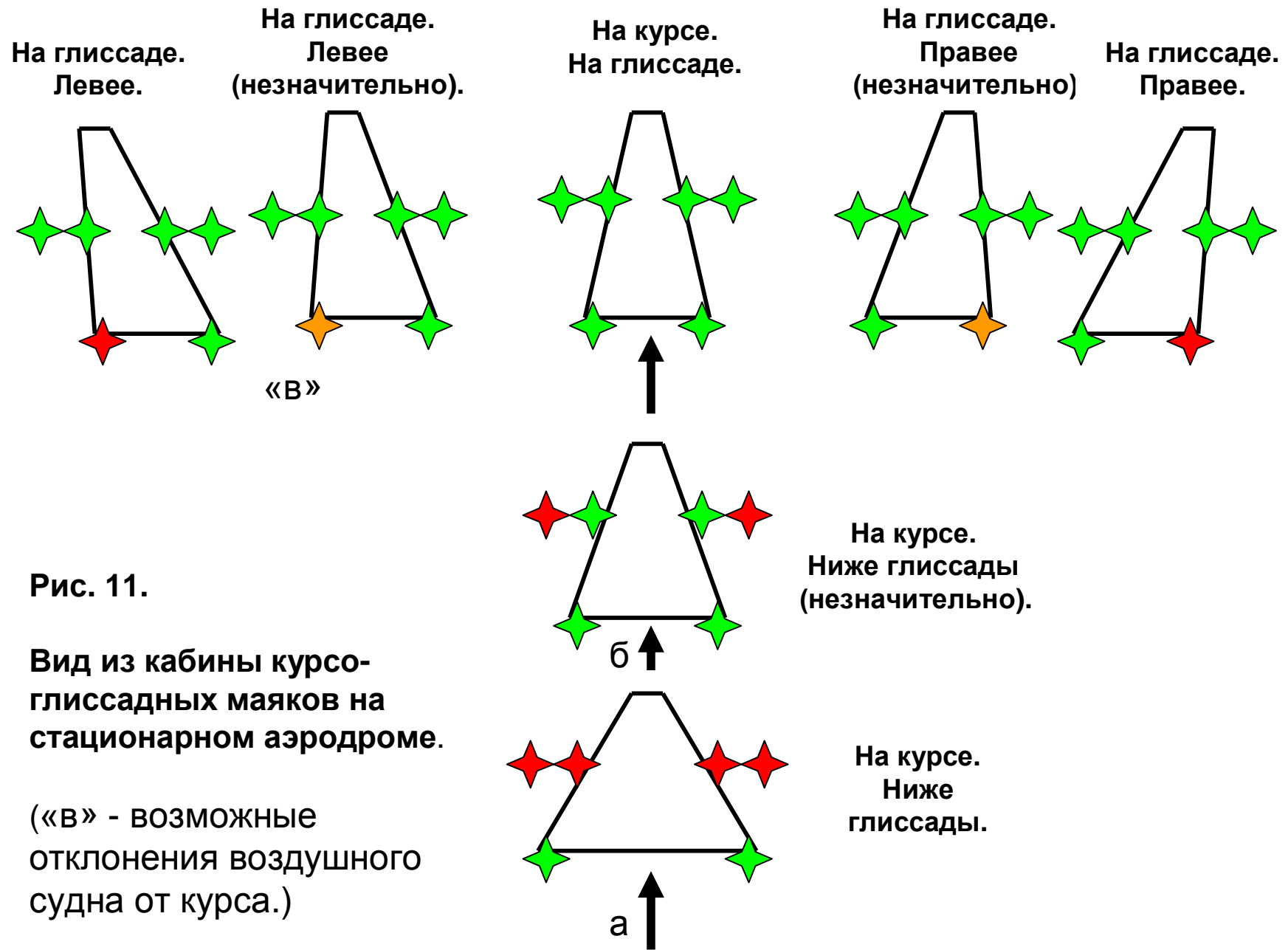


Рис. 11.

Вид из кабины курсо-глиссадных маяков на стационарном аэродроме.

(«В» - ВОЗМОЖНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА ОТ КУРСА.)

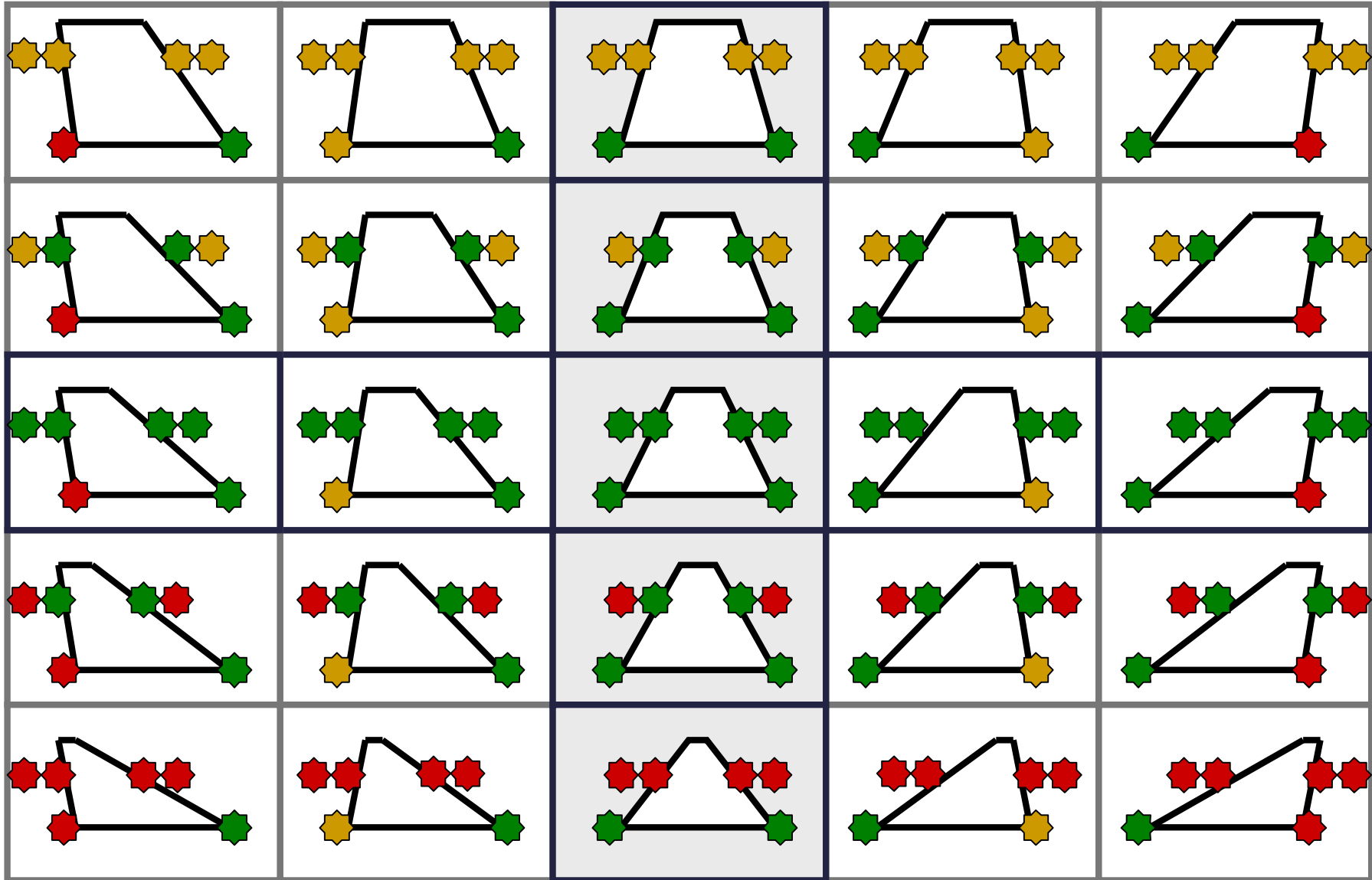


Рис.12. Вид курсоглиссадных маяков при различных положениях воздушного судна относительно курса и глиссады.

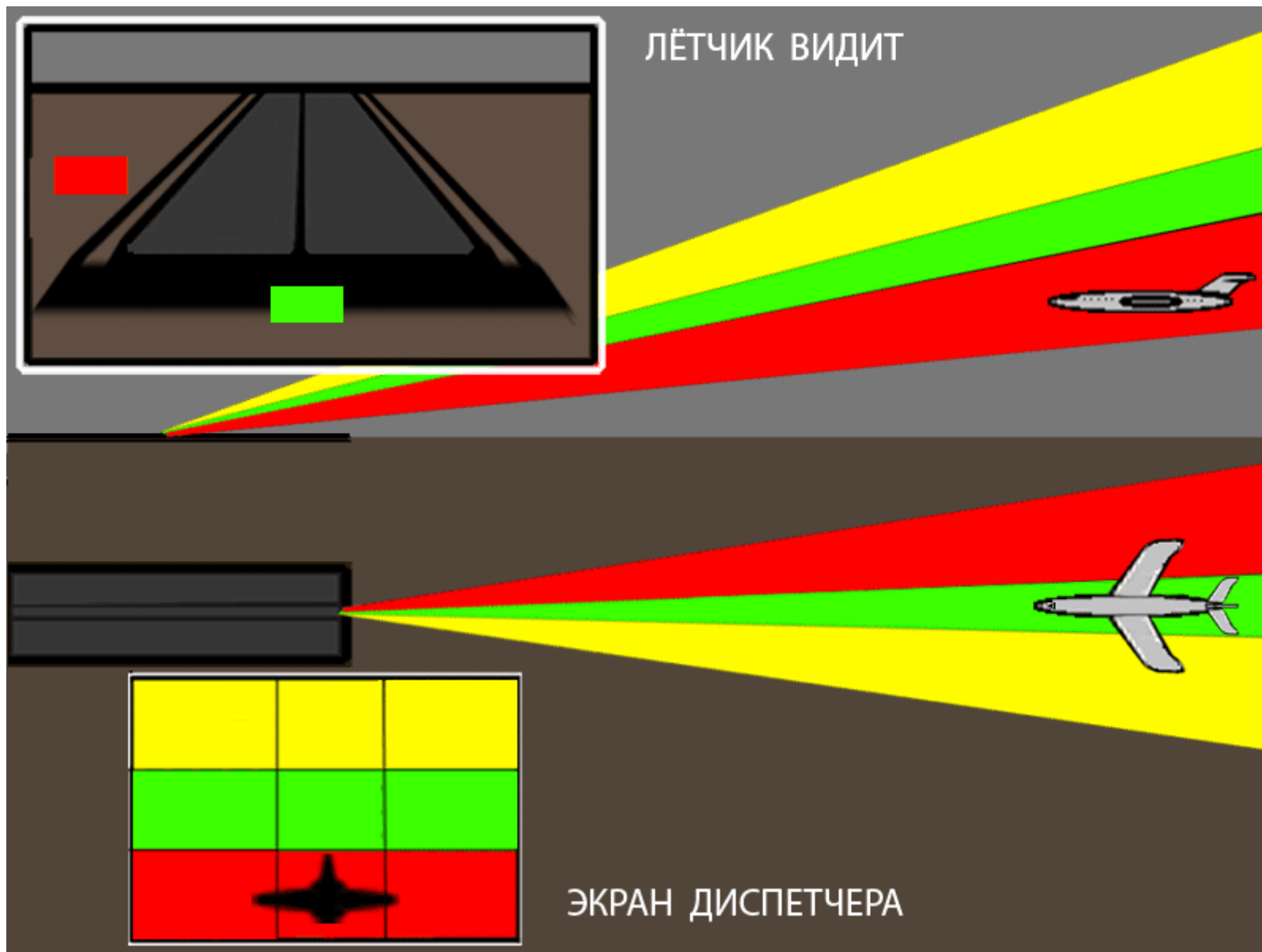


Рис. 13. Вариант использования ЛСП в ограниченном составе. Вид из кабины ВС и на экране оператора (вид сверху и сбоку).

Результаты расчета дальности обнаружения излучения СПЛЭН при различных значениях метеорологической дальности видимости (МДВ), выполненные во ВНИИОФИ и подтвержденные экспериментально в ЛИИ им. М.М. Громова, составляют при МДВ 0,3 км – 0,9 км, при МДВ 8,0 км – 12,0 км, при МДВ 10,0 км – 15,0 км.

Это позволяет производить уверенную посадку при метеоминимумах по III категории ИКАО (МДВ ≤ 300 м). При этом летчик обнаруживает излучение лазера с расстояния ≤ 900 м, что практически означает посадку по I категории метеоминимума ИКАО.

При использовании лазерной системы посадки, основанной на видении прямого лазерного излучения, естественно встает вопрос о безопасности такой системы для зрения пилотов.

Отличительной особенностью лазерной системы посадки является непосредственное нахождение летного экипажа воздушного судна в поле лазерного излучения ЛСП на глиссаде снижения с дальности ~ 18 км до торца ВПП. При этом длительность облучения летного экипажа (органов зрения) лазерным излучением ЛСП составляет от 2 до 5 минут.

Для летного экипажа, выполняющего посадку с использованием лазерной системы посадки на СПЛЭН, воздействие прямого коллимированного лазерного излучения с заявленными параметрами не представляет опасности (по критерию развития органических поражений органа зрения) при угловой расходимости лазерного излучения на выходе оптической системы $2,5^\circ$ на расстоянии наблюдения не менее: 122 м (при МДВ 10 км), 120 м (при МДВ 5 км), 103 м (при МДВ 1 км), 88 м (при МДВ 0,5 км), 65 м (при МДВ 0,2 км). При условии снижения мощности системы на 50% излучение является безопасным во всём диапазоне дальностей.

ОЭСН

(оптико-электронная система наблюдения)

Посадка ВС заканчивается после пробега и торможения ВС на ВПП и сруливания его на РД. В плохих погодных условиях радиотехнических локационных систем контроля занятости ВПП и РД недостаточно, т.к. они не позволяют распознавать посторонние объекты на ВПП и РД, а дают информацию только о их наличии.

Для обеспечения безопасности посадки ВС предлагается ОЭСН с импульсной лазерной подсветкой в составе систем РТО аэродромов, которая может успешно осуществлять:

- дистанционный визуальный контроль за состоянием ВПП и РД и контроль за несанкционированным нахождением на ВПП и РД;
- круглосуточный визуальный дистанционный контроль внешних границ аэродромов и аэропортов, терминалов, стоянок летательных аппаратов от несанкционированного проникновения.

Установка ОЭСН на машине сопровождения обеспечивает безопасность проводки ВС по ВПП и РД в условиях тумана, снегопада, сильной запыленности и яркой внешней засветки.



Рис. 14. – Индикатор с пультом управления и оптический блок ОЭСН

Видимость малоконтрастных объектов с помощью ОЭСН обеспечивается за счет отсекающего фона за ними и наблюдения в пределах узкой глубины просматриваемого пространства. Такие объекты не видны ни ночью в пассивные или активные приборы ночного видения, ни даже днем в обычные оптические наблюдательные приборы.

За счет работы ОЭСН в импульсном режиме любая длительная световая помеха (излучение прожекторов, фар, осветительных ракет) ослабляется в число раз, равное скважности работы ОЭСН. Так осуществляется временная селекция наблюдаемого объекта на фоне помех.

ОЭСН может обнаруживать объекты по бликам, отраженным от их элементов (глаз человека или животного, оптических или оптико-электронных устройств). Это создает благоприятные возможности ее использования для контроля за несанкционированным проникновением людей и животных, нахождением транспортных средств на ВПП и РД, и для дистанционного контроля положения машин и ВС.

На Рис. 15-14 представлены результаты испытаний ОЭСН:

- а) Аналог режима прибора ночного видения;
- б) Режим с импульсной лазерной подсветкой на заданной дальности.



Рис. 15. а) Аналог режима прибора ночного видения.



Рисунок 15. б) Режим с импульсной лазерной подсветкой на заданной дальности. Обнаружение автомобиля в лесу по блику выключенных фар.



**Рисунок 16. а) Аналог режима прибора ночного видения.
Панорама жилого массива.**



Рисунок 16. б) Режим с импульсной лазерной подсветкой на заданной дальности. Панорама жилого массива.



**Рисунок 17. а) Аналог режима прибора ночного видения.
Включён дальний свет фар.**



**Рис. 17. б) Режим с импульсной лазерной подсветкой на заданной дальности.
Включён дальний свет фар.**

ЗАО Научно-производственное «Гамма»
www.nppgamma.com