

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.6.02.07
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «23» декабря 2025 г. № 14

о присуждении **Зыкову Федору Михайловичу**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Синтез и свойства модифицированных наноструктурированных покрытий на основе диоксида титана для применения в фотокаталитических процессах» по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.6.02.07 «14» ноября 2025 г. протокол № 13.

Соискатель, **Зыков Федор Михайлович**, 1994 года рождения,

в 2018 году окончил ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов;

в 2022 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология (Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов);

с 17.06.2025 г. по 16.12.2025 г. был прикреплен к ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» для сдачи кандидатского экзамена по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов;

работает в должности инженера кафедры редких металлов и наноматериалов Физико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» (по совместительству).

Диссертация выполнена на кафедре редких металлов и наноматериалов Физико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Минобрнауки

России.

Научный руководитель – доктор технических наук, **Карташов Вадим Викторович**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», кафедра редких металлов и наноматериалов, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Патракеев Михаил Валентинович, доктор химических наук, ФГБУН Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипяна Российской академии наук, Московская обл., г. Черноголовка, лаборатория спектроскопии дефектных структур, заведующий лабораторией;

Петрова Екатерина Владимировна, доктор химических наук, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра аналитической химии, сертификации и менеджмента качества, заведующий кафедрой;

Дорошева Ирина Борисовна, кандидат физико-математических наук, ФГБУН Институт металлургии имени академика Н.А. Ватолина Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория высокоэнтропийных сплавов, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 5 статей в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ и входящих в международные библиографические базы Scopus, Web of Science. Общий объем работ по теме диссертации – 4,435 п.л., авторский вклад – 1,4 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ

1. Yuferov Y.V. Study of the influence of anodizing parameters on the photocatalytic activity of preferred oriented TiO₂ nanotubes self-doped by carbon /

Y.V. Yuferov, I.D. Popov, **F.M. Zykov**, et.al // Appl. Surf. Sci, 2022; vol. 573.151366 (0,625 п.л./ 0,25 п.л.) (WoS, Scopus)

2. **Zykov F.** Photocatalytic activity boron-doped TiO₂ nanotubes / **F. Zykov**, Y. Yuferov, V. Kartashov // AIP Conf. Proc. 2022; vol. 2466 (1). 060017 (0,625 п.л./ 0,25 п.л.) (Scopus)

3. **Zykov F.** Study of the Photocatalytic Properties of Ni-Doped Nanotubular Titanium Oxide / **F. Zykov**, I. Selyanin, R. Shishkin, et. al // Coatings 2023; vol.13, №1. 144 (0,56 п.л./ 0,20 п.л.) (WoS, Scopus)

4. Ulyanova E.S. Structural, spectroscopic and improved photoelectrochemical properties of TiO₂/C composites with anatase/brookite matrix, prepared by air-thermolysis of microspherical titanium glycolate / E.V. Shalaeva, V.N. Krasil'nikov, O.I. Gyrdasova, I.O. Selyanin, **F.M. Zykov**, et.al. // Mater. Chem. Phys, 2024; 323, 129638 (1 п.л./ 0,15 п.л.) (WoS, Scopus) Q2/Q1

5. **Zykov F.** Boron-Modified Anodization of Preferentially Oriented TiO₂ Nanotubes for Photoelectrochemical Applications / **Zykov F.**, O Rahumi, I Selyanin, et.al // Appl. Sci. 2025. vol. 15, № 17. 9405 (1,625 п.л./ 0,55 п.л.) (WoS, Scopus) Q2

На автореферат поступили отзывы от:

1. **Козлова Дениса Владимировича**, доктора химических наук, профессора РАН, заведующего отделом нетрадиционных каталитических процессов ФГБУН Институт катализа Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск). Содержит вопросы, касающиеся влияния концентрации допантов на фотоконверсионные свойства, а также возможности применения получаемых покрытий.

2. **Волжанинова Дениса Александровича**, кандидата физико-математических наук, инженера по инфраструктурной безопасности ООО «ПРОФИНТЕГ» (г. Екатеринбург). Содержит вопросы, касающиеся применения получаемых покрытий.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области исследований, связанных с получением оксидных систем, изучением их электрохимических, оптических и структурных свойств, что подтверждается

публикациями в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача по разработке физико-химических основ технологии получения методом анодирования модифицированных наноструктурированных покрытий оксида титана с повышенными фотоконверсионными характеристиками для применения в фотокаталитических процессах, имеющая значение для развития электрохимии, нанотехнологии и фотокатализа.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- установлены физико-химические закономерности получения немодифицированных наноструктурированных покрытий на основе оксида титана при варьировании режимов анодного оксидирования, среды и температуры термообработки, а также закономерности влияния технологических параметров синтеза на структурно-фазовые, фотоконверсионные и фотоэлектрохимические свойства модифицированных анионными и катионными допантами наноструктурированных покрытий на основе оксида титана, полученных методом одностадийного анодного оксидирования;

- сформулированы научно обоснованные рекомендации по созданию технологии получения модифицированных наноструктурированных покрытий на основе оксида титана с повышенными фотокаталитическими свойствами;

- установлены структурные изменения в формируемых методом анодного оксидирования допированных бором наноструктурированных покрытиях на

основе оксида титана. При концентрации борной кислоты в анодировочном электролите от 0 до 0,1 М образуются нанотрубчатые покрытия с переменным диаметром пор, в диапазоне 0,1-0,25 М покрытия становятся нанопористыми, выше 0,25 М – беспористыми. Установлено, что допирование Co и Ni наноструктурированных покрытий оксида титана методом погружения влияет на фотоконверсионные свойства: смещается максимум поглощения в видимую часть спектра с 350 до 375 нм, существенно снижается конверсионная эффективность с 19 до 2,5 %;

- впервые определены значения фотоконверсионных характеристик модифицированных наноструктурированных покрытий TiO_2 при разных концентрациях допантов (B, Mn, Co, Ni, La). Показано, что относительно недопированного оксида титана фотокаталитические свойства улучшаются в ряду $\text{B} > \text{Mn} > \text{La} > \text{Ni} > \text{Co} > \text{Ti}$.

Полученные результаты дополняют теоретические представления о влиянии технологических параметров синтеза на структурно-фазовые, фотоконверсионные и фотоэлектрохимические свойства модифицированных анионными и катионными допантами наноструктурированных покрытий на основе оксида титана, полученных методом одностадийного анодного оксидирования. Экспериментальные данные имеют самостоятельное значение в качестве справочных величин и могут быть использованы для дальнейших теоретических расчетов, построения моделей и зависимостей.

Выявленные закономерности влияния технологических параметров синтеза на структурно-фазовые, фотоконверсионные и фотоэлектрохимические свойства модифицированных анионными и катионными допантами наноструктурированных покрытий на основе оксида титана, полученных методом одностадийного анодного оксидирования, являются основой для разработки прототипа устройства для производства водорода.

Разработана методика электрохимической полировки металлического титана в экологически чистом электролите, исключаящем фторсодержащие компоненты, содержащем этиленгликоль, изопропиловый спирт и хлорид

натрия. Предложена принципиальная технологическая схема получения модифицированных наноструктурированных покрытий на основе оксида титана с высокими фотоконверсионными свойствами.

На заседании 23 декабря 2025 г. диссертационный совет УрФУ 2.6.02.07 принял решение присудить Зыкову Ф.М. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.6.02.07 в количестве 22 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 22, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
УрФУ 2.6.02.07

 Рычков Владимир Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
УрФУ 2.6.02.07

 Семенищев Владимир Сергеевич

23.12.2025

