

УТВЕРЖДАЮ
Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Института
органического синтеза им. И.Я.
Постовского УрО РАН, доктор
химических наук, профессор РАН
Вербицкий Егор Владимирович

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке Федерального
государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования «Уральский
федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н.
Ельцина», доктор физико-
математических наук, доцент
Германенко Александр Викторович

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института органического синтеза им. И. Я. Постовского Уральского отделения
Российской академии наук и
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»

Диссертация Валиевой Марии Игоревны «Новые «push-pull» флуорофоры на основе С6-функционализированных 5-арил-(2,2'-би)пиридинов, синтез и свойства» выполнена на кафедре органической и биомолекулярной химии, а также в лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий Научно-образовательного и инновационного центра химико-фармацевтических технологий Химико-технологического института (НОиИЦ ХФТ ХТИ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ) и в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения Российской академии наук (ИОС УрО РАН).

В период подготовки диссертации и по настоящее время соискатель Валиева М.И. является аспирантом кафедры органической и биомолекулярной химии, младшим научным сотрудником лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ Химико-технологического института УрФУ (основное место работы) и младшим научным сотрудником ИОС УрО РАН (внешнее совместительство).

В 2020 г. Валиева М.И. окончила магистратуру Химико-технологического института УрФУ по специальности «Химическая технология».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана УрФУ, 14.03.2024 г.

Научный руководитель – д.х.н. Копчук Дмитрий Сергеевич – работает старшим научным сотрудником лаборатории координационных соединений ИОС УрО РАН (основное место работы) и ведущим научным сотрудником лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ Химико-технологического института УрФУ (внешнее совместительство).

Диссертация Валиевой М.И. обсуждалась на заседании объединённого Учёного совета ИОС УрО РАН, кафедры органической и биомолекулярной химии и лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ (протокол № 5 от 03.04.2024). На заседании присутствовали: 17 членов Учёного совета из 25, а именно Чарушин Валерий Николаевич (председатель), д.х.н., академик РАН; Красникова Ольга Васильевна (секретарь), к.т.н., ученый секретарь ИОС УрО РАН; Салоутин Виктор Иванович (зам. председателя совета), д.х.н., член-корр. РАН, руководитель направления программ и платформ ИОС УрО РАН; Андрейков Евгений Иосифович, д.х.н., в.н.с. лаборатории органических материалов ИОС УрО РАН; Щур Ирина Викторовна, руководитель группы элементного анализа ИОС УрО РАН; Бургарт Янина Валерьевна, д.х.н., зам. директора по научной работе, в.н.с. лаборатории фторорганических соединений ИОС УрО РАН; Вербицкий Егор Владимирович, д.х.н., профессор РАН, директор ИОС УрО РАН; Горбунова Татьяна Ивановна, д.х.н., в.н.с. лаборатории фторорганических соединений ИОС УрО РАН; Кодесс Михаил Исаакович, к.х.н., с.н.с. лаборатории спектральных методов исследования ИОС УрО РАН; Краснов Виктор Павлович, д.х.н., профессор, г.н.с. лаборатории асимметрического синтеза ИОС УрО РАН; Зырянов Григорий Васильевич, д.х.н., профессор РАН, в.н.с. лаборатории координационных соединений ИОС УрО РАН, зам. заведующего лабораторией перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий ХФТ ХТИ УрФУ; Носова Эмилия Владимировна, д.х.н., доцент, профессор кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ, с.н.с. лаборатории гетероциклических соединений ИОС УрО РАН; Русинов Владимир Леонидович, д.х.н., член-корр. РАН, зав. кафедрой органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; Русинов Геннадий Леонидович, к.х.н., в.н.с. лаборатории гетероциклических соединений ИОС УрО РАН; Липунова Галина Николаевна, д.х.н., в.н.с. лаборатории координационных соединений ИОС УрО РАН; Груздев Дмитрий Андреевич, д.х.н., зам. директора по инновационной деятельности ИОС УрО РАН; Щегольков Евгений Вадимович, к.х.н., с.н.с. лаборатории фторорганических соединений ИОС УрО РАН; а также Щепочкин Александр Владимирович, к.х.н., с.н.с. лаборатории координационных соединений ИОС УрО РАН; Дёмин Александр Михайлович, к.х.н., с.н.с. лаборатории асимметрического синтеза ИОС УрО РАН; Вахрушев Александр Викторович, м.н.с. лаборатории медицинской химии ИОС УрО РАН; Газизов Денис Аликович,

м.н.с. лаборатории перспективных органических материалов ИОС УрО РАН; Бажин Денис Назарович, к.х.н., с.н.с. лаборатории фторорганических соединений ИОС УрО РАН, доцент ХТИ УрФУ; Копчук Дмитрий Сергеевич, д.х.н., с.н.с. лаборатории координационных соединений ИОС УрО РАН; Утепова Ирина Александровна, д.х.н., профессор кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; Бельская Наталия Павловна, д.х.н., профессор кафедры технологии органического синтеза ХТИ УрФУ; Глухарева Татьяна Владимировна, к.х.н., доцент кафедры технологии органического синтеза ХТИ УрФУ; Деев Сергей Леонидович, к.х.н., доцент кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; Саватеев Константин Валерьевич, к.х.н., доцент, н.с. кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; Мошкина Татьяна Николаевна, к.х.н., с.н.с. кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; Криночкин Алексей Петрович, к.х.н., н.с. лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ; Никонов Игорь Леонидович, к.х.н., н.с. кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; Федотов Виктор Владимирович, к.х.н., доцент кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; Обыденнов Константин Львович, к.х.н., доцент кафедры технологии органического синтеза ХТИ УрФУ; Тания Ольга Сергеевна, к.х.н., доцент кафедры органической и биомолекулярной химии, н.с. лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ; Лавринченко Игорь Алексеевич, инженер-исследователь лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ; Идрисов Таир Амурович, лаборант-исследователь лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ; Гагарин Алексей Андреевич, инженер кафедры технологии органического синтеза ХТИ УрФУ; Буторин Илья Игоревич, инженер лаборатории физиологически активных веществ ХТИ УрФУ; Зырянова Елена Юрьевна, инженер кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; Ладин Евгений Дмитриевич, лаборант-исследователь лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ; Штайц Ярослав Константинович, м.н.с. лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ; Старновская Екатерина Сергеевна, м.н.с. лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ; Сайфутдинова Юлия Мударисовна, лаборант-исследователь лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ; Кудряшова Екатерина Алексеевна, лаборант-исследователь кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; Шарапов Айнур Диньмухаметович, м.н.с. кафедры органической и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ; всего 45 человек.

При обсуждении диссертации соискателю были заданы следующие вопросы:

Д.х.н. Груздев Д.А.: Хотел немного прояснить насчёт биовизуализации: какие клетки были окрашены? Во-вторых, сохраняют ли они жизнеспособность после этого окрашивания, т.е. являются ли токсичными ваши соединения? Какова растворимость их в водных средах?

Д.х.н. Липунова Г.Н.: У меня два вопроса. Первый вопрос: когда вы переходите от одной серии к другой, резко меняются значения квантовых выходов. Можете объяснить, почему наблюдаются такие резкие перемены, причем в целой серии, от чего это зависит? А второй вопрос такой, в автореферате одной из задач обозначено: "провести анализ синтезированных соединений для выявления основных закономерностей "структура - свойства". Но в заключении вот такой четкой закономерности, которая выявлена, обобщающая по нескольким сериям, вот нигде об этом нет и речи. Можно коротко об этом сказать.

Д.х.н. Чарушин В.Н.: Чем был аргументирован выбор заместителей в разных положениях цикла? Почему, например, появился азетидин? Почему использовали S-нуклеофилы (тиофенолы), но не использовали феноляты? Почему именно арил нужен в бипиридиле, может быть арил и не нужен совсем? Какая-то есть аргументация осмысленного выбора заместителей не только в этом положении, но и в других?

Д.х.н. Утепова И.А.: Какова осмысленность выбора реакций? Делали вы какие-нибудь опыты по сравнению вашей работы и предыдущих опубликованных работ, ведь эти нуклеофилы, которые вы взяли, они уже были опубликованы, может быть, не с вашими соединениями. Может быть, можно было другими методами это все синтезировать. И в литийорганических производных была ли какая-то попытка оценить реакционную способность литийорганических соединений? Второй вопрос: сформулируйте новизну представленных исследований. Ведь подобная методология уже ранее была известна (работы Кожевникова Д.Н.).

Д.х.н. Чарушин В.Н.: А можно ли назвать параллельные процессы параллельными, ведь они у вас последовательные? Вот, например, замещение водорода на остаток морфолина в положении С6, которое потом становится С5, сначала же идет нуклеофильное замещение водорода, а потом уже реакция аза-Дильса-Альдера?

Д.х.н. Утепова И.А.: Вот вы говорите «триазиновая методология», сформулируйте, пожалуйста, ее основные положения?

Д.х.н. Чарушин В.Н.: Почему вы использовали данную методологию применительно именно к центральному триазиновому циклу, вы могли воспользоваться той же методологией для концевых триазинов? Может быть, что-то сделано в этом направлении?

Д.х.н. Краснов В.П.: У меня скорее замечания, слайд 38: что изображено на картинке "Б", под кривой? Нужно делать крупнее. Слайд 12: не приводить статью "в печати", все, что вы показываете должно уже быть опубликовано. По поводу окрашивания, для окрашивания клеток в настоящее время нужны какие-то вектора,

которые, например, будут какие-то клетки окрашивать, а какие-то – нет, и вот здесь возникает вопрос, в чем особенность ваших соединений, и решалась ли какая-либо практическая задача с использованием ваших красителей? Поговорите с биологами чтобы более конкретно на эти вопросы отвечать.

Д.х.н. Вербицкий Е.В.: Изучалась ли зависимость первичные амины – вторичные амины: как они вступают в реакции нуклеофильного замещения? Почему во всех таблицах с фотофизическими данными нет молярного коэффициента экстинкции? Не ясно из таблиц, какие квантовые выходы изучались: абсолютные или относительные? Если абсолютные, то почему они представлены с такой точностью до 0.1 целой, неужели погрешность прибора позволяет измерять с такой точностью?

К.х.н. Деев С.Л.: У Вас в работе получены комплексы с лантаном. Как было доказано их строение? Чем была доказана прототропная таутомерия, какие-то доказательства есть? Если есть такое явление, должны быть причины, пытались как-то объяснить этот эффект? Вот вы светите, протон переносится, почему он туда переносится? Почему это реализуется? Это легко посмотреть, если растворить вещество в дейтерорастворителях, посветить, и на спектрах ЯМР будут видны изменения хим. сдвигов, можно попробовать это сделать.

Д.х.н. Чарушин В.Н.: Почему вы не регулируете пуш-пульную систему введением акцептора в концевой пиридиновый цикл? И второй вопрос, вот вы говорите, что донор в триазиновом кольце плохо влияет на протекание реакции аза-Дильса-Альдера, почему вам вначале не ввести фуран и сделать из него кислоту, а затем гладко не провести аза-Дильса-Альдера? Ведь карбоксильная группа – это акцептор, в отличие от фурана, циклоприсоединение должно протекать намного легче. Вы как-то анализировали последовательность введения групп?

Соискатель дал исчерпывающие ответы на поставленные вопросы.

С рецензиями на работу выступили и дали положительную оценку д.х.н. Бельская Н.П., д.х.н. Носова Э.В., к.х.н. Саватеев К.В., к.х.н. Щепочкин А.В.

Д.х.н. Бельская Н.П.: Объем работы, который выполнен, и экспериментальных исследований, и то, что это все переработано и представлено в виде доклада и диссертации, это конечно заслуживает особого внимания. Я попробую остановиться только на принципиальных вопросах. Все формальные признаки выполнены, все разделы присутствуют. Имеются 7 публикаций, которые подтверждают качество выполненной работы, ее признание в научном мире.

По диссертации и автореферату возникло несколько замечаний:

1. Есть вопросы по тому, как организован литературный обзор, может быть, объединить по методам синтеза, в котором рассмотрена вся серия заместителей и оценить возможности этого метода, чтобы получать серию соединений с намеченными заместителями. Хотелось бы выводы к литературному обзору сделать четче. Может быть, добавить раздел о ранее известных флуорофорах на основе 2,2'-бипиридина.
2. У вас написано циклоалкиламино группы, а это трет-циклоалкиламины.

3. Однотипно указывать положение, если приняли Сб, то так и пишете, а не *альфа*-положение.
4. По фотофизическим исследованиям. Привести молярный коэффициент экстинкции. Лучше приводить Стоксов сдвиг не в «нм», а в «см⁻¹». Проверить оформление графиков. Указать концентрации исследуемых веществ.

В целом, моё мнение о данной диссертационной работе положительное. И после исправления некоторых моментов работа может быть представлена в диссертационный совет.

Д.х.н. Носова Э.В.: Работа проделана большая, получено много новых соединений.

По диссертации и автореферату возник ряд замечаний, полный список передан диссертанту, остановлюсь на основных:

1. В заголовке работы лучше написать двоеточие перед «синтез и свойства».
2. В разделе «Актуальность» лучше не использовать термин «клеточных красителей», т.к. в русском варианте более принято «красители клеток и клеточных структур». То же касается «химическими семействами», лучше написать «химическими классами».
3. Имеются некоторые неудачные выражения и опечатки. В каких-то случаях лучшее более лаконично сделать заключительные фразы к разделам.
4. Когда диссертант переходит к разделу с синтезом производного с остатком ЕДОТ (3,4-этилендиокситиофен), лучше написать, что он выбран в качестве близкого структурного аналога диметоксипроизводного.
5. В разделе 2.8. те заголовки, которые идут без цифр сделать подразделами.
6. Заголовок лучше писать не «биовизуализация», потому что это немного с большей претензией, а лучше писать «Окрашивание клеточных структур такими-то бипиридинами». Может быть, лучше объединить два раздела с использованием пирролил- и индолил- замещённых бипиридинов.

В целом работа производит очень положительное впечатление и своим объемом, и тем, что разработаны несколько серий практически полезных соединений. После редактирования и исправления каких-то моментов работа достойна того, чтобы ее представить в диссертационный совет.

К.х.н. Саватеев К.В.: В целом, работа производит приятное впечатление, но основным недостатком является недостаток выводов, как в литературном обзоре, так и выводах к самой диссертации. Например, «проведен анализ структура-свойство», так давайте расширим, что мы в результате этого анализа смогли сформулировать. Также можно сказать про различные нуклеофилы, с какими идет реакция лучше, с какими хуже.

Из таких вопросов принципиальных:

1. Изучено ли взаимодействие триазина **24** и пиридина **26** с морфолином и другими аминами (вне реакции аза-Дильса-Альдера)? Выделение соответствующего продукта могло бы подтвердить механизм, представленный на схеме 11. Кроме того, что является окислителем в предложенном механизме?
2. Какие перспективы масштабирования получения целевых бипиридинов? Часто в журналах требуется проводить реакцию минимум с 1 ммолем субстрата, а в описанных экспериментах зачастую берется меньшее количество вещества.
3. Во введении постулируется, что электронодонорные заместители в этой позиции могут благоприятствовать проявлению требуемых фотофизических свойств – зачем в таком случае вводить электроноакцепторные фторсодержащие фрагменты?
4. Лучше заменить кальку с английского «квенчили» на русскоязычный термин.

Я прошу совет поддержать эту работу и рекомендовать к защите.

К.х.н. Щепочкин А.В.: Хорошая, добротная, логичная работа, с большим объемом синтетической химии и с выходом на прикладную материаловедческую область. Актуальность, научная новизна и практическая значимость не вызывают сомнений.

Однако некоторые моменты неудачно сформулированы:

1. В разделе актуальность сказано «немногие флуорофоры обладают оптимальными свойствами», какие оптимальные свойства предполагаются? Может быть как-то расшифровать это?
2. Одна из задач сформулирована как: «изучение прикладных свойств». На мой взгляд, это очень широко, может добавить конкретики?
3. Список литературы оформлен не по ГОСТ.
4. На некоторых схемах отсутствуют выходы продуктов, нужно это добавить.
5. Схема 2.9. Есть ли какие-то доказательства в пользу этого механизма? Фиксировали ли метилциклопентадиен какими-либо методами анализа?

В целом работа по своей актуальности, научной новизне и практической значимости удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и после устранения, главным образом, редакторских замечаний, может быть представлена в совет.

В рамках научной дискуссии выступили д.х.н. профессор, Краснов В.П., д.х.н., академик РАН Чарушин В.Н.

По итогам обсуждения принято следующее **Заключение**.

Работа актуальна. Флуорофоры, основанные на различных классах органических соединений, находят широкое практическое применение, например, в качестве химических сенсоров и клеточных красителей для исследований в области химической биологии и медицинской диагностики. Они также используются в

органических светодиодах в качестве устройств отображения и сенсibilизаторов для солнечных элементов. Однако лишь немногие флуорофоры обладают оптимальными свойствами (длинноволновые максимумы поглощения, большой Стоксов сдвиг и молярный коэффициент экстинкции в сочетании с высоким квантовым выходом) и, следовательно, имеют широкий практический потенциал. Поэтому поиск и оптимизация удобных методов получения новых красителей с улучшенными прикладными свойствами по-прежнему представляет значительный интерес. Однако, разработка новых флуорофорных каркасов остается очень сложной задачей. Так, на сегодняшний день часто используемые красители в биохимических исследованиях ограничены несколькими химическими семействами, такими как производные родамина, BODIPY и кумарина. К сожалению, в настоящее время имеются лишь некоторые общие рекомендации по разработке новых красителей, в частности, за счет усиления “push-pull” эффекта достигается батохромный сдвиг максимумов поглощения и испускания. В этом аспекте 2,2'-бипиридин является достаточно хорошим каркасом для построения новых красителей благодаря своему электроноакцепторному характеру, т.к. в случае введения в его структуру электронодонорных заместителей возможно получение новых “push-pull” флуорофоров.

Однако, анализ литературных данных показал, что синтетические подходы к таким бипиридинам ограничены и не всегда позволяют варьировать заместители в широких пределах. Следовательно, настройка их свойств и, соответственно, практического потенциала также не может быть реализована в полной мере. Таким образом, поиск и оптимизация удобных методов получения новых производных 2,2'-бипиридина, функционализированных электронодонорными заместителями, представляет значительный интерес.

Научная новизна и практическая значимость работы заключается в том, что в ней разработаны эффективные методы синтеза 2,2'-бипиридинов, имеющих в положении С6 такие электронодонорные группы, как остатки спиртов, тиофенолов, циклических аминов, 2-тиенилов, 2-фурила, пиррол-2-илов, индол-3-илов, карбазол-3-илов, а также полиароматических соединений, с использованием «1,2,4-триазиновой» методологии. Показано, что в некоторых случаях желаемые бипиридины могут быть получены только в условиях повышенных температуры и давления на стадии превращения триазинового цикла в пиридиновый.

Впервые показано, что реакция Боджера 5-(3,4-диметокситиофен-2-ил)-1,2,4-триазинов, а также 3-(8-метоксихинолин-2-ил)-1,2,4-триазинов с 2,5-норборнадиеном в условиях автоклава протекает параллельно с деметилированием метоксигруппы соответственно по положению С3 тиофена или С8 хинолина. Для первого случая изучено влияние природы заместителя в положении С6 триазина на протекание процесса.

Обнаружено частичное параллельное нуклеофильное замещение водорода в положении С6 на остаток морфолин-1-ила в ходе реакции 5-(2-фурил)-1,2,4-триазинов с 1-морфолиноциклопентеном. Изучено влияние заместителей в

положениях С3 и С5 триазина на возможность реализации данного процесса. Предложены предполагаемые механизмы обнаруженных превращений.

Продемонстрированы перспективные фотофизические свойства полученных С6-замещенных 2,2-(би)пиридинов, показано влияние природы заместителей в их составе на свойства (диапазон излучения от синего до зеленого цвета). В ряде случаев доказан “push–pull” характер новых флуорофоров, а также для соединения с остатком индол-3-ила показано наличие агрегационно-индуцированной эмиссии и влияние изменения значения рН среды на флуоресцентное поведение.

Показана возможность использования соединений с остатками пиррол-2-ила, индол-3-ила и перилен-3-ила в качестве красителей для биовизуализации, в т.ч. с использованием двухфотонного возбуждения (производные перилена).

Ценность научных работ соискателя заключается в разработке новых, удобных методов синтеза 5-арил-2,2'-бипиридинов с электронодонорными заместителями в положении С6, представляющих интерес с точки зрения их потенциального использования. В частности, проведенные эксперименты по биовизуализации и использованию соединений в качестве флуоресцентных красителей для биологических объектов переводят работу из плоскости чисто фундаментального синтеза в прикладную область.

Результаты работы обоснованы и достоверны. Степень достоверности полученных результатов обеспечена применением необходимого набора инструментальных методов доказательства структуры органических соединений (спектроскопии ЯМР, масс-спектрометрии, элементного анализа; в ряде случаев: РСА, абсорбционной и флуоресцентной спектроскопии). Исследования проведены при использовании оборудования ЦКП «САОС» ИОС УрО РАН.

Личный вклад соискателя состоял в поиске, анализе и систематизации литературных данных, касающихся цели и задач исследования; формировании на их основе литературного обзора; планирования, осуществления и описания экспериментальных синтезов; обработке и обсуждения их результатов; измерении фотофизических свойств полученных соединений; подготовке публикаций на их основе, а также представлении этих результатов на конференциях.

Автором диссертационной работы опубликовано 10 статей; **основное содержание работы** изложено в 7 статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК ПРИ Минобрнауки России для размещения материалов диссертаций:

1. **Савчук, М.И.**¹ Синтез 6-замещенных донорными группами 5-фенил-2,2'-бипиридинов реакцией аза-Дильса–Альдера 5-R-1,2,4-триазинов в условиях повышенного давления / **М.И. Савчук**, Е.С. Старновская, Я.К. Штайц, Д.С. Копчук, Э.В. Носова, Г.В. Зырянов, В.Л. Русинов, О.Н. Чупахин // Журн. общ. химии. – 2018. – Т. 88 (10). – С. 1728-1730.

2. **Савчук, М.И.** Новые пуш-пульные флуорофоры на основе 6-алкокси-

¹ Фамилия **Савчук** (Savchuk) была изменена на **Валиева** (Valieva) 25.02.2022 в связи со вступлением в брак.

(2,2'-би)пиридинов: рациональный синтетический подход и фотофизические свойства / **М.И. Савчук**, А.Ф. Хасанов, Д.С. Копчук, А.П. Криночкин, И.Л. Никонов, Е.С. Старновская, Я.К. Штайц, И.С. Ковалев, Г.В. Зырянов, О.Н. Чупахин // *Химия гетероцикл. соединений.* – 2019. – Т. 55 (6). – С. 554-559.

3. **Savchuk, M.I.** Rapid metal free construction of 3-positioned 2-pyridyl substituent in indoles / **M.I. Savchuk**, I.S. Kovalev, V.L. Rusinov, D.S. Kopchuk, A.P. Krinochkin, G.V. Zyryanov, O.N. Chupakhin, V. N. Charushin. // *Mendeleev Commun.* – 2020. – V. 30, Is. 6. – P. 712-713.

4. **Савчук, М.И.** Сочетание реакций SNH/аза-Дильса-Альдера как эффективный способ получения 8-гидрокси(метокси)замещенных 2-[6-(1-метилиндолил)пиридин-2-ил]хинолиновых лигандов/флуорофоров / **М.И. Савчук**, Д.С. Копчук, И.Н. Егоров, А.Ф. Хасанов, С.С. Рыбакова, Г.В. Зырянов, В.Л. Русинов, О.Н. Чупахин // *Журн. общ. химии.* – 2021. – Т. 91 (5). – С. 779-784.

5. **Savchuk, M.I.** 5-Aryl-6-arylthio-2,2'-bipyridine and 6-Arylthio-2,5-diarylpyridine Fluorophores: Pot, Atom, Step Economic (PASE) Synthesis and Photophysical Studies / **M.I. Savchuk**, D.S. Kopchuk, O.S. Taniya, I.L. Nikonov, I.N. Egorov, S. Santra, G.V. Zyryanov, O.N. Chupakhin, V.N. Charushin. // *J. Fluoresc.* – 2021. – V. 31. – P. 1099-1111.

6. Starnovskaya, E.S. 2-(Indol-3-yl)- and 6-(pyrrol-2-yl)-substituted (bi)pyridine-based AIE-probes/fluorophores: synthesis and photophysical studies / E.S. Starnovskaya, **M.I. Valieva**, D.S. Kopchuk, O.S. Taniya, A.F. Khasanov, A.S. Novikov, N.V. Slovesnova, A.S. Minin, S. Santra, G.V. Zyryanov // *New J. Chem.* – 2023. – V. 47. – P. 21720-21731.

7. Guda, M.R. One-pot Synthesis and Photophysical Studies of A-cycloamino-substituted 5-aryl-2,2'-bipyridines / M.R. Guda, **M.I. Valieva**, D.S. Kopchuk, R. Aluru, A.F. Khasanov, O.S. Taniya, A.S. Novikov, G.V. Zyryanov, B.C. Ranu // *J. Fluoresc.* – 2024. – V. 34. – P. 579-586.

В диссертации автор ссылается на собственные опубликованные работы. В тексте диссертации отсутствуют материалы без ссылки на автора или источник заимствования.

По материалам диссертации также опубликованы тезисы 3 докладов на международных и всероссийских конференциях.

Специальность, которой соответствует диссертация.

Диссертационная работа Валиевой М.И. «Новые «push-pull» флуорофоры на основе C6-функционализированных 5-арил-(2,2'-би)пиридинов, синтез и свойства» соответствует пунктам 1 «Выделение и очистка новых соединений», 2 «Открытие новых реакций органических соединений и методов их исследования», 3 «Развитие рациональных путей синтеза сложных молекул» и 7 «Выявление закономерностей типа «структура–свойство» паспорта специальности 1.4.3. Органическая химия.

Объединённый Учёный совет ИОС УрО РАН, кафедры органической и биомолекулярной химии и лаборатории перспективных материалов, зеленых

методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ считает, что по актуальности, научной и практической значимости, достоверности полученных результатов, объему, целостности и законченности диссертационная работа Валиевой Марии Игоревны «Новые «push-pull» флуорофоры на основе Сб-функционализированных 5-арил-(2,2'-би)пиридинов, синтез и свойства» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Заключение принято на заседании объединённого Учёного совета ИОС УрО РАН, кафедры органической и биомолекулярной химии и лаборатории перспективных материалов, зеленых методов и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ (протокол № 5 от 03.04.2024). Присутствовали: 45 сотрудников ИОС УрО РАН и ХТИ УрФУ, из них 17 членов Учёного совета ИОС УрО РАН. Итоги голосования: «За» – 45, «Против» – нет, «Воздержавшихся» – нет.

Председатель Учёного совета ИОС УрО РАН,
д.х.н., проф., академик РАН

В.Н. Чарушин

Заведующий кафедрой органической
и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ,
д.х.н., проф., чл.-корр. РАН

В.Л. Русинов

Заместитель заведующего лабораторией
перспективных материалов, зеленых методов
и биотехнологий НОиИЦ ХФТ ХТИ УрФУ,
д.х.н., проф. РАН

Г.В. Зырянов

Секретарь Учёного совета ИОС УрО РАН,
к.т.н.

О.В. Красникова

Учёный секретарь кафедры органической
и биомолекулярной химии ХТИ УрФУ,
д.х.н.

И.А. Утепова