

МАРКОВСКАЯ МОДЕЛЬ МЕЛКОМАСШТАБНОЙ ДИНАМИКИ ДОМИНАНТОВ В БРУСНИЧНО-ЧЕРНИЧНОМ СОСНЯКЕ–ДОЛГОМОШНИКЕ

Маслов А.А.¹, Логофет Д.О.^{2,1}

¹*Институт лесоведения РАН, Успенское, Московская обл., Россия*

amaslov@ilan.ras.ru

²*Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия*

daniLaL@postman.ru

Аннотация: На основе данных прямых повторных учетов в сосняке-долгомошнике с доминированием черники (*Vaccinium myrtillus*) и брусники (*V. vitis-idaea*) построена и проверена однородная марковская модель мелкомасштабной динамики на поздних стадиях послепожарной сукцессии. Показано, что стационарное состояние характеризуется преобладанием площадок только с черникой и с черникой–брусникой совместно – без вытеснения одного вида другим.

В таежных сосновых лесах, где низовые пожары – обычный фактор периодических нарушений, распространенными доминантами нижнего яруса леса являются хорошо известные вересковые кустарнички – брусника и черника. При этом черника с брусникой не только встречаются вместе в самых разных сообществах – от верховых сосновых болот до сосновых лесов на скалах, – но и внутри одного сообщества побеги этих двух видов обычно произрастают рядом, что ставит вопрос о механизмах разделения их экологических ниш. Не менее интересен экологами вопрос о взаимодействии данных двух видов в ходе послепожарной динамики (сукцессии). Как меняется со временем соотношение популяций брусники и черники? Происходит ли в результате сукцессии вытеснение одного вида другим или же двувидовая система приходит к определенному равновесию с устойчивой долей каждого вида? Если конечное (равновесное) состояние существует, то сколько лет требуется для его достижения после последнего низового пожара?

Для моделирования сукцессий в лесах на уровне сообществ широко применяются марковские модели – см. обзор (Логофет, 2010). Значительно реже марковские модели используются на внутриценотическом уровне. Располагая данными длительных (25 лет) наблюдений на постоянной пробной площади в заповедном сосняке бруснично-чернично-долгомошном (Маслов, 2009), мы попытались использовать аппарат марковских цепей для анализа хода сукцессии черники и брусники с количественной оценкой средней длительности стадий и характеристик цикличности.

За основу были взяты наблюдения «в точке», за которую принята маленькая площадка размером 20×20 см. Особенности полевого эксперимента являлись: большой (2000 площадок) объем выборки на постоянных трансектах, проведение регулярных учетов с интервалом в 5 лет, учет на площадках встречаемости видов. Однородная марковская цепь в качестве модели наблюдаемого процесса состоит из четырех состояний: 1) есть только брусника, 2) есть только черника, 3) присутствуют оба вида, 4) оба вида отсутствуют. Калибровка модели осуществлялась по двум учетам, проверка модели – по данным еще одного учета.

Установлено, что за один интервал учетов на площадках реализуются все возможные переходы между состояниями. По формулам теории конечных однородных цепей Маркова получены: стационарное распределение площадей, характеристики цикличности и средние длительности стадий динамики. Показано, что в качестве стационарного результата сукцессии ожидается распределение площадок по состояниям, где 30% площадок занято только черникой, 11% – только брусникой; на 18% площадок будут присутствовать оба вида, а 41% площадок будет «пустым» (Маслов, Логофет, 2016). Это подтверждает возможность устойчивого сосуществования черники и брусники на заключительных стадиях сукцессии – с явным преобладанием черники, но без полного вытеснения одного вида другим.

Количественные характеристики цикличности и длительности стадий позволяют оценить общую продолжительность вторичной послепожарной сукцессии примерно в 45 лет. Из описанных четырех состояний наименьшее среднее время существования (8 лет) имеют площадки только с брусникой, а наибольшее среднее время существования (18 лет) – «пустые» площадки. Модельный прогноз динамики на один шаг вперед (5 лет) и сравнение с данными фактического распределения площадей показали, что мера отличия составляет 5.4%, что говорит об эффективности однородной марковской цепи как инструмента прогноза.

Таковы результаты, полученные только из одной переходной матрицы, а весь период наблюдений дает пять матриц, которые закономерно различаются между собой. Тому как учесть эти различия в оценке вышеназванных характеристик, будет посвящена следующая часть работы.

Работа проводилась при частичной поддержке РФФИ: проект 16-05-00762 для А.А. Маслова и проект 16-04-00832 для Д.О. Логофета

Литература

- Логофет Д.О. Марковские цепи как модели сукцессии: новые перспективы классической парадигмы // Лесоведение. 2010. № 2. С. 46–59.
- Маслов А.А. Мониторинг эталонных лесных экосистем в заповедных лесных участках // Мониторинг природного наследия. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2009. С. 21–37.
- Маслов А.А., Логофет Д.О. Анализ мелкомасштабной динамики двух видов-доминантов в сосняке чернично-бруснично-долгомошном. I. Однородная марковская цепь и показатели цикличности // Ж. общ. биологии. 2016. Т. 77. № 6. С. 423–433.