

ПРОГНОЗНЫЕ КАРТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕСА СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ПРИ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА В ТЕЧЕНИЕ XXI ВЕКА

Парфенова Е.И., Чебакова Н.М.

Институт леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок, 50/28; lyeti@ksc.krasn.ru

Качество семян определяет будущее возобновление и распространение древесных пород; одним из важных показателей качества является вес семян, определяющий всхожесть и само существование данного вида растений.. Одним из распространенных лесобразующих видов хвойных Сибири, широко используемых в искусственном лесовосстановлении, является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Общие закономерности увеличения веса семян хвойных с увеличением теплоресурсов местообитаний были отмечены еще классиками (Дылис, 1947; Правдин, 1964; Мамаев, 1973; Черепнин, 1980).

Целью нашей работы являлось получить биоклиматическую модель, связывающую вес семян сосны обыкновенной с климатическими параметрами местообитаний и дающую возможность прогнозировать изменение этого интегрирующего показателя успешности роста с изменением климата на территории России.

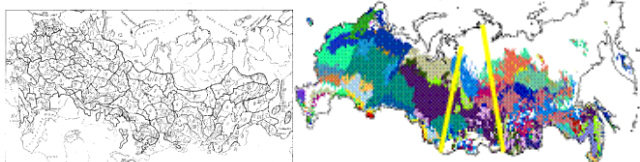


Рис. 1. Лесосеменное районирование сосны обыкновенной (1982) и ее климатипы, рассчитанные по методу трансферных функций (Чебакова и др., 2003)

Методы

Для проведения сопряженного анализа нами была создана база данных, где для 200 происхождений семян сосны, распределенных по территории России и бывших союзных республик, были зафиксированы координаты, вес семян и климатические параметры. Вес семян был взят из опубликованных данных В.Л. Черепнина (1980); климатические параметры взяты из (www.meteo.ru): январская и июльская температуры, годовые осадки, продолжительность вегетационного периода (выше 5°C) и холодного (ниже 0°C) периодов, суммы температур за определенные периоды (выше 5°C, ниже 0°C), годовые осадки, показатели относительного увлажнения. Сопряженный анализ проводился в пакете STATISTICA v. 8.0 методом многомерной линейной регрессии. Прогнозные сценарии будущего климата для 2080-х годов текущего века были получены из двадцати моделей общей циркуляции атмосферы CMIP5 и двух сценариев изменения климата – мягкого RCP 2.6 и жесткого RCP 8.5 (рис. 2), отображающих умеренный и максимальный уровни глобального потепления приземного слоя воздуха (www.ipcc-data.org). Визуализация климатических слоев, расчеты и визуализация слоев веса семян базового и будущего климата проводились в растровом пакете TerrSet v. 18.21.

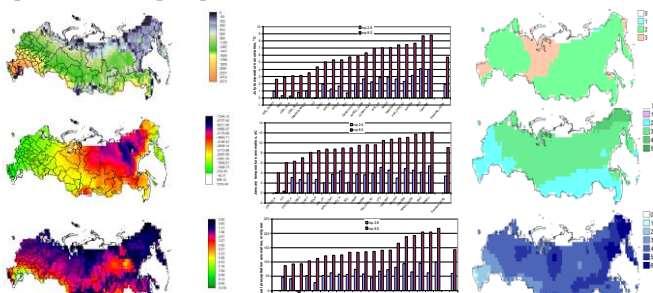


Рис. 2. Климатические слои базового климата 1961-90 гг (слева); аномалии изменения климата по 20 климатическим моделям и средняя по ансамблю (в центре); распределение средних аномалий климата по России (справа)

Рис. 3. Фрагмент базы данных по весу семян сосны обыкновенной, созданной в программе Statistica v. 8.0.

Результаты

В соответствии с биоклиматической моделью веса семян сосны обыкновенной ($R^2=0.68$; стандартная ошибка 0.6 г) была построена карта распределения веса семян по территории России для современного климата (рис. 4а). Анализ модели показывает, что на градиенте увеличения июльской температуры местообитаний на 1°C вес семян увеличивается на 0.56 г, а для увеличения веса семян на 0.43 г. требуется потепления январской температуры на 5°C. Наша модельная карта распределения веса семян хорошо согласуется с реальным пространственным изменением веса семян сосны на карте В.Л. Черепнина (1980). На основе нашей модели были получены карты распределения веса семян сосны для условий прогнозного климата конца текущего века по сценариям изменения климата RCP 2.6 и жесткого RCP 8.5. В соответствии со сценариями средние значения аномалий будущего климата составляли соответственно 1.5-2.0 и 4.0-6.0°C для июльской температуры; 3.0-4.0 и 8.0-12.0°C - для январской; и 30-70 и 60-100 мм для годовых осадков. Таким образом, в условиях нового климата вес семян в местообитаниях может увеличиться на 1- 4 граммов.

Изолинии веса семян будут смещаться к северу при потеплении климата: до 500 км в соответствии с умеренным сценарием и до 1000 км – по жесткому сценарию (рис. 4).

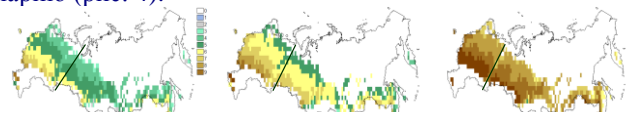


Рис. 4. Распределение веса семян сосны обыкновенной по территории России: для современного климата (слева) и для прогнозного климата 2080-х – умеренного сценария (в центре) и жесткого сценария (справа)

Северная и северо-восточная граница распространения сосны обыкновенной ограничивается наличием вечной мерзлоты, но по широким долинам сибирских рек сосна может подниматься до широт 69-70 градусов с.ш.

При потеплении климата протаивание вечной мерзлоты происходит достаточно инерционно и медленнее, чем потепление приземного воздуха. Поэтому мы ограничили расчеты изменения веса семян современным географическим ареалом сосны обыкновенной в России.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 20-05-00540)