

2. Корольков М. А., Артемьева Е. А. Комплексный подход в биогеографическом районировании Ульяновской области // XXII Люблинские Чтения, 2008. Современные проблемы эволюции. – Сб. докл. – Т. 2.: Секция экологии и биологии. – Ульяновск: УлГПУ, 2008. – С. 88-100.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИНВАРИАНТ СТРУКТУРЫ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ ЮЖНО-ТАЕЖНОГО ЛАНДШАФТА

А. С. Байбар¹, Ю. Г. Пузаченко², Р. Б. Сандлерский²

¹*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва,*

²*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва
baybaranastasia@yandex.ru*

Изучение температурных (тепловых) полей является важным составляющей в исследовании экологических, геофизических и биогеофизических процессов, протекающих в ландшафте. Температура рассматривается как важный фактор, влияющий на функционирование компонентов геосистемы. Для биотических компонентов ландшафта она влияет на интенсивность фотосинтеза, транспирации, дыхания растений и почв, на химические и физические процессы в почве.

Новые возможности исследования теплового поля открывает использование измерений тепловых потоков со спутников. Измерение длинноволнового излучения в полосе частот 10,3-12,5 мкм позволяет оценить температуру и тепловой поток, по видимому, в относительно тонком приземном слое. Спутники серии Landsat измеряют тепловой поток с разрешением 60×60 (Landsat 7) и 100×100 м (Landsat 8) на местности. Так как измерения осуществляются только в антициклональных условиях, то они отражают состояние наиболее интенсивного преобразования солнечной энергии ландшафтом.

Модели тепловых полей, полученных на основе данных дистанционного зондирования, получили широкое распространение в исследованиях температуры суши и океана на разных масштабных уровнях. Измерения со спутника Landsat используются на региональном и локальном уровне в основном для городов.

Основными задачами данного исследования являются выделение пространственно-временного инварианта теплового поля, исследование его зависимости от рельефа и растительности, построение статистической модели, позволяющей рассчитать температурное поле для любого сезона года и состояния антициклональной воздушной массы, определяемой средней температурой.

Пространственно-временное распределение температуры деятельной поверхности моренно-флювиогляциального ландшафта южной тайги (Центрально-Лесной биосферный заповедника) было измерено с 1987 по 2017 со спутников (двадцать шесть сцен), сканировавших территорию в 10-11 часов утра.

Пространственные инварианты по всем исходным данным выделяли методом главных компонентов с оценкой размерности, «методом осыпи» по графику нагрузок на компоненты. Для оценки роли рельефа в формирование тепловых полей была использована цифровая модель рельефа (ЦМР) с пространственным разрешением 30 метров. Рельеф представлен через крутизну, лапласиан, минимальную и максимальную кривизну, профильную, плановую, поперечную выпуклость, освещенность с юга и востока для шести иерархических уровней. Данные для исследования влияния растительного покрова на структуру тепловых полей представлены 1460 ботаническими описаниями, выполненными по всей территории заповедника. Рассматривается два

первых инварианта (рисунок 1), один из которых отражает тепловое поле зимы и весны (32% варьирования), а второй лета (32%).

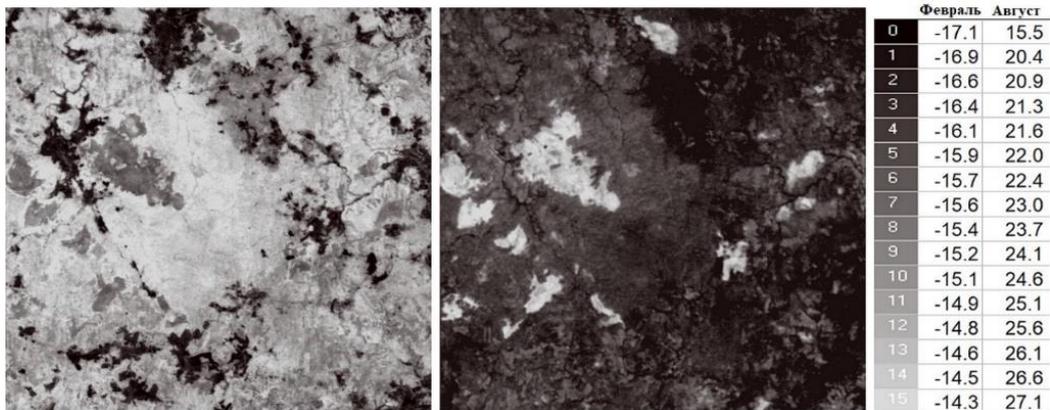


Рис. 1. Пространственное варьирование двух первых инвариант приведенных к температуре самого холодного и самого теплого сроков измерения зима (1), лето (2)

Как следует из рисунка 1, в зимнее время наиболее холодными являются безлесные территории: населенные пункты, сельскохозяйственные земли, верховые болота, а наиболее теплыми - лесные, а в летние месяцы наоборот. При этом летом верховые болота на несколько градусов теплее лесов.

Регрессионный анализ показал, что рельеф описывает 22% структуры теплового поля в зимние месяцы и 26% в летние. Зимой основное влияние оказывают крутизна и кросскривизна с линейными размерами 0,5-1 км, а летом высота над уровнем моря и экспозиция склонов. Описания растительности отражают запасы древесной массы деревьев, а через обилие разных видов кустарников и трав некоторые общие физические свойства экосистем. Оценку их влияния осуществим для инвариантов с исключенным вкладом рельефа. Для определения влияния растительности на инварианты используем общий пошаговый дискриминантный анализ. В результате получаем, что зимой через растительность безошибочно распознается только 37% состояний температурного инварианта при канонической корреляции 0,770973 и Wilk's – Lambda = 0,097265. При этом ведущее значение имеют высота леса, запас древесины в целом и запас ели (чем больше, тем теплее). Для летнего инварианта правильно распознается 34,46%, но с существенно больше канонической корреляцией 0,870578 и низким WL – 0,045742. При этом ведущее значение имеют виды растений, растущие на болоте и отражающие его высокую температуру, а также высота и запас древостоя. На рис. 2 показано влияние запаса древесины на температуру подстилающей поверхности в августе. Безлесные территории на шесть градусов теплее старых лесов. Формально линейная многомерная пошаговая регрессия температуры от растительности определяет 64% варьирования температуры зимой и 74% летом.

Температура в каждом пикселе T_{ij}^t , где t – время наблюдения, i, j – координаты, есть $T_{ij}^t = \bar{m}^t + a^t F1_{ij} + b^t F2_{ij}$, где \bar{m}^t - средняя температура для времени t , $F1(2)_{ij}$ - первая (вторая) инварианты в пикселе с координатами ij и a (b^t) - константы при инвариантах, зависящих от времени. Рассмотрим константы как функцию среднего. В результате получаем $a^t = 0.095\bar{m}^t - 0.0019(\bar{m}^t)^3$ с $R2=0,48$ и $b^t = -1 + 1.04\bar{m}^t$ с $R2=0,61$.

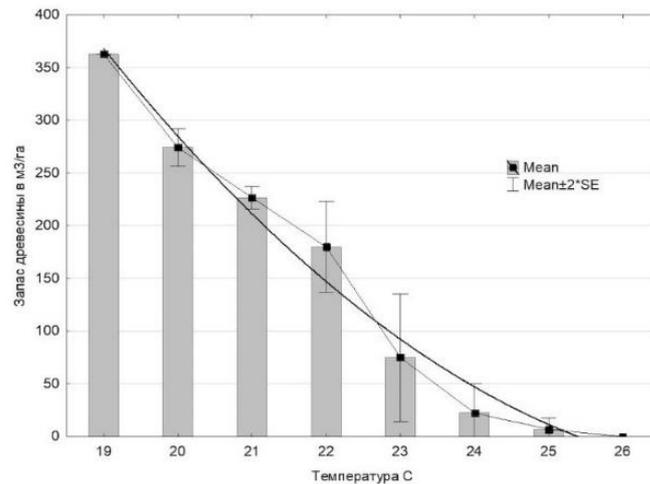


Рис. 2. Зависимость между запасом леса и температурой поверхности

Таким образом, получаем возможность приблизительно оценить температуру в каждом пикселе для любой средней температуры. Не высокая точность оценки определяется сильной зависимостью текущей поверхности от состояния воздушной массы, господствовавшей над территорией в предшествующее время. Безусловно, что реальное поле температуры зависит так же и от времени суток. Но все-таки даже приближенные оценки температуры для некоторых идеальных стационарных условий могут быть полезны для решения различных прикладных задач. В принципе, опираясь на полученную основу, используя дополнительные измерительные средства (например, дроны, измеряющие тепловой поток) можно при ограниченном числе измерений по некоторому постоянному маршруту, в различное время суток и при разных погодных условиях существенно улучшить качество модели.

Работа выполнена при поддержке гранта РГ0 РФФИ 17-05-41069.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ К АНТРОПОГЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ КАК ЭТАП ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ АГРОЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Е. А. Батраченко

*Курский государственный университет, г. Курск
ostkat@yandex.ru*

Проектирование устойчивых ландшафтных комплексов является актуальной задачей на современном этапе природопользования. Достаточно перспективным вариантом решения данного вопроса является применение ландшафтного проектирования. Обязательным этапом ландшафтной программы является оценка устойчивости компонентов исследуемого ландшафта. Следует отметить, проблема оценки устойчивости природных систем относится к числу наиболее актуальных [Преображенский, 1986]. Изучение вопроса устойчивости физико-географических систем начато сравнительно недавно. Различными авторами [Преображенский, 1966; Куприянова, 1983; Бигон и др., 1999 и др.] отмечаются общие интересы экологов и географов к этой тематике. Можно выделить два основных фактора, обуславливающие актуальность этой тематики. Первый - социально-экономический или прикладной, обусловленный необходимостью сохранения определенного естественноисторического состояния природных систем в