


УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и стратегическим проектам ТПУ
А.С. Гоголев
«09» октября 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Диссертация «Регио- и хемоселективное удаление ацетильных групп углеводов в кислых условиях» по специальности 1.4.3 Органическая химия выполнена в Исследовательской школе химических и биомедицинских технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Соискатель Абрамов Александр Александрович, 1994 года рождения, в 2023 году окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», по направлению 18.06.01 Химическая технология.

Основное место работы соискателя – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», младший научный сотрудник лаборатории химической инженерии и молекулярного дизайна Исследовательской школы химических и биомедицинских технологий.

Сведения о сдаче кандидатских экзаменов по философии и английскому языку приведены в приложении к диплому об окончании аспирантуры федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология, сведения о сдаче кандидатского экзамена специальности 1.4.3 Органическая химия приведены в справке, выданной в 2025 г.

Тема диссертационной работы утверждена решением ученого совета Исследовательской школы химических и биомедицинских технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 12.05.2025, протокол № 2.

Научный руководитель Степанова Елена Владимировна, кандидат химических наук, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», исследовательская школа химических и биомедицинских технологий, заведующая лабораторией «Химическая инженерия и молекулярный дизайн», назначен приказом от 17.12.2020 № 352-43/с.

Диссертация Абрамова А. А является научно-квалификационной работой, в которой содержится разработка систематического подхода к рациональному и прогнозируемому

синтетическому методу дезацетилирования углеводов в условиях кислотного катализа для разработки удобных и эффективных методов синтеза частично ацилированных углеводов

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

1. Актуальность темы и направленность исследования.

Разработка методов селективного удаления ацетильных групп в углеводных соединениях является важной задачей современной органической химии, и в частности, химии углеводов. Частично ацилированные углеводные соединения вызывают особый интерес, поскольку они обладают специфичной биологической активностью и выполняют важные функции в растениях и микроорганизмах. Однако существующие методы синтеза таких соединений требуют сложных, дорогостоящих реагентов и многостадийных процедур, что ограничивает масштабируемость и практическое применение в промышленности и биотехнологии.

В представленной работе разработан новый метод селективного удаления ацетильных групп в углеводах, не требующий применения защитных групп, специальных реагентов или сложного оборудования. Этот подход обладает хорошей масштабируемостью и универсальностью, что делает его пригодным для обработки широкого спектра углеводных субстратов.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.

Автор лично участвовал в получении всех результатов, представленных в диссертационной работе. Он провел литературный анализ в соответствующей области исследования, участвовал в определении направления исследования, формулировке задач и подготовке научных публикаций по теме. Кроме того, автор самостоятельно осуществлял химические эксперименты, включая планирование и проведение реакций, выделение и очистку продуктов, а также идентификацию их структур и оценку чистоты с помощью спектральных методов.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Для проведения экспериментов использовались реагенты и исходные соединения с подтвержденной чистотой. Работа была выполнена с основными принципами органического синтеза. Структура ранее неизвестных соединений была установлена при помощи физико-химических методов анализа (1D и 2D ЯМР, HRMS). Для известных соединений физико-химические характеристики совпадают с литературными. Достоверность результатов подтверждается независимой экспертизой опубликованных материалов в рецензуемых научных изданиях и апробацией на российских и международных конференциях.

4. Новизна результатов проведенных исследований.

Разработан новый хемоселективный способ кислотно-катализируемого удаления ацетильных групп в углеводах в присутствии бензоильных групп. Впервые показано, что наиболее реакционноспособными являются 6-О-ацетильные группы для моноацетилированных соединений и 4,6-ди-О-ацетильные группы для диацетилированных, что обеспечивает высокую скорость и выход реакции. Впервые установлено, что конфигурация углеводного скелета и размер кольца влияют на региоселективность дезацетилирования перацетилированных арилгликозидов. В частности, у пиранозидов с β -

1,2-транс конфигурацией 2-О-ацетильная группа менее реакционноспособна, тогда как α-1,2-цис конфигурация способствует большей устойчивости 3-О- и 4-О-ацетильных групп. Впервые выявлено, что хлороацетильные и пивалоильные группы в кислотно-катализируемой реакции этанолиза проявляют более высокую реакционную активность по сравнению с бензоильными, что открывает новые перспективы для целенаправленного синтеза частично ацилированных гликозидов.

5. Практическая значимость результатов проведенных исследований.

Был разработан простой и эффективный метод селективного кислотно-катализируемого удаления ацетильных групп в присутствии бензоильных, используя реагент 37% водную HCl в смеси CHCl₃/EtOH. Этот подход позволяет с высокими выходами получать частично бензоилированные гликозиды, включая углеводы с разной конфигурацией и разнообразными, в том числе чувствительными, агликонами. Разработанная методика легко масштабируется и может применяться для синтеза удобных строительных блоков при создании сложных олигосахаридов.

Разработан новый метод региоселективного дезацетилирования перацетилированных гликозидов, позволяющий в одну стадию получать ценные моноацетилированные соединения, ранее получавшиеся за 7 и более этапов. Метод использует простые реагенты, не требует инертной среды, повышенного давления или специальных сосудов. Возможность регенерации побочных продуктов и их повторного использования повышает выход и снижает потери вещества, что делает процесс более эффективным и экономичным.

6. Ценность научных работ соискателя и полнота изложения материалов в опубликованных работах.

Общее количество работ по теме диссертации – 5, в том числе 2 статьи в международных рецензируемых изданиях, индексируемых базами данных Scopus и Web of Science, и 3 тезиса в сборниках материалов конференций.

1. **Abramov A. A.**, Zinin, A.I., Kolotyrkina, N. G., Kononov, L. O., Shatskiy, A., Kärkäs, M. D., Stepanova, E. V. Mild and General Protocol for Selective Deacetylation of Acetyl/Benzoyl-Protected Carbohydrates // *J. Org. Chem.* **2024**. Vol. 89, № 14. P. 10021–10026 (Q-1). Общий объем 6 стр. Абрамовым А. А. были проведены экспериментальные методики, описаны спектральные данные, написан черновик публикации.

2. **Abramov A. A.**, Fefelova A.G., Shatskiy, A., Kärkäs, M. D., Stepanova, E. V. Regioselective Deacetylation of Peracetylated Glycosides with a Cleavable Aglycone // *Carbohydr. Res.* **2025**. Vol. 556, P. 109626 (Q-2). Общий объем 8 стр. Абрамовым А. А. были проведены экспериментальные методики, описаны спектральные данные, написан черновик публикации.

3. **Абрамов А. А.** Селективное дезацетилирование арилгликозидов [материалы конференции, электронный ресурс] / Абрамов А. А., Степанова Е В. // *Фундаментальная гликобиология: сборник тезисов V Всероссийской конференции*, Гатчина, 21-24 сентября 2021. – Москва: Курчатовский институт, 2021 – С. 31-32. Общий объем 2 стр. Абрамовым А. А. были проведены экспериментальные методики, описаны спектральные данные, написан тезис конференции.

4. **Абрамов А. А.** Новый метод селективного удаления ацетильных групп в присутствии бензоатов [материалы конференции, электронный ресурс] / Абрамов А. А., Зинин А. И., Кононов Л. О., Степанова Е. В. // Фундаментальная гликобиология: сборник тезисов VI Всероссийской конференции, Мурманск, 11-15 сентября 2023. – Мурманск: Мурманский арктический университет, 2023 – С. 57. Общий объем 1 стр. Абрамовым А. А. были проведены экспериментальные методики, описаны спектральные данные, написан тезис конференции.

5. **Abramov. A. A.** New look at acidic ethanolysis of acetyl groups in carbohydrates [материалы конференции, электронный ресурс] / Abramov A. A., Kononov L. O., Stepanova E. V. // 31st International Carbohydrate Symposium, Shanghai, 14-19 July 2024. – Shanghai: Shanghai Institute of Organic Chemistry, 2024 – S. 287. Общий объем 1 стр. Абрамовым А. А. были проведены экспериментальные методики, описаны спектральные данные, написан тезис конференции.

В опубликованных работах в полной мере изложены материалы диссертации.

7. Соответствие содержания диссертации избранной специальности.

Диссертация соответствует научной специальности 1.4.3 Органическая химия, а именно по направлению исследований:

Пункт 2. Открытие новых реакций органических соединений и методов их исследования

Пункт 3. Развитие рациональных путей синтеза сложных молекул

Диссертация «Регио- и хемоселективное удаление ацетильных групп углеводов в кислых условиях» Абрамова Александра Александровича. рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 Органическая химия

Заключение принято на заседании научного семинара ИШХБМТ ТПУ. Присутствовало на заседании 10 чел. Результаты голосования: «за» 10 чел., «против» 0 чел., «воздержалось» 0 чел., протокол № 6 от «30» сентября 2025г.

Председатель научного семинара

Трусова М.Е., д.х.н,

директор ИШХБМТ

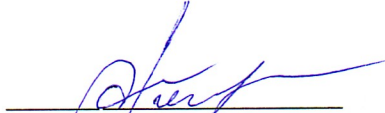


подпись

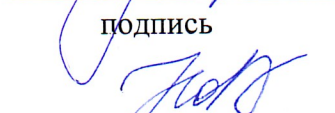
Секретарь заседания

Прокофьева Ю. Ю., специалист

по учебно-методической
работе ИШХБМТ



подпись



подпись

И. о. ученого секретаря ТПУ

Новикова В. Д.

ПРОТОКОЛ

по итогам обсуждения диссертации, выполненной в ТПУ на заседании исследовательской школы химических и биомедицинских технологий
№ 6 от «30» сентября 2025г.

Соискатель ученой степени кандидата наук Абрамов Александр Александрович, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», лаборатория «Химическая инженерия и молекулярный дизайн», Исследовательская школа химических и биомедицинских технологий, младший научный сотрудник.

Диссертация «Регио- и хемоселективное удаление ацетильных групп углеводов в кислых условиях» по специальности 1.4.3 Органическая химия выполнена в ИШХБМТ ТПУ.

Научный руководитель – Степанова Елена Владимировна, к.х.н, основное место работы федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», исследовательская школа химических и биомедицинских технологий, заведующая лабораторией «Химическая инженерия и молекулярный дизайн»

В ходе обсуждения были заданы следующие вопросы (при наличии):

1. Можно ли сразу взять избыток реагентов и провести полную конверсию исходного соединения
2. Изучались ли кинетические закономерности реакции.
3. Проводилась ли оптимизация концентрации соляной кислоты в реакционной смеси.
4. Как выглядит реакционная смесь в присутствии всех реагентов.
5. Чем обоснован выбор хлороформа в качестве растворителя и почему он работает лучше остальных галогенсодержащих растворителей.
6. Есть ли аналитический метод оценки концентрации смеси изомеров в реакционной смеси
7. Оправдан ли метод с точки зрения зеленой химии и чем он выигрывает по сравнению с известными литературными методами
8. С чем связана увеличенная стабильность хлороацетильной защитной группы

По итогам обсуждения сделаны следующие выводы и даны рекомендации.

1. Выводы.

Тема исследований представляется актуальной, выводы обоснованы, результаты получены соискателем лично или при непосредственном участии, представляются достоверными, новыми, практически значимыми.

2. Рекомендации.

Диссертация «Регио- и хемоселективное удаление ацетильных групп углеводов в кислых условиях», представленная соискателем ученой степени Абрамовым Александром

Александровичем удовлетворяет требованиям к научно-квалификационной работе и рекомендуется к рассмотрению диссертации диссертационным советом 24.1.192.02.

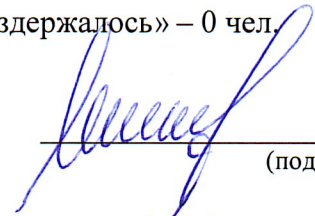
Решение принято на заседании научного семинара ИШХБМТ.

Присутствовало: – 11 человек, из них с правом голоса – 10.

Результаты голосования: «за» – 10 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.

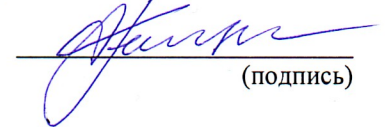
Председатель научного семинара

Трусова М. Е., д.х.н., директор ИШХБМТ


(подпись)

Секретарь научного семинара

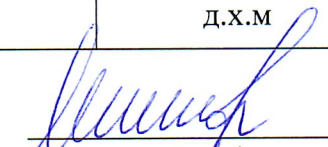
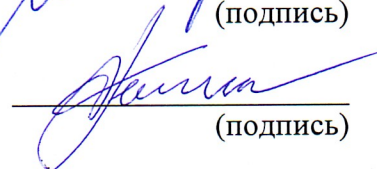
Прокофьева Ю. Ю., специалист по
учебно-методической работе ИШХБМТ


(подпись)

Список присутствовавших на научном семинаре ИШХБМТ
от «30» сентября 2025г. № 6
по представлению диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
Абрамова А. А., мнс, ИШХБМТ ТПУ
«Регио- и хемоселективное удаление ацетильных групп углеводов в кислых условиях»

№	ФИО участника	Должность, подразделение	Ученая степень (при наличии)
1	Трусова М. Е.	директор ИШХБМТ	д.х.н.
2	Прокофьева Ю. Ю.	специалист по учебно-методической работе	
3	Постников П. С.	Профессор ИШХБМТ	д.х.н.
4	Степанова Е. В.	зав. лаб. ЛХИМД ИШХБМТ	к.х.н.
5	Плотников Е. В.	доцент ИШХХБМТ	к.х.н.
6	Солдатова Н. С.	доцент, зав. лаб. МНИЛ НВХМ	к.х.н.
7	Воткина Д. Е.	доцент, научный сотрудник МНИЛ НВХМ	к.х.н.
8	Липовка А. А.	младший научный сотрудник, доцент	к.х.н.
9	Бразовский К. С.	профессор ИШХБМТ	д.т.н.
10	Пестряков А. Н.	профессор ИШХБМТ	д.х.м.
11	Романенко С. В.	профессор ИШХБМТ	д.х.м.

Председатель научного семинара
Трусова М. Е., д.х.н., директор ИШХБМТ
Секретарь научного семинара
Прокофьева Ю. Ю., специалист по учебно-методической работе ИШХБМТ


(подпись)

(подпись)