

ИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

И. В. Михеева

*Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Новосибирск, Россия
mikheeva@issa-siberia.ru*

АННОТАЦИЯ. Анализ вероятностно-статистических распределений (ВСР) содержания гумуса (СГ) в пахотных каштановых почвах и черноземах южных выявил наличие тенденций к снижению СГ в пахотном слое и его увеличению ниже по профилю, при уменьшении энтропии в отдельных слоях до 65%. Информационная дивергенция ВСР СГ в легкосуглинистых почвах больше, чем в супесчаных и среднесуглинистых. Выявленные изменения являются следствием взаимодействия антропогенных, почвенных, климатических и экзогенных процессов.

Ключевые слова: каштановые почвы, чернозем южный, трансформация, содержание гумуса, вероятностные распределения, энтропия, дивергенция.

Актуальность. Трансформация почв и почвенного покрова под действием естественных и антропогенных процессов приводит к изменению вероятностной структуры значений почвенных свойств [1]. Поэтому нами использованы информационные характеристики variability почвенных свойств. Они закономерны и обладают чувствительностью даже при довольно близких условиях, поэтому являются более надежным средством оценки различий, чем средние значения и статистические характеристики варьирования параметров. Они позволяют: 1) проводить более раннюю и точную диагностику нежелательных процессов и более дифференцированную оценку их результатов; 2) выделять наиболее уязвимые разновидности; 3) ранжировать естественные и антропогенные воздействия по величине их влияния на свойства почвы.

Объекты и методы исследования. Количественная модель состояния почвы представляет собой совокупность вероятностных распределений почвенных свойств в горизонтах почвы в пределах исследуемого объекта. Величина информационной дивергенции, вычисляемая как количественный показатель различий вероятностных распределений свойств почвы:

$$d = \int_{-\infty}^{+\infty} (W1(x) - W2(x)) \ln \left(\frac{W1(x)}{W2(x)} \right) dx$$

где $W1(x)$ и $W2(x)$ – функции вероятностных распределений изучаемого свойства в сравни-

ваемых объектах, использовалась для оценки степени трансформации variability свойств почв в связи с протеканием естественных и антропогенных процессов [2].

В работе проведено моделирование variability содержания гумуса в почвах различного гранулометрического состава юго-западной части Кулундинской равнины и правобережной части Прииртышской равнины. Проведены расчеты информационной энтропии и дивергенции содержания гумуса, вызванной дефляцией и сельскохозяйственным использованием.

Обсуждение результатов.

Анализ динамики свойств почв при различных антропогенных воздействиях и естественных процессах показал, что в пределах даже однородных объектов эти изменения в разных точках различны по величине и даже отличаются по знаку, но, тем не менее, как правило, существует преобладающая тенденция. Поэтому для адекватной оценки изменений почв, необходимо их количественно охарактеризовать в целом. Для чего использованы вероятностные распределения, которые отражают два структурных уровня – внутреннего строения из элементов с разной выраженностью свойств и детерминации системы.

Основные типы распределений содержания гумуса в почвенных слоях – Ln-нормальное, Максимального значения – распределе-

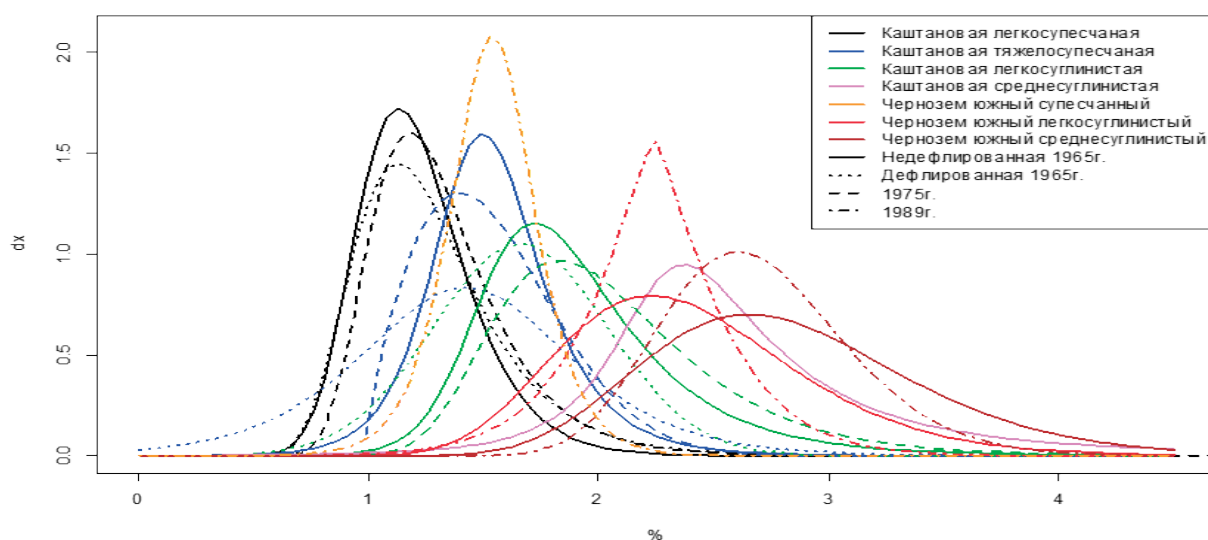


Рисунок 1. Вероятностно-статистические распределения содержания гумуса в пахотном горизонте почв юга Западной Сибири

Таблица 1. Информационная дивергенция содержания гумуса в каштановых почвах при дефляции и длительном пахотном использовании

Вариант	(Недефл.) – (Дефл.) (Ап) – (Ап)		(Объединен.1965) – (1975)			
	Дивергенция	Направление*	Дивергенция	Направление	Дивергенция	Направление
Кпс	0,6	--	Не опр.	Не опр	Не опр	Не опр
Ксп1	0,1	0 -	0,1	0 +	0,1	++
Ксп2	0,2	--	0,1	+ -	0,1	0 -
Клс	0,6	--	0,1	++	0,7	+ -

*Направление – два знака («минус», «плюс» или «ноль») обозначают убывание, возрастание или постоянство нижней и верхней границы варьирования. Обозначения: Кпс- каштановая связнопесчаная, Ксп1 – каштановая легкосупесчаная, Ксп2 – каштановая тяжелосупесчаная, Клс – каштановая легкосуглинистая.

ния, характеризующиеся существенной правой асимметрией и более или менее широким центром. Другая группа распределений: Нормальное, Двойное экспоненциальное, Логистическое, Лапласа, Коши – относятся к симметричным распределениям, с различной степенью выраженности центральной части.

При утяжелении гранулометрического состава и зональном изменении климата, с юга на север, соблюдается закономерность «волны» вероятностно-статистических распределений содержания гумуса (рис.1).

При этом вероятностно-статистические распределения содержания гумуса смещаются

вправо по оси ОХ, однако в близких по факторам почвообразования почвах они существенно пересекаются. Изменения почв под влиянием дефляции, длительного земледельческого использования, на фоне климатических изменений, не приводят к значительным смещениям этих функций, но происходит перестройка варибельности. Графический анализ трансформации вероятностных распределений за исследуемый период выявил две тенденции – уменьшения содержания гумуса в поверхностном слое и увеличении его количества в более глубоких слоях.

Изменения ВСР СГ под влиянием дефля-

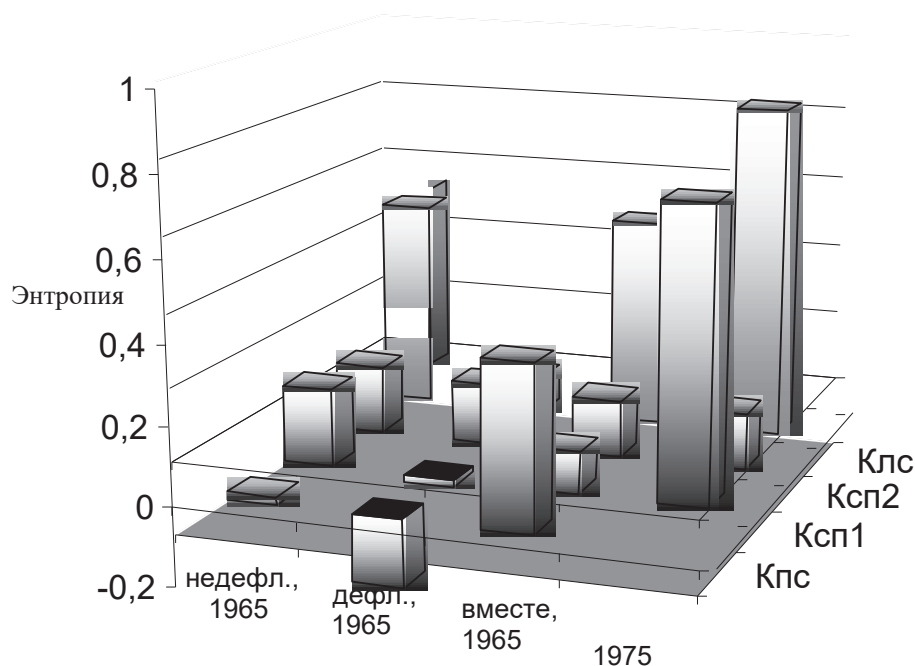


Рисунок 2. Статистическая энтропия содержания гумуса в разновидностях каштановых почв при дефляции и почвозащитном земледелии

ции в разновидностях каштановых почв не велики, но они различны при разном гранулометрическом составе (табл. 1).

Наибольшие изменения содержания гумуса в сторону уменьшения происходят в связнопесчаных и легкосуглинистых почвах. При длительном использовании в пашне при почвозащитном земледелии происходит обратное изменение в сторону увеличения, но меньшее по величине. Трансформация свойств пахотного горизонта при длительном использовании сопровождается положительными изменениями содержания гумуса глубже по профилю, что наиболее сильно выражено в легкосуглинистых почвах.

Статистическая энтропия является характеристикой природной вариабельности свойств почвы. Значения этого показателя для содержания гумуса в поверхностном горизонте почв при утяжелении гранулометрического состава и зональных климатических изменениях, с юга на север, существенно возрастают, что говорит об увеличении вариабельности содержания гумуса в почвах.

В каштановых почвах энтропия СГ в верхнем горизонте изменяется от 0,4 до 0,8, она минимальна в тяжелосупесчаной почве – 0,15

(Рис. 2). Каштановые тяжелосупесчаные почвы представляют собой «центральный образ» исследованной части Кулундинской степи и занимают около 30% территории. Эти почвы подвергались дефляции, что, однако не привело к существенным изменениям их параметров. Они проявляли устойчивость к изменениям, о чем также свидетельствует стабильность статистической энтропии содержания гумуса (Рисунок 2). В каштановых почвах других разновидностей энтропия СГ при дефляции заметно уменьшилась. Почвозащитное полосное земледелие (для остановки и предотвращения дефляции) привело к повышению содержания гумуса и значительному росту энтропии.

Графический анализ и сравнение ВСР СГ показали наличие положительной тенденции, заключающейся в увеличении СГ в черноземах южных в слоях 20–30, 30–50 и 50–100 см. Однако, вследствие произошедшей трансформации ВСР СГ, оно сопровождалось уменьшением статистической энтропии до 65% от исходной величины (табл. 2).

Это свидетельствует об уменьшении внутреннего разнообразия почвы. Поэтому состояние черноземов существенно изменилось, несмотря на то, что сами абсолютные величины

Таблица 2. Информационные характеристики изменения ВСР СГ в черноземах южных

Слой почвы, см	Статистическая энтропия		Приращение энтропии (1989)-(1963)	Информационная дивергенция (1989)-(1963)
	1963	1989		
Легкосуглинистые				
0–20	0,80	0,34	-0,46	0,45
20–30	0,69	0,74	0,05	0,55
30–50	0,42	-0,23	-0,65	4,49
50–100	-0,31	-0,25	0,06	1,22
Σ по профилю	1,60	0,6	-1,0	6,71
Среднесуглинистые				
0–20	0,75	0,48	-0,27	0,18
20–30	0,81	0,78	-0,03	0,53
30–50	0,35	-0,14	-0,49	2,50
50–100	- 0,25	-0,56	-0,31	2,18
Σ по профилю	1,66	0,56	-1,1	5,39

содержания гумуса практически не вышли за пределы интервалов варьирования на начало исследуемого периода.

Информационная дивергенция содержания гумуса в почвенных слоях существенно различается. Если в пределах тридцатисантиметровой толщи информационная дивергенция за исследуемый период умеренная, равная по величине от 0,18 до 0,55, то в более глубоких слоях, особенно в слое 30–50 см весьма значительная до 4,5 (Таблица 2). Наибольшая величина информационной дивергенции в этом слое объясняется существенным изменением интервала варьирования [3].

В легкосуглинистых черноземах суммарная по профилю информационная дивергенция содержания гумуса за исследуемый период равна 6,71. Здесь она заметно больше, чем в среднесуглинистых почвах, где она равна 5,39. Это говорит о том, что состояние легкосуглинистых черноземов южных, изменилось

относительно более сильно, чем состояние среднесуглинистой разновидности.

Заключение

Снижение содержания гумуса в пахотном слое почвы, тенденция к его росту в нижележащих слоях, сопровождаемое значительным уменьшением статистической энтропии, а следовательно, уменьшением природного варьирования и разнообразия, являются основными закономерностями длительного пахотного использования почв на юге Западной Сибири.

INFORMATIONAL ASSESSMENT OF ARABLE SOIL TRANSFORMATION IN THE SOUTH OF WESTERN

I. V. Mikheeva

*Institute of Soil Science and Agrochemistry,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
mikheeva@issa-siberia.ru*

ABSTRACT. The analysis of probabilistic and statistical distributions (PSD) of humus content (HC) in arable chestnut soils and southern chernozems ones revealed the presence of trends towards a decrease in HC in the arable layer and its increase below the profile, with a decrease in entropy in individual layers by 60%. The information divergence of PSD HC in loamy sandy soils is greater than in sandy loamy and loamy soils. The revealed changes are a consequence of the interaction of anthropogenic, soil, climatic and exogenous processes.

Keywords: *chestnut soils, southern chernozem, transformation, humus content, probability distributions, entropy, divergence*

Литература

- 1 Михеева И. В. Вероятностно-статистическая оценка устойчивости и изменчивости природных объектов при современных процессах (на примере каштановых почв Кулундинской степи). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 103 с.
- 2 Михеева И. В. Дивергенция вероятностных распределений свойств почв как количественная характеристика трансформации почвенного покрова // Сибирский экологический журнал. 2009. № 2. С. 231–236.
- 3 Михеева И. В., Оплеухин А. А. 30-летние изменения вероятностных и информационных характеристик содержания гумуса в черноземах южных Западной Сибири // «Живые и биокосные системы». 2015. № 13. URL://www.jbks.ru/archive/issue-13/article-9