

Для всех синтезированных соединений исследованы их УФ-спектры поглощения, определены значения красной границы области поглощения и на их основе рассчитаны значения оптической ширины запрещенной зоны, получены спектры флуоресценции и определены значения сдвигов Стокса и квантового выхода флуоресценции.

### Список литературы

1. Dalton L. R. et al. // Chemical Reviews. 2010. Vol. 110. P. 25–55.
2. Reddy N. S. K., Badam R., Sattibabu R. et al. // Chemical Physics Letters. 2014. Vol. 616–617. P. 142–147.
3. Kiran J., Lee H. W., Ravindra H. J. et al. // Current Applied Physics. 2010. Vol. 10. P. 1290–1296.
4. Raghavendra S., Dileep C. S., Dharmaprakash S. M. // Molecular Crystals and Liquid Crystals. 2015. Vol. 609. P. 192–204.
5. Perundevi T. S., Jonathan D. R., Kothai S. // Chemical Science Transactions. 2017. Vol. 6. P. 199–208.

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Пермского края в рамках научного проекта № 19-43-590014, а также при финансовой поддержке Правительства Пермского края.

УДК 541.64:547.96

**З. Р. Галимшина<sup>1</sup>, Г. У. Гильфанова<sup>1</sup>, Э. И. Алибаева<sup>2</sup>,  
Т. М. Пашкова<sup>3</sup>, Л. В. Парфенова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт нефтехимии и катализа УФИЦ РАН,  
450075, Россия, г. Уфа, пр. Октября, 141,

<sup>2</sup>Башкирский государственный университет,  
450076, Россия, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32,

<sup>3</sup>Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН,  
460000, Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11,  
luda\_parfenova@mail.ru

## СИНТЕЗ КОНЬЮГАТОВ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ С БИФОСФОНАТАМИ АМИНОКИСЛОТ В КАЧЕСТВЕ АНТИМИКРОБНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПЭО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАТОВ\*

**Ключевые слова:** гиалуроновая кислота, бифосфонаты, имплантанты, «клик»-реакция, реакция Михаэля, биологическая активность.

Гиалуроновая кислота (ГК) является основным полисахаридным компонентом внеклеточного матрикса и сигнальной молекулой во многих клеточных процессах, включая подвижность клеток, пролиферацию, организацию тканей, заживление ран, ангиогенез и морфогенез. ГК участвует в развитии, росте и реконструкции скелета [1]. Благодаря таким свойствам, как биосовместимость, биоразлагаемость, неиммуногенность, ГК широко изучается как материал для регенерации тканей, доставки лекарственных средств, контроля дифференцировки стволовых клеток и биосенсирования [2]. Данный полисахарид может быть использован в качестве биосовместимого органического покрытия для металлических имплантатов. Для увеличения степени адгезии макромолекул к поверхности металла, а также адсорбции ионов кальция на поверхности в молекулу полисахарида могут быть введены фосфонатные группы, которые, как отмечается в литературе, обладают высоким сродством к ионам металлов [3]. В связи с этим целью работы являлась разработка новых биосовместимых бифункциональных покрытий для металлических имплантатов на основе фосфонатов гиалуроновой кислоты, обладающих высокой адгезией к поверхности металла и проявляющих антимикробные свойства.

В данной работе синтез практически значимых гибридных молекул на основе конъюгатов гиалуроновой кислоты с аминоксифосфонатами нами реализован с использованием реакции Михаэля (схема).

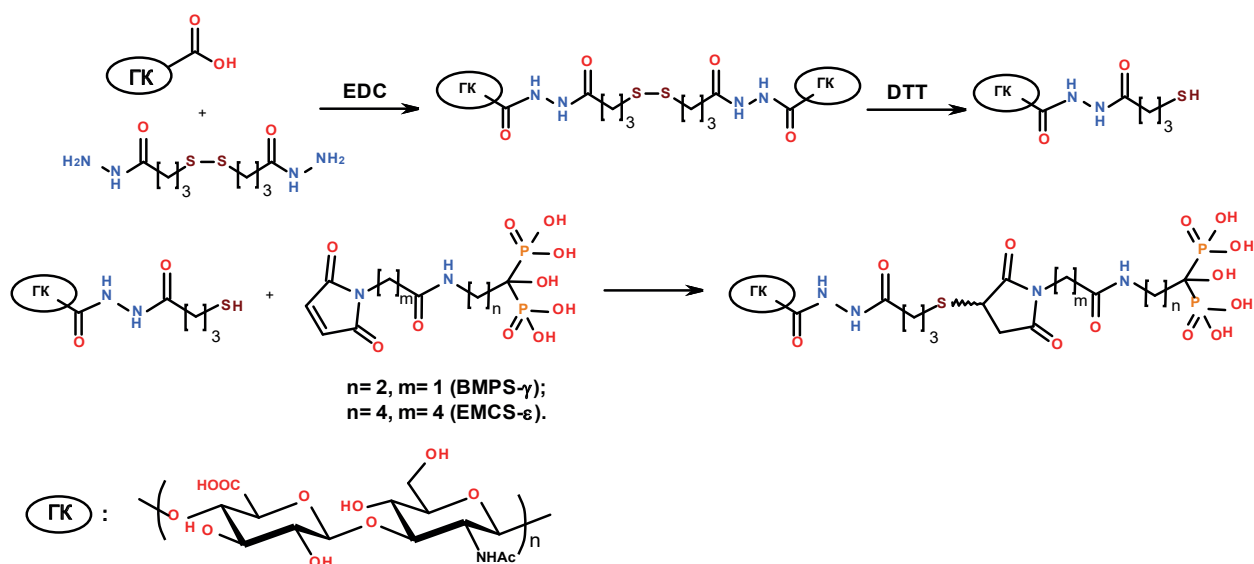


Схема. Синтез бифункциональных покрытий на основе фосфонатов гиалуроновой кислоты по реакции Михаэля

Получены конъюгаты на основе малеоимидосукцинимидных линкеров (BMP, EMCS) и бифосфонатов  $\gamma$ -аминомасляной и  $\epsilon$ -капроновой кислот, дальнейшее присоединение которых к полисахариду происходило через малеоимидный фрагмент и SH-группу производного ГК. Формирование комбинированного покрытия на поверхности ПЭО- модифицированного титана

осуществлено путем нанесения органических слоев за счет физико-химической адсорбции из растворов.

Результаты *in vitro* исследования на антибактериальную активность показали, что бифункциональная молекула ГК-SH-BMPS- $\gamma$  эффективно снижает адгезию клеток *P. aeruginosa* и *S. aureus* на 58 % и 31 % на ПЭО-модифицированной поверхности титана соответственно.

### Список литературы

1. *Bastow E. R., Byers S., Golub S. B. et al.* // J. Cellular and Molecular Life Sciences. 2008. Vol. 65. P. 395–413.
2. *Burdick J. A., Prestwich G. D.* // Advanced Materials. 2011. Vol. 23. P. H41–H56.
3. *Goura J., Chandrasekhar V.* // Chemical Reviews. 2015. Vol. 115. P. 6854–6965.

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ – DST (Индия) № 19-49-02003.

УДК 546.47+547.466.33-318+547.553.1+547.642+547.592.12

**Л. А. Главатских, Е. А. Никифорова,  
Д. В. Байбародских, Н. Ф. Кириллов**

*Пермский государственный национальный  
исследовательский университет,  
614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15,  
vikro@ya.ru*

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АЗОМЕТИНОВ НА ОСНОВЕ п-ФЕНИЛЕНДИАМИНА С МЕТИЛ- 1-БРОМЦИКЛОПЕНТАНКАРБОКСИЛАТОМ И ЦИНКОМ\***

**Ключевые слова:** алициклические реактивы Реформатского, фенилендиамин, основания Шиффа, спироазетидиноны, спиро- $\beta$ -лактамы.

Ранее было установлено, что реактивы Реформатского, присоединяясь к двойным углерод-азотным связям азометиннов, образуют азетидиноны или  $\beta$  лактамы [1]. В свою очередь алициклические реактивы Реформатского присоединяются к двойным связям азинов ароматических альдегидов и бис(азометинам)наосновебензидинаитолидинасообразованиемсоответствующих бис(спироазетидинонов) [2–5]. Аналогично взаимодействуют азометины на основе п-фенилендиаминна с метил 1-бромциклогексанкарбоксилатом и цинком [6]. Бис(азетидиноны), в том числе бис(спироазетидиноны) обладают