

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Зайченко Кирилла Вадимовича

на диссертационную работу Забегаева Дмитрия Николаевича

«Информационно-аналитическая система для экспериментальных исследования сверхбыстрых оптоэлектронных процессов в арсениде галлия», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – «Радиофизика»

### **Актуальность темы**

Диссертация Забегаева Д.Н. посвящена разработке системы управления лазерным пикосекундным измерительным комплексом и проведению на этом комплексе экспериментальных исследований оптоэлектронных процессов пикосекундной длительности, происходящих в тонком слое полупроводниковой гетероструктуры под действием мощной пикосекундной оптической накачки.

Работу можно условно разделить на две взаимосвязанные части. В первой, которой посвящены главы 2 и 3, описаны выполненные автором работы по созданию программно-аппаратного комплекса. Дается подробное представление структуры и составных частей разработанной экспериментальной установки, приводится описание научно-

технических задач, возникших перед автором и решенных им в процессе разработки системы управления. Во второй части (главы 4, 5) рассматриваются экспериментальные исследования, проведенные на представленном измерительном комплексе. В этих исследованиях изучаются характеристики стимулированного излучения пикосекундной длительности, которое возникает в тонком слое арсенида галлия под действием мощного оптического импульса накачки.

Обе составные части работы являются актуальными и перспективными направлениями современной науки. Быстрое развитие микроэлектроники и вычислительной техники в последние десятилетия дало возможность выйти на новый уровень управления ходом технологических и измерительных процессов как в научных, так и в производственных задачах. Описанные в диссертационной работе алгоритмы компенсации джиттера при временных измерениях и устранения влияния космических лучей при спектральных измерениях могут найти применение при решении аналогичных задач в смежных областях науки. Изучение же быстрых процессов в полупроводниках может дать необходимые знания для более активного развития таких актуальных направлений, как, например, разработка устройств сверхбыстродействующей оптоэлектроники.

### **Научная новизна**

Разработанный диссертантом программно-аппаратный комплекс, управляющий работой экспериментальной установки, позволил впервые провести прямые измерения характеристик пикосекундного излучения, возникающего в тонком слое арсенида галлия под действием мощного оптического луча накачки. Были измерены характерные параметры этого

излучения: время задержки его возникновения относительно луча накачки, время релаксации, длительность самого импульса.

Было впервые обнаружено, что спектр возникающего под действием накачки пикосекундного излучения образует модовую структуру, причем на фронте спектра возникает один набор мод, а на спаде – другой, максимумы которого лежат между максимумами первого. При этом интегральный по времени спектр продолжал иметь гладкую, без локальных особенностей, форму.

### **Научная и практическая значимость работы**

В описываемых в работе исследованиях представлены новые знания о свойствах арсенида галлия, проявляемых под действием мощной оптической накачки пикосекундной длительности. Арсенид галлия является одним из наиболее используемых в науке и индустрии полупроводников. Эти знания могут найти применение, например, при разработке новых быстродействующих оптоэлектронных устройств. В первую очередь, это полупроводниковые лазеры, а также суперлюминесцентные диоды, оптически управляемые модуляторы прозрачности и другие устройства.

### **Апробация результатов работы**

Материалы диссертационной работы опубликованы в 34 печатных работах, включая 27 статей в научных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Из них 6 статей – в зарубежных рецензируемых журналах, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования World of Science и Scopus. Основные материалы диссертации докладывались на различных отечественных и зарубежных конференциях и семинарах.

Содержание автореферата в полной мере отражает основные результаты диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертационная работа Забегаева Дмитрия Николаевича представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком уровне, оформленное в виде научно-квалификационной работы. Диссертация соответствует папорту специальности 1.3.4 – «Радиофизика», а именно пункту 2 «Разработка новых приборов и методов для изучения линейных и нелинейных процессов излучения, распространения, дифракции, рассеяния, взаимодействия и трансформации волн в естественных и искусственных средах» и пункту 3 «Разработка и создание новых электродинамических систем и устройств формирования и передачи радиосигналов: резонаторов, волноводов, фильтров и антенных систем в радио, оптическом и ИК - диапазоне». В работе представлен ряд новых научных результатов, имеющих как фундаментальное, так и прикладное значение. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации и даст соответствующее представление о полученных автором результатах.

Основываясь на изложенных выше выводах об актуальности темы, научной новизне результатов, их теоретической и практической значимости, а также их достаточной апробации, можно заключить, что диссертационная работа Забегаева Д.Н. «Информационно-аналитическая система для экспериментальных исследования сверхбыстрых оптоэлектронных процессов в арсениде галлия» соответствует требованиям и критериям Положения ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного

Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Забегаев Дмитрий Николаевич, заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – «Радиофизика».

Официальный оппонент

профессор, заведующий лабораторией радио- и оптоэлектронных приборов биоинформационных и геномных технологий ранней диагностики патологий живых систем Института аналитического приборостроения РАН,

доктор технических наук по специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация»

Адрес: 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 31-33, лит. А.

Тел.: +7 (812) 363-07-40

E-mail: kvz235@mail.ru

Зайченко Кирилл Вадимович

«28» 05 2024 г.

Подпись д.т.н., проф. Зайченко К.В. заверяю:

Ученый секретарь ИАП РАН

«28» 05 2024 г.



к.ф.-м.н. Щербаков Анатолий Петрович