

**Создание модели предсказания накопления БАВ в микроводорослях  
*Arthrospira platensis* на основе искусственных нейронных сетей**

**Научный руководитель – Горин Кирилл Викторович**

***Назин Петр Сергеевич***

*Аспирант*

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», НБИКС-центр,  
Москва, Россия

*E-mail: nazinpswork@gmail.com*

Биологически активные вещества, такие как фикоцианин, широко используются в фармацевтической и пищевой промышленности [2, 3]. Эти вещества производятся из микроорганизмов, например, цианобактерий *Arthrospira platensis*. Условия культивирования микроорганизмов - состав среды, температура, освещенность, pH среды и пр. - оказывают значительное влияние на скорость роста биомассы и конечное содержание фикоцианина в культуре [5].

Составление аналитической модели метаболизма микроорганизмов является весьма труднительным из-за наличия большого количества связанных нелинейных взаимодействий в клетке.

В качестве решения этой проблемы предлагается использование методов машинного обучения, в частности искусственных нейронных сетей (ИНС) - математических моделей, построенных из множества простых элементов (перцептронов) по аналогии с биологическими нейронными сетями, и обучающихся на экспериментальных данных - показавших себя способными хорошо решать нелинейные задачи [1].

В данной работе используются вариации ИНС с обратным распространением ошибки с добавлением алгоритма дубликации имеющихся обучающих данных с внесением небольшой случайной ошибки для преодоления ограничений, связанных с малым объемом исходных данных, и сравнением различных методов оптимизации гиперпараметров [4]. Для обучения ИНС используются экспериментальные данные, полученные при культивировании *A. platensis* в средах с различным содержанием питательных веществ и различными внешними условиями, полученные в Отделе биотехнологий и биоэнергетики НИЦ «Курчатовский институт».

Предварительные результаты демонстрируют способность ИНС достаточно хорошо предсказывать плотность биомассы, значения pH и содержание фикоцианина, со значениями  $R^2$  около 0.6, уже на малом количестве обучающих данных, имеющихся на настоящий момент, на основе чего можно сделать вывод о хороших перспективах использования ИНС для решения этой задачи.

**Источники и литература**

- 1) Antonio E., Manirafasha E., Zhang D., Yue Q., and Jing K., “Dynamic modeling and optimization of cyanobacterial C-phycoerythrin production process by artificial neural network,” *Algal Res.*, vol. 13, pp. 7–15, 2016.
- 2) Nwoba E. G., Parlevliet D. A., Laird D. W., Alameh K., and Moheimani N. R., “Sustainable phycoerythrin production from *Arthrospira platensis* using solar-control thin film coated photobioreactor,” *Biochem. Eng. J.*, 2018.
- 3) Ruiz-Dominguez M. C., Marjorie J., Medina E., Jaime C., and Cerezal P., “Rapid Green Extractions of C-Phycoerythrin from *Arthrospira maxima* for Functional Applications,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 10, 2019.

- 4) Strijov O. Y. and Bakhteev V. V., “Comprehensive analysis of gradient-based hyperparameter optimization algorithms,” *Ann. Oper. Res.*, 2019.
- 5) Szwarc D. and Zielinski M., “Effect of Lighting on the Intensification of Phycocyanin Production in a Culture of *Arthrospira platensis*,” in *Environment, Green Technology and Engineering International Conference (EGTEIC 2018)*, 2018.