

УДК 535-2

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОСАДКИ С ИЗМЕНЁННЫМ ЗЕЛЁНЫМ ЦВЕТОМ

Быков Д.И. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Бахолдин А.В.  
(ИТМО)

Компьютерное моделирование в программном продукте «Zemax OpticStudio» оптической системы посадки. Изменение основного зелёного цвета производится путём добавления в систему светодиодов синего цвета. Данный способ позволяет оставаться в пределах допустимых цветов огней наземной навигации, а также не производить серьёзных изменений в конструкции системы.

**Введение.** В настоящее время существуют несколько возможных решений для улучшения успеха посадки. Автоматическое посадочное оборудование, управляемое радиосистемой, является основным инструментом для безопасной посадки судна. Однако эти устройства не так надёжны, как хотелось бы. Многие из них не всегда надежны (особенно при сильных ветрах) и недостаточно точны. Техничко-экономические факторы – не единственные трудности, связанные с автоматическими системами посадки. Другая трудность заключается в том, что человечество стремится полностью автоматизировать процесс посадки самолётов, однако даже если безопасная посадка может быть достигнута с помощью автоматизированных средств с очень высоким уровнем точности, пилот все равно необходим в надзорной роли для того, чтобы вмешаться в случае выхода оборудования из строя. Во время автоматической посадки информация о траектории полета должна быть исключительно четкой и однозначной, чтобы пилот мог быстро принять решение о любых корректирующих действиях. Следовательно, правильное восприятие сигнальных огней является актуальной задачей даже при полной автоматизации процесса.

Другие системы для повышения безопасности посадки основаны на визуальном наблюдении пилотом траектории его самолета при помощи наземных средств. Визуальные средства обозначения глиссады разрабатываются по всему миру и уже применяются во всех крупных и некоторых малых аэродромах, однако все они не лишены недостатков. Эти системы показывают пилоту его текущий угол захода и известны как визуальные индикаторы глиссады (VASIs). Многие системы VASI были разработаны для посадки различных типов самолетов как для гражданского, так и для военного применения.

**Основная часть.** Целью данной работы является моделирование в программном продукте «Zemax OpticStudio» оптической системы посадки, в которой изменение основного зелёного цвета производится путём добавления в систему светодиодов синего цвета. В схеме установки визуального индикатора глиссады предполагается пересечение цветовых секторов. Это сделано для удобства лётчиков, чтобы смена цвета происходила постепенно. Однако на границе красного и зелёного появляется цвет с янтарным оттенком, который также имеет рабочий жёлтый цвет. Из-за данного явления лётчик может перепутать, на каком уровне глиссады он находится (выше или ниже). Для повышения безопасности процесса посадки летательного аппарата необходимо смещать прямую, соединяющую красный и зелёный цвета как можно дальше от исходного янтарного цвета. Изменение можно производить несколькими способами: путём введения светофильтров из цветного стекла, изменением исходных светодиодов на другие, а также добавлением новых светодиодов и смещением их излучения.

В данной работе рассматривается способ изменения зелёного цвета в системе без значительных изменений в конструкции – добавление светодиодов другого цвета. На рынке

представлены синие светодиоды с длиной волны 485 нм. Заменой половины исходных зелёных светодиодов на синие можно добиться смещённого зелёного цвета, координаты которого будут располагаться в допустимых ИКАО пределах.

Для проверки картины, которую будет наблюдать лётчик, если в исходную систему добавить синие светодиоды, проводится моделирование в программе Zemax OpticStudio.

Параметры моделирования:

Зелёный светодиод (ХРЕВGR-L1-0000-00F01): длина волны максимума: 535 нм

Синий светодиод (ХРЕВBL-L1-0000-00Z01): длина волны максимума: 485 нм.

Приёмник располагается на большом расстоянии от системы, имитируя глаз лётчика.

Моделирование производится для ситуации, когда половина светодиодов заменена на синие. При таком способе моделирования зелёный цвет остался идентифицируемым как зелёный, однако при суммарном смешении с красным оттенок получающегося цвета значительно отличается от используемого в системе жёлтого.

**Выводы.** Для предложения решения проблемы получения цвета на границе «красный + зелёный» были проанализированы несколько способов, которые не требуют сильных изменений в конструкции прибора. Полная замена зелёных светодиодов на другие с меньшей длиной волны максимума эффективна, однако имеет технические трудности, так как на рынке нет подходящих по характеристикам источников. Способ, при котором часть светодиодов заменяется на другие с заметно меньшей длиной волны максимума, показал свою эффективность. Смоделированная в Zemax OpticStudio картина показала, что получающийся цвет находится в пределах допустимых, а также может быть однозначно определён как зелёный.

Быков Д.И. (автор)

Бахолдин А.В. (научный руководитель)