



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
Университета ИТМО

д.т.н., профессор

 В.О. Никифоров

«21» 05 2021г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет ИТМО»  
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация: «Исследование физико-химических свойств рН-чувствительных полиэлектrolитных слоёв на поверхности металлов и полупроводников во внешних электромагнитных полях».

Соискатель: Рыжков Николай Владимирович.

Диссертация выполнена: Химико-биологический кластер, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Диссертация подготовлена в аспирантуре: да.

Период подготовки: с 01.09.2017 по н.в.

Направление: 04.06.01 – «Химические науки».

Профиль: 02.00.04 - «Физическая химия».

Наименование организации, в которой осуществлялась подготовка в аспирантуре: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Структурное подразделение: химико-биологический кластер.

Научный руководитель: Скорб Екатерина Владимировна, кандидат химических наук.

Место работы научного руководителя: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Структурное подразделение: научно-образовательный центр инфохимии.

Должность: профессор (квалификационная категория «ведущий профессор»).

Соискатель окончил: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».

Направление: Фундаментальная и прикладная химия.

Год окончания: 2017 г.

В период подготовки диссертации соискатель Рыжков Николай Владимирович работал в: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Структурное подразделение: научно-образовательный центр инфохимии.

Должность: инженер.

**По итогам рассмотрения принято следующее заключение:**

**1. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.**

Для обоснования целей и задач работы автор проработал 127 современных литературных источников, проанализировал и обобщил их содержание в обзоре



литературы. Экспериментальная часть исследования выполнена автором на адекватных цели работы моделях с использованием комплекса высокотехнологичных физико-химических аналитических методов, соответствующих мировым стандартам. Автор продемонстрировал, что, используя методы контроля pH на границах раздела электрод (фотоэлектрод) – раствор можно контролировать электростатическое взаимодействие перезаряжаемых pH-чувствительных липидных молекул с заряженной подложкой. Были представлены новые электрохимические и фотоэлектрохимические подходы к изготовлению свободных липидных мембран. Продemonстрирована также стабильность липидных мембран в электро- и фотоэлектрохимически генерированных градиентах кислотности. Показан способ инкапсуляции компонентов раствора под липидной мембраной под воздействием света.

## **2. Степень достоверности результатов проведенных исследований.**

Основное содержание научно-исследовательской работы (диссертации) опубликовано в 15 статьях, из них 14 публикаций в изданиях, рецензируемых Web of Science или Scopus, 2 публикации в журналах из перечня ВАК. Апробация результатов научного исследования подтверждена 15 публичными докладами на всероссийских и/или международных конференциях за последние 3 года.

## **3. Новизна, научная и практическая значимость.**

Актуальность исследований обусловлена интересом к возможностям дистанционного переключения свойств наносистем под воздействием электромагнитных полей для создания адаптивных покрытий, сенсоров и наноактуаторов. Было продемонстрировано, что полиэлектролитные покрытия могут служить удобным способом изменять заряд и энергию поверхности, чтобы влиять на образование биопленки на границе раздела твердое-воздух в статических условиях.

## **4. Ценность научных работ.**

К числу наиболее существенных результатов следует отнести данные об усилении фотокаталитической активности наноструктурированного анодированного диоксида титана при нанесении на его поверхность полиэлектролитных слоев и эффекте фотоэлектрохимического переключения фототоков в нем, демонстрацию возможностей использования поли-электролитов для защиты III-V-полупроводников от фотокоррозии.

## **5. Полнота изложения результатов диссертации в опубликованных соискателем работах. Краткая характеристика научных работ.**

Основное содержание диссертации опубликовано в 12 статьях, из них 12 публикаций в изданиях, рецензируемых Web of Science или Scopus.

Научные издания, входящие в международные реферативные базы данных и системы цитирования:

1. Ryzhkov N.V., Ledovich O., Eggert L., Bund A., Paszuk A., Hannappel T., Klyukin K., Alexandrov V., Skorb E.V. Layer-By-Layer Polyelectrolyte Assembly for the Protection of GaP Surfaces from Photocorrosion//ACS Applied Nano Materials, 2021, Vol. 4, No. 1, pp. 425–431
2. Ryzhkov N.V., Skorb E.V. A platform for light-controlled formation of free-stranding lipid membranes//Journal of the Royal Society Interface, 2020, Vol. 17, No. 163, pp. 20190740
3. Ryzhkov N.V., Yurova V.Y., Skorb E.V. Shannon entropy associated with electrochemically generated ion concentration gradients//Наносистемы: Физика, химия, математика = Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics, 2020, Vol. 11, No. 2, pp. 171-175
4. Ryzhkov N.V., Yurova V.Y., Ulasevich S.A., Skorb E.V. Photoelectrochemical photocurrent switching effect on a pristine anodized Ti/TiO<sub>2</sub> system as a platform for chemical logic devices//RSC Advances, 2020, Vol. 10, No. 21, pp. 12355-12359
5. Ulasevich S.A., Ryzhkov N.V., Andreeva D.V., Ozden D., Piskin E., Skorb E.V. Light-to-Heat Photothermal Dynamic Properties of Polypyrrole-Based Coating for Regenerative Therapy and Lab-on-a-Chip Applications//Advanced Materials Interfaces, 2020, Vol. 7, No. 21, pp. 2000980



6. Рыжков Н.В., Юрова В.Ю., Брежнева Н.Ю., Уласевич С.А., Скорб Е.В. Эффект переключения фототока в наноструктурированном анодированном диоксиде титана и изменение его фотоактивности мультислойными полиионными сборками [Photoelectrochemical photocurrent switching effect in nanostructured anodized titanium dioxide and enhancement of its photocatalytic activity by layer-by-layer polyelectrolyte assembly] // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии [Radioelektronika, Nanosistemy, Informacionnye Tehnologii] -2020. - Т. 12. - № 1. - С. 153-160

7. Brezhneva N.Y., Nikitina A.A., Ryzhkov N., Klestova A.O., Vinogradov A.V., Skorb E.V. Importance of buffering nanolayer position in Layer-by-Layer assembly on titania based hybrid photoactivity//Journal of Sol-Gel Science and Technology, 2019, Vol. 89, No. 1, pp. 92-100

8. Ryzhkov N., Andreeva D.V., Skorb E.V. Coupling pH-Regulated Multilayers with Inorganic Surfaces for Bionic Devices and Infochemistry//Langmuir, 2019, Vol. 35, No. 26, pp. 8543-8556

9. Ryzhkov N.V., Brezhneva N.Y., Skorb E.V. Feedback Mechanisms at Inorganic-Polyelectrolyte Multilayers Interfaces for Applied Materials//Surface Innovations, 2019, Vol. 7, No. 3-4, pp. 145-167

10. Ryzhkov N.V., Mamchik N.A., Skorb E.V. Electrochemical triggering of lipid bilayer lift-off oscillation at the electrode interface//Journal of the Royal Society Interface, 2019, Vol. 16, No. 150, pp. 20180626

11. Ryzhkov N.V., Nesterov P.V., Mamchik N.A., Yurchenko S.O., Skorb E.V. Localization of ion concentration gradients for logic operation//Frontiers in Chemistry, 2019, Vol. 7, pp. 419

12. Ulasevich S.A., Nenashkina A.V., Ryzhkov N.V., Kiselev G.O., Nikolaeva V.O., Kiseleva A.P., Mosina K., Skorb E.V., Krivoschapkina E.F. Natural Silk Film for Magnesium Protection: Hydrophobic/Hydrophilic Interaction and Self-Healing Effect//Macromolecular Materials and Engineering, 2019, Vol. 304, No. 12, pp. 1900412

В представленных работах продемонстрировано, что полиэлектролитные покрытия оказывают влияние на электро- и фотоэлектрохимическую активность металлических электродов и полупроводниковых фотоэлектродов. С помощью расчетов показано, что регулирование pH на границе раздела GaP с водным раствором позволяет предотвращать его фотокоррозию. Продемонстрирована эффективность использования слоев полиэлектролитов с pH-буферными свойствами для защиты GaP от фотокоррозии. Продемонстрировано, что, изменяя pH электро- и фотоэлектрохимически на границах раздела электрод (фотоэлектрод) – раствор можно контролировать электростатическое взаимодействие перезаряжаемых липидов с заряженной подложкой. Представлены электрохимические и фотоэлектрохимические подходы к изготовлению свободных липидных мембран, показан способ захвата и инкапсуляции компонентов раствора под липидной мембраной под воздействием света. Показан эффект фотоэлектрохимического переключения фототока на немодифицированном анодированном TiO<sub>2</sub>. Полиэлектролитные покрытия были использованы для изменения заряда и поверхностной энергии агаровых субстратов, для управления образованием биопленок E. Coli в статических условиях: более протонированные и более положительные поверхности ограничивают рост биопленок в большей степени, что продемонстрировало решающую роль заряда поверхности в контроле скорости роста биопленки и ее фенотипа. Материалы диссертации изложены в 12 публикациях в рецензируемых журналах и в докладах на множестве всероссийских и международных конференциях.

Соискатель Рыжков Николай Владимирович подготовил диссертацию «Исследование физико-химических свойств pH-чувствительных полиэлектролитных слоёв на поверхности металлов и полупроводников во внешних электромагнитных полях», соответствующую критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 02.00.04 – «Физическая химия».



Диссертация рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 02.00.04 – «Физическая химия».

Заключение было принято на заседании комиссии по допуску к ГИА, предварительному рассмотрению диссертаций и подготовке заключений организации на диссертации структурного подразделения: мегафакультет биотехнологий и низкотемпературных систем, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

На заседании присутствовало - 4 чел.

Результаты голосования: «за» - 4 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 2 от «20» апреля 2021 г.

Председательствующий  
(доктор химических наук)



Виноградов А.В.

Согласовано  
(директор химико-биологического кластера)



Виноградов А.В.

Диплом об окончании аспирантуры № 107824  
4741100.

Выдан: 2021 г.

Подпись  
Сотрудника отдела МАИД ИТМО



Камшалъ В.В.