

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОГО ФИТОПЛАНКТОНА ИЗ РЕКИ КАЛЬМИУС МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Червицов Р.Н, Чуфицкий С.В.¹, Хрущев С.С., Плюснина Т.Ю.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Биологический факультет, 119991, Россия, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

¹Донецкий государственный университет, Биологический факультет, 283001, Россия, ДНР, г. Донецк, ул. Университетская, д.24

В настоящее время одной из актуальных задач является анализ влияния различных факторов стресса на фотосинтетический аппарат природного фитопланктона, в частности – для оценки состояния его среды обитания. К факторам, воздействующим на фотосинтетический аппарат водорослей, относятся токсиканты, поступающие в водную среду в результате деятельности человека, а также колебания освещенности и температуры в течение года. Флуориметры дают возможность быстро измерять кривую индукции флуоресценции хлорофилла, по форме которой можно судить как об общей жизнеспособности фотосинтетического аппарата, так и о функциональном состоянии его отдельных элементов. При анализе больших массивов таких данных целесообразно использовать математические методы, в частности – статистические методы и машинное обучение (уменьшение размерности, кластеризация, классификация).

В данной работе был проанализирован массив кривых индукции флуоресценции хлорофилла природного фитопланктона из реки Кальмиус, полученных в 2021 году из мониторинговых точек, расположенных на Нижнекальмиусском водохранилище, а также выше и ниже его по течению. Для каждой из рассмотренных кривых в программе PyPhotoSyn были рассчитаны 12 параметров JIP-теста. С целью удобства визуализации данных, было проведено уменьшение размерности данных при помощи метода t-SNE, что дало возможность выделить группы данных, различающихся по местам и времени отбора проб. Для данных, полученных за летний и осенний периоды, наблюдались явно выраженные различия между пробами из НКВ и пробами ниже по течению, чем НКВ, в результате чего они выделились в отдельные группы. Данные, полученные за весенний период, а также для русла реки выше по течению, чем НКВ, были объединены в одну группу. Для большинства рассмотренных параметров сезонные различия более выражены, чем различия, связанные с местом отбора проб: в частности, для летнего периода наблюдается возрастание квантового выхода первичной фотохимии, характеризующего эффективность работы фотосистемы II. Далее был построен классификатор по алгоритму «случайный лес» для выявления времени года, в которое были получены данные, для которого в качестве признаков классификации использовались параметры JIP-теста, точность классификатора составляет 84%. Выявленные различия между местами отбора проб могут быть связаны с воздействием токсикантов, поступающих в реку с предприятий (шахты и металлургический завод), а также высокой рекреационной нагрузкой. Более высокая фотосинтетическая активность в летний период по сравнению с весенним и осенним может быть связана с более высокими значениями освещенности и температуры.