

На пороге цифровой химии

Рассказывает академик РАН Валентин Павлович Анаников



Мы заканчиваем цикл интервью, посвященный 300-летию со дня основания Российской академии наук. Сегодня наш собеседник – известный ученый в области физической органической химии и гомогенного металлокомплексного катализа, академик РАН, доктор химических наук, член Европейской академии наук, руководитель лаборатории Института органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН (ИОХ РАН), руководитель Секции химии Отделения химии и наук о материалах РАН (ОХНМ РАН) Валентин Павлович Анаников.

В дни юбилейных торжеств Валентину Павловичу была вручена медаль «300 лет Российской академии наук» за большой вклад в развитие отечественной науки, подготовку научных кадров, многолетнюю плодотворную научно-исследовательскую и организационную работу. Мы поздравляем Валентина Павловича и желаем ему успехов в благородном труде на ниве отечественной науки.

О новых тенденциях в науке и образовании, о возрастающей роли искусственного интеллекта и машинного обучения, о том, насколько важно соблюдать баланс между цифровыми технологиями и классическими основами химии и о многом другом В. П. Анаников рассказал нашему корреспонденту.

Уважаемый Валентин Павлович! Ваша деятельность давно связана с Академией, вы один из самых молодых академиков. Можно сказать, что вы очень активно развивались в мире академической науки. Как вам это удалось? С чего вы начинали?

Спасибо за поздравления и за теплые слова! Мое становление в науке началось с интереса к изучению структуры молекул и исследованию поведения химических систем на молекулярном уровне. С самого начала своей научной работы в аспирантуре я осознал, что успешные исследования

в современной химии требуют освоения передовых аналитических методов, таких как ядерно-магнитный резонанс (ЯМР), масс-спектрометрия и электронная микроскопия. Эти методы легли в основу моей научной деятельности, позволив глубже заглянуть в сложные химические процессы и получить детализированное представление о реакциях, катализаторах и промежуточных соединениях.

В наших проектах с помощью ЯМР-спектроскопии удается устанавливать молекулярные структуры и наблюдать химические реакции, масс-спектрометрия предоставляет информацию о составе реакционных масс химических процессов, а электронная микроскопия позволяет исследовать морфологию и наноструктуру материалов и поверхностей. Эти инструменты в совокупности дают возможность создать и понять новые каталитические системы, которые затем лягут в основу передовых методов органического синтеза.

Катализатор – это сложное соединение, его поведение определяется множеством факторов, начиная от электронной структуры и заканчивая наноразмерной организацией. Только совокупное исследование на молекулярном и наноразмерном уровнях, включая растворенные и поверхностные компоненты реакционной системы, может дать информацию для корректного анализа.

Считаю, что знание аналитических методов в химии играет решающую роль, особенно в эпоху, когда наши исследования требуют понимания механизмов сложных процессов. Эти методы открывают двери к современным исследованиям, позволяют создавать более эффективные и экологически-безопасные химические процессы. Именно синергия между аналитикой и синтетической химией стала ключом к развитию моей лаборатории. Чтобы обобщить наш опыт по аналитическому изучению химических процессов мы опубликовали специальный обзор в журнале «Успехи химии» [1].

Валентин Павлович, вы – заведующий лабораторией ИОХ РАН. Расскажите, пожалуйста, о вашей замечательной научной команде. Какие основные направления работы лаборатории? Какие перспективы вы видите? С какими вызовами приходится сталкиваться?

В нашей лаборатории работает сплоченная команда высококвалифицированных специалистов, включая нескольких докторов наук. Мы сосредоточены на передовых направлениях химии, таких как катализ, органический синтез, нанотехнологии, углеродные материалы, фотохимия и молекулярное моделирование [2].

**Одним из наших
ключевых проектов
является исследование
молекулярной сложности
и трансформаций**

Одним из наших ключевых проектов является исследование молекулярной сложности и трансформаций, мы стремимся понять жизненный цикл молекул и пути химических реакций. Особое внимание уделяется разработке новых каталитических систем и методов органического синтеза с высокой селективностью и эффективностью.

Мы также активно исследуем применение искусственного интеллекта в химии, разрабатывая алгоритмы для решения сложных химических задач и автоматизации анализа данных. Ожидается, что это направление откроет новые горизонты для инноваций и ускорит процесс научных открытий. Эффект от этого можно будет оценить уже в ближайшем будущем.

Среди вызовов, с которыми мы сталкиваемся, – необходимость интеграции междисциплинарных подходов, адаптация к быстро меняющимся технологиям и поддержание высокого уровня научных исследований в условиях ограниченных ресурсов.

В нашей лаборатории сформирована сбалансированная научная команда, в которой опытные исследователи и молодые ученые тесно сотрудничают, обеспечивая сочетание знаний и свежих идей. Горизонтальное взаимодействие, воплощающееся в регулярных дискуссиях и обмене знаниями между разными направлениями, способствует быстрому решению сложных задач и стимулирует научное творчество. Вертикальное взаимодействие, в свою очередь, играет важную роль в наставничестве и передаче опыта: доктора наук активно поддерживают и направляют аспирантов и молодых специалистов, способствуя их профессиональному росту. Такая динамика коммуникаций обеспечивает эффективную работу команды, формируя основу для фундаментальных исследований и устойчивого развития лаборатории.

Насколько активно сегодня развиваются классические и хорошо известные химикам аналитические методы исследования, такие как ЯМР-спектроскопия

и масс-спектрометрия? Нередко высказывается мнение, что с ними ничего нового уже не происходит.

Один из последних проектов по катализу показал ключевое значение новых подходов спектроскопии ЯМР, особенно в сложных системах, подверженных динамическим процессам по ходу реакции. Важность исследования динамических систем заключается в том, что они позволяют ученым лучше понять, как функционируют катализаторы на молекулярном уровне. Этот уровень знания важен, потому что многие процессы, такие как образование и разрушение каталитически активных наночастиц, происходят буквально в режиме реального времени, оказывая огромное влияние на эффективность реакции. Изучение этих процессов дает нам возможность разрабатывать более стабильные и эффективные катализаторы для востребованных на практике химических реакций.

Например, работа с гибридными наночастицами, сочетающими металлическую основу и органические молекулы на поверхности, является весьма сложной задачей. Эти частицы, как правило, имеют уникальные свойства, которые делают их чрезвычайно полезными в катализе. Однако их структура также нестабильна и изменчива, и это делает сложным их анализ традиционными методами. В нашей работе были использованы инновационные подходы, чтобы отследить поведение гибридных частиц на молекулярном уровне.

Мы разработали новый метод, основанный на использовании спектроскопии твердотельного ядерного-магнитного резонанса (SS-NMR), который позволил наблюдать уникальные изменения в тонком слое химической системы на границе наноразмерной и молекулярных зон [3]. В этой статье описан инновационный подход к использованию SS-NMR для исследования гибридных каталитических систем на основе наночастиц палладия и N-гетероциклических карбенов (NHC). Основное новшество метода заключается в использовании так называемого *Knight shift* – специфического сдвига частоты сигнала ЯМР, который возникает при взаимодействии металлической поверхности с лигандом. Этот сдвиг позволил зафиксировать наличие

ковалентных связей между карбенами и поверхностью палладия, что ранее было сложно подтвердить.

Новый подход также включает «моментальную заморозку» в жидком азоте реакционной смеси в процессе реакции, позволяя остановить все активные процессы и сохранить состояние наночастиц в их каталитически активной форме. Результаты применения этого метода открыли новые возможности для исследования динамических каталитических систем. Благодаря разработанному подходу удалось не только доказать ковалентную связь NHC-лигандов с палладиевой наночастицей, но и понять, как эти связи влияют на стабильность и активность катализатора.

Мы активно исследуем применение искусственного интеллекта в химии, разрабатывая алгоритмы для решения сложных химических задач и автоматизации анализа данных

Еще один пример – доработка оборудования и интеграция аналитических методов с химическими реакторами, которые открывают новые горизонты в химии. Востребованной областью приложения является масс-спектрометрическое изучение фотохимических процессов [4]. Мы описали инновационные методики для масс-спектрометрического исследования фотохимических реакций с использованием ионизации электрораспылением (ESI-MS). Разработанные установки позволяют проводить анализ фотохимических процессов

в реальном времени, отслеживая кратковременные промежуточные соединения, которые формируются под воздействием света.

Среди используемых методик выделяются несколько уникальных подходов:

1. Фотохимическая реакция с облучением в капилляре: реакционная смесь пропускается через прозрачный капилляр, где происходит облучение светом. Это позволяет детектировать нестабильные промежуточные соединения прямо перед подачей в масс-спектрометр.
2. Облучение на конце иглы ионизатора: свет направляется прямо на каплю раствора у кончика иглы, где происходит электроспрей-ионизация. Этот метод позволяет проводить исследование сразу после светового воздействия, что важно для выявления реакционноспособных радикалов и короткоживущих ионов.

3. Облучение наконечника капилляра, которое осуществляется непосредственно на конце капилляра, подключенного к источнику ESI-MS. Это позволяет изучать реакцию на уровне миллисекунд, обеспечивая наблюдение кратковременных промежуточных частиц.
4. Использование наноспрея (nESI) с наноразмерными капиллярами и портативными источниками света, которое дает возможность анализировать реакции в микрообъемах и повышает чувствительность метода, что особенно полезно для отслеживания малых концентраций активных радикалов.

Эти подходы открывают новые возможности для детального изучения фотохимических реакций, делая возможным обнаружение промежуточных соединений, которые сложно зарегистрировать традиционными методами.

В 2023 году вы стали лауреатом Международной университетской премии в области искусственного интеллекта «Гравитация». Какие достижения послужили основанием для присуждения этой престижной награды?

Премия была присуждена коллективу авторов в номинации «Прорывные научные исследования и разработки» за вклад в использование цифровых технологий и искусственного интеллекта (ИИ) в химии. Моя текущая работа, уже после получения премии, развивает это направление дальше и охватывает интеграцию ИИ для анализа и прогнозирования химических процессов, включая разработку новых методов машинного обучения для анализа данных спектроскопии, оптимизации химических реакций, автоматизации лабораторных исследований и изучения токсичности веществ.

Мы выделили наиболее значимые технологии, такие как машинное обучение для молекулярного дизайна, высокопроизводительные эксперименты с помощью ИИ и использование цифровых двойников для моделирования процессов. Эти инновации способствуют ускорению исследований, делают их более устойчивыми и открывают новые горизонты в химии, от поиска лекарств до создания

Наша цель – вдохновить исследователей на использование ИИ для решения современных научных задач и ускорение инноваций в химической науке

экологически чистых процессов. Наша цель – вдохновить исследователей на использование ИИ для решения современных научных задач и ускорение инноваций в химической науке.

Приведите, пожалуйста, пример конкретного применения искусственного интеллекта для развития аналитических методов.

Один из наших самых увлекательных проектов связан с применением искусственного интеллекта для распознавания химических формул веществ по их фотографиям. Мы создали уникальную технологию, способную анализировать изображения химических соединений, снятые с помощью сканирующего электронного микроскопа и оптической микроскопии, и с высокой точностью определять молекулярную структуру соединений [5]. При дальнейшем успешном развитии, эта техника может значительно ускорить процессы в химических исследованиях, снизив зависимость от дорогостоящего оборудования и сложных аналитических методик.

Наше исследование было сосредоточено на распознавании четвертичных фосфониевых солей, которые представляют собой фосфорорганические соединения, имеющие множество применений, от органического синтеза до медицины. Созданная нами нейросеть способна распознавать минимальные структурные различия в этих соединениях, вплоть до изменений на уровне одной метиленовой группы, что ранее считалось практически невозможным. Такие ИИ-проекты открывают новую эру в химии, делая анализ веществ быстрым и доступным для широкого круга научных и прикладных задач.

Вы входите в редакционные коллегии нескольких международных научных журналов, таких как Angewandte Chemie, JACS Au, ACS Catalysis и др. Вы – член редколлегии ряда российских журналов. Как с вашей точки зрения развивается публикационная активность современных ученых? Что можно сказать о научном влиянии этих публикаций?

Публикационная активность современных ученых переживает стремительный рост. Каждый год

появляются десятки новых научных журналов, что отражает усиливающееся стремление к обмену знаниями и расширению научных границ. В частности, в области катализа количество статей становится действительно ошеломляющим: несколько тысяч публикаций ежемесячно. Справиться с таким объемом информации уже практически невозможно для отдельного исследователя, даже если он сосредоточен на узкой тематике.

В этом новом информационно-насыщенном мире наука сталкивается с новыми вызовами. Обилие данных требует разработки эффективных инструментов, которые помогут ученым не только ориентироваться в гигантских массивах литературы, но и выделять наиболее значимые и перспективные идеи.

Здесь на передний план выходят технологии искусственного интеллекта, особенно большие языковые модели (LLM), и уже широко известные диалоговые системы на базе GPT. Эти модели способны за короткое время анализировать большие массивы научных данных, выделять ключевые тенденции, предлагать новые гипотезы и даже помогать в подготовке научных публикаций.

Использование LLM в науке становится мощным инструментом для систематического анализа литературы, идентификации актуальных исследований и построения связей между различными направлениями. Важно отметить, что внедрение этих технологий не заменяет научную экспертизу, а дополняет ее, помогая исследователям извлекать максимальную пользу из стремительно развивающегося информационного ландшафта.

Можете привести пример использования больших языковых моделей для обработки литературы и написания статей?

В статье *Artificial Intelligence in Chemistry: Current Trends and Future Directions* [6] мы продемонстрировали, как большие языковые модели (LLM) могут использоваться для эффективного анализа научной литературы и подготовки обзорных статей. В этом проекте была собрана и обработана база данных, состоящая примерно из 100 тыс. научных статей, опубликованных с 2010 по 2023 год и охватывающих широкий спектр тем по приложениям ИИ в химии.

Для анализа этого огромного объема данных применяли передовую языковую модель GPT-4. Тексты статей обрабатывали и группировали по направлениям. Языковая модель затем выполняла тематическое моделирование, выделяя ключевые темы и направления исследований, анализировала текущие научные тренды и выявляла передовые изученные области, которые могут представлять интерес для будущих исследований.

Использование LLM позволило синтезировать и структурировать большой массив информации, сформировав обзор, в котором отражены основные тенденции и перспективы развития химических исследований в эпоху ИИ. Этот процесс, который у человека занял бы около 100 тыс. часов (или более десяти лет непрерывной работы), был завершен за несколько дней, поскольку ИИ значительно ускорил и упростил обработку данных. Данный пример наглядно показывает, как искусственный интеллект меняет подход к анализу научной информации, предоставляя исследователям мощные инструменты для ориентации в стремительно растущем объеме данных и выработки новых научных идей.

Вы являетесь профессором Московского университета и преподавали в Высшем химическом колледже РАН. Сейчас происходит перестройка высшего образования. Как этот процесс происходит и чего можно ожидать?

В современном обществе перестройка системы высшего образования идет полным ходом, и эти изменения охватывают университеты и научные институты по всему миру. Одним из важнейших аспектов, который не должен быть утрачен в процессе реформ, является фундаментальное научное образование. Прочные образовательные основы в базовых науках, таких как химия, физика, биология и математика, остаются краеугольным камнем для научного прогресса и развития современных промышленных технологий. Именно глубокое понимание фундаментальных принципов позволяет специалистам адаптироваться к новым вызовам и работать на переднем крае науки.

Вместе с тем, нельзя недооценивать значение преподавания новых и стремительно развивающихся

Публикационная
активность
современных
ученых переживает
стремительный
рост

направлений. Мир меняется с невероятной скоростью, и системы образования должны успевать за этим темпом. В учебные программы необходимо интегрировать элементы искусственного интеллекта и цифровых технологий, которые становятся неотъемлемой частью современных научных исследований и промышленного производства. Студенты должны не только изучать традиционные дисциплины, но и осваивать навыки работы с большими данными, алгоритмами машинного обучения и новыми инструментами для обработки научной информации.

Создание сбалансированных образовательных программ в условиях быстрого научно-технологического прогресса – это сложная задача и серьезный вызов для всех участников образовательного процесса. Необходимо найти золотую середину между фундаментальными знаниями и новейшими научными тенденциями, чтобы выпускники обладали как глубоким пониманием классических принципов, так и гибкостью для адаптации к стремительно меняющимся условиям. Этот баланс критически важен для подготовки нового поколения ученых и специалистов, которые смогут внести вклад в развитие науки и технологий в будущем.

Вы входите в состав Отделения химии и наук о материалах РАН. Каковы его цели и задачи?

Отделение химии и наук о материалах Российской академии наук (ОХНМ РАН) выполняет важную миссию в развитии фундаментальных и прикладных исследований, направленных на решение актуальных задач в области химии и материаловедения. Основные цели и задачи Отделения включают продвижение передовых научных исследований, создание новых материалов с заданными свойствами, разработку инновационных технологий, а также обеспечение устойчивого развития химической промышленности. В последние годы важнейшей сферой приложения исследований ОХНМ РАН является разработка промышленных технологий для мало- и микро-тоннажного синтеза [7].

Кроме того, Отделение активно работает над продвижением междисциплинарных исследований,

поскольку современная наука требует объединения усилий специалистов из различных областей. Одной из приоритетных задач является поддержка перспективных научных проектов и содействие в подготовке молодых исследователей, которые смогут в будущем продолжить традиции российской науки.

Особое внимание уделяется экологическим аспектам и разработке технологий, направленных на решение глобальных вызовов, таких как переход к экологически чистым источникам энергии, утилизация отходов и создание устойчивых производственных процессов.

Отделение также занимается экспертной деятельностью, предоставляя научно обоснованные рекомендации для государственной политики в области науки и технологий, и активно участвует в международном научном сотрудничестве, способствуя интеграции российской науки в мировое научное сообщество.

Расскажите, пожалуйста, о ваших ближайших и перспективных планах.

В ближайшей перспективе, как никогда, важно соблюдать баланс между развитием цифровых технологий и классических основ химии. Мы живем в эпоху, когда искусственный интеллект и машинное обучение (ML) начинают занимать центральное место в исследованиях, и их интеграция в химию может трансформировать подходы к анализу и синтезу. Однако не менее важно сохранить фундаментальные знания в области классической химии, которые остаются незаменимыми в обучении и развитии навыков исследователей.

Для внедрения цифровых технологий требуется структурированный и поэтапный подход. Начинать следует с внедрения технологий машинного обучения для анализа и обработки данных. Например, алгоритмы, которые позволяют на основе большого массива данных автоматически классифицировать и предсказывать поведение химических соединений. На следующем этапе можно включить глубокое обучение (DL), позволяющее выявлять скрытые зависимости и прогнозировать новые реакции или соединения

и прогнозировать новые реакции или соединения

Создание сбалансированных образовательных программ в условиях быстрого научно-технологического прогресса – это сложная задача

с заданными свойствами. Параллельно с этим важно развивать нейросетевые модели, ориентированные на моделирование сложных процессов, таких как каталитические реакции или динамика молекул в растворе.

Современные ИИ-инструменты также открывают возможности для автоматизации лабораторных процессов, где можно использовать роботов, управляемых ИИ, для проведения экспериментов и анализа результатов. Это ускорит темпы исследований и повысит точность экспериментов, уменьшив роль человеческого фактора.

Однако в стремлении к цифровой трансформации мы не должны забывать о классической синтетической и аналитической химии. Развитие классических методик остается ключевым аспектом, так как они дают глубокое понимание природы веществ и реакций, что является основой любой химической деятельности. Синтетическую химию необходимо продолжать совершенствовать, чтобы исследователи могли не только моделировать новые соединения, но и создавать их в реальности, проверяя их свойства и взаимодействия. Аналитическая химия также требует внимания и развития: такие методы, как масс-спектрометрия, ЯМР и электронная микроскопия, являются незаменимыми инструментами для изучения структур и свойств веществ. Их сочетание с цифровыми подходами позволяет достичь более точного и глубокого понимания процессов.

Если полагаться исключительно на компьютерное моделирование и ИИ, то такой подход может представлять определенные риски. Заменяя практические исследования моделями, мы рискуем потерять важные компетенции [8]. Молодые специалисты рискуют утратить навык работы с реактивами и лабораторным оборудованием, а это может сказаться на качестве и точности исследований. Чтобы избежать проблем, важно сохранить

Необходимо найти золотую середину между фундаментальными знаниями и новейшими научными тенденциями

интеграцию практических экспериментов и теоретического моделирования, а также внедрять цифровые методы в качестве дополнения к экспериментальной работе, а не ее замены.

Таким образом, наши планы направлены на комплексное и сбалансированное развитие химической науки: от внедрения ИИ и машинного обучения для анализа данных до поддер-

жания и укрепления базовых навыков классической химии. Только такой подход позволит избежать утраты важных компетенций и достичь значимых научных достижений.

1 Спасибо за интересный рассказ.

Материал к публикации подготовила В. В. Родченкова

Литература/References

1. Качала В. В., Хемчян Л. Л., Кашин А. С., Орлов Н. В., Грачев А. А., Залесский С. С., Анаников В. П. Комплексное исследование структуры и механизмов получения и превращений газообразных, жидких и твердых химических систем методами масс-спектрометрии, спектроскопии ЯМР и электронной микроскопии. *Успехи химии*. 2013;82:648–685. <http://dx.doi.org/10.1070/RC2013v082n07ABEH004413>.
2. Kachala V. V., Khemchyan L. L., Kashin A. S., Orlov N. V., Grachev A. A., Zaleskiy S. S., Ananikov V. P. Target-oriented analysis of gaseous, liquid and solid chemical systems by mass spectrometry, nuclear magnetic resonance spectroscopy and electron microscopy. *Russian Chemical Reviews*. 2013;82:648–685 (in Russ.). Веб-сайт: <http://ananikovlab.ru/publications>.
3. Prima D. O., Kulikovskaya N. S., Novikov R. A. et al. Revealing the mechanism of combining best properties of homogeneous and heterogeneous catalysis in hybrid Pd/NHC systems. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2024;63(27): e202317468. <https://doi.org/10.1002/anie.202317468>.
4. Burykina Yu. V., Ananikov V. P. Studying photochemical transformations using ESI-MS. *ChemPhotoChem*. 2023; 7(1): e202200175 <https://doi.org/10.1002/cptc.202200175>.
5. Boiko D. A., Arkhipova D. M., Ananikov V. P. Recognition of Molecular Structure of Phosphonium Salts from the Visual Appearance of Material with Deep Learning Can Reveal Subtle Homologs. *Small*. 2024; 2403423. <https://doi.org/10.1002/smll.202403423>
6. Ananikov V. P. Top 20 Influential AI-Based Technologies in Chemistry. *Artificial Intelligence Chemistry*. 2024; 100075. <https://doi.org/10.1016/j.aichem.2024.100075>.
7. Анаников В. П., Белецкая И. П., Максимов А. Л., Егоров М. П., Терентьев А. О. Микротоннажная и малотоннажная химия. *Химический эксперт*. 2024;4(12): 24–31. URL: <http://zioc.ru/preprint.012024v1>. Ananikov V. P., Beletskaya I. P., Maksimov A. L., Egorov M. P., Terentyev A. O. Micro-tonnage and small-tonnage chemistry. *Chemical Expert*. 2024;4(12): 24–31.
8. Ananikov V. P. Will artificial intelligence (AI) replace chemists? *Chemistry Today*. 2024;42(4):14–15. https://www.teknoscienze.com/tks_article/will-artificial-intelligence-ai-replace-chemists/.



Telegram-канал Научной Школы
акад. В. П. Ананикова.
Новости, события и мнения
в мире науки и образования.

ЛАБОРАТОРНОЕ И УЧЕБНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКИ

30-летний опыт
проектирования и оснащения лабораторий

Крисмас®

christmas-plus.ru
крисмас.рф
shop.christmas-plus.ru



Группа компаний «Крисмас»
является российским
производителем.

Вся продукция производится
из отечественного сырья
и комплектующих, что обеспечивает
выгодные для покупателей цены.
Оборудование ГК «Крисмас» – гарантия
минимальных затрат при достаточной
достоверности результатов химического
анализа.

ПРЕИМУЩЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ
ГК «КРИСМАС»:

- простое в использовании;
- портативное и удобное для переноски;
- не потребляет электроэнергию.

Имеет сертификаты соответствия.
Полностью соответствует требованиям
нормативных документов.

**Оборудование для газового анализа,
анализа воды (в том числе котловой),
почвы, нефти и нефтепродуктов,
санитарно-пищевого контроля**

**Лаборатории химического контроля
и разведки**

Судовые лаборатории

Лабораторное оборудование и приборы

Передвижные (мобильные) лаборатории

Лабораторная, офисная мебель

**Нормативно-методические
и справочные документы**



ГАРАНТИЙНОЕ И ПОСТГАРАНТИЙНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
РАССРОЧКА ОПЛАТЫ
МИНИМАЛЬНЫЕ СРОКИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ



191119 Санкт-Петербург, ул. Константина Заслонова, дом 6
Тел./факс: +7 (812) 575-50-81, 575-55-43, 575-54-07, 575-57-91
8 (800) 302-92-25 – звонок по России бесплатный
Факс: (812) 325-34-79
E-mail: info@christmas-plus.ru
Сайты: shop.christmas-plus.ru, christmas-plus.ru, крисмас.рф,
center-souz.ru

Эксклюзивный дилер в Москве:
127247 Москва,
Дмитровское шоссе, д. 96, корп. 2
Тел.: +7 (917) 579-66-02
E-mail: n-chernyh@christmas-plus.ru
Сайт: ecologlab.ru

интернет-магазин
Крисмас
shop.christmas-plus.ru