

Отзыв научного руководителя  
на диссертационную работу **Мамбетовой Ксении Мустафиевны**  
**«Генерация электронных пучков и агрегирование микро- и наночастиц в  
сильных электрических полях, формируемых на поверхности кристаллов  
LiNbO<sub>3</sub> и микроструктур LiNbO<sub>3</sub>:Cu при термическом и лазерном  
воздействии»**, представленную на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника

Сильные электрические поля в сегнетоэлектрических кристаллах, таких как ниобат и танталат лития, привлекают внимание в связи с возможностью их использования для создания термически и оптически управляемых устройств различного назначения. Для реализации оптических методов формирования электрических полей требуется легирование этих кристаллов фотовольтаически активными примесями. Одним из подходов является диффузионное легирование, позволяющее создавать микроструктурированные образцы полярных и неполярных срезов, особенно перспективные для реализации фотовольтаических пинцетов. При термическом воздействии на образцы полярных срезов генерируемые за счет пирозлектрического эффекта сильные электрические поля приводят к эмиссии электронов, что используется для создания компактных твердотельных источников рентгеновского и нейтронного излучения. В связи с этим диссертационная работа К.М. Мамбетовой, целью которой является исследование эффектов генерации электронных пучков и агрегирования микро- и наночастиц в сильных электрических полях, формируемых на поверхности кристаллов LiNbO<sub>3</sub> и микроструктур LiNbO<sub>3</sub>:Cu при термическом и лазерном воздействии, для развития научного и практического задела, позволяющего реализовать на их основе управляемые твердотельные источники электронов и рентгеновского излучения с улучшенными характеристиками, и фотовольтаические пинцеты, представляется актуальной и имеющей большое практическое значение для развития как технологии фотовольтаических пинцетов, так и твердотельных источников электронных пучков и устройств на их основе.

К.М. Мамбетовой выполнен большой объем технологических и конструкторских работ, теоретических и экспериментальных исследований по определению параметров создаваемых микроструктур и генерируемых электронных пучков; по развитию методики расчета сил, действующих на микро- и наночастицы, агрегируемые фотовольтаическими пинцетами на основе пластин LiNbO<sub>3</sub>:Cu X-среза; по разработке методики экспериментальной регистрации динамики пирозлектрической генерации электронов в микросекундном и наносекундном диапазонах. Следует отметить, что ей удалось продемонстрировать агрегацию микро- и наночастиц на созданных микроструктурированных образцах LiNbO<sub>3</sub>:Cu, а также обнаружить генерацию импульсных электронных пучков с длительностью около 15 нс и силой тока в максимуме до 600 мА. Полученные в диссертации результаты характеризуются научной новизной и ценностью, имеют научную и практическую значимость, и являются основой для проведения дальнейших исследований как по совершенствованию характеристик исследованных фотовольтаических пинцетов и разработанных методик экспериментальных исследований динамики пирозлектрической генерации электронных пучков, так и по их использованию

для обнаружения новых физических явлений. Созданные К.М. Мамбетовой экспериментальные установки не только позволили выполнить описанные в диссертации исследования, но и эффективно используются в учебном процессе, осуществляемом на кафедре Электронных приборов Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Практически реализованная ею технология создания микроструктур  $\text{LiNbO}_3:\text{Cu}$  методом высокотемпературной диффузии из металлических пленок использовались в ООО «Кристалл Т».

К.М. Мамбетовой проведен цикл теоретических и экспериментальных работ технической направленности в области физической электроники, логично связанных между собой и позволивших не только создать теоретические модели исследованных явлений, но и экспериментально подтвердить их адекватность. Она хорошо проявила себя при написании статей по материалам диссертации, при внедрении ее результатов в учебный процесс, а также в качестве руководителя студенческих ВКР и научных работ в рамках группового проектного обучения. В течение всего периода обучения в аспирантуре К.М. Мамбетова принимала активное участие в научно-исследовательских работах кафедры, в работе научно-технических конференций, и продемонстрировала хорошие способности к исследовательской деятельности.

Считаю, что данная диссертационная работа соответствует требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Мамбетова Ксения Мустафиевна, характеризуется высокой научной квалификацией и заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника.

Доктор физико-математических наук,  
профессор, профессор кафедры  
Электронных приборов ТУСУР

С. М. Шандаров

Подпись С. М. Шандарова удостоверяю  
Ученый секретарь ТУСУР



Е. В. Прокопчук