

Проблема почвенно-экологических границ: использование характеристик температурного режима для выделения функциональных границ почвенного покрова высокогорий Алтае-Саянского региона

The problem of soil-ecological boundaries: the use of the characteristics of the temperature regime for the allocation of typological units of Altai-Sayan region mountain soils

Кудряшова С.Я.¹, Чичулин А.В.¹, Чумбаев А.С.¹, Курбатская С.С.², Миллер Г.Ф.¹,
Безбородова А.Н.¹, Курбатская С.Г.³,

Kudryashova S. Ya.¹, Chichulin A. Y¹., Chumbaev A. S. ¹, Miller G. F. ¹, Bezborodova A.N. ¹,
Kurbatskaya S.S. ², Kurbatskaya S.G. ³.

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН: sya55@mail.ru

²ГБУ Убсунурский международный центр биосферных исследований

³Санкт-Петербургский государственный университет

Рассмотрена возможность выделения функциональных границ почвенного покрова Алтае-Саянского региона с использованием количественных характеристик температурного режима почв, рассчитанных на основе временных рядов температурного мониторинга.

Ключевые слова: функциональные границы почвенного покрова Алтае-Саянского региона, температурный мониторинг, характеристики температурного режима.

В исследованиях, связанных с созданием методологических основ изучения пространственной организации почвенного покрова и его картографирования с использованием дистанционных методов одной из наиболее важных задач является проблема выделения и типологии почвенно-экологических границ. Большая часть работ по изучению дифференциации почвенного покрова, как в нашей стране, так и за рубежом, выполнена на основе дешифрирования космических снимков растительного покрова, поскольку растительность, как фактор почвообразования, в значительной мере формирует его компонентный состав и определяет генезис фоновой почвы. Однако, для территорий, включая горные регионы, с большой сезонной динамичностью развития растительности индикаторные возможности растительности несколько ниже, по сравнению с другими факторами почвообразования. В подобных случаях для решения проблемы почвенных границ могут быть использованы естественные границы, обусловленные действием

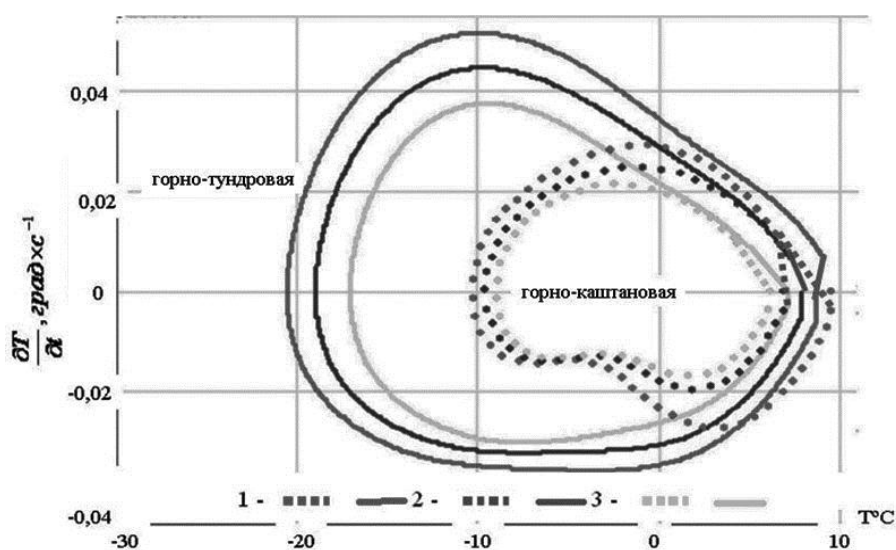
почвообразовательных процессов. Поэтому почвенно-экологические границы могут рассматриваться как функциональные, которые отображают определенные почвенные процессы или факторные, которые проводятся по одному или группе факторов почвообразования [1,2]. Одним из важнейших факторов формирования процессных и функциональных почвенно-экологических границ, является температурный режим почв, который совместно с гидрологическим режимом характеризует общий энергетический уровень почвообразования. В связи с актуальностью проблемы, задачей данного исследования являлось обоснование возможности использования характеристик температурного режима почв, полученных на основе анализа временных рядов температурного мониторинга для выделения структурных единиц почвенного покрова. Новизна подхода заключается в том, что впервые получены количественные характеристики температурного режима почв, позволяющие выявлять диапазоны их устойчивого функционирования и характер влияния на эти режимы других почвенных процессов.

Отработка методических принципов выделения функциональных почвенно-экологических границ с использованием показателей температурного режима была проведена на примере тундрово-степных комплексов высокогорного плоскогорья Укок и северного макросклона горного массива Монгун-Тайга. В структуре почвенного покрова тундрово-степных комплексов типичными являются сочетания горно-степных и горно-тундровых почв контрастных по экологическим условиям формирования, резко различающихся по компонентному составу и количественному соотношению второстепенные компоненты. В пределах ключевых участков основные типы структур почвенного покрова были выделены на основе сопряженного анализа цифровых тематических карт природных комплексов, лимно-гляциального рельефа, растительности и почвенного покрова [3]. Для выделения высотных группировок пространственной организации почвенного покрова были использованы основные положения концепции катены. Общими особенностями морфологии и свойств почв являются: малая мощность профиля при достаточно четкой его дифференциации на генетические горизонты; легкий гранулометрический состав с высоким содержанием каменистых фракций; укороченный гумусовый горизонт, незначительные запасы гумуса; нейтральная реже слабокислая реакция среды. Наиболее распространенным типом почв горных степей являются горно-каштановые почвы, которые отличаются небольшой (до 40 см) мощностью профиля с незначительным (0,8-4%) содержанием гумуса. Тундровые почвы занимают большую площадь в составе тундрово-степных комплексов и формируются в условиях широкого спектра гидротермического режима.

Система температурного мониторинга была разработана с учетом показателей, отражающих генетическое единство типов климата высокогорий Алтае-Саянского региона.

Наблюдения за температурой воздуха и температурой основных типов почв тундрово-степных комплексов плоскогорья Укок и горного массива Монгун-Тайга были организованы с использованием автономных регистраторов температуры “Thermochron DS-1921. Общий массив полученных данных, включающий более 30 000 определений, был использован для выявления общих закономерностей температурного режима на основе статистических и динамических характеристик температурного режима, отражающих интенсивность процессов почвенного теплообмена. Наряду с использованием общих показателей температурного режима, была разработана система геометрических характеристик почв, рассчитанных на основе временных рядов почвенной температуры в различных временных масштабах. Такая, иерархически организованная система показателей, позволяет подойти к решению проблемы выделения и типологии почвенных границ с большей наглядностью.

Собственные системы координат. Исследование свойств динамических систем было проведено на основе понятия фазового портрета, использование которого на практике служит альтернативой в тех случаях, когда аналитическое интегрирование дифференциальных уравнений оказывается невозможным. Кроме того, фазовые портреты дают не только компактное геометрическое изображение отдельных движений, но и, что главное, определяют логику поведения динамической системы, ее зависимость от изменяемых параметров. В них исключается временная координата в явном виде, графики строятся в координатах некоторой величины и ее производной по времени. Для температурного хода это будут - T и $\frac{\partial T}{\partial t}$. Примеры фазовых портретов среднемесячного температурного режима почв тундрово-степного комплекса, приведены на рисунке.



Фазовые портреты температурного режима почв тундрово-степных комплексов горного массива Монгун-Тайга. Показатели температурного режима: 1 – на поверхности почвы; 2 – на глубине 7 см; на глубине 15 см.

Собственные системы отсчета. Идея использования фазовых портретов для характеристики температурного режима почв было предложено дополнить введением понятия собственной системы отсчета для температурного режима почв, что позволяет еще более упростить описание динамики почвенной температуры. В собственных временных координатах сложные нелинейные явления, как правило, линеаризуются и в явном виде могут проявиться закономерности развития, которые не обнаруживаются при использовании шкалы астрономического времени. Для почв тундрово-степного комплекса горного массива был рассчитан температурный ход эталонной почвы, являющийся среднестатистическим из набора изученных почв. Затем, по отношению к нему были рассмотрены по отдельности температурные кривые и скорости их изменения для всех почв. В этом представлении становятся наглядными различия температур для рассматриваемых почв. Они оказываются максимальными зимой и минимальными летом. Таким образом, было установлено, что почвы можно характеризовать двумя наборами постоянных величин $\frac{\partial T_i}{\partial T_y}$, для летнего и зимнего периода в отдельности. В результате первого опыта использования фазовых портретов в собственных системах отсчета температурного режима почв установлено, что теоретическое описание температурного режима существенно упрощается и сводится к наборам постоянных величин – первых и вторых производных от температуры, которые, будучи организованы в матрицы, могут рассматриваться как «теплофизические» проекции обобщенного образа картируемых единиц почвенного покрова и использоваться в автоматизированных базах данных.

Литература

1. Sustainable Development in Mountain Regions Southeastern Europe, 2011.- Springer Dordrecht Heidelberg London, New York.- 291 p.
2. Корсунов В.М., Красеха Е.Н., Ральдин Б.Б. Методология почвенно-географических исследований и картографии почв. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002.- 232 с.
3. Кудряшова С.Я., Дитц Л.Ю., Чичулин А.В., Чумбаев А.С., Миллер Г.Ф., Безбородова А.Н. Эколого-географические аспекты выделения типов комплексов почв на плоскогорье Укок с использованием дистанционных исследований // Сиб. экол. журн. 2012. №5 . С. 703-710.

Summary

The possibility of allocation of soil and ecological borders typological units of the Altai-Sayan region mountain soils using integrated quantitative characteristics of soil temperature, calculated on the basis of time series of temperature monitoring.