

с. 6. Фурдуй, Ф.И. Стресс и животноводство / Ф.И. Фурдуй // Кишинев: Штиинца, 1982. – 184 с. 7. Химичева, С.Н. Физиологические аспекты применения растительных препаратов в сочетании с липоевой кислотой для коррекции отъемного стресса у поросят: автореф. дис. на соиск. научн. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.13 « Физиология» / Химичева С.Н. – Орел, 2006. – 20 с. 8. Krohne, H. W., Laux, L. Achievement, stress and anxiety. / H. W. Krohne, L. Laux // Hemisphere – Washington, 1982. – 388 p.

## **THE PROBLEM OF STRESS IN LIVESTOCK FARMING**

**Gaidey O.S.**

*Institute of Veterinary Medicine NAAS, Kiev*

*The questions related to the influence of stress on the organism and productivity of animals are described in the paper. Physiological mechanisms of stress have been studied.*

**УДК 556.55:574.63:57.08**

## **МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПИГМЕНТОВ В ВОДОЕМЕ ПРИ КОРРЕКЦИИ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭМ-ТЕХНОЛОГИЙ**

**Григорьев А.Я.**

*Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков*

**Беспалов Ю.Г., Носов К.В., Каширин О.О, Москалев В.Б.**

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, г. Харьков*

Важным аспектом мероприятий по обеспечению биобезопасности и биозащиты в условиях глобальных климатических изменений является борьба с негативным влиянием этих изменений на биопродукционные процессы в водоемах. Серьезные экологические и санитарно-гигиенические проблемы создает такая форма изменения характера биопродукционных процессов в водоемах как эвтрофикация [1, 2, 3]. Перспективной представляется коррекция экологического состояния эвтрофицированных водоемов с помощью биотехнологий, которые, стимулируя молочнокислое брожение мертвого органического вещества в донных отложениях, сдерживают развитие патогенных микроорганизмов. Стимуляция молочнокислого брожения предотвращает также выброс в воду и накопление сероводорода и метаболитов гнилостных процессов. Биотехнологии для оптимизации состояния различных биосистем в настоящее время достаточно хорошо разработаны [4]. Реализация этих технологий на обширных акваториях затруднена экономическими факторами. Более реальным представляется формирование, с помощью ЭМ-технологий, на ограниченных участках водоемов гидробиоценозов, обеспечивающих биотрансформацию мертвого органического вещества с элиминацией негативных проявлений эвтрофикации и постепенное пространственное распространение этих гидробиоценозов на все более обширные участки водоемов. Эффективность и экономическая обоснованность такой коррекции экологического состояния водоемов существенно возрастает в случае, если она дополняется контролем характера биопродукционных процессов с помощью дистанционных (аэрокосмических) методов, в особенности, на больших площадях труднодоступной местности. Дистанционные методы экологического мониторинга получили в настоящее время значительное развитие [1, 2, 3, 5]. Целью настоящей работы является исследование, путем построения математической модели, влияния ЭМ-технологий на динамику спектральных характеристик воды и донных отложений; речь идет о характеристиках, связанных с характером биопродукционных процессов. Известны [6, с. 96-97] лабораторные модели (микроскопы), позволяющие анализировать связь характера гомеостаза водной экосистемы с ее спектральными характеристиками, обусловленными соотношением хлорофилла и других растительных пигментов («желто-зеленый индекс»). Эти модели позволяют также изучать отношения характера биопродукционных процессов и гомеостаза с биоразнообразием. Вот уже более полувека известны подходы к математическому моделированию связей гомеостаза с биоразнообразием, основанные на применении информационного индекса Шеннона; предполагается, что исследователь должен видеть за шенноновскими показателями структуру обратных связей, определяющих характер гомеостаза [7, стр. 186-187, 194]. В настоящей работе для этого используется применявшийся ранее для описания биосистем на разных уровнях организации живой материи математический аппарат дискретного моделирования динамических систем (ДМДС) [8, 9].

**Материалы и методика.** Дискретные модели строились с использованием квазилибиховского подхода [9] и ранговой корреляции Спирмена. Были использованы полученные в ходе аквариумного эксперимента результаты цифрового фотографирования слоя воды толщиной 50 мм над отражателем из алюминиевой фольги (далее – «вода») и донных отложений с таким же слоем воды над ними (далее – «дно»), а также нитчатых водорослей (далее – «водоросли»), помещенных в отделенные от остального объема аквариумов перфорированные контейнеры размером 40х60х80 мм. Аквариумный эксперимент проводился в июне-августе 2011 года в двух, установленных на открытом воздухе пятилитровых пластиковых аквариумах, заполненных водой и грунтом из временных пересыхающих водоемов поймы реки Северский Донец в районе биостанции ХНУ около села Гайдары Змиевского района Харьковской области (Украина). Консументы в этих лабораторных микроскомах были представлены видами *Tubifex tubifex*, *Daphnia magna*, *Heterocypris reptans*, играющими важную роль не только в минерализации органического вещества, но и в развитии природной кормовой базы рыб.

В опытно-варианте, в отличие от контрольного, в аквариум в начале эксперимента добавлялся препарат Байкал EM-1 в концентрации 0,1 мл/л. Цифровое фотографирование проводилось через трое-четыре суток, с дальнейшим анализом соотношением R, G, B – параметров с помощью программного пакета Matlab. Принималось, что отношение G/B отражает количество хлорофилла, отношению R/B отвечает доля старых и мертвых клеток в общем числе клеток фотоавтотрофов.

**Результаты исследований.** С помощью математического аппарата ДМДС были построены траектории систем аквариумного микроскома для контроля и опыта, представленные на рис. 1 и 2.

Сравнение траекторий систем на рис.1 и рис. 2 свидетельствует о том, что одним из важных аспектов влияния ЭМ-бактерий на динамику спектральных характеристик микроскома является отставание роста хлорофилла в воде ( $W$  (G/B)) от роста желто-зеленого индекса воды и дна ( $W$  (R/G),  $B$  (R/G)).

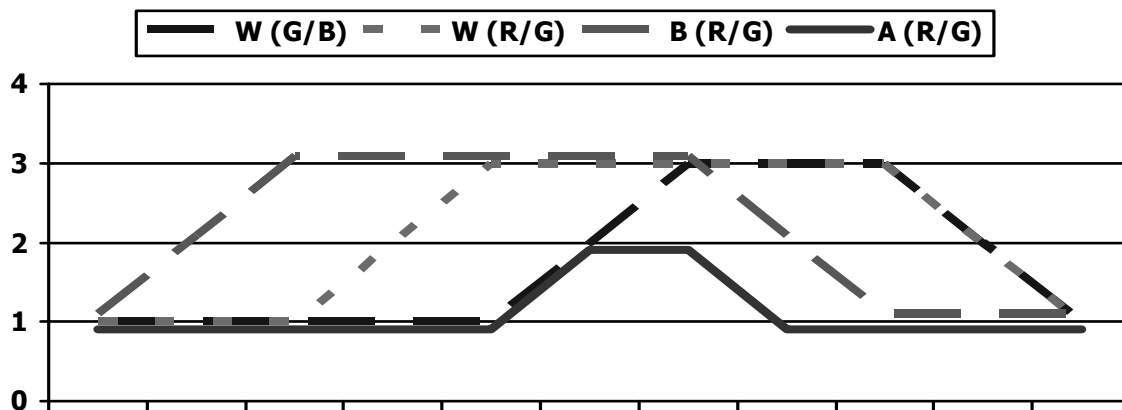


Рис. 1 Траектория системы в опытном варианте. Обозначения: W (G/B), W (R/G) – отношения G/B, R/G соответственно для воды, B (R/G) – отношение R/G для дна, A (R/G) – отношение R/G для водорослей. По оси абсцисс – условные шаги времени, по оси ординат – спектральные характеристики аквариумных микрокосмов в условных баллах.

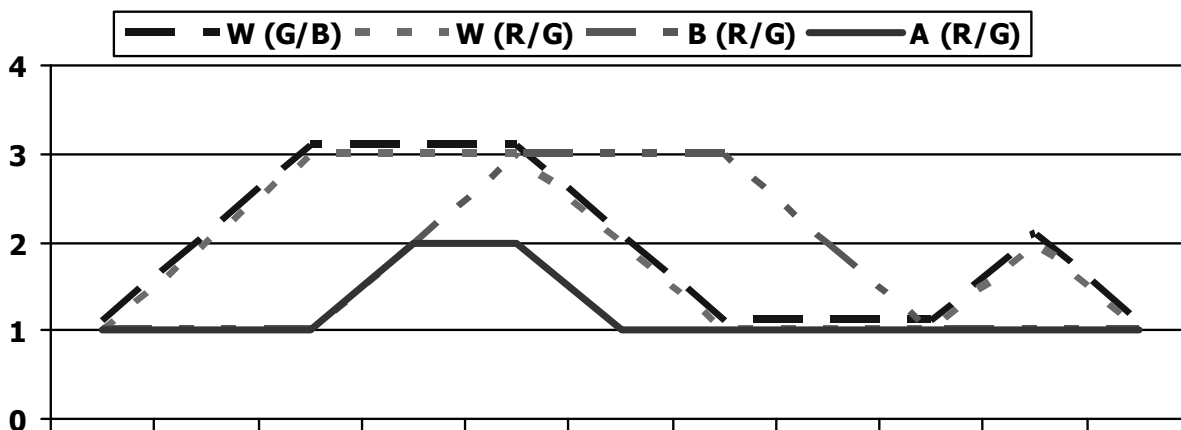


Рис. 2 Траектория системы в контрольном варианте. Обозначения как на рис. 1.

Этот результат может быть интерпретирован следующим образом – ЭМ-бактерии тормозят (в пользу молочнокислого брожения) процессы минерализации мертвого органического вещества. Соответственно подъем фотосинтеза и содержания хлорофилла в воде возможны лишь при условии достигнутого более высоких значений накопления биогенных элементов в форме мертвого органического вещества, проявлением чего является увеличение значения желто-зеленого индекса. Эффект отставания увеличения показателя (W (G/B)) от роста желто-зеленого индекса может быть использован для дистанционной диагностики изменения характера биопродукционных процессов, обусловленного применением ЭМ-бактерий. Возможно использование для этой цели и других, выявленных с помощью ДМДС, аспектов динамики спектральных параметров водных экосистем.

**Вывод.** Полученные с помощью ДМДС модели влияния ЭМ-бактерий на динамику оптических характеристик водных экосистем открывают новые подходы к разработке дистанционных способов контроля этого влияния в рамках технологий контроля и коррекции биопродукционных процессов в водоемах.

**Перспективы дальнейших исследований.** Планируется проведение исследований в условиях естественных водоемов для коррекции экологического состояния эвтрофицированных водоемов с помощью биотехнологий, которые, стимулируя молочнокислое брожение мертвого органического вещества в донных отложениях, сдерживают развитие патогенных микроорганизмов.

Список литературы

1. Okruszkoa, T., Duelb, H., Acremanc, M., Grygoruka, M., Florked, M., Schneid, C. Broad-scale ecosystem services of European wetlands – overview of the current situation and future perspectives under different climate and water management scenarios. *Hydrological Sciences Journal*. – V. 56, I. 8. – 2011. – P. 1501-1517. 2. Yan-dan, Y., Gu, L., Ling, T., Xiao-li, L., Shi-yang, Z., Qiao-ling, Z., Yu-liang, L. Investigation on an Integrated System of Constructed Wetland and Pond Aquaculture. *Environmental Science & Technology*. – V. 7 (2011). 3. Розумная, Л. А. Антропогенная эвтрофикация пресноводных озер средней полосы России. *Достижения науки и техники АПК*. № 2, 2011. – С. 78-80. 4. Блинов, В.А. Биотехнологии. – Саратов, 2003. – 196 с. 5. Dierssen, H. M. Perspectives on empirical approaches for ocean color remote sensing of chlorophyll in a changing climate // *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* (2010). – V. 107. – Num. 40. – P. 17073-17078. 6. Одум, Е. Экология. – М.: Просвещение, 1968. – 168 с. 7. Одум, Е. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 744 с. 8. Беспалов, Ю.Г., Дереча, Л. Н., Жолткевич, Г. Н., Носов, К. В. Дискретная модель системы с отрицательными обратными связями // *Вестник Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина. Серия «Математическое моделирование. Информационные технологии. Автоматизация систем управления»*. – № 833, 2008. – С. 27-38. 9. Bespalov, Yu., Gorodnyanskiy, I., Zholtkevych, G., Zaretskaya, I., Nosov, K., Bondarenko, T., Kalinovskaya, K., Carrero, Y. Discrete Dynamical Modeling of System Characteristics of a Turtle's Walk in Ordinary Situations and After Slight Stress // *Бионика интеллекта*. № 3 (77). – 2011. – С. 54-59.

MODEL OF THE DYNAMICS OF PLANT PIGMENTS IN THE WATER BODY AT THE CORRECTION OF ITS ECOLOGICAL STATE BY EM-TECHNOLOGIES

Grigoryev A. Ya.

Kharkiv State Zooveterinary Academy

Bespalov Yu.G., Nosov K.V., Kashyryn O.O., Moskalev V.B.

Kharkiv National University named after V.N. Karazin

In the article the results of modeling, with the help of new mathematical apparatus of Discrete Modeling of Dynamical Systems, of dynamics of spectral parameters of water ecosystems, eligible for remote determining influence of the EM-technologies onto bioproductional processes.

УДК 574.52

ДИСКРЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА В СВЯЗИ С АСПЕКТАМИ БИОБЕЗОПАСНОСТИ И БИОЗАЩИТЫ, СВЯЗАННЫМИ С ЭВТРОФИКАЦИЕЙ ВОДОЕМОВ

Григорьев А.Я., Попов В.В.

Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков

Глобальные климатические изменения, меняющие условия поступления в водоемы биогенных элементов и питательных веществ, делают весьма актуальными также и аспекты биобезопасности и биозащиты, связанные с эвтрофикацией водоемов. С эвтрофикацией связано противоречие между позитивными аспектами повышения биопродуктивности водных экосистем (в частности – их рыбопродуктивности, через стимуляцию естественной кормовой базы рыб) и его негативными проявлениями – накоплением мертвого органического вещества, создающим предпосылки заморозов или опасностью массового развития токсических цианобактерий, которая иногда требует ограничения сельскохозяйственной деятельности в прибрежной зоне [1]. Нахождение оптимальных природоохранных решений, позволяющих усилить позитивные аспекты эвтрофикации и минимизировать негативные, требует системного изучения гомеостаза сообществ гидробионтов. Вот уже около полувека для оценки состояния гомеостаза сообществ живых организмов используются подходы, основанные на применении информационного индекса Шеннона [7]. Вместе с тем нельзя говорить о существовании общепризнанных концепций, описывающих отношения характера гомеостаза биологических сообществ и показателей их структуры [2]. В свое время Е. Одум, ссылаясь на Р. Маргалефа, писал, что исследователь должен видеть за показателями разнообразия структуру обратных связей, определяющих характер гомеостаза [7]. В 2008-2009 гг. в Харьковском национальном университете имени В.Н. Каразина (ХНУ) разработан [8, 9] оригинальный математический аппарат дискретного моделирования динамических систем (ДМДС), позволяющий по структуре корреляционных связей между компонентами в многокомпонентной системе непосредственно определять структуру межкомпонентных обратных связей из перечня: «+,+», «-,-», «+,-», «+,0», «-,0», «0,0» и симметричных («+,+», «-,-», «0,0») внутриконтентных обратных связей. Положительное влияние одного компонента на другой означает, что высокое значение первого компонента на предыдущем шаге обуславливает, в рамках весового или квазилибиховского подхода [9], повышение значения второго, отрицательное – понижение или стабилизацию, нулевое – отсутствие влияния. Используя ДМДС, можно получить следующие из этих структур траектории системы.

Целью настоящей работы является получение, с помощью ДМДС соответствующих разной степени эвтрофикации озер, траекторий систем сообществ зоопланктона, играющего важную роль в процессах биотрансформации разных форм биогенных элементов в водных экосистемах [3, 4, 5, 6]. Последующий анализ полученных траекторий систем позволяет выдвинуть рабочие гипотезы, проверяемые статистическим анализом фактического материала. Важным аспектом этих рабочих гипотез является характер влияния эвтрофикации на имеющие важное значение, с точки зрения биобезопасности и биозащиты, аспекты структуры и динамики зоопланктона, такие, как соотношение фильтраторов-ветвистоусых, освобождающих воду от бактериальной взвеси и ограничивающих развитие ветвистоусых циклопид –хозяев *Ligula interstitialis* – паразита наносящего большой вред рыбному хозяйству.

**Материалы и методика.** Моделирование зоопланктонных сообществ осуществлялось с помощью автоматизированного рабочего места (АРМ) исследователя адаптационных механизмов, любезно переданного нам Харьковским национальным университетом им. В.Н. Каразина. Моделирование осуществлялось на основе материала литературных источников о многолетних наблюдениях за зоопланктоном трех белорусских озер: мезотрофного озера Нарочь, эвтрофного Баторин и занимающего промежуточное положение озера Мясстро [10]. С помощью ДМДС, использующего корреляцию Спирмена и подход с расширенным толкованием закона Либиха, строились модели и траектории систем зоопланктонного сообщества указанных трех озер. Путем анализа траектории систем выдвигались рабочие гипотезы, проверяемые в дальнейшем статистическим анализом литературных данных [10] о показателях развития в них зоопланктона.

**Полученные результаты.** Использование ДМДС позволило получить траектории системы, отражающие динамику в указанных трех белорусских озерах на протяжении вегетационного, теплого сезона (апрель-сентябрь), биомасс следующих четырех групп зоопланктона: фильтраторов-ветвистоусых, коловраток, половозрелых стадий циклопид и диаптомид. Полученные траектории системы, представленные на рис. 1, позволяют сформулировать рабочую гипотезу, в соответствии с которой изменение мезотрофного состояния озерной экосистемы в направлении повышения степени эвтрофикации должно сопровождаться уменьшением роли циклопид в сравнении с фильтраторами-ветвистоусыми. Причем в наибольшей степени этот эффект должен проявляться при сравнении озер Нарочь и Мясстро – в траектории системы, построенной для о. Нарочь, на разных шагах цикла фильтраторы-ветвистоусые принимают значения равные, меньшие и большие значений циклопид, в то время как в траектории системы, построенной для о. Мясстро на разных шагах цикла фильтраторы-ветвистоусые принимают значения большие значений циклопид, при этом высокие значения фильтраторов-ветвистоусых наблюдаются при низких значениях циклопид.

Построенные на основе фактических литературных данных [10] фазовые портреты, представленные на рис. 2, подтверждают эту гипотезу: в фазовом портрете о. Мясстро область значений гораздо больше, чем на фазовом портрете о. Нарочь, вытянута вдоль оси абсцисс, на которой отложены значения биомассы циклопид (по оси ординат отложены значения биомассы фильтраторов-ветвистоусых).