Отзыв

официального оппонента на диссертацию Шишкина Игоря Петровича

«Разработка и исследование малогабаритных проекционных

оптических систем высокого разрешения»,

представленную на соискание учёной степени

кандидата технических наук по специальности 05.11.07

«Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

**Актуальность темы диссертационной работы**.

Развивающийся сектор мобильных устройств нуждается в использовании как встроенных, так и подключаемых дополнительно проекционных устройствах, которые позволили бы расширить функциональные возможности портативных приборов. В последние годы ряд фирм разработали конструкции минипроекторов, в которых используются различные принципы синтеза изображения.

Однако, дальнейшее развитие миниатюрных источников света, таких как светодиоды и лазерные диоды, открывает всё новые возможности для создания более компактных минипроекторов с высокой яркостью и разрешением изображения на экране.

**Цель работы**, выполненной Шишкиным И.П., – решение актуальной научно-технической задачи – миниатюризация и увеличение разрешающей способности проекционных оптических систем для современных мобильных устройств.

**Задача** диссертационной работы заключалась в разработке теоретических аспектов и конструкторско-технологических решений, обеспечивающих миниатюризацию проекционных оптических систем современных мобильных устройств.

**Практическая значимость работы**.

Глубокий анализ современных проекционных технологий, проведённый Шишкиным И.П., позволил выработать практические рекомендации по выбору оптимальных схем миниатюрных проекционных систем в зависимости от заданных конструкторско-технологических параметров (типа выбранного источника света, типа и принципа работы оптического модулятора, размера и формата экрана, требуемой яркости и равномерности изображения, разрешающей способности объектива).

Были разработаны и внедрены новые осветительные системы минипроекторов, варианты конструкций оптических модулей минипроекторов, объективы, многофункциональные, комбинированные, монолитные и планарные оптические элементы с использованием разработанных методов преобразования лазерного излучения и методов миниатюризации.

Основные разработки теоретически обоснованы и достоверны, защищены 24 патентами, доведены до конкретных инженерных решений и внедрены в серийные образцы минипроекторов.

**Характеристика работы.**

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения и библиографии. Работа изложена на 142 страницах, содержит 52 таблицы и 70 рисунков.

**В первой главе** проведён анализ современных проекционных технологий и проанализированы принципы построения проекционных систем, применяемых в различных проекционных технологиях.

Классификация минипроекторов по потребительским свойствам и классификация по техническим параметрам показала, что перспективными и ключевыми направлениями развития минипроекторов являются совершенствование осветительных систем с целью повышения яркости изображения, повышение разрешающей способности объективов, разработка компактных оптических модулей и расширение их функциональных свойств (внутренняя фокусировка, переменное увеличение).

**Во второй главе** основное внимание уделяется расчёту осветительных систем минипроекторов, особенностям их проектирования. Приведены практические расчёты отдельных элементов и компонентов осветительной системы минипроектора и проведён анализ их качественных характеристик.

Здесь же дано описание функциональной осветительной системы лазерного проектора, на основе которой была выдвинута идея создания и применения многофункциональных элементов в оптической системе минипроектора. Сформулированы методы миниатюризации оптических систем проекторов. и приведены примеры построения многофункциональных оптических элементов: коллиматор с призмой, блок коллиматоров, генератор линии.

**В третьей главе** диссертационной работы была поставлена и решена задача проектирования компактных объективов с высоким разрешением для встроенных минипроекторов. Приведены примеры расчёта компактного и светосильного объективов, объектива с ультракоротким проекционным расстоянием, широкоугольного и панорамного зеркально-линзового объектива, миниатюрного объектива с переменным фокусным расстоянием, описаны методы коррекции изображения при сканировании.

На основе теории аберраций третьего порядка автор впервые определил область оптимального соотношения кардинальных отрезков в двухкомпонентном объективе и показать, что в нем может быть достигнуто исправление монохроматических аберраций.

В результате теоретического исследования триплета впервые была выведена оригинальная формула соотношения оптических сил компонентов, которая позволяет получить простое решение для реализации внутренней фокусировки в объективе проектора.

**Четвёртая глава** посвящена разработке оптических модулей минипроекторов. Разработанные автором в этой главе конструкции оптических модулей с применением монолитных и планарных элементов, с использованием 3х-мерного проектирования обеспечивает их минимальные габариты и возможность интегрирования в современные портативные устройства (мобильный телефон, цифровую камеру, ноутбук).

**В заключении** подведены итоги выполненного исследования, даны рекомендации по использованию полученных результатов, определены направления и перспективы развития проекционных технологий.

**Новизна диссертационного исследования**.

1. Разработаны принципиально новые осветительные системы минипроекторов, отличающиеся от аналогов компактностью конструкции (сокращено количество элементов, увеличена световая эффективность, уменьшены габариты, масса и себестоимость).

2. Предложена и теоретически обоснована схема двухкомпонентного проекционного объектива с воздушным промежутком.

3. На основе выведенного соотношения оптических сил компонентов в триплете может быть реализовано простое решение для внутренней фокусировки в объективе.

4. Предложенные автором конструкторско-технологические решения на основе введения асферических, дифракционных элементов для коррекции аберраций позволяют упростить конструкцию, обеспечить высокое разрешение и создать оптический модуль минипроектора с размерами 6÷8 $см^3$ и толщиной менее 10 мм.

5. Оптический модуль с применением разработанных автором компактных объективов может быть интегрирован в современные портативные устройства (мобильный телефон, цифровую камеру, ноутбук).

**Недостатки и замечания**.

1. Во второй главе недостаточно уделено внимания работам отечественных авторов, имеющих значительные достижения в области разработки лазерных оптических систем.

2. Расчёт некоторых элементов осветительных систем для лазерного проектора построен на аппарате классической геометрической оптики, что без учёта особенностей распространения лазерного излучения обычно недостаточно для адекватных результатов.

3. Имеются неточности и небрежность при оформлении диссертации:

– так в тексте иногда указывается, что яркость имеет размерность Лм (стр.13,27);

– на стр.15 написано: «Фирма OSRAM спроектировала ….., а также каллиматорную оптику для фокусировки луча». Коллимация не используется для фокусировки;

– на стр. 39 «Лазерные лучи проектируются таким образом, что диаметр пучка не превышает размер пикселя и не расширяется с увеличением расстояния во всем диапазоне проекции». Это не корректное высказывание. т.к. пучки, конечно же, расширяются.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки выполненной работы.

Автореферат соответствует материалам диссертации, отражает цель работы, её научную новизну, теоретическую ценность. Это подтверждается опубликованием в научной печати 6 статей. Достоверность и практическую значимость диссертации подтверждается 24 патентами и внедрением разработок автора в производство образцов миниатюрных проекторов в компании «Samsung Electro-Mechanics Co.».

Диссертация Шишкина И.П. является актуальным и завершённым научным исследованием. Научные положения, выносимые на защиту, обоснованы и значимы.

Диссертация соответствует п.1 паспорта научной специальности и п.9 Положения о присуждении учёных степеней.

По моему мнению, работа Шишкина Игоря Петрович полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

ФГБОУВО «Московский государственный
университет имени Н.Э. Баумана (национальный
исследовательский университет)»,
НИИ «Радиоэлектроника и лазерная техника»
к.т.н., начальник отдела, доцент
диссертация защищена по специальности
05.11.07 «Оптические и оптико-электронные
приборы и комплексы» Александр Фёдорович Ширанков
Почтовый адрес: 105005, Москва,
ул. 2-ая Бауманская, 5, стр.1
e-mail: ashirankov@mail.ru
тел. +7 (499) 263-64-36; +7 (926) 228-90-86

Подпись Ширанкова А.Ф. удостоверяю

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
ЗАМ. НАЧАЛЬНИКА УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ
НАЗАРОВА О.В.
ТЕЛ. 8 499 263-60-48