

3.Официальный сайт Торгового представительства РФ в Чехии  
<http://www.rustradecz.ru/>

4. Шкирич А.Г. Тактика адаптации национальных банковских систем к процессу глобализации/А.Г. Шкирич // Вестник Ассоциации белорусских банков.- 2006. - № 20. - С. 11-14.

**УДК: 581.522.6**

## **ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ МНОГОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ МОНОЦЕНТРИЧЕСКОЙ БИОМОРФЫ**

**Колесников С.В.**

**Сафонов А.И.**

Решение проблем, связанных с сохранением биоразнообразия и восстановления нарушенных местообитаний, требует анализа динамики и структуры популяций и сообществ растений как важного и обязательного компонента наземных биогеоценозов.

Исследования ценопопуляций невозможны без учета их пространственной и возрастной структуры, а также их динамики во времени.

Немаловажное значение имеет (кроме непосредственного изучения текущего состояния природных популяций) прогнозирование и моделирование их дальнейшего развития. Эти прогнозы могут иметь большое значение в разработке мероприятий по восстановлению и поддержанию популяций редких, исчезающих или ценных видов растений.

Цель работы состоит в апробации использования методов клеточно-автоматного и клеточно-аналогового моделирования для прогнозирования динамики реальных ценопопуляций многолетних растений моноцентрической биоморфы, проводимой на примере *Hyacinthella pallasiana* (Steven) Losinsk.

Научная новизна заключается в том, что впервые создана решетчатая автоматная имитационная модель, учитывающая динамику возрастной структуры ценопопуляции; проведено моделирование реальной ценопопуляции *Hyacinthella pallasiana* (Steven) Losinsk., произрастающей на территории РЛП «Зуевский». Выведены формулы, отражающие зависимость интенсивности размножения от возрастной структуры популяции *Hyacinthella pallasiana*.

Используемая в данной работе модель представляет собой динамическую пространственно-временную клеточно-автоматную модель [1-5, 9-12].

Пространство представляется в виде решетки из квадратов (с детерминированной длиной стороны) в узлах которой располагаются объекты с конечным числом состояний (автоматов). В описываемой модели этими объектами являются растения, а состояниями – возраст данных растений в годах. В одной ячейке всегда может находиться не более одного объекта. Изменение состояний происходит с течением времени через определенные интервалы и направлено в одну сторону, т.е. автомат вернуться в какое-либо из предыдущих состояний не может. С возрастом растений напрямую связаны их возрастные состояния – онтохроны [6-8], т.е. растение определенного возраста

находится в соответствующем этому возрасту возрастном состоянии. Процентное соотношение численности особей всех возрастных состояний показывает возрастную структуру ценопопуляции. Для каждого вида растений характерно наличие одного или нескольких возрастных состояний, в которых особи способны к вегетативному и/или семенному размножению [8].

Численность особей в этом возрастном состоянии определяет суммарное количество новых особей, образовавшихся в результате семенного и вегетативного размножения в единицу времени, и, как следствие, – определяет интенсивность размножения. Если таких состояний несколько, то вклад каждого из них в эту интенсивность различен и определяется семенной продуктивностью, способностью к вегетативному размножению и др. Однако, для каждого вида этот вклад специфичен [7].

Основные гипотезы, предполагаемые при моделировании:

- количество возрастных состояний для всех особей моделируемой популяции постоянно и равно;
- после прохождения последнего возрастного состояния особь погибает со 100 % вероятностью;
- продолжительность каждого из возрастных состояний в годах принимается как средняя для контрольной природной популяции, или используются литературные данные;
- расстоянием между ближайшими элементами решетки принимается минимальное расстояние между особями в природной популяции исследуемого вида;
- меньшие расстояния моделью не учитываются;
- моделируется поведение одного вида в однородном местообитании;
- временной шаг модели равен одному году (одному вегетационному периоду);
- онтогенетические состояния меняются синхронно, не более одного раза за временной шаг;
- онтогенетическое состояние особи оценивается на конец вегетационного периода;
- вегетативное размножение происходит перед семенным;
- сенильное возрастное состояние, выраженное у некоторых видов, в модели не используется. Предполагается, что растение заканчивает онтогенез способным к размножению в последний год жизни;
- поливариантность онтогенеза не учитывается.

Особенности:

1. Существует одно, или несколько возрастных состояний  $V_{veg}$ , в которых растение распространяет вокруг себя на расстояние  $K_m$  дочерние растения возрастом  $V_{vegnew}$  и в количестве  $T_{veg}$ . Количество таких растений в год на всем моделируемом участке определяется следующим образом:

$$P_v = \sum_{i=V_{vegbegin}}^{V_s} \left( V_{aveg}(i) * \frac{\left( \frac{P_{veg}}{V_{veg}} * Num_{veg} \right)}{100} \right); (1)$$

где:

а)  $P_{veg}$  – количество особей из общего их числа способных к вегетативному размножению ( $V_{veg}$ ), размножающихся вегетативно за один исходный экспериментальный год. Определяется экспериментально, или в результате наблюдений;

б)  $Num_{veg}$  – количество особей, находящихся в возрастных состояниях, в которых растения данного вида потенциально способны к вегетативному размножению. Определяется путем непосредственного подсчета на решетке во время; прогона модели.

в)  $Val_{veg}(V_{vegbegin}, \dots, V_s)$  – процент участия каждого из потенциально способных к вегетативному размножению возрастных состояний в обеспечении исходного параметра  $P_{veg}$ .

2. Семенное размножение определяется параметром  $P_s$ , который показывает количество проростков, образующихся на моделируемом участке, ежегодно в результате семенного размножения

$$P_s = \sum_{i=V_{seedbegin}}^{V_s} \left( \frac{V_{seed}(i) * P_{seed}}{Num_{seed}(i) * \frac{V_{alseed}(i)}{100}} \right); (2)$$

где:

а)  $P_{seed}$  – исходное количество проростков, образующихся на экспериментальном участке за 1 год;

б)  $V_{seed}$  ( $V_{seedbegin}, \dots, V_s$ ) – исходное количество цветущих особей каждого, способного к цветению возрастного состояния, обеспечивающее параметр  $P_{seed}$ . Определяется экспериментально, или путем наблюдений;

в)  $Num_{seed}$  ( $V_{seedbegin}, \dots, V_s$ ) – количество цветущих особей каждого, способного к цветению возрастного состояния, рассчитываемое при каждом прогоне модели;

г)  $V_{alseed}$  ( $V_{seedbegin}, \dots, V_s$ ) – процент участия каждого из способных к семенному размножению возрастных состояний в обеспечении исходного параметра  $P_{veg}$ .

Алгоритм моделирования. Инициализация модели происходит путем имитирования на пустой квадратной решетке модельной популяции с известной (определенной экспериментально) возрастной структурой. Имитирование происходит путем случайного заселения пустых ячеек элементами ценопопуляции (ЭЦП) в количестве  $Ve_g$  с соотношением разных возрастных состояний  $S_{vbeg}$  (1,2,...,  $V_s$ ). Структура начального размещения имитируется генератором псевдослучайных чисел, что позволяет использовать метод Монте-Карло [13], для оценки статистической устойчивости полученных результатов. В этом случае мы делаем  $N$  независимых прогонов модели, различающихся начальной пространственной структурой размещения, и затем определяем для исследуемых параметров средние значения и их статистические характеристики.

Инициализация происходит один раз в начале прогона модели. Следующие шаги повторяются в количестве, равном необходимому для исследования количеству моделируемых вегетационных периодов:

1. Имитируется вегетативное размножение. Согласно формуле (1) определяется количество растений, которые будут размножаться вегетативно ( $P_v$ ). Для каждого из потенциально способных к вегетативному размножению возрастных состояний, количество растений, которые размножаются вегетативно, рассчитывается отдельно, потом полученные числа суммируются. Эти растения распространяют вокруг себя в незанятые клетки решетки на расстояние  $K_m$  дочерние растения возрастом  $V_{vegnew}$  и в количестве  $T_{veg}$ .

2. Имитируется семенное размножение. Определяется количество проростков, согласно формуле (2). Для каждого из способных к семенному размножению возрастных состояний, количество образуемых проростков рассчитывается отдельно, затем полученные числа суммируются. В случайных не занятых узлах решетки появляется  $P_s$  ЭЦП в первом возрастной состоянии (проростков).

3. Получение данных. Визуальное отображение решетки с находящимися на ней ЭЦП в разных возрастных состояниях, определение численности, плотности, возрастной структуры популяции. Статистическая обработка данных.

4. Имитация регулярной или однократной общей элиминации, или элиминации растений определенного возраста.

5. Возраст всех ЭЦП увеличивается на единицу, в связи с чем возможен переход в следующее онтогенетическое состояние или отмирание (освобождение ячейки).

Моделируемая ценопопуляция *Hyacinthella pallasiana* (Steven) Losinsk. Исследуемая ценопопуляция произрастает на территории РЛП «Зуевский». Исследования проводились на протяжении вегетационных периодов 2009 и 2010 годов.

В модели использованы данные 2010 года.

Таблица 1

Исходные данные, использованные при моделировании

Численность	48 ос.
Средняя плотность	0,47 ос./м <sup>2</sup>
Количество проростков, образовавшихся в результате семенного размножения	3 ос.
Количество вегетативно размножающихся растений	2 ос.
Суммарное количество плодов, образованных ценопопуляцией	171 шт.
Возрастная структура	p 3 ос.
	j 3 ос.
	v 5 ос.
	g1 20 ос.
	g2 17 ос.
Вклад цветущих особей разных возрастных состояний в общую семенную продуктивность	g1 30 %
	g2 70 %

Результаты. Прогнозирование проводилось в виде вычислительных экспериментов на период, составляющий 5 вегетационных периодов. Проводилось 100 прогонов модели, для численности популяции определены среднее, мода, медиана, направление тренда динамики численности и вероятность этого направления. Согласно данных, указанных в табл. 1, были получены следующие результаты:

Таблица 2

Результаты моделирования (прогноз на 2011-2016 гг.)

Средняя численность, ос.	53,14
Средняя плотность, ос./м <sup>2</sup>	1,084
Мин. численность, ос.	47,36
Макс. численность, ос.	58,9
Мода, ос.	49,43
Медиана, ос.	54,77
Направление тренда/вероятность	Ниже / 77%

Таким образом, моделирование ценопопуляционных структур может иметь прогностический характер и использоваться в ботаническом ресурсоведении и экологическом прогнозировании охраняемых объектов в системе природно-заповедного фонда и экологических сетей.

### Литература

1. Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. – М.: Наука. 1985. – 340 с.
2. Динамическая теория биологических популяций. / Р.А. Полуэктов. – М.: Наука, 1974. – 238 с.
3. Комаров А. С. Математические модели в популяционной биологии растений // Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Под ред. Т.И. Серебряковой. – М.: Наука, 1988. – 450 с.
4. Комаров А.С. Клеточно-автоматные модели сообществ вегетивно-подвижных растений, учитывающие поливариантность онтогенеза // Материалы X Международной конференции "Математика, компьютер, образование". Вып. 10. Ч. 3: Регулярная и хаотическая динамика. Ижевск, 2003. – С. 112-124.
5. Комаров А. С., Поленова М.М. Моделирование взаимодействующих популяций вегетивно-подвижных трав. Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 2001. – Т. 106. – № 5. – С. 35-41.
6. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // ПР. Ботаника. – М.-Л., Изд. АН СССР. – 1950. – Вып. 1. – С. 463-483.

7. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. Т. Бот.ин-та АН СССР, сер. III. – 1950. – Геоботаника, Вып. 6. – С. 230-245.
8. Уранов А.А. Онтогенез и возрастной состав популяций // В кн.: Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. М.: Наука, 1967. – С. 3-8
9. Chertov O.G., Komarov A.S., Karev G.P. Modern approaches in forest ecosystems modelling. Brill Academic Press. – 1999. – P. 769-802.
10. Czaran T. A simulation model for generating patterns of sessile populations // Abstracts of Botany. – 1984. – N 8. – P. 4-13.
11. Inghe O. Genet and ramet survivorship undemortality regimes – a cellular automata model. – 1989. – N 138. – P. 257-270.
12. Inghe O. Computer simulation of flowering in perennials – is there a new area to explore in for chaos? // Ibid. 1990. – N 147. – P. 449-469.
13. W. M. C. Foulkes, L. Mitas, R. J. Needs and G. Rajagopal Quantum Monte Carlo simulations of solids // Reviews of Modern Physics. – 73. – 2001. – P. 459-483.

УДК 399.9(477):061.1

## УЧАСТЬ УКРАЇНИ У ПОЛІТИЦІ СХІДНОГО ПАРТНЕРСТВА У ПОСТКРИЗОВИЙ ПЕРІОД

**Комков С.Е.**  
**Кошеленко В.В.**

**Актуальність теми.** Україна прийняла рішення про європейський напрямок своєї зовнішньоекономічної політики, дотримання якого очікується і в майбутньому після останнього розширення ЄС. Тепер ЄС-27 посідає місце найбільшого торговельного партнера України, замінивши Росію. Країни ЄС є основними інвесторами в економіку України, обсяг ПІІ з Заходу може стати запорукою економічного зростання.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** У працях українських вчених, таких як Макогон Ю.В., Хаджинов І.В., Дергачова В.В., Овчаренко Р.В. визначені тенденції та напрямки співпраці України із ЄС у сфері інвестування.

**Ціль та завдання статті.** Метою роботи є визначення перспектив збільшення обсягу інвестицій до України із ЄС.

Виходячи із поставленої мети, маємо **завдання:**

- висвітлення основної інформації економічної співпраці України з ЄС;
- аналіз обсягу інвестицій з країн ЄС;
- аналіз економічних стосунків України із ЄС після вступу до СОТ;
- визначення перспектив збільшення інвестування до України з ЄС.

У 2008 році загальний обсяг двосторонньої торгівлі між Україною та ЄС досяг 34,7 млрд. євро. Причому цей показник постійно зростає з часу економічної кризи 1998 року. У період 2000 - 2007 рр. обсяг торгівлі товарами між країнами зріс більш, ніж утричі: експорт збільшився з 5,5 млрд. євро до 22,4 млрд. євро, а імпорт – з 4,8 млрд. євро до 12,4 млрд. євро. Проте українська