

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКОГО ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA*

Наталья Иванова

Институт математических проблем биологии - филиал
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН
Natalya.dryomys@gmail.com

Объектом исследования являются популяции редкого эпифитного лишайника лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria*). Этот вид произрастает на деревьях (форофитах): на стволах, ветвях, как живых, так и мертвых деревьев. Лишайник имеет широкий ареал распространения, хотя в настоящее время он практически исчез в Европе, по-видимому, вследствие крайней его чувствительности к антропогенным воздействиям (рубкам леса и загрязнению воздуха) (Scheidegger, 1995, Lichen biology, 2008).



Лобария легочная на стволе осины (заповедник «Кологривский лес»)

Владимир Шанин

Институт физико-химических и биологических
проблем почвоведения РАН
Shaninvn@gmail.com

На территории России лобарию легочную можно встретить практически во всей лесной зоне, в настоящее время свидетельствует о стабильном состоянии ее популяций. На наш взгляд, подобные прогнозы должны учитывать особенности динамики древостоев, т.к. успешность расселения лобарии легочной зависит не только биологических особенностей самого вида, но и от популяционной динамики ее форофитов.

Максим Шашков

Институт физико-химических и биологических
проблем почвоведения РАН
Max.carabus@gmail.com

Многие исследователи считают, что широкое распространение *Lobaria pulmonaria* в настоящее время свидетельствует о стабильном состоянии ее популяций. На наш взгляд, подобные прогнозы должны учитывать особенности динамики древостоев, т.к. успешность расселения лобарии легочной зависит не только биологических особенностей самого вида, но и от популяционной динамики ее форофитов.

ЦЕЛЬ данной работы - разработка концептуальной схемы модели расселения популяций *Lobaria pulmonaria*, учитывающей популяционную динамику древесных видов в местах ее обитания.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ *LOBARIA PULMONARIA*

Для моделирования динамики популяций деревьев будет использована система моделей EFIMOD (Komarov et al., 2003), которая позволяет прогнозировать рост каждого дерева в насаждении в зависимости от количества перехваченной деревом фотосинтетически активной радиации (ФАР) и количества потребленного из почвы доступного азота.

Входными данными для модели EFIMOD являются таксационные характеристики древостоев. На основе результатов анализа атрибутивных данных базы о распространении *Lobaria pulmonaria* (Иванова, Шашков, 2012, 2016) было выяснено, что на Европейской территории России лобария легочная чаще всего встречается в осиновых и еловых лесах, поэтому именно такие древостои выбраны для модельных экспериментов. Таксационные описания лесов - мест обитания *Lobaria pulmonaria* выполнены нами на пробных площадях 400 кв.м (заповедник «Кологривский лес», Костромская обл., подзона южной тайги) (Ivanova, 2015). Во всех исследованных лесах *Lobaria pulmonaria* встречалась исключительно на стволах осины.

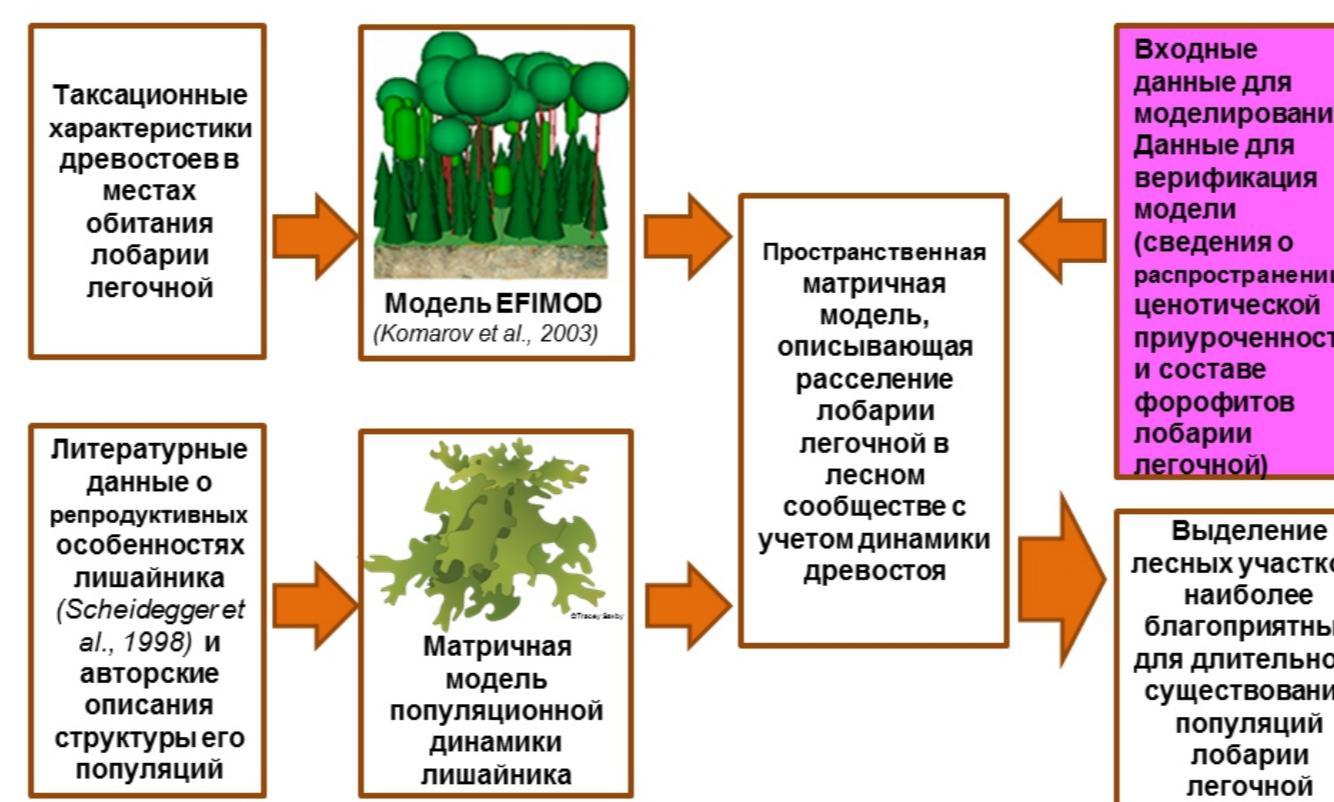
Таксационные характеристики древостоев, которые будут использованы в модельных экспериментах

Тип леса	формула древостоя	возраст доминанта древостоя, годы	средний диаметр ствола, см	высота древостоя, м	число заселенных лобарии деревьев
Ельник высокотравный	8E151Oc	90	24.5	28	1
Ельник boreально-мелкотравный	10E+B	70	23.9	23	2
Ельник boreально-мелкотравный	9E10c	65	22.2	26	2
Осинник высокотравный	70c2E1B	110	29.5	34	4
Осинник высокотравный	90c1E+B	110	37.3	36	3
Осинник черничный	80c2E+B	70	28.9	32	17
Осинник boreально-мелкотравный	50c3E1C1E	60	32.8	28	2

Продолжительность периода моделирования составит 100 лет, что соответствует времени жизни 3-х поколений *Lobaria pulmonaria* и рекомендовано Международным союзом охраны природы при прогнозировании угроз видам (IUCN Standards and Petitions Subcommittee, 2014).

В результате модельных экспериментов для каждого типа леса будут оценены число пригодных для заселения лобарии легочной деревьев и среднее расстояние между ними при различных модельных сценариях: без рубок и с лабораторных условиях.

Схема моделирования динамики популяций лобарии легочной



Полученные в ходе моделирования данные о составе древостоя и позиции каждого дерева будут использованы в пространственной матричной модели, описывающей расселение лобарии легочной в лесном сообществе.

Базовой единицей моделирования является субпопуляция лобарии легочной. Под субпопуляцией понимается совокупность особей, обитающих на одном форофите.

Рост талломов внутри субпопуляции на стволе одного дерева в модели не моделируется, моделируется лишь заселение лишайником стволов деревьев разных видов. Опубликованных данных о динамике роста субпопуляций *Lobaria pulmonaria* очень мало (Горшков, Семенова, 2012; Тарасова, Игнатенко, 2013; Игнатенко, Тарасова, 2015), в то же время, наши собственные наблюдения показывают, что площадь покрытия талломов на ствалах сильно варьирует у деревьев разных видов.

Динамика каждой субпопуляции моделируется с помощью матрицы переходов, описывающей вероятность перехода особи между стадиями развития и вероятность ее гибели на каждой стадии развития. Расчет вероятностей основан на литературных данных о росте и развитии талломов лобарии легочной (Scheidegger, 1995), полученных в

используемые в цитируемой работе стадии развития не совпадают с онтогенетическими состояниями лобарии легочной, принятыми в российских исследованиях (Горшков, Семенова, 2012) и стадиями, используемыми в модели (табл.), поэтому для параметризации модели необходимо обобщение всех этих подходов.

Продолжительность стадий развития лобарии легочной

Онтогенетические состояния лобарии легочной (Горшков, Семенова, 2012)	Возраст таллома лобарии легочной (Scheidegger, 1995)	Вероятность гибели в данном возрасте (Scheidegger, 1995)	Стадии развития лобарии легочной, используемые в модели
Диаспора	2 мес.	50%	диаспора
Ювенильное			молодые талломы, не способные к размножению
Имматурное 1	нет данных		
Имматурное 2	нет данных		
Виргинильное 1	нет данных		
Виргинильное 2а	нет данных		
Виргинильное 2b	6 мес.		
Виргинильное 2c	12-15 мес.	5%	
Генеративное	30-35 лет		генеративные талломы
Субсенильное	нет данных		старые талломы, не способные к размножению
Сенильное			

Время существования субпопуляции лобарии легочной ограничено временем жизни дерева, на котором она обитает. Анализ базы данных о распространении лобарии легочной показал, что этот лишайник может существовать на валеже, однако в литературе отсутствуют оценки скоростей разложения осинового валежа.

Для каждой субпопуляции модель учитывает время начала репродукции, количество образующихся диаспор, максимальную дальность распространения диаспор. Параметры будут оценены на основе литературных данных (Scheidegger et al., 1998) и описаний популяций лобарии легочной, выполненных на территории заповедника «Кологривский лес» (Иванова, Терентьева, 2012).

Вероятность успешного закрепления зародышей лобарии легочной на стволе дерева зависит от его вида, онтогенетического состояния и расстояния до ближайшего дерева, уже заселенного *Lobaria pulmonaria*. Эти параметры также будут оценены по литературным и собственным полевым данным.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- На основе модельного эксперимента будет описана долговременная динамика популяций *Lobaria pulmonaria* в осиновых и еловых лесах. На основе полученных результатов и результатов анализа базы о распространении лобарии легочной будет дан прогноз изменения ареала *Lobaria pulmonaria* на Европейской территории России на ближайшие 100 лет.
- Единственной мерой охраны популяций лобарии легочной при рубках леса в настоящее время является полный запрет лесопользования в местах ее обитания. Результаты модельных экспериментов позволят оценить долгосрочную перспективу такой методики, а также оценить влияние выборочных рубок разной интенсивности на состояние популяций лобарии легочной.
- Полученные результаты позволят разработать новые компромиссные методы сохранения популяций лобарии легочной, учитывающие как интересы охраны природы, так и лесозаготовителей в рамках многоцелевого лесопользования.