

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.116.01 (Д 002.085.01)
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ИМ. Н.С. ЕНИКОЛОПОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА ХИМИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «18» ноября 2021 г. № 5

О присуждении Деминой Татьяне Сергеевне, гражданке РФ, ученой степени доктора химических наук.

Диссертация «Материалы биомедицинского назначения на основе механохимически модифицированного хитозана» по специальности 1.4.7 – «Высокомолекулярные соединения» в виде рукописи принята к защите 29 июля 2021 года, протокол № 3, диссертационным советом 24.1.116.01 (Д 002.085.01) на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук, 117393 г., Москва, ул. Профсоюзная, 70, (приказ Минобрнауки №75/нк от 15 февраля 2013 года).

Соискатель Демина Татьяна Сергеевна 1986 г.р., в 2009 г. окончила «МАТИ» - Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского (121552, Москва, ул. Оршанская, д. 3). С 2009 по настоящее время работает в ИСПМ РАН. Степень кандидата химических наук получила в 2013 году по специальности 02.00.06 - «Высокомолекулярные соединения».

Диссертация выполнена в Лаборатории твердофазных химических реакций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук (ИСПМ РАН).

Научный консультант – доктор химических наук, **Акопова Татьяна Анатольевна**, ведущий научный сотрудник ИСПМ РАН.

Официальные оппоненты:

Варламов Валерий Петрович, доктор химических наук, профессор,

главный научный сотрудник, заведующий лабораторией инженерии биополимеров Федерального государственного учреждения «Федерального исследовательского центра «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук», г. Москва;

Дебердеев Рустам Якубович, доктор технических наук, профессор кафедры технологии переработки полимеров и композиционных материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО КНИТУ), г. Казань;

Дятлов Валерий Александрович, доктор химических наук, кафедра химической технологии пластических масс Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», г. Москва;

Ведущая организация:

Ведущая организация Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения РАН в своем положительном отзыве, составленном д.х.н., руководителем группы механохимии биологически активных веществ Душкиным Александром Валерьевичем, и утвержденном директором Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, академиком РАН, д.х.н. Немудрым Александром Петровичем, отмечает, что диссертационная работа Деминой Т.С. является актуальным исследованием с точки зрения разработки научных основ применения механохимических подходов для решения практических задач полимерной химии, а так же систематическим исследованием влияния структуры модифицированного механохимическим способом хитозана на особенности формирования материалов биомедицинского назначения на его основе. Цель и задачи, сформулированные автором, в полной мере отражают наиболее проблемные области как в механохимии высокомолекулярных соединений, так и в модифицировании и применении полимеров биомедицинского назначения.

Научная новизна диссертационной работы Деминой Т.С. заключается в том, что существенно расширен диапазон производных и сополимеров хитозана, полученных с использованием механохимического подхода и

исследованных с использованием комплекса современных химических и инструментальных методов, что позволяет выявить основные закономерности механохимического модифицирования хитозана; впервые системно изучена взаимосвязь структуры, химической природы и количества заместителей в боковой цепи с гидрофильно-гидрофобным балансом и растворимостью производных и сополимеров хитозана, синтезированных путем его механохимического взаимодействия с гидроксикарбоновой кислотой, бромистым аллилом, лактидом, олиголактидами и высокомолекулярными сложными полиэфирами молочной, гидроксикапроновой и гликолевой кислот. Систематически изучена взаимосвязь химической структуры механохимически модифицированного хитозана с его способностью к формированию материалов различной морфологии с использованием современных технологий (в том числе аддитивных технологий), а также со структурой и свойствами получаемых материалов. Исследовано влияние химической структуры производных и привитых сополимеров хитозана на структуру и особенности формирования микрочастиц методом испарения растворителя из эмульсий масло/вода.

Разработанные механохимические подходы к получению многокомпонентных систем и оптимизированные методики формирования материалов биомедицинского назначения с заданной структурой определяют практическую значимость работы. Выявленные закономерности и разработанные методики имеют практическую ценность в смежных областях химических технологий и материаловедения. Полученные автором результаты важны для науки в области химии высокомолекулярных соединений и производства материалов биомедицинского назначения широкого спектра.

В отзыве ведущей организации высказаны следующие замечания:

1. Текст диссертации хорошо оформлен. Тем не менее, имеет место определенное число ошибок правописания, что, вероятно, объясняется большим объемом и содержательностью изложенного материала.

2. Автор диссертации склонен к использованию профессиональных «сленговых терминов», например — «механодеструкция»,

«соэкструдирование», «при втором прогреве экзотермического пика», «растворов в бидистилляте воды», «мешальник» и т.д. Эта терминология понятна для специалистов в относительно узких областях. Но нарушает научную строгость изложения.

3. В разделе 3.2.2.5. Динамическое лазерное светорассеяние приводится ссылка на несуществующую таблицу 2.6. — вместо нее представлен Рис.26.

4. Выводы исследования написаны «тяжелым» литературным языком, особенно п.п. 5.

Диссертационную работу Деминой Т.С. можно считать законченной научно-исследовательской работой, в которой решается задача, имеющая существенное значение в одной из самых динамично развивающихся областей высокомолекулярных соединений — механохимическое модифицирование полимеров и изучение влияния их химической структуры на особенности формирования материалов на их основе, их морфологию и свойства. Диссертационная работа соответствует специальности 1.4.7. — «Высокомолекулярные соединения» (раньше специальность 02.00.06 - Высокомолекулярные соединения). Можно заключить, что работа «Материалы биомедицинского назначения на основе механохимически модифицированного хитозана» по актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, «Положению о присуждении ученых степеней» утвержденному постановлением № 842 Правительства РФ от 24.09. 2013 г., а ее автор - Демина Татьяна Сергеевна — заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.7. — «Высокомолекулярные соединения».

На автореферат поступило 7 отзывов.

1. Отзыв д.т.н., профессора, профессора Кафедры технологии керамики и наноматериалов ФГБОУ ВО Ивановского государственного химико-технологического университета Косенко Надежды Федоровны

положительный. Содержит замечание к автореферату. В нем не приведена информация об особенностях механохимически модифицированного хитозана. Фактически в разделе 1 описаны результаты механохимического синтеза производных хитозана путем реакционного смешения твердых реагентов.

2. Отзыв д.х.н., профессора, профессора Кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидной химии химического факультета ФГАОУ ВО Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского Смирновой Ларисы Александровны положительный. Содержит следующие замечания:

- изменяется ли и в какой мере молекулярная масса хитозана в процессе твердофазного смешения с полилактидом, а также привитых цепей последнего?
- с чем связано резкое различие в степени прививки олиголактида на хитозан (35 и 5%) при молекулярной массе последнего 80 кДа и 360 кДа (таблица 2)?
- в чем автор видит причину меньшего содержания азота в поверхностном слое пленок, полученных из хитозана при СА 0.08 (ММ 60 кДа) и СА 0.14 (ММ 360 кДа), когда доля азота в полисахариде в первом образце больше? Почему при меньшем содержании аминогрупп в поверхностном слое поверхность более гидрофильна (угол смачивания 68° против 89°)?
- исследовалась ли биodeградация полученных материалов?
- целесообразно было бы конкретно указать в автореферате кислоты при получении нетканых материалов «из растворов хитозана в концентрированных кислотах».
- правомерно ли говорить «макропористые гидрогели на основе хитозана, формируемые методом лиофильной сушки»? Образцы после лиофильной сушки твердые?
- мне кажется, что в выводы целесообразно было бы включить пункт о

биосовместимости материалов на основе модифицированного хитозана, поскольку речь идет об их биомедицинском назначении, и экспериментальных подтверждений этому достаточно.

3. Отзыв д.х.н., профессора, заведующего Кафедрой высокомолекулярных соединений химического факультета Белорусского государственного университета Сергея Викторовича Костюка положительный, содержит одно замечание:
 - Для повышения биосовместимости материалов на основе привитых сополимеров хитозана был разработан ряд многокомпонентных сополимерных систем, состоящих, например, из хитозана, олиголактида и коллагена. Как осуществлялась прививка коллагена на хитозан?
4. Отзыв д.ф.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории плазмы, ученого секретаря Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Объединенного института высоких температур РАН» Амирова Равиля Хабибуловича положительный, в качестве замечания отмечено, что в автореферате не приводятся условия получения сополимеров, только описываются их свойства. Например, для твердофазного реакционного смешения хитозана с олиго(L-(или L.D-)лактидом). Ссылка на таблицу 2, где даны условия процесса и выход продуктов реакции, поставлена для конкретизации состава и соотношения компонентов. Другой пример, «Показано, что пленки, полученные по единой методике из двух образцов хитозана...»
5. Отзыв д.х.н., доцента, заместителя директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Байкальского института природопользования Сибирского отделения РАН Бурдуковского Виталия Федоровича положительный. Однако в отзыве отмечено, что из данных автореферата не ясно, в частности, условия и соотношение реагентов, при которых были получены макропористые гидрогели.

6. Отзыв д.х.н., директора Исследовательской школы химических и биомедицинских технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Трусовой Марины Евгеньевны положительный. Однако, в качестве замечания указано, что практическую ценность работы можно было бы улучшить при помощи соответствующих возможностей патентного права. Соискателю стоит обратить внимание на то, что ряд прикладных аспектов работы (например, базирующихся на выводах 4 и 7) может послужить основой для регистрации результатов интеллектуальной деятельности (патентов).
7. Отзыв д.х.н., заведующей кафедрой химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» Кильдеевой Наталии Рустемовны полностью положительный. Замечаний не содержит.

По материалам диссертации Т.С. Деминой опубликовано 32 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в Web of Science и Scopus. Результаты работы были представлены на международных и российских научных конференциях и опубликованы в виде более 100 тезисов докладов.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Demina T.S. Biodegradable cell microcarriers based on chitosan/polyester graft-copolymers / T.S. Demina, M.G. Drozdova, C. Sevrin, P. Compère, T.A. Akopova, E. Markvicheva, C. Grandfils // *Molecules* - 2020. - V. 25. - P. 1949.
2. Demina T.S. Multicomponent non-woven fibrous mats with balanced processing and functional properties / T.S. Demina, A.S. Kuryanova, P.Y. Bikmulina, N.A.

- Aksenova, Y.M. Efremov, Z.I. Khaibullin, P.L. Ivanov, N.V. Kosheleva, P.S. Timashev, T.A. Akopova // *Polymers* – 2020. – V. 12 – P. 1911.
3. Demina T.S. Chitosan-g-oligo/polylactide copolymer non-woven fibrous mats containing protein: from solid-state synthesis to electrospinning / T.S. Demina, A.S. Kuryanova, N.A. Aksenova, A.G. Shubnyy, T.N. Popyrina, Y.V. Sokovikov, E.V. Istranova, P.L. Ivanov, P.S. Timashev, T.A. Akopova // *RSC Advances*. – 2019. – V. 9. – P. 37652 - 37659.
 4. Demina T.S. Coating of polylactide films by chitosan: comparison of methods / T.S. Demina, A.A. Frolova, A.V. Istomin, S.L. Kotova, M.S. Piskarev, K.N. Bardakova, M.Yu. Yablokov, V.A. Altynov, L.I. Kravets, A.B. Gilman, T.A. Akopova, P.S. Timashev // *Journal of Applied Polymer Science*. – 2020. – V. 137. – № 3. – P. 48287;
 5. Demina T.S. Chitosan-g-polyester microspheres: effect of length and composition of grafted chains / T.S. Demina, C. Sevrin, C. Kapchiekue, T.A. Akopova, C. Grandfils // *Macromolecular Materials and Engineering*. – 2019. – V. 304. – P. 1900203.
 6. Akopova T.A. Solvent-free synthesis and characterization of allyl chitosan derivatives / T.A. Akopova, T.S. Demina, G.V. Cherkaev, M.A. Khavpachev, K.N. Bardakova, A.V. Grachev, L.V. Vladimirov, A.N. Zelenetskii, P.S. Timashev // *RSC Advances*. – 2019. – V. 9. – P. 20968-20975.
 7. Romanova O.A. Non-woven bilayered biodegradable chitosan-gelatin-polylactide scaffold for bioengineering of tracheal epithelium / O.A. Romanova, T.H. Tenchurin, T.S. Demina, E.A. Sytina, A.D. Shepelev, S.G. Rudyak, O.I. Klein, S.V. Krashennnikov, E.I. Safronova, R.A. Kamyshinsky, V.G. Mamagulashvili, T.A. Akopova, S.N. Chvalun, A.A. Panteleyev // *Cell Proliferation*. – 2019. – V. 52. – № 3 – P. 12598.
 8. Demina T.S. Two-photon-induced microstereolithography of chitosan-g-oligolactides as a function of their stereochemical composition / T.S. Demina, K.N. Bardakova, N.V. Minaev, E.A. Svidchenko, A.V. Istomin, G.P. Goncharuk, L.V. Vladimirov, A.V. Grachev, A.N. Zelenetskii, P.S. Timashev, T.A. Akopova // *Polymers*. – 2017. – V. 9. – № 7. – P. 302.

9. Demina T.S. Macroporous hydrogels based on chitosan derivatives: preparation, characterization and in vitro evaluation / T.S. Demina, D.S. Zaytseva-Zotova, T.A. Akopova, A.N. Zelenetskii, E.A. Markvicheva // Journal of Applied Polymer Science. – 2017. – V. 134. – № 13. – P. 44651.
10. Demina T.S. Polylactide-based microspheres prepared using solid-state copolymerized chitosan and D,L-lactide / T.S. Demina, T.A. Akopova, L.V. Vladimirov, A.N. Zelenetskii, E.A. Markvicheva, Ch. Grandfils // Materials Science and Engineering: C. – 2016. – V. 59. – P. 333-338.
11. Akopova T.A. Solid-state synthesis of unsaturated chitosan derivatives to design 3D structures through two-photon-induced polymerization / T.A. Akopova, P.S. Timashev, T.S. Demina, K.N. Bardakova, N.V. Minaev, V.F. Burdukovskii, G.V. Cherkaev, L.V. Vladimirov, A.V. Istomin, E.A. Svidchenko, N.M. Surin, V.N. Bagratashvili // Mendeleev Communications. – 2015. – V. 25. – P. 280-282.
12. Demina T. DC discharge plasma modification of chitosan/gelatin/PLLA films: surface properties, chemical structure and cell affinity / T. Demina, D. Zaytseva-Zotova, M. Yablokov, A. Gilman, T. Akopova, E. Markvicheva, A. Zelenetskii // Surface & Coatings Technology. – 2012. – V. 207. – P. 508–516.

Диссертационная работа является развитием исследований по механохимическому модифицированию полисахаридов, выполняемых в лаборатории твердофазных химических реакций ИСПИМ РАН.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью ученых-экспертов, а также наличием у них научных публикаций в области механохимического модифицирования и исследования физико-химических свойств высокомолекулярных соединений.

Диссертационная работа Деминой Т.С. направлена на развитие и систематическое изучение влияния химической структуры механохимически модифицированного хитозана на возможность формирования материалов на его основе, а также на выявление закономерностей влияния химической структуры полисахарида на морфологию и свойства материалов на его основе.

Актуальность темы. Разработка полимерных материалов биомедицинского назначения является одним из наиболее динамично

развивающихся направлений современного материаловедения. Такие материалы очень востребованы в различных областях биомедицины и их отсутствие во многом лимитирует трансляцию регенеративной медицины в клиническую практику. Биосовместимые полимеры необходимы для *in vitro* и *in vivo* применений, в том числе для культивирования субстрат-зависимых клеток, биотехнологии, генной инженерии; биodeградируемые биосовместимые полимеры требуются для создания искусственных биотканей/органов. Предъявляемые к таким материалам жесткие критерии (морфология, скорость биodeградации, биосовместимость и т.д.) определяют необходимость междисциплинарного подхода к их созданию, так как требуют контроля над химической структурой полимера, технологией формирования материалов на их основе, а также оценки пригодности изделия к применению в биомедицине.

Химическая структура полимера является одним из ключевых факторов при разработке материалов биомедицинского назначения, так как во многом определяет доступность различных технологий формирования и свойства изделия. В качестве «базового» полимера для создания материалов для биомедицины перспективным представляется хитозан – продукт деацетилирования природного полисахарида хитина, который обладает биосовместимостью, способностью к биodeградации под действием неспецифического фермента лизоцима, а также биоактивностью благодаря природному происхождению и широкому набору функциональных групп. Химическая структура хитозана играет важную роль, как с точки зрения его вышеуказанных биологических свойств, так и способности к переработке с использованием различных подходов.

Диссертационная работа посвящена разработке фундаментальных основ механохимического модифицирования химической структуры хитозана для регулирования его способности к переработке с помощью различных технологий формования, принятых для создания материалов биомедицинского назначения, а также для регулирования свойств получаемых материалов. Создание новых подходов к формированию и регулированию структуры и

свойств материалов для медицины является **актуальной прикладной проблемой**, решение которой позволит перевести регенеративную медицину в широкую клиническую практику.

Цель диссертационной работы заключалась в разработке научных основ получения биodeградируемых материалов различной архитектуры с заданным набором свойств путем целенаправленного регулирования химической структуры хитозана, а также путем создания многофункциональных композитов на его основе для развития здравоохранения в области персонализированной медицины. Важной задачей работы является выявление закономерностей влияния химической структуры производных хитозана и привитых сополимеров на его основе на особенности формирования материалов биомедицинского назначения и на структуру и свойства объема и поверхности материалов.

Научная новизна проведенных исследований. Разработана методология создания новых функциональных полимерных материалов биомедицинского назначения и экономичных экологически чистых способов их получения путем твердофазного механохимического модифицирования химической структуры хитозана в реакциях с гидроксикарбоновой кислотой, лактидом, бромистым аллилом, с олигомерами, полимерами и сополимерами лактида. Введение таких заместителей позволяет придать полисахариду набор регулируемых свойств и расширить его способность к переработке. Впервые синтезированы ненасыщенные производные хитозана при его взаимодействии с бромистым аллилом в условиях механохимической обработки и выявлены условия, позволяющие регулировать направление реакции и степень замещения функциональных групп хитозана. Установлено, что твердофазная реакция нуклеофильного присоединения аминогруппы к двойной связи бромистого аллила в отсутствие щелочи в выбранных условиях проведения эксперимента протекает избирательно по аминогруппам хитозана, в то время как проведение процесса в щелочной среде приводит к образованию неизбирательно O,N-замещенных алкилпроизводных. Суммарное содержание аллильных заместителей в образцах составляет от 5 до 50 мольных % и зависит от

исходного соотношения компонентов в реакционных смесях. Показано, что структура полученных сополимеров хитозана с олиго/полиэфирами (молекулярная масса основной цепи (хитозан), стереохимическое строение, количество и степень полимеризации привитых цепей) определяют их растворимость в водных и/или органических средах, морфологию и поверхностные свойства материалов на их основе, а также специфические биологические свойства. Разработаны методики формирования макропористых гидрогелей с регулируемой скоростью биodeградации на основе синтезированных производных и впервые показано, что степень влагопоглощения, скорость ферментативного гидролиза и цитосовместимость гидрогелей определяются природой и строением заместителей в боковой цепи хитозана. Впервые на основе сополимеров хитозана с олиголактидами и его аллилзамещенных производных методом лазерной стереолитографии получены гидрогели с заданной архитектурой и повышенной биосовместимостью для целевого применения в качестве тканезамещающих имплантатов. Выявлено, что эффективность лазерно-индуцированного сшивания полимерных композиций с высокой воспроизводимостью заданной структуры возрастает с увеличением степени замещения функциональных групп хитозана и степени полимеризации олиголактида в сополимерах, а также в случае прививки аморфного олиго(L,D-лактида) на хитозан по сравнению с аморфно-кристаллическим стереоизомером, что определяется разным характером взаимодействия привитых цепей в растворах. Выявлена взаимосвязь химической структуры производных и сополимеров хитозана с олиго/полиэфирами и структуры объема и поверхности микрочастиц, полученных методом испарения растворителя из эмульсий масло/вода. Использование амфифильных сополимеров в качестве компонента дисперсной фазы позволяет получать самоорганизующиеся микрочастицы без применения эмульгаторов в дисперсионной среде. При применении производных и сополимеров хитозана в качестве эмульгаторов в дисперсионной среде их способность стабилизировать границу раздела фаз возрастает с увеличением степени замещения функциональных групп хитозана гидрофобными заместителями и степени полимеризации олиголактида в сополимерах. При

получении полимерных микрочастиц из эмульсий Пикеринга, стабилизированных наноразмерными формами полисахаридов и синтезированных производных установлено, что наночастицы полисахаридов служат эффективными стабилизаторами границы раздела фаз; степень анизотропии, размер наночастиц и однородность их распределения по размеру существенно влияют на выход получаемых микрочастиц, их форму, распределение по размерам, структуру их поверхности и объема. Показана возможность целенаправленного регулирования состава и свойств поверхности микрочастиц, что позволило успешно использовать их в качестве исходных материалов при получении трехмерных структур методом поверхностно-селективного спекания микрочастиц.

Практическая значимость работы. Разработаны методы получения многокомпонентных хитозансодержащих сополимерных систем, которые можно перерабатывать в материалы по расплавленным технологиям или из их стабильных ультрадисперсных растворов в хлорсодержащих растворителях. Показана возможность введения биоактивных компонентов в сополимерные системы и их пригодность для формирования нетканых нано/микроволоконистых материалов с повышенной цитосовместимостью для регенеративной медицины. Разработана и экспериментально подтверждена концепция создания методом испарения растворителя из эмульсий масло/вода самостабилизирующихся микроносителей для доставки клеток для тканевой инженерии на основе амфифильных сополимеров хитозана с олиго/полиэфирами. Показана возможность создания таким методом микрочастиц для формирования на их основе трехмерных материалов с помощью поверхностно-селективного лазерного спекания. Разработана методика формирования композиционных макропористых гидрогелей на основе ионно и ковалентно сшитого хитозана и его производных/сополимеров с использованием методик, дающих возможность регулирования состава и морфологии гидрогелей.

Диссертационный совет считает, что диссертация Деминой Т.С. соответствует критериям, установленным в пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней для присуждения степени доктора наук. На

заседании диссертационного совета, прошедшем 18 ноября 2021 г., принято решение присудить Деминой Татьяне Сергеевне ученую степень доктора химических наук по специальности 1.4.7. – высокомолекулярные соединения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 17 докторов наук, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав, проголосовали: «за» - 18, «против» - 0, воздержавшихся нет.

Председатель
диссертационного совета
24.1.116.01 (Д 002.085.01),
Д.х.н., чл.-корр. РАН

Озерин Александр Никифорович

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.х.н.

Солодухин Александр Николаевич

18.11.2021 г.

