

# ПАРАМЕТР ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КЛЕТОК-АГЕНТОВ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОДЕЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА В ДВУСЛОЙНОЙ СРЕДЕ

Фурсова П.В., Ризниченко Г.Ю., Погосян С.И.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия

Для осуществления жизнедеятельности клеткам фитопланктона необходимы свет и питательные вещества. Их доступность можно регулировать с помощью перемещения, однако, далеко не все группы фитопланктона способны к активному движению. Кроме того, некоторые природные водные системы обладают четко выраженной двуслойной структурой. Например, для краевых северных морей характерно наличие двух практически неперемешиваемых слоев воды с разной плотностью и соленостью. Возникает естественный вопрос: как поддерживаются в стационарном состоянии популяции водорослей в такой системе? В литературе описано вертикальное перемещение макроколоний диатомей за счет плавучести, регулируемой посредством газовых пузырьков, проводилось исследование влияние турбулентности на фотосинтез фитопланктона на основе кинетической теории макроскопических частиц. Однако в этих работах не принималось в расчет четкое разделение среды на слои с разными характеристиками.

В специализированной интегрированной среде разработки NetLogo (<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>) разработана агентная модель динамики численности популяции диатомовых водорослей, обитающих в двуслойной среде. Правила поведения агентов, функциональные зависимости и значения параметров, использованные в модели, описаны в работе [1].

Модельные эксперименты показали влияние поверхностной освещенности на характер поведения общей численности популяции, а также распределения агентов между группами. Кроме того, существенным фактором оказалось расстояние, на которое агент смещается в случайном направлении в каждый момент времени. Проведенные численные эксперименты показали, что увеличение расстояния, на которое смещаются клетки, в условиях благоприятной поверхностной освещенности приводит к снижению общей численности клеток в сравнении с аналогичным экспериментом в отсутствии значительных перемещений. В условиях более высокой поверхностной освещенности общая численность клеток, перемещающихся на большие расстояния, становится выше, поскольку они оказываются в меньшей степени подверженными фотодеструкции. Динамика численностей каждой из групп также изменяется: при благоприятной поверхностной освещенности максимумы численностей верхних и нижних клеток сменяют друг друга так же, как при пониженной освещенности и несущественных перемещениях. Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ №121032500060-0.

## Литература.

1. Фурсова П.В., Ризниченко Г.Ю., Конюхов И.В., Погосян С.И. Агентная модель динамики численности популяций диатомовых водорослей краевых арктических морей в летний период (гипотеза) // Океанология. 2023. Т. 63, № 5. С. 1-11.