

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии диссертационного совета

Комиссия диссертационного совета Д 002.222.01 по защите диссертаций на соискание учёной степени доктора химических наук при ИОХ РАН в составе д. х. н., проф. Злотин С. Г. (председатель), д. х. н., проф. Краюшкин М. М., д. х. н., проф. Веселовский В. В., рассмотрев диссертацию и автореферат диссертации **Левина Виталия Владимировича «Новые методы и реагенты для нуклеофильного фторалкилирования»** (научный консультант – д. х. н., проф. РАН Дильман А. Д.), доложенную на Учёном совете ИОХ РАН 22 марта 2018 года (протокол № 2) и представленную на соискание учёной степени доктора химических наук по специальности 02.00.03 – органическая химия, установила:

Диссертационная работа Левина В. В. «Новые методы и реагенты для нуклеофильного фторалкилирования» вносит заметный вклад в развитие органической химии и посвящена решению задач, представляющих несомненный научный и практический интерес. Разработанное Левиным В. В. новое научное направление даёт возможность создавать различные по структуре и функциональности *gem*-дифторированные соединения, а также применять стратегию, основанную на нуклеофильном фторалкилировании, с использованием новых реагентов и типов субстратов.

**Актуальность работы.** Уникальное сочетание физико-химических и биохимических характеристик, присущее фторированным органическим соединениям, определяет ту важную роль, которую они стали играть в создании новых агрохимических и фармацевтических препаратов, а также материалов с полезными свойствами. Растущий спрос на фторированные соединения приводит к необходимости развития надёжных и селективных методов их получения. Введение фторалкильного фрагмента в молекулу субстрата является ключевым подходом к синтезу фторорганических соединений. Метод, лежащий в основе данного диссертационного исследования – нуклеофильное фторалкилирование, суть которого – создание связи С–С между электрофилом и эквивалентом фторированного карбаниона. Несмотря на то, что этот метод уже имеет важное синтетическое значение, он имеет ряд принципиальных недостатков, существенно сужающих рамки его

применения. Во-первых, это нестабильность фторированных анионов, во-вторых, малое их разнообразие, и, в-третьих, ограниченность круга вступающих в этот процесс электрофилов. Поиск путей преодоления этих затруднений является актуальной задачей.

Существующие ныне методы нуклеофильного фторалкилирования затруднительно использовать для получения соединений с дифторметиленовым фрагментом ( $-\text{CF}_2-$ ) по причине отсутствия универсальных схем синтеза соответствующих карбанионных реагентов  $\text{R}-\text{CF}_2^-$ , в которых структура заместителя R могла бы легко и широко варьироваться. Разработка таких схем и изучение взаимодействия получаемых реагентов с широким кругом электрофильных компонент открывает новый подход к созданию фторированных молекул разнообразной структуры и функциональности.

**Цель работы.** Существующие ограничения методов синтеза фторорганических соединений определяют цель настоящего диссертационного исследования – развитие новых методов нуклеофильного фторалкилирования.

Достижение этой цели состоит в решении следующих задач:

1. Разработка новых методов активации нуклеофильных реагентов и электрофильных субстратов для эффективного проведения реакции фторалкилирования.
2. Поиск новых нуклеофильных фторалкилирующих реагентов, удобных в получении и с широким спектром реакционной способности, дающих возможность синтеза продуктов с различными функциональными группами.
3. Синтез *гем*-дифторированных структур по реакциям последовательного образования двух C-C связей с участием дифторкарбена в качестве ключевого строительного блока.
4. Разработка эффективных процессов с участием реагентов, активированных посредством реакций фторалкилирования.

**Научная новизна и практическая значимость работы.** Предложен принципиально новый подход к получению соединений, содержащих дифторметиленовый фрагмент, основывающийся на сочетании трех компонентов – дифторкарбена, нуклеофила и электрофила. Предложена серия новых реагентов, которые использовались для проведения реакций

нуклеофильного фторалкилирования. Разработаны методы создания углерод-углеродной связи с участием цинк-, кремний- и борорганических реагентов в реакциях с широким кругом электрофилов. Предложенные методы позволяют эффективно получать фторорганические соединения, которые сложно синтезировать другими способами.

**Степень достоверности** обеспечивается тем, что экспериментальные работы и спектральные исследования синтезированных соединений выполнены на современном сертифицированном оборудовании, обеспечивающем получение надежных данных. Состав и структура соединений, обсуждаемых в диссертационной работе, подтверждены данными одномерной ЯМР спектроскопии на ядрах  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{11}\text{B}$ , двухмерной ЯМР-спектроскопии (COSY, HSQC, NOESY), масс-спектрометрии (в том числе высокого разрешения), газовой хроматографии, рентгеноструктурного анализа и элементного анализа. Использованы современные системы сбора и обработки научно-технической информации: электронные базы данных Reaxys (Elsevier), SciFinder (Chemical Abstracts Service) и Web of Science (Thomson Reuters), а также полные тексты статей, монографий и книг.

**Личный вклад соискателя.** Автор непосредственно участвовал во всех стадиях научно-исследовательского процесса: от генерирования идеи и постановки задачи до проведения экспериментальных работ и подготовки публикаций. Под руководством автора по материалам диссертации защищено 4 дипломных работы и одна диссертация на соискание учёной степени кандидата химических наук (Земцов А. А., 2018).

Опубликованные материалы и автореферат **полностью отражают основное содержание работы.** Соискатель имеет 132 публикации, в том числе 68 публикаций по теме диссертации. Из них **38 статей в рецензируемых журналах, включенных в международные базы данных Web of Science и Scopus** (из них 4 обзора) и 30 тезисов докладов на международных, всероссийских и региональных конференциях.

**Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым ВАК** к работам на соискание степени доктора химических наук, и может быть представлена к защите по специальности 02.00.03 – органическая химия.

Исходя из вышеизложенного, комиссия пришла к выводу, что по актуальности, новизне и уровню выполнения диссертационная работа Левина В. В. «Новые методы и реагенты для нуклеофильного

фторалкилирования» соответствует критериям пункта 9 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, является научно-квалификационной работой. Экспертная комиссия рекомендует диссертационную работу Левина В. В. к защите на диссертационном совете ИОХ РАН Д 002.222.01 по присуждению учёной степени доктора химических наук по специальности 02.00.03 – органическая химия.

Рекомендуемые официальные оппоненты (д. х. н. **Будникова Ю. Г.**, Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»; д. х. н. **Малеев В. И.**, ФГБУН «Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова Российской академии наук»; д. х. н., проф. **Новиков М. С.**, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет») и ведущая организация (ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук») выбраны соответственно профилю диссертационной работы.

Решение диссертационного совета о приёме к защите докторской диссертации Левина В. В. «Новые методы и реагенты для нуклеофильного фторалкилирования» принято 11 сентября на заседании диссертационного совета Д 002.222.01.

д.х.н., проф. Злотин С. Г.

д.х.н., проф. Краюшкин М. М.

д.х.н., проф. Веселовский В. В.

Подписи д.х.н., проф. Злотина С. Г., д.х.н., проф. Краюшкина М. М., д.х.н., проф. Веселовского В. В. заверяю

Ученый секретарь ИОХ РАН, к.х.н.

11 сентября 2019



И. К. Коршевец