

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.347.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23 мая 2025 г., протокол № 2

О присуждении **Максименко Юрию Николаевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация **«Мощные полупроводниковые приборы со статической индукцией»** по специальности 2.2.2 – «Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств» принята к защите 17 февраля 2025 г., протокол № 1, диссертационным советом 24.2.347.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета № 766/нк от 05.11.2013 г.

Соискатель Максименко Юрий Николаевич, 30 апреля 1955 года рождения.

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук «Разработка технологии и физико-математической модели транзисторов со статической индукцией» по специальности 01.04.10 – «Физика полупроводников» защитил в диссертационном совете, созданном на базе Московского энергетического института, в 1988 году, выдан диплом кандидата технических наук серии ТН № 116223, дата выдачи 11.01.1989 г.

В 1977 году Максименко Ю.Н. окончил Томский политехнический институт по специальности «Физика», выдан диплом, присвоена квалификация «Инженер-физик».

С 1977 года по 2019 год Максименко Ю.Н. работал в Холдинговой компании Публичном акционерном обществе «Новосибирский электровакуумный завод – Союз» (ХК ПАО «НЭВЗ-Союз») в должностях: инженер, старший инженер, ведущий инженер, начальник лаборатории (отдел по разработке полупроводниковых приборов № 21), начальник специального конструкторского бюро и главный инженер проекта. С 2020 года по настоящий момент работает в Обществе с ограниченной ответственностью «Дизайн-центр биомикроэлектронных технологий «Вега» (г. Новосибирск), лаборатория силовых транзисторов, должность ведущий инженер.

Диссертация выполнена в специальном конструкторско-технологическом бюро Холдинговой компании Публичном акционерном обществе «Новосибирский электровакуумный завод – Союз».

Научный консультант – Троян Павел Ефимович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», кафедра физической электроники, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Наумова Ольга Викторовна, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск), лаборатория технологии кремниевой микроэлектроники, заведующая лабораторией;

Коханенко Андрей Павлович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный

исследовательский Томский государственный университет» (г. Томск), кафедра квантовой электроники и фотоники, профессор кафедры;

Крупкина Татьяна Юрьевна, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», институт интегральной электроники имени академика К.А. Валиева, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Пульсар» (АО «НПП «Пульсар»), г. Москва, **в своем положительном отзыве**, подписанным главным научным сотрудником лаборатории разработки СВЧ МИС на широкозонных полупроводниках и перспективных научных исследований, доктором технических наук, старшим научным сотрудником Алексеем Сергеевичем Адониным, и утвержденном заместителем генерального директора АО «НПП «Пульсар», доктором технических наук, профессором Юрием Владимировичем Колковским, **указала, что** диссертационная работа Максименко Ю.Н. представляет органичное сочетание технического/практического подхода к анализу известных теоретических представлений о конструкторско-технологических и схмотехнических проблемах при создании мощных полупроводниковых приборов со статической индукцией, а также их моделировании, что может быть присуще только высококвалифицированному практикующему разработчику полупроводниковых приборов. Диссертация Максименко Ю.Н. – законченное исследование, в котором получены новые результаты, представляющие собой не тривиальное решение принципиальной научно-практической проблемы, имеющее приоритетное в настоящее время значение для развития отечественной ЭКБ и повышения обороноспособности страны. Содержание автореферата полностью соответствует тексту диссертации. Диссертационная работа Максименко Юрия Николаевича на тему «Мощные

полупроводниковые приборы со статической индукцией» по своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов полностью соответствует требованиям ВАК РФ, а именно п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 2.2.2 – «Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств» (технические науки), а автор диссертации Максименко Юрий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.2 – «Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств» (технические науки).

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 25 научных работах, из которых 10 статей опубликованы в рецензируемых научных журналах по специальности 2.2.2, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ. Издана одна монография. По теме диссертации получено 14 авторских свидетельства и патентов на изобретения СССР и РФ.

Личный вклад соискателя в работах, опубликованных в соавторстве, составляет не менее 80%. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют.

Наиболее значимые публикации в рецензируемых изданиях (журналах из перечня ВАК РФ по специальности 2.2.2), в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора наук:

1. Максименко Ю. Н., Петросянц К. О., Силкин Д. С. Грабежова В. К. // TCAD-Моделирование транзистора со статической индукцией // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2024. Т. 29. №4. С. 489-503.
2. Максименко Ю. Н., Петросянц К.О., Силкин Д. С., Грабежова В. К. // Высокочастотная модель транзистора со статической индукцией // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2024. Т. 29. №6. С. 772-786.

3. Максименко Ю. Н., Грабежова В. К. // Новая технологическая схема формирования структуры кристалла транзистора со статической индукцией КП926 // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Выпуск 2 (269) 2023. С. 54 – 60.
4. Максименко Ю. Н. // Транзистор со статической индукцией КП926 с повышенным быстродействием // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Выпуск 3 (266) 2022, с. 51-54.
5. Максименко Ю. Н. // Мощный высоковольтный транзистор со статической индукцией с антипараллельным диодом // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Выпуск 3 (266) 2022, с. 55-62.
6. Максименко Ю. Н. // Мощный составной транзистор со статической индукцией // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Выпуск 4 (267) 2022, с. 69-73.
7. Максименко Ю. Н. // Мощный полупроводниковый прибор с N-образной вольт-амперной характеристикой // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Выпуск 4 (267) 2022, с. 74-78.
8. Максименко Ю. Н., Грабежова В. К. // Полностью защищенный транзистор со статической индукцией // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Выпуск 1 (268) 2023. С. 24-30.
9. Максименко Ю. Н., Грабежова В. К. // Транзистор со статической индукцией с нормально закрытым каналом // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Выпуск № 4. 2023 г. С. 19-27.
10. Максименко Ю. Н., Грабежова В. К. // Можно ли сделать идеальный полупроводниковый ключ? // Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Выпуск 1 (268) 2023. С. 45-53.

Монография:

1. Мощные полупроводниковые приборы со статической индукцией: монография // Ю.Н. Максименко. – Новосибирск: PVN, 2022. – 214 с.

Авторские свидетельства и патенты на изобретения в СССР и РФ:

1. Полевой транзистор: авт. свидетельство от 21.08.1981 № 893097 / Максименко Ю.Н., Антонов М.И., Путинцев С.В.
2. Способ изготовления полевых транзисторов с управляющим р-п переходом в вертикальном канале: авт. свидетельство от 01.11.1985 № 1215546 / Максименко Ю.Н., Корнилова С.Н., Жуковский Н.М.
3. Усилитель мощности: авт. свидетельство от 15.07.1986 № 1270874 / Бессонов Г.К., Семенов Ю.Е., Максименко Ю.Н., Воронцов А.А.
4. Способ изготовления полупроводниковых приборов со статической индукцией: авт. свидетельство от 22.07.1986 № 1272920 / Корнеев Е.В., Кучеренко К.В., Максименко Ю.Н.
5. Составной высоковольтный переключающий транзистор: авт. свидетельство от 01.10.1987 № 1371471 / Данилов В.С., Максименко Ю.Н., Корнилова С.Н., Сергеев А.Г.
6. Составной транзистор: авт. свидетельство от 15.09.1989 № 1538831 / Максименко Ю.Н., Криштафович И.А., Фелькер Г.А.
7. Составной высоковольтный переключающий транзистор: авт. свидетельство от 22.12.1989 № 1559990 / Максименко Ю.Н., Данилов В.С., Бессонов Г.К.
8. Мощный высоковольтный составной транзистор: авт. свидетельство от 15.08.1990 № 1614715 / Максименко Ю.Н., Макаров В.А., Агафонов С.М.
9. Составной транзистор со статической индукцией: авт. свидетельство от 22.08.1990 № 1616449 / Максименко Ю.Н., Макаров В.А., Фелькер Г.А., Пальмихин М.Б.
10. Устройство для управления силовым транзистором со статической индукцией: авт. свидетельство СССР № 1599951 / Мишин В.Н., Пчельников В.Н., Максименко Ю.Н., Кононов В.К., Фелькер Г.А. Заявл. 20.04.1988; опубл. 15.06.1990.
11. Устройство для управления силовым транзистором со статической индукцией: авт. свидетельство СССР № 1599951 / Мишин В.Н., Пчельников

В.Н., Максименко Ю.Н., Кононов В.К., Фелькер Г.А. Заявл. 20.04.1988; опубл. 15.06.1990.

12. Заявка на патент РФ (изобретение) № 2022112569/28. Приоритет от 05.05.2022. Максименко Ю. Н., Глухов А. И., Романюк А. И. Днфензор Решение о выдаче патента 10.11.2022.

13. Патент РФ на изобретение номер № 2805777. Приоритет от 16.05.2023. Гордеев А. И., Войтович В. Е., Еремьянов О. Г., Максименко Ю. Н. Высоковольтный биполярный транзистор со статической индукцией. Решение о выдаче патента 24.10.2023.

14. Патент РФ на изобретение № 2824888. Приоритет от 25.01.2023. Максименко Ю. Н., Грабежова В.К., Гордеев А.И. Высоковольтный полевой транзистор со статической индукцией и истоком из гетерперехода. Решение о выдаче патента 15.09.2024.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов, все положительные:

1) Отзыв Демидова Андрея Александровича, доктора физико-математических наук, доцента, главного научного сотрудника научно-образовательного дизайн-центра «Силовая электроника и интегральные технологии», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет». Замечания: двусмысленно выглядит наличие на стр. 6 пунктов «Цель работы» и «Цель работы диссертационной работы»; на стр. 24, вероятно, опечатка в названии фирмы Cree (написано Gree).

2) Отзыв Зольникова Владимира Константиновича, доктора технических наук, профессора, лауреата премии Правительства РФ, заслуженного деятеля науки, директора института цифровых и интеллектуальных систем, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова». Замечания: не достаточно аргументирована эквивалентная схема замещения

прибора с защитными стабилитронами на входе и на выходе, ее надо аргументировать более детально; не достаточно исследованы вопросы моделирования – в частности не показано более широко исследования по влиянию примесей и глубины залегания истока прибора.

3) Отзыв Скиданова Алексея Александровича, главного конструктора АО «ВЗПП Микрон». Замечаний нет.

4) Отзыв Лысенко Игорь Евгеньевич, доктора технических наук, доцента, руководителя проекта Общества с ограниченной ответственностью "Маппер". Замечания: не корректно сформулированы пункты 3 и 4 научной новизны работы (стр. 7). Конструкция и схемы составляют практическую значимость диссертации, а вот методы их построения/создания, составляют научную новизну диссертации; при описании содержания второй главы, не представлено в чем отличия предложенного метода формирования структуры кристалла от существующих, что позволило обеспечить повышение выхода годных почти в 3 раза (стр. 14); на стр. 16 сказано, что были изготовлены и исследованы опытные образцы составной СИТ, но результаты этих исследований не представлены; при описании СИТ и БСИТ с быстродействующим диодом (стр. 18) сказано о повышении быстродействия данных структур, но не указано на сколько; при описании пятой главы (стр. 27), не представлена физико-математическая модель, которая составляет научную новизну диссертации. Также не приведены её отличия от существующих аналогичных моделей, применимость.

5) Отзыв Стешенко Владимир Борисович, кандидата технических наук, доцента, заместителя генерального конструктора по ЭКБ Акционерного общества «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» и Шевченко Павла Григорьевича, кандидата технических наук, заместителя начальника центра применения ЭКБ Акционерного общества «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем». Замечание: из автореферата не ясно, проводились ли оценка стойкости приборов к внешним

воздействующим факторам и каково влияние разработанных схемных и конструктивных решений на стойкость внешним воздействующим факторам.

6) Отзыв Белоуса Анатолия Ивановича, доктора технических наук, профессора, член-корреспондента НАН Беларуси, лауреата государственной премии РБ, заслуженного изобретателя РБ. Замечание: по тексту диссертации встречаются отдельные стилистические неточности.

7) Отзыв Самонова В.А., кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, Акционерное общество «Машиностроительное конструкторское бюро «Факел» имени академика П.Д. Грушина», заместителя главного конструктора - ведущего специалиста; Белогурова В.И., кандидата технических наук, доцента, Акционерное общество «Машиностроительное конструкторское бюро «Факел» имени академика П.Д. Грушина», заместителя начальника отдела; Конищева Ю.В., кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, Акционерное общество «Машиностроительное конструкторское бюро «Факел» имени академика П.Д. Грушина», ведущего конструктора. Замечания: в работе недостаточно четко сформулирована общая научная задача исследования, что усложнило проведение экспертизы работы; в материалах диссертации не приводятся оценки показателей эффективности предлагаемых технологий по сравнению с существующими методиками; в автореферате нет четких формулировок и связи в определениях «риск» и «технический риск», как уровень значимости состояния объекта; в автореферате целесообразно было бы выделить публикации, входящие в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК.

8) Отзыв Федина Александра Викторовича, доктора технических наук, профессора, Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений". Замечаний нет.

9) Отзыв Кострикина Василия Никандровича, кандидата технических наук, Акционерное общество "Военно-промышленная корпорация "Научно-

производственное объединение машиностроения", ведущего научного сотрудника. Замечание: из автореферата недостаточно ясно, каким образом происходит выбор параметров, для проектирования новых полупроводниковых приборов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью и компетентностью в сфере исследований, которым посвящена диссертация, близостью решаемых ими научных и прикладных задач к задачам, решаемым в диссертации, наличием публикаций по данной и подобной тематике, а также компетентностью в оценке научной и практической значимости диссертации такой направленности.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая физико-математическая модель структуры приборов со статической индукцией с использованием Sentaurus TCAD для расчета статических ВАХ;

установлено влияние конструктивных и электрофизических параметров структуры на основные электрические параметры приборов со статической индукцией;

оптимизирована конструкция приборов;

разработан базовый технологический маршрут изготовления приборов со статической индукцией, обеспечивающий процент выхода годных по кристаллу до 80-90%, что более чем в 2 раза выше, чем у ранее выпускаемых серийных приборов, выпускающих приборы данного класса;

предложена новая конструкция составного транзистора обеспечивающая высокую скорость выключения в том числе: СИТ и БСИТ с антипараллельными быстродействующими диодами, выполненными в активной структуре кристалла;

предложен новый прибор с N образной ВАХ - (дефензор) для защиты РЭА от перегрузок по току;

предложены конструкции СИТ и БСИТ, защищенные на входе и на выходе быстродействующими стабилитронами;

предложены конструкции СИТ и ТЭУ с гетероистоком и гетерокатодом;

разработана схема управления СИТ с нормально открытым каналом без дополнительного источника смещения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

на основе разработанного технологического метода формирования структуры кристаллов транзисторов со статической индукцией с нормально открытым и нормально закрытым каналами (БСИТ) выход годных по кристаллу приборов достиг 80-90%;

предложенные физико-математические модели позволяют проводить оптимизацию конструкций, сократить затраты и сроки разработок данного класса приборов;

разработан ряд приборов со статической индукцией для применения в современной РЭА, позволяющих значительно снизить массогабаритные параметры, повысить КПД устройств, упростить схемы управления, повысить надежность работы и снизить себестоимость;

предложены схемы управления приборами СИТ;

результаты работы внедрены на промышленных предприятиях г. Новосибирска, г. Бердска, г. Москвы, г. Александрова, г. Махачкалы, г. Томска и г. Ташкента.

Теоретическая значимость работ состоит в том, что:

предложены физико-математические модели для проведения быстрых инженерных расчетов и прогнозирования основных электрических параметров приборов для статического и динамического режимов работы;

обоснованы, разработаны и исследованы новые типы перспективных транзисторных структур (с антипараллельным скоростным диодом, с N-образной ВАХ, составные транзисторы и транзисторы, защищенные на входе

и на выходе быстродействующими стабилитронами; СИТ и ТЭУ с более высокими скоростями переключения);

обоснованы и разработаны конструкции СИТ и тиристоров с электростатическим управлением (ТЭУ) с гетероистокком и гетерокатодом;

предложены принципы управления приборами с нормально открытым каналом.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты экспериментальных исследований получены с использованием систематизированного подхода с привлечением зарекомендовавших себя стандартных экспериментальных методов и с применением аттестованных высокочастотных измерительных средств высокого класса точности, подтверждаются методологией исследования, основанной на классических подходах к анализу данных по физике работы полупроводниковых приборов.

Личный вклад соискателя состоит в выборе целей и направлений работы, постановке задач и подходов к их решению, в личной разработке технологических методов формирования структуры СИТ, БСИТ, ТЭУ, а также теоретическом обосновании и расчете конструкций всех разработанных под его руководством полупроводниковых приборов, в анализе и систематизации данных литературы и экспериментальных результатов исследований по теме диссертации. Автором предложены конструкции новых приборов со статической индукцией и под его руководством изготовлены опытные образцы: составные транзисторы СИТ-СИТ и СИТ-БСИТ; СИТ и БСИТ с быстродействующим диодом; прибор с N-образной ВАХ – дефензор, защищающий радиоэлектронные устройства от перегрузок по току; СИТ и БСИТ с защитой на входе и на выходе быстродействующими стабилитронами. Автор был научным руководителем и главным конструктором 18 НИОКР по исследованиям, разработкам технологий, конструкций и внедрению в серийное производство СИТ и БСИТ. Все изобретения предложены и описаны автором. По идеям автора

предложена конструкция СИТ с гетероистоком, которая обеспечивает снижение сопротивления канала на два порядка и повышение быстродействия более чем на порядок.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: Вопрос от Гриценко Владимира Алексеевича: «Как в Ваших приборах Вы подавляли поверхностные токи утечки, обусловленные положительным зарядом в SiO_2 ?». Ответ соискателя: «Для получения высоких напряжений использовалась система защитных колец. До того, когда на поверхности образуется канал ОПЗ переходит к другому кольцу, и это изолирует. Кроме того используется предварительная очистка поверхности и пассивация». Вопрос от Милёхина Александра Германовича: «Насколько правомочно включение настолько возрастных патентов в диссертацию?». Ответ соискателя: «Был очень большой разрыв в моей работе, ну я их и включил сюда». Вопрос от Милёхина Александра Германовича: «У Вас написано, что разработаны новые с более высокими энергетическими характеристиками, либо они старые с более высокими характеристиками или принципиально новые?». Ответ соискателя: «У меня есть патент, который связан с новой конструкцией, с тиристором, который значительно превосходит по быстродействию ранние конструкции». Вопрос от Милёхина Александра Германовича: «Что защищается в этом технологическом маршруте?». Ответ соискателя: «В базовом маршруте я внёс изменения, которые я и защищаю, что они позволяют резко увеличить процент выхода». Вопрос от Удовиченко Алексея Вячеславовича: «Какой диапазон имеют напряжения отпирания и запираения у этого типа приборов?». Ответ соискателя: «–15 вольт, у некоторых –10 вольт».

В целом соискатель Максименко Ю. Н. ответил на все замечания и вопросы, в большинстве случаев привел собственную аргументацию, а с рядом замечаний согласился.

Диссертация Максименко Юрия Николаевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую

требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.2.2 – «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств» (технические науки), в которой на основании выполненных автором исследований и разработок содержится решение актуальной научно-технической проблемы по созданию мощных высоковольтных приборов со статической индукцией с уникальными ключевыми характеристиками.

На заседании 23 мая 2025 года диссертационный совет принял решение за разработку новых научно-обоснованных технических и технологических решений в области исследования и проектирования мощных полупроводниковых приборов со статической индукцией, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, присудить Максименко Юрию Николаевичу учёную степень доктора технических наук по специальности 2.2.2 – «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.2.2, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – нет, проголосовали: «за» – 10, «против» – 2, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного

д.т.н., доцент

Ученый секретарь

диссертационного

к.т.н., доцент

Валерий Павлович Драгунов

Дмитрий Иванович Остертак

23.05.2025 г.