

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Тамбура Мамаду на тему «Формирование токопроводящего защитного гидрофобного покрытия для солнечных элементов на основе полимерных материалов с графеном», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3, – «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники» в НИТУ МИСИС 24.02.2026 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 15.12.2025 г., протокол № 35.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения полупроводников и диэлектриков НИТУ МИСИС в НИТУ МИСИС.

Научный руководитель Гостева Екатерина Александровна, к.ф.-м.н., доцент кафедры материаловедения полупроводников и диэлектриков НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 35 от 15.12.2025 г) в составе:

1. Калошкин Сергей Дмитриевич – д.ф.-м.н., директор института новых материалов и нанотехнологий НИТУ МИСИС - председатель комиссии;

2. Ховайло Владимир Васильевич – д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС;

3. Саранин Данила Сергеевич – д.т.н., заведующий лабораторией перспективной солнечной энергетики НИТУ МИСИС;

4. Чистяков Евгений Михайлович – д.х.н., профессор кафедры химической технологии пластических масс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»;

5. Беляев Виктор Васильевич – д.т.н., главный научный сотрудник управления развития науки федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Государственный университет просвещения».

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук, г. Черноголовка.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Предложены состав и способ получения антистатического гидрофобного покрытия «полимер-графен» с повышенной устойчивостью к ультрафиолетовому излучению,

позволяющие реализовать эффективный механизм защиты поверхности фотовольтаических модулей от запыления;

- Предложена методика переноса композитного покрытия «полимер-графен» на поверхность фотовольтаического преобразователя, включающая условия нанесения полимера на предварительно синтезированный графен, полученный методом химического осаждения из газовой фазы на металлическую подложку;
- Изучено влияние легирования графена на фотокаталитические свойства композитных покрытий «полимер-графен». Легирование графена кислородом ухудшает антистатические и гидрофобные свойства покрытия, в отличие от легирования азотом.

**Ценность научной работы** заключается в разработке метода создания прозрачного гидрофобного и антистатического полимер-графенового покрытия для защиты солнечных панелей от пыли, не содержащего дорогостоящих металлических компонентов. Впервые проведенное комплексное исследование состава и свойств пыли в условиях Мали легло в основу решения актуальной региональной проблемы. Установлено, что поли-н-бутилметакрилат является более эффективной основой для переноса графена с сохранением его структуры по сравнению с традиционно используемым полиметилметакрилатом, а также выявлены закономерности влияния УФ-излучения и химического легирования на свойства композиций. Полученные результаты демонстрируют перспективность разработанного подхода для создания долговечных защитных покрытий, повышающих эффективность работы фотоэлектрических систем в запыленных условиях.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что для региона постоянного проживания диссертанта проведены исследования по решению важной народно-хозяйственной задачи - защиты солнечных панелей от пыли путем создания антистатических покрытий на полимерной основе. Проведен анализ факторов, влияющих на эффективность защиты фотоэлектрических модулей, выбор полимерной основы и наполнителя, обеспечивающих оптимальные антистатические и оптические свойства композиционных покрытий, предложены способы их получения и нанесения.

**Достоверность научных результатов** обеспечивается использованием современных методов исследований, непротиворечивостью при сопоставлении с модельными расчетами и известными опубликованными данными. Также достоверность результатов подтверждается их статистической обработкой, корреляцией данных, полученных разными методами, а также публикацией в рецензируемых научных изданиях.

**Личный вклад соискателя** состоит в планировании и проведении лабораторных экспериментов, разработке методов по формированию покрытий, структурных

исследований, изучения электрофизических свойств пыли и защитных покрытий, оформлении и подготовке докладов на научных конференциях, научных статей в научные журналы и материалов автореферата и диссертации.

Соискатель представил 4 печатные работы, из которых 3 научные статьи в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и МБД.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Тамбура Мамаду полностью соответствует критериям п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований разработаны научно-технологические подходы к созданию антистатических гидрофобных покрытий для солнечных элементов. Эти подходы сводятся к повешению коэффициента полезного действия солнечных элементов в условиях сухого загрязнения.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Тамбура Мамаду ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3.– «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель Экспертной комиссии

Калошкин Сергей Дмитриевич

24.02.2026