

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ И СПИРАЛЬНЫХ МИКРОФЛЮИДНЫХ ЧИПОВ В ЗАДАЧАХ РЕГИСТРАЦИИ БЫСТРЫХ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ РЕАКЦИЙ**

**Симоненко Г. Р.<sup>1</sup> Никитин И. Ю.<sup>1</sup>**  
**Научный руководитель – с.н.с., Вартанян Т.А.<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>Университет ИТМО  
gleblis02@gmail.com

Работа выполнена в рамках темы НИР №624093 «Исследование и разработка сенсорных систем, излучателей и приемников излучения на основе гибридных систем с наночастицами».

### **Введение**

Определение уровня активных форм кислорода (АФК) является критически важным для диагностики воспалительных процессов и онкологических заболеваний [1]. Хемилюминесцентный (ХЛ) анализ - один из наиболее чувствительных методов детекции АФК, обладающий низким уровнем фонового шума. Использование микрофлюидных технологий позволяет существенно сократить объем анализируемых проб и обеспечить воспроизводимое смешивание реагентов в малых объемах [2,3]. Однако для достижения максимальной аналитической чувствительности необходимо обеспечить эффективный сбор светового потока со всего объема реагирующей смеси.

### **Основная часть**

При использовании микрофлюидных чипов с прямолинейной геометрией канала было обнаружено, что значительная часть реакции протекает за пределами зоны детекции фотоэлектронного умножителя (ФЭУ). Визуализация процесса свечения подтвердила наличие интенсивной остаточной хемилюминесценции на выходе из чипа. Это указывает на потерю полезного сигнала: реагирующая смесь покидает поле зрения детектора до завершения эмиссии фотонов.

Для решения этой проблемы была разработана конструкция чипа со спиралевидной геометрией канала. При сохранении внутренней структуры пассивных смесителей (типа «елочка») и высоты канала, такая топология позволила существенно увеличить длину пути и, следовательно, объем реагирующей смеси, находящейся непосредственно под апертурой ФЭУ. Это изменение направлено на увеличение времени пребывания реагентов в зоне регистрации сигнала.

Экспериментальное сравнение прямолинейной и спиральной конструкций проводилось при различных режимах работы шприцевого насоса. Исследовались как режимы непрерывной подачи реагентов, так и высокоскоростные импульсные вводы микрообъемов пробы. Анализ кинетических кривых показал, что спиралевидный чип обеспечивает значительно более высокую интегральную интенсивность свечения во всех протестированных режимах. В случае импульсного ввода, имитирующего экспресс-анализ малых порций аналита, закрученная геометрия позволила более полно регистрировать сигнал от быстропротекающих реакций, предотвращая вынос светящейся смеси в слив.

### **Выводы**

Оптимизация топологии микрофлюидного канала позволила повысить эффективность регистрации хемилюминесцентного сигнала за счет увеличения объема пробы, одновременно находящегося в зоне детекции. Сравнительный анализ подтвердил

преимущество спиралевидной конструкции, которая минимизирует потери оптического сигнала при различных режимах работы шприцевого насоса. Данный подход перспективен для создания чувствительных экспресс-анализаторов, работающих с минимальными объемами биологических проб в динамическом режиме.

### Литература

1. Lu, C. Reactive oxygen species and their chemiluminescence-detection methods / C. Lu, J.-M. Lin, C. W. Huie, M. Yamada // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. – 2006. – Vol. 25, № 10. – P. 985–995.
2. Lee, C.-Y. Passive mixers in microfluidic systems: a review / C.-Y. Lee, C.-L. Chang, Y.-N. Wang, L.-M. Fu // *Chemical Engineering Journal*. – 2016. – Vol. 288. – P. 146–160.
3. Stroock, A. D. Chaotic mixer for microchannels / A. D. Stroock, S. K. W. Dertinger, A. Ajdari [et al.] // *Science*. – 2002. – Vol. 295, № 5555. – P. 647–651.