

## **ПРИМЕНЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ МЕТАЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В МЕДИЦИНЕ: ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ФОРМЫ И СПОСОБЫ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВ**

**Иващенко В. В., научный руководитель – канд. хим. наук, С. А. Шипиловских**  
(Университет ИТМО)

### **Аннотация.**

Таргетная доставка лекарств – современное направление в развитии лечения заболеваний. Такой принцип работы с действующим веществом позволяет не только снизить нагрузку на организм, но и повысить эффективность прицельного действия лекарственного препарата в зоне доставки. Ключевыми способами доставки в сегодняшнем арсенале разработчиков лекарственных средств является местное и системное введения препарата, однако в каждом из них есть проблемы с теми или иными свойствами, необходимыми для качественной реализации этих методов. Метал-органические каркасы (МОК) как система доставки лекарств могут быть использованы при заболеваниях различного происхождения (неопластических, инфекционных, воспалительных, дегенеративных, генетических, аутоиммунных и т.д.), даже при заболеваниях с различными патогенными механизмами. МОК также обладают большими возможностями для управления регуляцией высвобождения лекарств, что очень важно для быстродействующих и длительно действующих лекарств.

### **Введение.**

История способов доставки лекарств начинается с использования растительных и животных веществ в качестве лекарственных трав, которые принимались внутрь или наносились на кожу. С течением времени были разработаны другие способы доставки лекарств, включая инъекции, лекарственные формы в виде таблеток, капсул и сиропов. В 19 веке были открыты новые способы доставки лекарств, такие как подкожные и внутримышечные инъекции, и в конце 20 века были разработаны более новые и инновационные методы доставки, включая использование липосом и полимерных микросфер для доставки лекарственных веществ в организм.

В настоящее время наиболее современные методы доставки лекарств включают использование наночастиц и метал-органических каркасов, которые позволяют доставлять лекарственные вещества напрямую в определенные области тела. Метал-органические каркасы (МОК) для доставки лекарств должны быть наноразмерными, чтобы легко проникать в ткани и клетки организма. Наноразмерные МОК могут пройти через клеточные мембраны и доставить лекарственные вещества внутрь клетки, минуя барьерные слои и системы организма, которые могут затруднять прием и усвоение лекарственных препаратов. Наконец, наноразмерность каркаса позволяет достигать более высокой точности и контроля в процессе доставки. Наночастицы имеют более предсказуемое поведение при взаимодействии с организмом, что позволяет более точно управлять временем и местом доставки лекарственных веществ.

### **Основная часть.**

Метал-органические каркасы — это синтетические сетчатые материалы, образованные из металлических и органических элементов, которые могут связывать или скреплять

различные лекарственные молекулы. Их форма, пористость и размеры меняются в зависимости от компонентов и методики синтеза, что позволяет использовать МОК для создания точных систем доставки лекарств в нужные области организма, в определенную часть ткани.

Одно из главных преимуществ МОК — их способность улучшать растворимость лекарственных препаратов в воде, что повышает их биодоступность и эффективность. Помимо этого, разные модификации МОК могут обладать высокой устойчивостью к окислению и термической стабильности, что дает им возможность доставлять лекарственные вещества, которые не могут выжить в условиях термической обработки и окисления. В некоторых случаях МОК улучшают распознаваемость лекарственных веществ биологическими системами и обеспечивают более эффективную доставку лекарства. МОК имеют высокую плотность упаковки, что обеспечивает доставку более крупных доз лекарств в определенные области тела. МОК обладают низкой токсичностью в отличие от некоторых других способов доставки лекарств, таких как липосомы.

Управляемая наноструктуризация МОК — это ключевой метод в создании новых материалов для доставки лекарств, и он существенно увеличивает точность и эффективность введения лекарственных веществ в организм. С химической точки зрения это процесс управления строением каркаса, чтобы он соответствовал требуемой спецификации (размерности пор) и при этом оставался устойчивым во время использования как носителя лекарственных веществ.

Существует несколько способов достижения управляемой наноструктуризации МОК. Одним из них является варьирование состава материала, его формы и реакционных условий при синтезе, чтобы получить желаемую структуру и размерность МОК. Этот подход называется топохимическим синтезом и позволяет получать МОК с определенной формой и свойствами. Другой способ — использование внешних стимулов, таких как ультразвук, электрическое поле или световое излучение, для управления наноструктурой МОК. Это позволяет управлять размерностью и формой МОК в режиме реального времени.

Наноструктурированные МОК могут быть функционализированы различными способами, например добавлением различных групп функциональных элементов, таких как фоточувствительные или магнитные группы, для улучшения их свойств и использования в качестве агентов доставки для лекарственных веществ. Управляемая наноструктуризация позволяет обеспечить пространственный контроль и более эффективную доставку лекарств.

Способность создавать дизайн МОК как лекарственной формы сочетается с концепцией рационального дизайна лекарств как процесса разработки новых лекарственных средств, основанного на более глубоком понимании структуры белков, рецепторов и других молекул, которые регулируют биохимические процессы в организме.

Рациональный дизайн лекарств помогает ускорить процесс разработки новых лекарственных средств, т.к. они оптимизированы для целенаправленного воздействия на конкретные биохимические процессы и генетические механизмы, которые связаны с определенными заболеваниями, а настраиваемые метал-органические каркасы могут позволить ускорить и улучшить показатели клинических испытаний таких препаратов. Такой подход позволит не только быстрее выводить препараты на рынок, но и делать их более безопасными для пациентов за счёт точной доставки и нацеленного попадания препарата, что значительно улучшит качество жизни людей.

**Выводы.**

Благодаря этим преимуществам метал-органические каркасы стали одним из самых перспективных исследуемых направлений научных исследований в области доставки лекарств и имеют большой потенциал для применения в будущих медицинских технологиях.

Использование МОК в доставке лекарств становится все более популярным, исследователи ищут способы улучшения механизмов доставки и увеличения эффективности препаратов. Применение МОК может помочь разработать решения для более эффективного и безопасного доставки лекарств и предоставить пациентам возможность получить инновационные и эффективные препараты.