

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Чесницкого Антона Васильевича

### «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ И ТРЕХОСЕВЫХ ХОЛЛОВСКИХ ДАТЧИКОВ»,

представленную к защите на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальностям

01.04.10 - «Физика полупроводников» и 05.27.01 - «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах»

**Актуальность темы.** Диссертационная работа Чесницкого А.В. посвящена разработке и исследованию новых типов микродатчиков магнитного поля с электрическими и оптическими способами регистрации. Такие миниатюрные бесконтактные магнитооптические и трехосевые холловские датчики магнитного поля, предназначенные для локального измерения вектора магнитного поля в пространстве и величины его градиента, на сегодняшний день являются крайне востребованными. Они могут быть использованы в различных сенсорных системах робототехники, микроэлектронной промышленности и портативной энергоэффективной электроники. Рассмотренные в работе новые подходы к созданию магнитооптических датчиков позволят качественно улучшить характеристики данных систем. В связи с этим, диссертационная работа, безусловно, является актуальной. Её результаты могут быть положены в основу конструирования массивов миниатюрных датчиков магнитного поля. Также результаты моделирования могут быть использованы при разработке конструкции и технологии изготовления высокочувствительных датчиков с плазмон-плазмонным взаимодействием.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.**

Научные положения в достаточной степени обоснованы и напрямую следуют из результатов работы. Однако, отмечу, что формулировка третьего научного положения может быть воспринята двусмысленно. В нём автор утверждает, что «Оптимизированный с помощью численного моделирования датчик ... обладает высоким магнитооптическим откликом ...». Несмотря на оговорку «с помощью численного моделирования» из контекста не ясно, изготавливался ли датчик в данной работе. При детальном изучении диссертации становится очевидным, что

такого датчика в природе еще нет: в работе исследовалась лишь математическая модель.

Выводы и рекомендации по использованию результатов (практической значимости) являются обоснованными. Они вытекают из результатов критического анализа литературных данных, результатов технологических экспериментов, численного моделирования и измерений. В диссертации проведен анализ научно-технической литературы (список литературы содержит 135 наименований), посвященной проблемам измерения магнитного поля, рассмотрены передовые технологии создания миниатюрных трехмерных датчиков магнитного поля. Автором, совместно с коллегами, реализована методика изготовления трубчатых трехосевых холловских микродатчиков, применена оригинальная технология сворачивания напряженных полупроводниковых нанопленок. В работе описаны основные этапы изготовления лабораторных образцов трехосевых холловских микродатчиков. Характеристики датчиков измерены на метрологически аттестованном оборудовании. Рассмотрена конструкция бесконтактного плазмонно-усиленного магнитооптического датчика на основе гибридной металл-диэлектрической наноструктуры, проведено моделирование электромагнитных процессов. Расчеты в работе выполнены при помощи широко известного программного обеспечения, в котором заложены корректные математические модели исследуемых физических процессов (1DPoisson, CST Microwave studio)

**Оценка новизны и достоверности.** Диссертационная работа Чесницкого А.В. обладает научной новизной и вносит заметный вклад в построение современной магнитоэлектронной элементной базы. Научные результаты, полученные Чесницким А.В., являются оригинальными. Достоверность результатов численного моделирования электромагнитных процессов в исследуемых структурах и результатов экспериментальных исследований подтверждается выбором известных методов расчета, заложенных в используемом программном обеспечении, методов измерений, а также использованием аттестованного оборудования.

Основные положения диссертации отражены в 10 научных работах в материалах всероссийских и международных конференций и в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК. По результатам, полученным в первых трех главах диссертации, оформлен патент РФ на изобретение, что является дополнительным подтверждением практической значимости диссертации на соискание научной степени по техническим наукам.

К наиболее существенным научным результатам, полученным Чесницким А.В., могу отнести следующие:

- Разработана оригинальная конструкция высокочувствительных трёхосевых холловских датчиков на основе полупроводниковых микротрубок, содержащих двумерный электронный газ.
- Исследованы магнитополевые, угловые и шумовые характеристики трёхосевых холловских датчиков; продемонстрирована возможность измерения трех компонент вектора магнитного поля одним неподвижным микродатчиком.
- Предложена и с помощью численного моделирования исследована конструкция плазмонно-усиленного магнитооптического датчика в геометрии экваториального эффекта Керра; показана возможность усиления магнитооптического отклика на два порядка по сравнению с традиционными структурами.

**Общие замечания по диссертационной работе.** Основные замечания следующие:

1. В тексте диссертации неоднократно указывается о разработке конструкции трёхосевых холловских датчиков. Данная разработка обязательно должна включать процессы оптимизации слоев гетероструктур GaAs/AlGaAs/GaAs с использованием расчетов и технологических экспериментов. Но автор ограничивается лишь констатацией факта оптимизации слоев (см. стр. 59), чего явно недостаточно (в таком случае речь идет не о разработке, а об изготовлении лабораторного образца). Данный вопрос следовало бы раскрыть подробнее: по каким параметрам проводилась оптимизация, и какие параметры структуры GaAs/AlGaAs/GaAs выбирались в качестве варьируемых; привести результаты исследований в виде графиков или таблиц.

2. Глава 4, которая по смыслу должна быть оригинальной, по факту является таковой менее чем на половину (по количеству страниц). Параграфы 4.1-4.5 являются обзором литературы, и их следовало бы поместить в главу 1. Изложение оригинальных результатов, которое начинается с п. 4.6, также имеет форму литературного обзора (конструкция исследуемой структуры приводится со ссылкой на работу автора).

Кроме этого в тексте имеется ряд мелких ошибок (например, подписи на рисунках 3.19-3.22 оформлены на английском языке).

**Заключение.** В целом, несмотря на указанные замечания, диссертационная работа Чесницкого А.В. является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, обладающей актуальностью, новизной и практической значимостью. Автореферат диссертации в полном объеме соответствует содержанию диссертации и отражает полученные научные результаты.

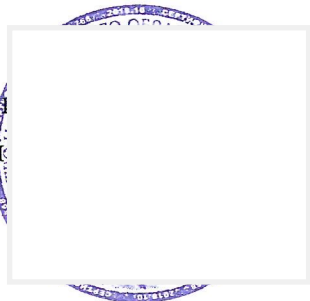
Диссертация полностью отвечает требованиям, указанным в п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» и содержит новые научно-технические решения, направленные на разработку и совершенствование микродатчиков магнитного поля с электрическими и оптическими способами регистрации.

На основании вышеизложенного считаю, что автор работы Чесницкий Антон Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 01.04.10 - «Физика полупроводников» и 05.27.01 - «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Официальный оппонент, к.ф.-м.н.,  
старший научный сотрудник лаборатории  
функциональной электроники Национального  
исследовательского Томского  
государственного университета  
634050, г. Томск, проспект Ленина, д. 36  
<http://www.tsu.ru>  
Тел.: 8 (3822) 529-672  
E-mail: [funcelab@gmail.com](mailto:funcelab@gmail.com)

Прудаев И. А.

Сведения  
ученых



**Н.А. САЗОНОВА**

Поступил в совет 15.01.2019

Ознакомлен 15.01.2019