

Jansson R., Nilsson C., Dynesius M., Andersson E. Effects of river regulation on river-margin vegetation: a comparison of eight boreal rivers // *Ecological Applications*. 2000. Vol.10. № 1. P. 203–224.

Jonsson B.G., Esseen P.-A. Plant colonisation in small forest-floor patches: importance of plant group and disturbance traits // *Ecography*. 1998. № 21. P. 518–526.

Mirin D. Dynamic mosaic structure of vegetation in the valleys of rivulet // *Disturbance dynamics in boreal forests (abstracts)*. Helsinki, 2000. P. 36.

Nilsson C., Berggren K. Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation // *BioScience*. 2000. Vol.50, № 9. P. 783–792.

Nilsson C., Jansson R., Zinko U. Long-Term Responses of River-Margin Vegetation to Water-Level Regulation // *Science*. 1997. Vol. 276. P. 798–800.

Nilsson C., Nilsson E., Johansson M.E., Dynesius M., Grelsson G., Xiong S., Jansson R., Danvind M. Processes structuring riparian vegetation // *Current Topics in Botanical Research*. Trivandrum, 1993. P. 419–431.

Quine C.P., Coutts M.P., Gardiner B.A., Pyatt D.G. Forests and Wind: Management to Minimize Damage // *Forestry Commission Bulletin* 114. London, 1995. 35 p.

Ulanova N.G. The effects of windthrow on forests at different spatial scales: a review // *Forest Ecology and Management*. 2000. Vol.135, № 1–3. P. 155–167.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПОПУЛЯЦИЙ НЕМОРАЛЬНЫХ ВИДОВ ТРАВ РАЗНЫХ ТИПОВ БИОМОРФ НА НЕОДНОРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ: РЕШЕТЧАТАЯ МОДЕЛЬ

Михайлова Н. В.

Институт математических проблем биологии РАН, Московская обл.,
г. Пушкино, Россия. natalia.mikh@gmail.com

Решение проблемы восстановления растительных сообществ после различного рода нарушений требует анализа особенностей динамики популяций растений с учетом возрастного и пространственного распределений отдельных особей, а также особенностей взаимодействия между ними. Имитационные индивидуально-ориентированные модели, базирующиеся на пространственном подходе, рассматривают популяцию растений как дискретную совокупность отдельных элементов, размещенных на плоскости и взаимодействующих друг с другом на каждом шаге по времени по заданным правилам (Комаров, 1982).

Построенная решетчатая модель, относящаяся к классу клеточно-автоматных моделей, позволяет провести качественную и количественную оценку восстановления популяций растений с учетом особенностей геометрии вегетативного и семенного размножения.

В отечественной науке первые применения клеточно-автоматного подхода к моделированию популяций растений были сделаны в 80-х го-

дах (Комаров 1982, 1988). Формализация развития популяций растений с учетом семенного и вегетативного размножения основана на концепции дискретного описания онтогенеза (Работнов, 1950) и типизации биоморф (Смирнова, 1987).

В работе рассматривается влияние неоднородности местообитания и проводится оценка этого влияния на динамику популяции в целом. Под неоднородностью будем понимать наличие на занимаемой территории мест, препятствующих семенному и вегетативному размножению. Доля таких препятствий может быть задана с различной интенсивностью – от полного их отсутствия до высокой плотности, оказывающейся видоспецифически критической для захвата территории популяциями исследуемых видов.

В качестве объектов исследования выбраны 3 вида многолетних поликарпических трав, характеризующихся разными способами вегетативного разрастания и разными стратегиями: конкурентный вид *Aegopodium podagraria* L. (сныть обыкновенная), реактивный вид *Stellaria holostea* L. (звездчатка ланцетолистная) и толерантный вид *Asarum europaeum* L. (копытень европейский). Сныть обыкновенная – гипогенно-длиннокорневищное растение с полициклическими монокарпическими парциальными побегам, тип биоморфы – явнополицентрический. Копытень европейский – эпигенно-короткорневищное растение с моноциклическими побегам, тип биоморфы – неявнополицентрический. Звездчатка ланцетолистная – столонообразующее растение с моноциклическими монокарпическими парциальными побегам, тип биоморфы – явнополицентрический. Данные, используемые в качестве параметров модели, были собраны в 2002–2003 гг. в Неруссо-Деснянском Полесье на юго-востоке Брянской области (Россия) (Богданова, 2003).

Формулировка модели

– элементом популяции (ЭП) считается для сныти обыкновенной и звездчатки ланцетолистной до начала вегетативного разрастания особь целиком, а затем каждый парциальный побег в пределах особи, а для копытня европейского до начала вегетативного разрастания особь целиком, а затем партикула (Смирнова, 1987);

– популяция растений имитируется совокупностью виртуальных элементов, развивающихся на плоской квадратной решетке, в каждом узле решетки в определенный момент времени может находиться не более одного ЭП; во избежание пограничных эффектов решетка замкнута на тор;

– размер ячейки решетки видоспецифичен и определяется длиной годовичного прироста корневищ (сныть обыкновенная, копытень европейский) или подземных столонов (звездчатка ланцетолистная);

- временной шаг модели принят равным одному году;
- развитие популяции начинается от одного ЭП семенного происхождения (случайный занос жизнеспособного семени на нарушенную территорию);
- при достижении виргинильного состояния при наличии свободных ячеек ЭП начинает вегетативно разрастаться: ЭП образуют отбеги, которые развиваются в направлении соседних свободных узлов. Выбор из возможных верхнего, нижнего, правого или левого соседнего узла осуществляется случайно. Максимальная длина отбега и его структура различны для видов разных биоморф (рис. 1). В случае отсутствия соседних свободных ячеек вегетативный отбег прекращает свой рост.

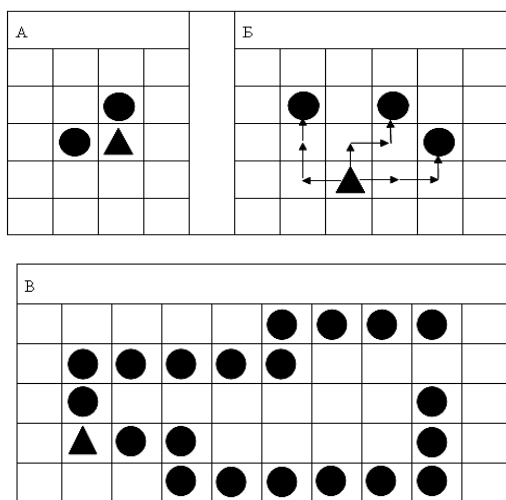


Рис. 1. Моделирование вегетативного разрастания:

А – копытня европейского, Б – сныти обыкновенной и В – звездчатки ланцетолистной за один год. Условные обозначения, принятые на рисунке: ЭП семенного происхождения – ▲; отбеги – →; дочерние ЭП – ●

- внутривидовая конкуренция между ЭП за свободную территорию задается следующим образом: если на захват свободного узла претендуют более чем 1 материнское растение, то преимущество отдается последовательно особям генеративного, виргинильного, иматурного, ювенильного / сенильного онтогенетических состояний;

– после перехода в генеративный период ЭП зацветают; все цветущие ЭП способны дать семена, на следующий год они отмирают (т.к. модельные виды являются монокарпиками); ЭП, которые не цвели, отмирают по достижении некоторого абсолютного возраста;

– количество семян на один ЭП и вероятность их прорастания оценивалась по литературным данным, а расположение новых проростков на моделируемой решетке задавалось вероятностно и независимо с учетом экспериментальных данных о параметрах дальности разноса семян (Богданова, 2003).

Результаты модельных экспериментов

Развитие популяций исследуемых видов имитировалось на модельной решетке размером 50 на 50 ячеек. Доля препятствий P_{in} в экспериментах изменялась от 0 до 0,9 с шагом 0,1, размещение препятствий на решетке не изменяется в ходе эксперимента, при этом является независимым и случайным. Так как размещение препятствий оказывает влияние на развитие популяций исследуемых видов, то проводилось 30 повторов модельных экспериментов с разным размещением препятствий, а затем вычислялись средние значения и среднеквадратичное отклонение (рис. 2).

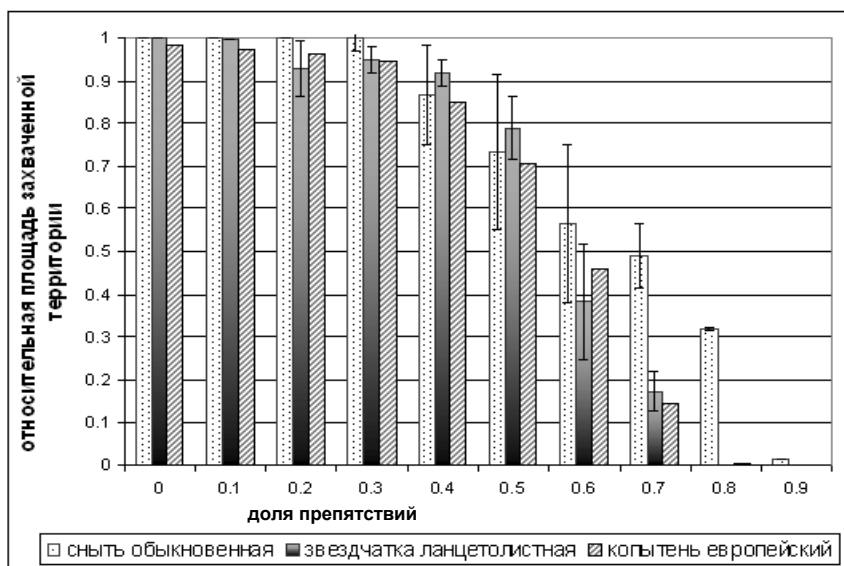


Рис. 2. Средние значения относительной площади захваченной территории для модельных видов

Популяция сныти обыкновенной способна захватить почти всю территорию при доле препятствий $P_{ht} \leq 0,3$. При $P_{ht} = 0,4$ и более популяция становится неустойчивой, начальное размещение препятствий играет важную роль при развитии отдельных ЭП. Критическая доля препятствий $P_{ht} = 0,8$. При значениях $P_{ht} = 0,9$ растения популяция выживает только в 3–4 процентах случаев.

Для популяции звездчатки ланцетолистной при доле препятствий $P_{ht} \leq 0,3$ захвачена почти вся территория. Критическая доля препятствий $P_{ht} = 0,7$. Уже при доле препятствий $P_{ht} = 0,8–0,9$ растения не способны выжить.

Популяция копытня европейского при доле препятствий $P_{ht} \leq 0,3$ занимает почти всю территорию. Критическая доля препятствий $P_{ht} = 0,7$.

ЛИТЕРАТУРА

Богданова Н.Е. Скорость освоения территории неморальными видами трав в мелколиственном лесу // Научные труды государственного заповедника «Присурский». Т. 11. Чебоксары-Москва, 2003. С. 179–185.

Комаров А.С. Простые структуры растительного покрова, устойчивые к внешним нарушениям // Взаимодействующие марковские процессы и их применение к математическому моделированию биологических систем. / Под ред. Р.Л.Добрушина. Пушино, 1982. С. 136–143.

Комаров А.С., Портнов А.В. Моделирование динамики растительных сообществ. Целочисленные алгоритмические модели популяций вегетативно-подвижных растений. Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1987. 47 с.

Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М., 1987. 206 с.

Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. 1950. Вып. 6. С. 7—204.

ПРИЧИНЫ ГИБЕЛИ И УСЫХАНИЯ ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Мозговая О. А.

Самарский государственный университет, г. Самара, Россия. Sima50@yandex.ru

Учитывая многофакторность условий существования лесных фитоценозов, трудно выявить причины их деградации и гибели, однако главной, несомненно, является антропогенное воздействие. Из всего многообразия его проявлений наибольшее влияние оказывают 1) сокращение общей площади лесов; 2) распашка земель; 3) загазованность атмосферного воздуха и загрязнение почв; 4) чрезмерное природопользование; 5) быстрый