

Отчёт о проделанной работе: Александров Андрей Леонидович, к.ф.-м.н., с.н.с., ИТПМ СО РАН, исполнитель (alexandrov), за 2020-2022 гг.

- Тема работы. Низкотемпературная плазменная струя для разработки подходов противоопухолевой терапии
- Руководитель коллектива: Швейгерт Ирина Вячеславовна, д.ф.-м.н., в.н.с., ИТПМ СО РАН
- Работа поддержана грантом: РНФ 19-19-00255, руководитель – Швейгерт И.В. срок выполнения: 2020-2022 гг.

Научное содержание работы:

- Проект направлен на развитие противоопухолевой терапии с использованием холодной плазменной струи при атмосферном давлении. Ключевым достоинством проекта является объединение усилий физиков, исследующих процессы генерации плазменной струи, и биологов, изучающих механизмы гибели раковых клеток при воздействии плазменной струей. Оптимизация характеристик плазменной струи поможет усилить прямое (при контакте с биологической тканью) и опосредованное (с использованием химически активированной физиологической жидкости) воздействие на пораженные ткани. Достоинством новой терапии с использованием плазменной струи является: а) селективное воздействие на биологическую ткань, вызывающее апоптоз раковых клеток без повреждения здоровых клеток; б) комнатная температура в области контакта плазма-биоткань (повышение температуры не превышает 0.1 градуса C) и в) простота и портативность устройства, генерирующего плазменную струю, а также небольшие рабочие напряжения (2-4 кВ). Актуальность исследования связана с угрожающе растущим числом онкологических заболеваний, в частности кожным раком.
- В выполненной мной расчетно-теоретической физической части проекта:
 - - Разработана физическая модель нагрева и проведено численное моделирование повышение температуры в зоне контакта плазмы с биомишенью для различных комбинаций параметров газоразрядной плазмы (f_U , U_0 , время обработки, скорость прокачки газа). Физическая модель нагрева мишени в зоне контакта с плазмой включает увеличение T за счет потока электронов и ионов на поверхность, а также за счет джоулева нагрева газа у поверхности и охлаждение за счет прокачки гелия. Измеренная и рассчитанная температуры через 1 мин обработки ХПС для различных U_0 хорошо согласуются.
 - - Проведено сравнение повышения температуры на коже животных и на диэлектрической пластине из Al_2O_3 при обработке ХПС. Установлено, что диэлектрическая поверхность хорошо моделирует кожу животных при исследовании температурных эффектов воздействия ХПС. Характеристики стримерного пробоя являются немонотонными функциями амплитуды и частоты напряжения, и в этом заключается сложность работы с плазменными источниками данного типа. Повышение T для различных параметров разряда было измерено и рассчитано для определения области безопасности воздействия ХПС. Результаты верифицированы в экспериментах со здоровыми мышами.

- Эффект от использования кластера в достижении целей работы.

Все расчетно-теоретические результаты получены с использованием кластера информационно-вычислительного центра НГУ.

- Перечень публикаций, содержащих результаты работы за отчетный период:
 1. Schweigert I.V., Alexandrov A.L., Zakrevsky D.E., Milakhina E.V., Patrakova E.A., Troitskaya O.S., Biryukov M.M., Koval O.A. Mismatch of frequencies of AC voltage and streamers propagation in cold atmospheric plasma jet for typical regimes of cancer cell treatment. // Journal of Physics: Conference Series, 2021 год, том 2100, стр. 012020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2100/1/012020> (импакт-фактор 0.48)
 2. Schweigert I.V., Alexandrov A.L. Simulation of two-dimensional streamer in application to cold atmospheric plasma jet generation. // AIP Conference Proceedings, 2021 год, том 2351, стр. 030074. <https://doi.org/10.1063/5.0052093> (импакт-фактор 0.40)
 3. I. Schweigert, A. Alexandrov, Dm. Zakrevsky, P. Gugin, E. Milakhina, E. Golubitskaya, O. Troitskaya, M. Biryukov, O. Koval. Analysis of grounded substrate effects on cold atmospheric plasma jet irradiation of cellular and animal models. // Journal of Physics: Conference Series, 2021 год, том 1698 стр. 012010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1698/1/012010> (импакт-фактор 0.48)
 4. I. V. Schweigert, A. L. Alexandrov, Dm. E. Zakrevsky/ Self-organization of touching-target current with ac voltage in atmospheric pressure plasma jet for medical application parameters. // Plasma Sources Science and Technology, 2020 год, том 29, стр. 12LT02. <https://doi.org/10.1088/1361-6595/abc93f> (импакт-фактор 3.58, Q1)
- На какой срок нужен доступ:
 - До 11 ноября 2024 г. (2024-11-11)