

низкая расходимость и спектрально узкие линии) позволяет создать источник лазерного излучения, для преобразования излучения в нелинейных кристаллах и прикладной спектроскопии, а также для применения в лидарной технике (выполнение условия «замороженной» атмосферы). Но в последнем случае необходимо наличие 2-х линий для каждого измеряемого в атмосфере газа. Если нужно измерять такие газы как аммиак и метан, то мы приходим к необходимости наличия 4-х линий (on и off линии в диапазонах 1–4 и 9–10 мкм).

**Описание лазера.** Конструкция основных узлов лазера (разрядная камера, электрический блок питания, элементы резонатора) аналогична созданному ранее ТЕА лазеру с комбинированной газовой смесью [1]. Однако, для получения конкретных линий генерации была применена оптическая схема резонатора, выполненная по неавтоколлимационной схеме с использованием дифракционной решетки и дополнительных зеркал (рис. 1)

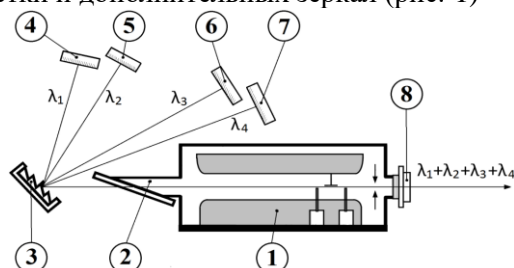


Рис. 1. Оптическая схема лазера: 1 – разрядная камера; 2 – окно Брюстера; 3 – дифракционная решетка; 4, 5, 6, 7 – отражающие зеркала резонатора; 8 – выходное зеркало резонатора

Как видно из оптической схемы лазера, генерация для каждой из 4-х линий формируется в своем резонаторе, а на выходе присутствует четырехволновое излучение. При необходимости можно организовать отдельный выход излучения для каждого из каналов через 00' порядки.

**Заключение.** Таким образом, применение выполненного по неавтоколлимационной схеме резонатора и комбинированной газовой смеси позволило создать многоволновой лазер, генерирующий одновременно на нескольких линиях генерации, принадлежащих к разным спектральным диапазонам. Лазер может использоваться для спектроскопических исследований и дистанционного газоанализа с выполнением условия «замороженной» атмосферы.

#### Литература

1. Шавель, С. С. ТЕА лазер, генерирующий в нескольких спектральных диапазонах / С. С. Шавель [и др.]. – Журнал прикладной спектроскопии. – 2023. – Т. 90, № 6. – С. 835–842.

УДК 681.7.067.2

### ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕКТИВОВ С ПЕРЕМЕННЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ В КОСМИЧЕСКОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Аспирант Шанчук В. А., аспирант Чергейко С. В.

Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н. К.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

В настоящее время широкое распространение получили оптические системы (ОС) с переменным фокусным расстоянием. Такая оптика имеет ряд функциональных преимуществ. Существует классификация таких ОС: объективы с дискретным переменным увеличением, варио-объективы, трансфокаторы, объективы с механической и оптической компенсацией изображения и др. Современные разработки активно используются в военно-технической сфере и других областях. Активно рассматривается возможность использования объективов с переменным фокусным расстоянием в космическом приборостроении. В работе проанализированы некоторые направления применения таких объективов:

- использование в автономных системах навигации космических аппаратов (КА), где они выполняют широкий спектр задач;
- использование в составе сервисных космических аппаратов (СКА) для безоператорной технической инспекции дорогостоящих КА;

- возможность установки данных объективов на планетоходы для получения высококачественных снимков поверхности планет;
- использование объективов с переменным фокусным расстоянием в качестве звездного датчика на КА (теоретический аспект), что позволит упростить и ускорить процесс расчета углового отклонения спутника от стационарного опорного объекта.

Стоит заметить, что данный тип систем имеет ряд недостатков, которые влияют на перспективу их внедрения в сферу космического приборостроения:

- объективы с переменным фокусным расстоянием имеют более низкое качество даваемого ими оптического изображения, чем объективы с постоянным фокусным расстоянием, за счет наличия у них большего количества оптических элементов;
- высокое светорассеяние из-за сложности их конструкции, что приводит к снижению контраста даваемого ими оптического изображения;
- более низкая светосила, а также большие габариты и вес, чем у объективов с постоянным фокусным расстоянием;
- низкая термонеравстраиваемость.

Однако, при всех их недостатках, объективы с переменным фокусным расстоянием имеют одно неоспоримое преимущество, которое делает их крайне полезными для сферы космического приборостроения – работа в широком диапазоне фокусных расстояний, что перекрывает практически все необходимые потребности.

При решении ряда теоретических, конструкторских и технологических задач данная идея по применению таких объективов в космическом приборостроении имеет большой потенциал.

#### Литература

1. Rebordão, J. M. Space optical navigation techniques: an overview / J. M. Rebordão // 8th Iberoamerican Optics Meeting and 11th Latin American Meeting on Optics, Lasers, and Applications. – SPIE, 2013. – Vol. 8785. – P. 29–48.

2. Каткалов, В. Б. Перспективы развития спутниковых услуг / В. Б. Каткалов // Интеллектуальные технологии на транспорте (сетевой электронный научный журнал) [Электронный ресурс]. – 2020. – № 1. – Режим доступа: [http://itt-pgups.ru/index.php/itt\\_pgups/issue/view/748/i194](http://itt-pgups.ru/index.php/itt_pgups/issue/view/748/i194).

УДК 535.8:621

### ПРИЦЕЛ НАВОДЧИКА МНОГОКАНАЛЬНЫЙ

Студент гр. 11311220 Шахрай Р. В

Д-р техн. наук, профессор Козерук А. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Прицел служит для выполнения следующих задач: обзора местности, обеспечивающего оператору обнаружение и выбор цели в любое время суток (дневных и ночных условиях); стабилизированного в двух плоскостях наведения и удержания прицельной марки на цели по сигналам с пульта управления; обеспечения измерения дальности до цели лазерным дальномером; создания и формирования поля управления для стрельбы управляемыми ракетами с превышением оси нулевых команд над линией прицеливания и без превышения; формирования управляющих и информационных сигналов для обеспечения совместной работы с аппаратурой комплекса вооружения; обеспечения введения служебной информации в поле зрения окуляра и на экранах видеосмотровое устройство тепловизионный визирный канал во всех условиях эксплуатации изделия.

В прицеле предусмотрены следующие режимы работы: «Основной», «Дубль», «Целеуказание».

Режим «Основной»: наводчик ведет наблюдение, измерение дальности, наведение и стрельбу из пушки всеми типами артиллерийских боеприпасов и управляемой ракетой, а также из спаренного пулемета с использованием изделия.

В режиме «Основной» обеспечивается автоматическое сопровождение цели.

Режим «Дубль»: управление работой система управления огнем и ведение стрельбы производится командиром с использованием видеосмотрового устройства тепловизионного канала изделия с сохранением всех функций режима «Основной».