

Фомин Валерий Владимирович

д-р биол. наук, профессор

Михайлович Анна Павловна

старший преподаватель

Институт леса и природопользования

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный

лесотехнический университет»

г. Екатеринбург, Свердловская область

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПОЛЯРНОМ УРАЛЕ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКОВ

***Аннотация:** в рамках генетического подхода к классификации типов леса в работе проведены исследования пространственно-временной динамики древесной растительности на горном массиве Рай-Из (Полярный Урал). На основе аэро- и космоснимков для района исследований площадью 3,16 кв. км были созданы геоинформационные слои, характеризующие местоположение каждого дерева в 1964, 1985, 2003 и 2015 годах. С использованием разработанной методики автоматизированного определения границ растительных сообществ на основе значений густоты деревьев были созданы карто-схемы распределения густоты деревьев в данном районе в данные годы. Проведен пространственный анализ вертикального сдвига границы «редина-редколесье». Среднее значение величины вертикального сдвига границы за 51 год составило 27,4 м, что соответствует скорости ее вертикального смещения примерно 5 м за десятилетие.*

***Ключевые слова:** генетический подход, классификация типов леса, определение границ растительных сообществ, методика, экотон верхней границы, древесная растительность, вертикальный сдвиг, Полярный Урал.*

Цель работы – количественный анализ пространственно-временной динамики древесной растительности в экотоне верхней границы леса на Полярном

Урале за период с 1964 по 2015 годы в рамках генетического подхода к классификации типов леса.

Район исследований находится в междуречье рек Енгаю и Кердоманшор (горный массив Рай-Из, Ямало-Ненецкий автономный округ, Полярный Урал). Его площадь составляет 3,16 кв. км. С использованием аэро- и космонимков 1964, 1985, 2003 и 2004 годов в географической информационной системе ARC/INFO (ESRI Inc.) были созданы векторные точечные геоинформационные слои, характеризующие местоположение деревьев в эти годы (рис. 1).

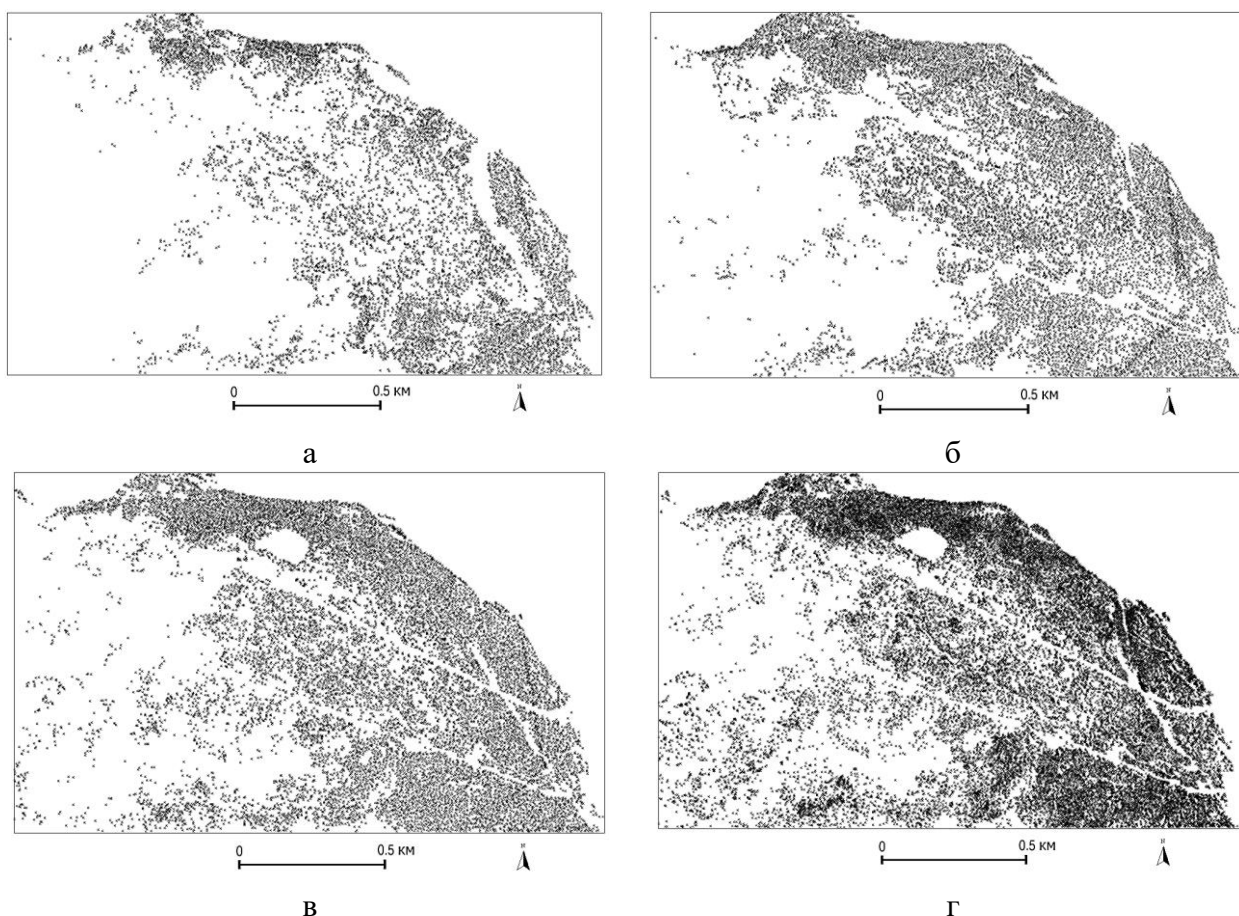


Рис. 6. Картосхемы распределения деревьев в районе исследований «В» в 1964 (а), 1985 (б), 2003 (в), 2015 (г)

Для оценки смещения границ лесотундровой растительности была разработана методика автоматизированного выделения границ лесных выделов с использованием точечных векторных слоев в географической информационной системе.

Она состоит из следующих этапов:

1. К точечному векторному слою с точками, обозначающими местоположение деревьев, применяется функция расчета полигонов Вороного.

2. Каждому i -му дереву исходного слоя соответствует полигон Вороного, площадью S_i . Густоту для данного участка можно оценить как $1/S_i$ (шт./кв.м) или $10000/S_i$ (шт./га).

3. Расчет статистической поверхности со значениями густоты деревьев. Возможны использование разных методов создания такой поверхности. При проведении интерполяции с использованием точечного векторного слоя распределения деревьев по территории, местоположение каждого дерева будет служить для получения координат X и Y , а в качестве Z будет использовано значение густоты. В качестве конкретных методов интерполяции можно использовать метод обратных взвешенных расстояний (ОВР) или «кригинг».

Поверхности, представленные на рис. 2а – 2г созданы с использованием метода обратных взвешенных расстояний с формулой Гаусса для расчета весовых коэффициентов:

$$k_{ai} = 1 / r_{ai}^2, \quad (1)$$

где r_{ai} – расстояние от точки, для которой производится расчет густоты до местоположения i -го дерева.

4. Нарезка статистической поверхности – получение векторного слоя с изолиниями определенных значений густоты деревьев.

Получены следующие данные о количестве деревьев этом районе. В 1964 году произрастало 9034 дерева, в 1985 – 13949, в 2003 – 16646 и в 2015 – 36999 деревьев.

На рис. 2 приведены картосхемы распределения густоты деревьев, а также генерализованная область сдвига границы лесотундровых сообществ с густотой деревьев 40 шт/га за период с 1964 по 2015 годы (рис. 2. д), а также местоположение данной границы в 1964 (белая пунктирная линия) и 2015 году (белая линия) на теневой модели рельефа (рис. 2, е).

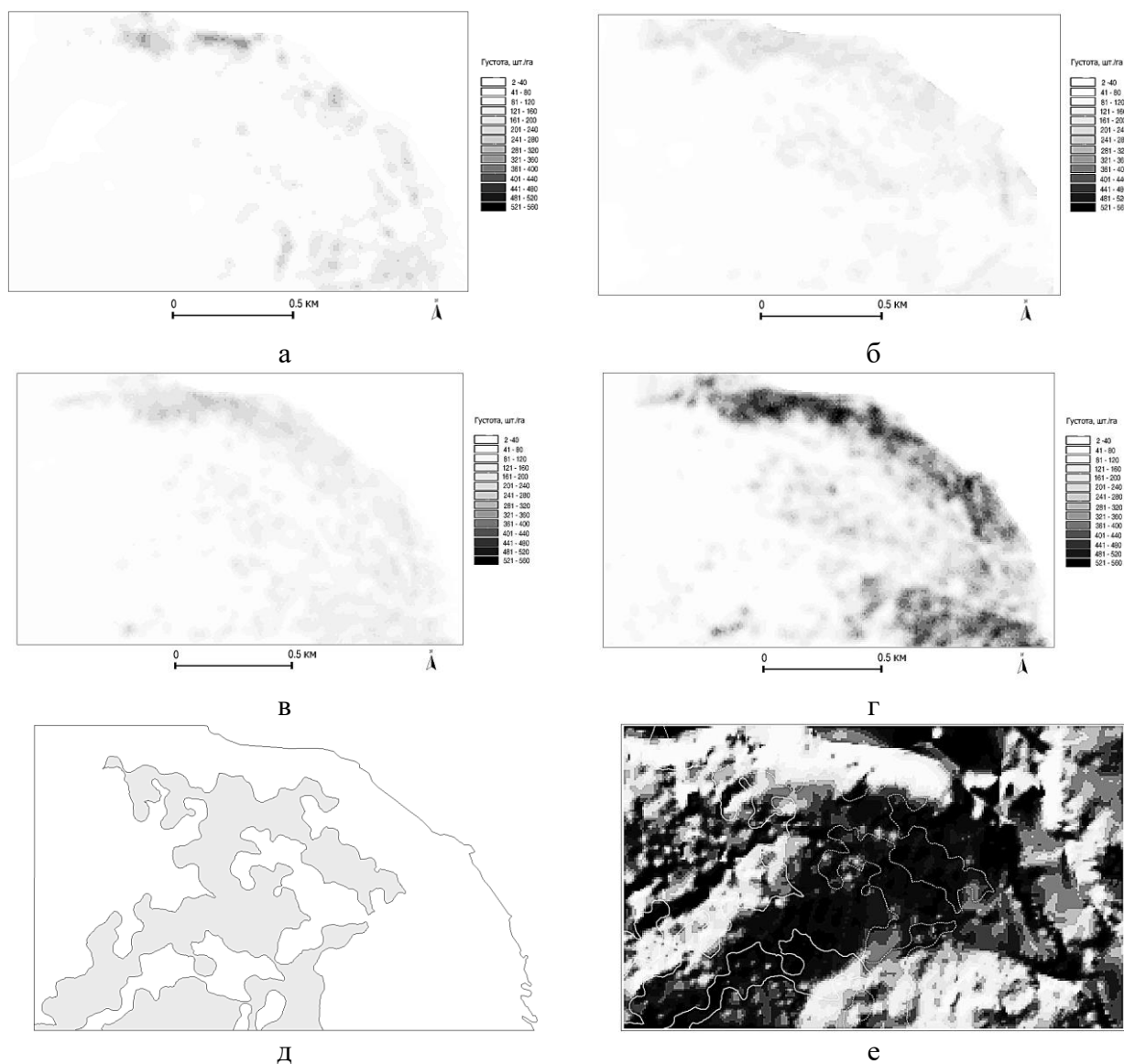


Рис. 7. Картограммы распределения густоты деревьев в районе исследований в 1964 (а), 1985 (б), 2003 (в), 2015 (г), область сдвига границы лесотундровых сообществ с густотой 40 шт/га за период с 1964 по 2015 гг (д), местоположение данной границы в 1964 (белая пунктирная линия) и 2015 году (белая линия) на теневой модели рельефа (е)

Генерализация области сдвига состояла в том, чтобы исключить небольшие островные участки с более высокими значениями густоты внутри области для того, чтобы получить обобщенную картину смещения данного растительного рубежа за 51 год.

Приведенное выше значение густоты деревьев соответствует границе «редина-редколесье» в классификации типов лесотундровых сообществ [1]. Она

лучше всего подходит для того, чтобы оценить продвижение деревьев в тундру, так как на изменение местоположения границы «редина – отдельно стоящие деревья в тундре» может очень сильно влиять появление или исчезновения даже одного дерева. Поэтому ее использование дает менее надежные оценки смещения древесной растительности.

При построении теневой модели рельефа «источник света», который освещал ЦМР, располагался на северо-западе. Это одно из основных направлений ветров в данной части горного массива. На рис. 2е видно, что значительная часть области сдвига находится на подветренной (по отношению к преобладающим ветрам) пологой части склона. Среднее значение величины вертикального смещения границы в этой части района исследований за 51 год составило 27,4 м, что соответствует скорости вертикального сдвига примерно 5 м за десятилетие.

Таким образом, полученные данные объективно свидетельствуют о том, что в течение последних пяти десятилетий в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале наблюдаются устойчивые эффекты: появление древесной растительности в тундре, продвижение древесной растительности вверх, в горы и увеличение густоты деревьев в лесотундровых сообществах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (грант №2001) и РФФИ (грант №15–04–05857а).

Список литературы

1. Шиятов С.Г. Пространственно-временная динамика лесотундровых сообществ на Полярном Урале / С.Г. Шиятов, М.М. Терентьев, В.В. Фомин // Экология. – 2005. – №2. – С. 83–90.