

Conclusions. The results of modeling correspond to a modern concept on possible mechanisms of influence of zooplankton filtrators on spectral parameters of hydrobiocenosis related with the nature bioproduction processes in hydrobiocenosis. Using analysis of systems trajectories obtained by modeling, it is possible in the future to find out dynamical characteristics of phytoplankton's spectral parameters, which can be used to develop remote sensing methods of an aquatic ecosystem, determined by activity of zooplankton.

Keywords: biosafety, water ecosystem, zooplankton, mathematical modeling.

УДК 591:004.832

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМНЫХ ЭФФЕКТОВ ДИНАМИКИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАВЯНОГО ПОКРОВА, ДЕМАСКИРУЮЩИХ СКОПЛЕНИЯ САРАНЧИ

Григорьев А.Я.

Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков, e-mail: kharkovzoo2010@gmail.com

Жолткевич Г.Н., Носов К.В., Беспалов Ю.Г.

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

Печерская А.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Целью исследования является создание математической модели демаскирующих скопления саранчи системных эффектов динамики дистанционно измеряемых спектральных характеристик травяного покрова. Методика исследований предусматривала использование нового класса математических моделей, получившего название дискретных моделей динамических систем, для математического моделирования использовался фактический материал, полученный путем цифрового фотографирования скоплений саранчи.

По результатам моделирования получено формализованное описание демаскирующих скопления саранчи системных эффектов динамики дистанционно измеряемых спектральных характеристик травяного покрова.

Ключевые слова: дискретное моделирование динамических систем, дистанционное зондирование, цифровая фотография, саранча.

Экстремальные изменения климата, наблюдающиеся в последнее время дают определенные основания для сомнений в приложимости ко всем ситуациям известного «закона» Коммонера: «Природа знает лучше». Возникает вопрос: «Лучше для кого?». Лучше ли для человека? Лучше ли для включенных в человеческий мир (в зоопарках, живых уголках, на фермах и т.д.) животных. Лучше ли для культурных растений? Такого рода вопросы приобретают особую остроту в связи с участвовавшими в последнее время такими нарушениями стабильности экосистем как вспышки численности саранчи, которые создают серьезные проблемы биобезопасности, связанные с ущербом аграрному сектору экономики в различных регионах [1, 2]. Такой ущерб может быть связан, в частности, с катастрофическим ухудшением условий выпаса скота. Решение этих проблем требует разработки современных высокотехнологичных наукоемких методов контроля и коррекции состояния экосистем. В случаях, когда проблемы биобезопасности создают вспышки численности саранчи приобретает большое практическое значение задача обнаружения скоплений саранчи на обширных участках местности. В ряде случаев речь может идти о труднодоступной местности. В такой ситуации возрастает роль дистанционных методов [3] с использованием таких относительно дешевых способов регистрации наличия на местности скоплений саранчи, как, например, цифровое фотографирование с легких беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Актуальность работы обусловлена сложностью решаемой задачи, а именно – наличием у саранчи защитной окраски, маскирующей ее скопления на наземной растительности, требует специального математического аппарата и информационных технологий для нахождения системных эффектов, демаскирующих скопления этих насекомых. Эта задача может быть решена, в частности, с помощью информационных технологий, использующих новый, разработанный в Харьковском национальном университете имени В.Н. Каразина класс математических моделей [3, 5, 6], получивший название дискретных моделей динамических систем (ДМДС).

Целью настоящей работы является формализованное описание, с помощью ДМДС, системных эффектов, характеризующих динамику спектральных характеристик сообществ травянистой растительности. Наличие или отсутствие этих системных эффектов может указывать на наличие или отсутствие на траве скоплений саранчи, обладающей защитной окраской, демаскировать и обнаружить эти скопления с последующим их уничтожением.

Материалы и методы. ДМДС травяного покрова при наличии или отсутствии на нем скоплений саранчи осуществлялось с использованием подхода на основе закона Либиха при построении структуры отношений между компонентами системы [4, 5], на основе материала цифровых фотографий, скоплений саранчи, наблюдавшихся летом 2012 года в Астраханской области (Россия). В качестве компонент системы использовались следующие, полученные на основе значений шкалы RGB спектральные характеристики цифровой фотографии: R, G, B – средняя интенсивность образующих цветов шкалы RGB на исследуемом участке. Этот перечень дополняется латентным компонентом (ЛК), характеризующимся тем, что значения его корреляции с вышеназванными тремя равны нулю. Принималось, что указанные компоненты всех не занятых скоплением саранчи участков травяного сообщества изменяются в одном цикле, но разные участки могут находиться на разных фазах (условных шагах по времени) этого цикла. Та же исходная посылка принималась и для участков, занятых скоплениями саранчи, но принималось, что циклы в этих двух случаях существенно разнятся. Такая посылка позволяла, используя преимущества, заложенные в концепции ДМДС, избежать необходимости в длительных наблюдениях над изменениями травяного разнообразия.

Результаты работы. Полученные с использованием ДМДС графы отношений между компонентами позволили построить идеализированные траектории системы (ИТС), отражающие характерные черты цикла изменений значений компонент для травяного сообщества при отсутствии и наличии на нем скоплений саранчи. Вид этих графов представлен на Рис. 1 и Рис. 2. На основании структуры графов строились идеализированные траектории системы, отражающие цикл изменений вышеуказанных параметров, обусловленный их начальными значениями и структурой отношений между ними. При истолковании результатов математического моделирования принималось, что G отражает содержание хлорофилла, высокое значение которого присуще активной жизнедеятельности живой, молодой фитомассы, а R отражает накопление фитомассы старой и мертвой, B – фоновая цветовая характеристика лишенной растительности голой почвы (голубовато-серого речного ила).

Представленный на Рис. 1 граф отношений вышеупомянутых спектральных параметров травостоя без саранчи характеризуется негативным воздействием ЛК на R и G, а также позитивным R на ЛК, что позволяет интерпретировать ЛК как компоненту, отражающую степень развития консументов и редуцентов, включающих в пищевые цепи живое и мертвое органическое вещество травянистой растительности.

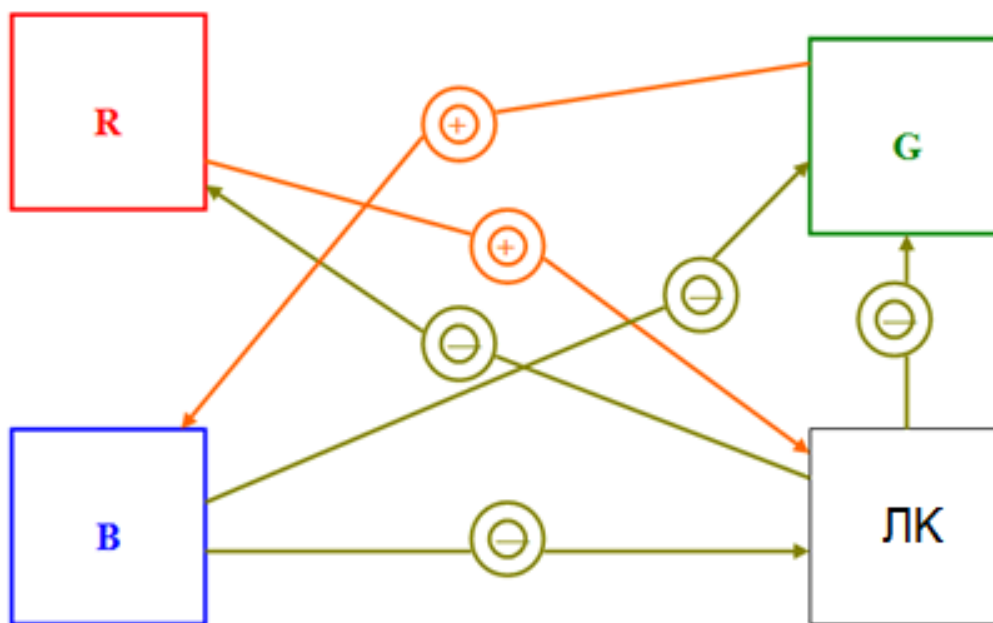


Рис. 1. Граф отношений спектральных параметров травостоя без саранчи. В квадратах – компоненты системы, соответствующие спектральным параметрам; стрелки показывают направление влияний; в кружках – знак влияния (нулевое влияние не отображено).

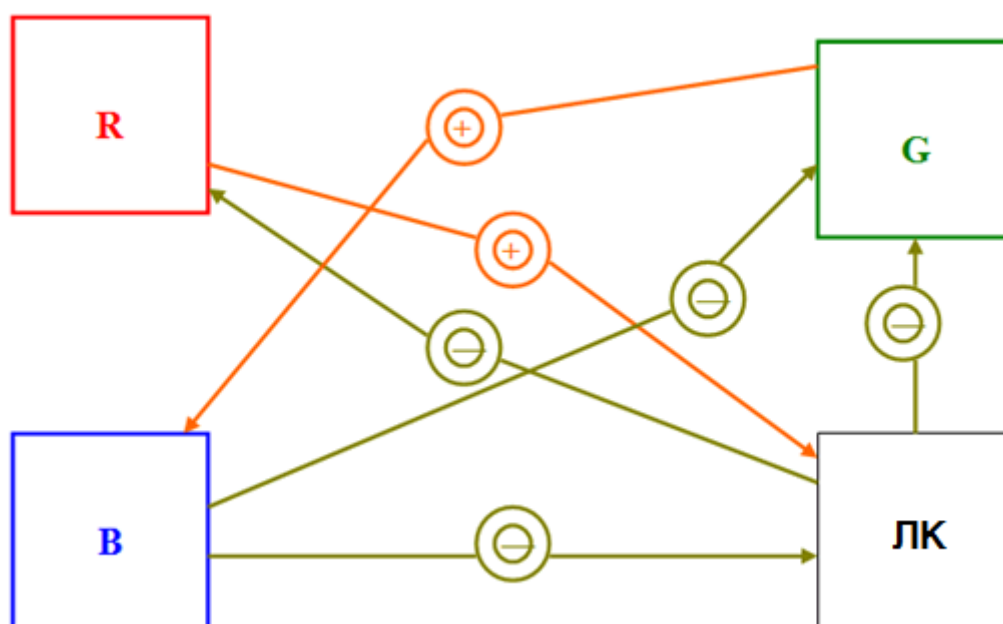


Рис. 2. Граф отношений спектральных параметров травостоя с саранчой. Обозначения, как на рисунке 1.

В построенной на основе этого графа отношений представленной в Таблице 1 идеализированной траектории системы в цикле сначала присутствует происходящий параллельно рост значений G и R, затем на фоне сохраняющихся предельно высоких значений R наблюдается снижение значений G, что соответствует известным фактам об изменении зеленой и красной составляющих в процессе нарастания биомассы травостоя.

Таблица 1 – Идеализированная траектория системы (случай без саранчи)

R	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1
G	1	2	3	3	3	2	1	1	1	2	2	1	1	1
B	1	1	1	2	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1
ЛК	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	3	3	3	2
Условные шаги по времени	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

В иллюстрирующих результаты математического моделирования травостоя с саранчой – представленных на Рис. 2 графе отношений и представленной в Таблице 2 идеализированной траектории системы не наблюдаются, названные, свойственные травостою без саранчи, системные эффекты, что создает предпосылки для разработки использующих указанные системные эффекты способов дистанционной регистрации наличия или отсутствия саранчи на травостое. на определенном участке местности.

Таблица 2 – Идеализированная траектория системы (случай с саранчой)

R	1	1	1	2	3	3	3	3	3	2
G	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1
B	1	1	1	1	1	2	3	3	3	2
ЛК	1	2	3	3	3	3	3	2	1	1
Условные шаги по времени	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Полученные результаты говорят о возможности с помощью ДМДС дистанционно, с использованием относительно простых и дешевых технических средств обнаруживать системные эффекты, демаскирующие скопления саранчи на траве. Результаты, открывающие перспективы практического использования, могут быть получены даже с использованием относительно грубых данных о состоянии травостоя, которые дает анализ параметров RGB системы по результатам цифровой фотографии. Указанные возможности могут быть в полной мере реализованы с использованием информационных технологий, предусматривающих построение методами ДМДС идеализированных траекторий систем, отражающих циклы изменений значений дистанционно регистрируемых (в частности, с помощью цифровой фотографии с борта легкого БПЛА)

параметров – с последующим хранением этих ИТС (полученных для различных ландшафтов, погодных условий, проч.) в базах данных. Эффективность таких информационных технологий может быть повышена за счет использования экспертных заключений, базирующихся на интерпретации экспертом динамики отношений ЛК с другими компонентами – с последующим отождествлением ЛК с некими, имеющими конкретный физический или биологический смысл, факторами функционирования экологических систем и биологических объектов, расположенных на исследуемой местности.

Можно сделать вывод о перспективности использования ДМДС в информационных технологиях, увеличивающих возможности дистанционной регистрации скоплений опасных и вредных организмов на имеющих собственные, устойчиво сложившиеся, сообщества растений и животных ландшафтах.

Список литературы

1. Саранча и методы борьбы с ней в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] http://www.stav-ikc.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=3836:2012-05-16-10-04-49&catid=73:2010-02-15-08-10-32&Itemid=92. Дата доступа 23.05.2013.
2. Жирнова, Т. А., Уталиева, А. А., Брумштейн, Ю. М. Саранча в Астраханской области: восприятие населением и методы борьбы [Текст] / Т. А. Жирнова, А. А. Уталиева, Ю. М. Брумштейн // Астраханский вестник экологического образования. - 2013. - Выпуск № 2 (24).
3. Cressman, K. Special Section on Advances in Remote Sensing Applications for Locust Habitat Monitoring and Management [Текст] / K. Cressman // Journal of Applied Remote Sensing. -2013. - V. 7. - Issue 1. - P. 075098-075098.
4. Zholtkevych, G.N., Bepalov, G.Yu., Nosov, K.V., Mahalakshmi, Abhishek. Discrete Modeling of Dynamics of Zooplankton Community at the Different Stages of an Antropogeneous Eutrophication [Текст] / G. N. Zholtkevych, G. Yu. Bepalov, K. V. Nosov, Abhishek Mahalakshmi // Acta Biotheoretica. - 2013. - V. 61. - Issue 4. - P. 449-465.
5. Беспалов Ю. Г., Дереча Л.Н., Жолткевич Г.Н., Носов К.В. Дискретная модель системы с отрицательными обратными связями [Текст] / Ю. Г. Беспалов, Л. Н. Дереча, Г. Н. Жолткевич, Носов К.В. // Вестник Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Серия "Математическое моделирование. Информационные технологии. Автоматизация систем управления". - 2008. - № 833. - С. 27-38.
6. Bepalov 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 [Текст] / Yu. Bepalov, I. Gorodnyanskiy, G. Zholtkevych, I. Zaretskaya, K. Nosov, T. Bondarenko, K. Kalinovskaya, Y. Carrero // Бионика интеллекта. - 2011. - № 3 (77). - С. 54 - 59.

MATHEMATICAL MODEL OF SYSTEMIC EFFECTS OF SPECTRAL CHARACTERISTICS DYNAMICS OF GRASS COVER, DISCLOSING LOCUST CROWDS

Grigoriev A.Ya.

Kharkiv State Academy of Animal Health, Kharkiv

Zholtkevych G.N., Nosov K.V., Bepalov Yu.G.

V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

Pecherskaya A.I.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv

The work aims to study models of systemic effects characterizing the dynamics of spectral characteristics of communities of grass cover. For this purpose on the base of initial data the discrete dynamical models were built. The presence or absence of the systemic effects may indicate the presence or absence of locust crowds having protective coloration on grass.

Materials and methods. The discrete dynamical model of grass cover having or having not locust crowds allowed to reveal the structure of relationships between system components. For structure identification the relationships the digital photos of locust crowds observed in summer 2012 in Astrakhan region (Russia) were used. By photos the averaging values of spectral components of the RGB scale on the analysis site were determined. This list of tree values was supplemented by a latent component, assuming that it has zero correlation with other components R, G, B.

Results. The obtained structure of relationships between the components allowed to build idealized trajectories of the system reflecting the characteristic features of component values changes in cycle for a grass cover having or having not locust crowds. The concept of the dynamical model allows to reveal characteristics of the cycle for these two types of sites. Study of trajectories discovered systemic effects that distinguish the areas with and without locust crowds.

Conclusions. Obtained results confirm the perspectives of remote detection of systemic effects disclosing locust crowds with use of the discrete dynamical models and relatively simple and inexpensive faculties. Results for practical use can be obtained even with a relatively coarse data on the state of a grass, which analysis of the RGB system based on digital photography allows.

Keywords: discrete modeling of dynamical systems, remote sensing, digital photography, locust.