

УДК 631.4(571.1)

DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-4-258-275

ИДЕНТИФИКАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛАСТЕРОВ БАРАБЫ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ) ПО ПРИЗНАКАМ ПОЧВЕННЫХ СПЕКТРОВ

Юрий Васильевич Кравцов

Новосибирский государственный педагогический университет, 630126, Россия, г. Новосибирск, ул. Вилуйская, 28, доктор биологических наук, профессор, тел. (383)244-15-05, e-mail: kravtsov60@mail.ru

Константин Станиславович Байков

Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)339-98-01, e-mail: kbaikov2018@mail.ru

Сергей Викторович Соловьев

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 8/2, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, тел. (383)363-90-31, e-mail: solovyev87@mail.ru

Елена Валентиновна Байкова

Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, доктор биологических наук, ученый секретарь, тел. (383)339-97-07, e-mail: elenabaikova@mail.ru

Исследована региональная дифференциация геопространственной структуры почвенного покрова Барабинской равнины (Западная Сибирь). Значения площадей, занятых отдельными почвенными таксонами и их нерасчлененными комплексами, рассчитаны в средах ArcGIS и Global Mapper на основе данных цифровых почвенных карт. Определена региональная специфика почвенных спектров, учтенная в границах шести геоморфологических областей Барабы. Проанализированы почвенные спектры шести региональных кластеров, установлены их различия по составу почвенных таксонов значениям показателя таксономического разнообразия, долям автоморфных и гидроморфных почв, степени развития озер. Проведена диагностика региональных кластеров Барабинской пониженной равнины по признакам почвенных спектров. Так, Западно-Барабинский региональный кластер диагностируется по набору из черноземов выщелоченных, черноземов обыкновенных, черноземов обыкновенных солонцеватых и аллювиальных почв. Центрально-Барабинский региональный кластер отличается от остальных кластеров специфическим набором из семи почвенных таксонов при участии темно-серых лесных почв и черноземов южных солонцеватых. Чановский региональный кластер надежно идентифицируется наличием черноземов выщелоченных, черноземов обыкновенных и черноземов обыкновенных солонцеватых, без участия аллювиальных, темно-серых лесных и серых лесных почв, черноземов обыкновенных осолоделых и черноземов южных солонцеватых. Восточно-Барабинский региональный кластер идентифицируется по уникальному набору серых лесных почв, серых лесных глеевых почв, черноземов выщелоченных, черноземов обыкновенных осолоделых, черноземов обыкновенных солонцеватых. Северо-Восточный Барабинский региональный кластер характеризуется одновременно серыми лесными и серыми лесными глеевыми почвами. Васюганский региональный кластер диагностируется серыми лесными глеевыми почвами при отсутствии серых лесных. По выделенным диагностическим признакам региональные кластеры могут быть

объединены в две территориальные группы: Западно-Центрально-Барабинскую и Васюганско-Северо-Восточно-Барабинскую. Восточно-Барабинский региональный кластер сочетает в себе диагностические признаки этих двух территориальных групп. Для первой территориальной группы характерна автоморфная триада из черноземов выщелоченных, черноземов обыкновенных и черноземов обыкновенных солонцеватых, которую нужно считать собственно Барабинским диагностическим трендом. Сквозным объединяющим диагностическим таксоном второй территориальной группы выступают серые лесные глеевые почвы, определяющие влияние Васюганского диагностического тренда и в целом нетипичные для Барабы. Следовательно, таксономический состав автоморфных почв определяет основные различия почвенных спектров разных региональных кластеров Барабы. Таксономический состав гидроморфных почв формирует общий фундамент, объединяющий региональные кластеры Барабинской равнины в уникальный природный комплекс.

Ключевые слова: почвенные спектры, таксономическое разнообразие, Западная Сибирь, Бараба, региональный кластер, гидроморфные почвы, автоморфные почвы.

Введение

Рациональное использование земель на современном этапе развития науки выступает как самостоятельная актуальная задача геоинформационного пространственного анализа [1–3]. Некоторые общие закономерности размещения зональных типов почв, а также региональные особенности структуры почвенного покрова могут быть выявлены на основе опубликованных тематических почвенных карт [4–10]. Точные пространственные характеристики и состав почвенных спектров, ранее недоступные для учета в автоматическом режиме, теперь стало возможным получать и анализировать методами ГИС по данным цифровых карт.

Количественные аспекты структуры почвенного покрова Барабинской равнины ранее были изучены лишь на небольших разрозненных модельных участках [11–16]. В данном исследовании представлены результаты количественного анализа цифровых пространственных данных для репрезентативной полосы местности площадью 37,51 тыс. кв. км, что составляет 32,1 % общей площади Барабы, оцененной в 117 тыс. кв. км [17].

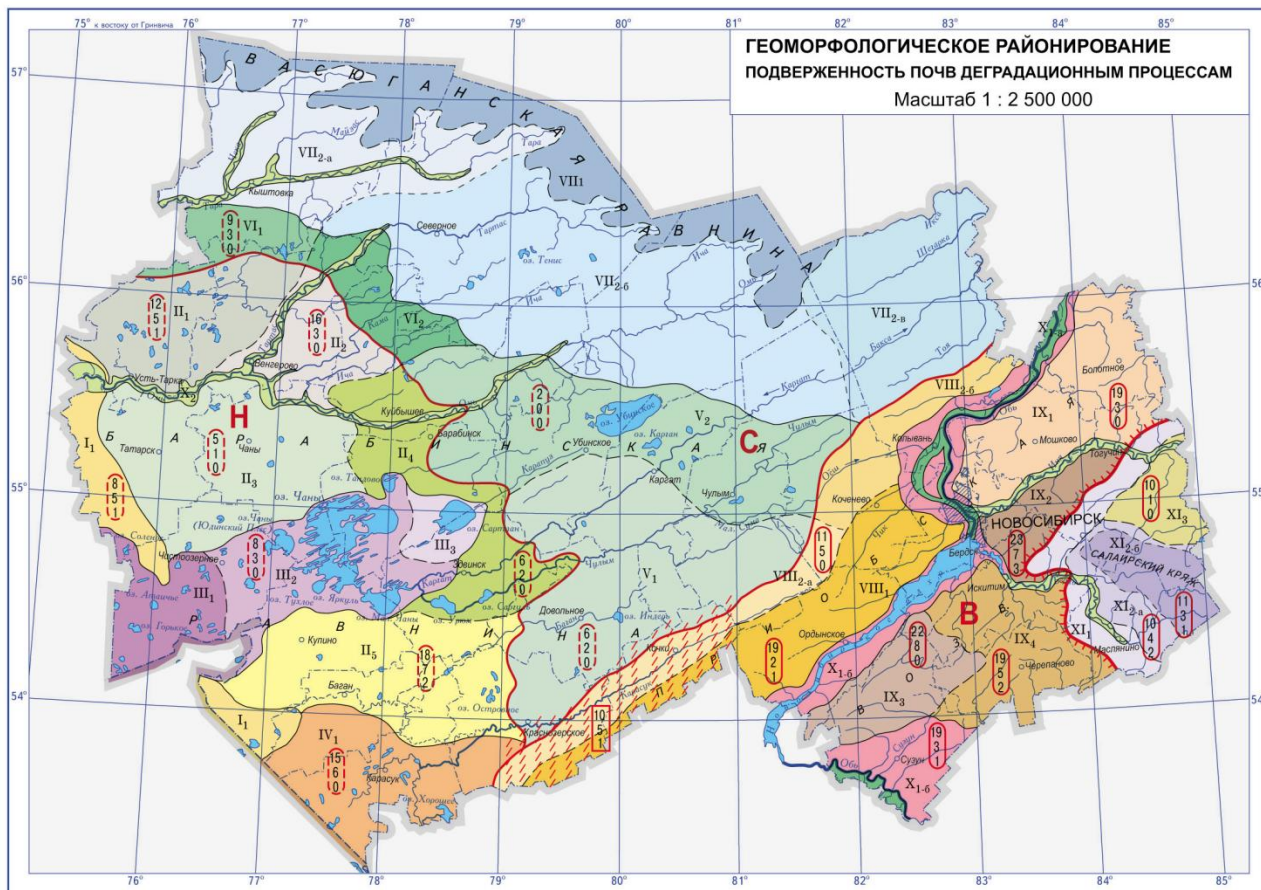
Авторами статьи ранее был проведен анализ пространственной структуры почвенного покрова северной [18, 19], северо-западной [20] и юго-западной [21] частей Барабинской равнины. На основе полученных ранее количественных данных, с учетом выявленных региональных особенностей, в данной статье представлены результаты геоэкологического анализа структуры почвенного покрова репрезентативной полосы местности, модельные участки которой входят в состав шести геоморфологических областей Барабинской равнины.

Цель данного исследования состояла в проведении геоэкологического анализа структуры почвенного покрова и идентификации региональных кластеров репрезентативной полосы местности, захватывающей западную, северную, восточную и центральную части Барабинской равнины. Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд конкретных задач, а именно:

1) выявить состав почвенных таксонов для каждого из 192 модельных участков, организованных в 8 полос по 24 участка в каждой полосе; 2) рассчитать площади каждого почвенного таксона и их нерасчлененных комплексов для каждого модельного участка; 3) сгруппировать модельные участки в региональные кластеры по принципу их вхождения в состав геоморфологических областей; 4) составить полные почвенные спектры и рассчитать суммарные площади, занятые почвенными таксонами, для каждого регионального кластера; 5) рассчитать доли автоморфных и гидроморфных почв, суммарные площади озер как отличительные признаки региональных кластеров; 6) выполнить сравнительный анализ полученных качественных и количественных данных; 7) дать интегральную оценку региональных особенностей структуры почвенного покрова репрезентативной полосы местности; 8) подготовить рекомендации для дальнейшего исследования почвенного покрова Барабинской равнины на основе применения новейших компьютерных технологий и цифровых тематических баз данных.

Материалы и методы

Поверхность Барабинской пониженной равнины представляет собой полузамкнутую котловину с пологими склонами. Наиболее пониженная ее часть выделена как Чановская геоморфологическая область, или Котловина бессточных озер, с абсолютными высотами 90–110 м [22]. Поверхность этой области осложнена гривно-котловинным рельефом с относительными высотами менее 10 м. Практически со всех сторон Котловина бессточных озер окружена территорией Центрально-Барабинской геоморфологической области, кроме небольшого участка на западном рубеже, где она граничит с Западно-Барабинской геоморфологической областью (рисунок). Центрально-Барабинская низменность отличается абсолютными высотами 90–120 м и характеризуется гривно-котловинным рельефом с вертикальной расчлененностью менее 10 м. Поверхность Центрально-Барабинской низменности наклонена в сторону Котловины бессточных озер. На склоне между Центрально-Барабинской низменностью и орографическим барьером Васюганского плато расположены две геоморфологические области: Северо-Восточная Барабинская и Васюганская [22]. Между Приобским плато и Центрально-Барабинской низменностью расположена Восточно-Барабинская равнина, соответствующая Восточно-Барабинской геоморфологической области. Земная поверхность названных равнин характеризуется высотами 125–150 м. На них развит ложбинно-увалистый рельеф. Ложбины заняты долинами рек системы Оми. Для плоской поверхности увалов типичны понижения различных размеров и природы. Перепад высот между поверхностью увалов и днищами ложбин достигает 15–20 м. С запада Центрально-Барабинская низменность граничит с Западно-Барабинской геоморфологической областью с высотами 100–120 м и плоско-западинными формами рельефа глубиной менее 5 м. В целом учтенная в данном исследовании территория представляет собой наиболее пониженную часть и северный макросклон обширной Чановской депрессии.



Геоморфологическое районирование территории Новосибирской области [22]:

репрезентативная полоса местности расположена в пределах 54,7–56,0° с. ш. и 75,0–79,0° в. д. и пересекает шесть геоморфологических областей: Западно-Барабинскую (I), Центрально-Барабинскую (II) и Чановскую (III) на низкой гипсометрической ступени равнины (Н); Восточно-Барабинскую (V), Северо-Восточную Барабинскую (VI) и Васюганскую (VII) на средней гипсометрической ступени равнины (С)

Для идентификации некоторых региональных особенностей почвенного покрова Барабы был применен один из методов, широко используемых в сравнительной флористике и зоогеографии – метод анализа таксономических спектров. Поскольку в почвоведении иерархия таксономических рангов значительно отличается от таковой в ботанике и зоологии, в данной статье применена модификация данного метода, позволяющая ранжировать почвенные единицы в зависимости от занимаемых ими площадей. Понятия встречаемости и активности, используемые в смежных науках для ранжирования биологических объектов, в данном исследовании не применялись, хотя авторы считают высокой перспективностью их использования в географии почв. В рамках данного исследования было применено ранжирование почвенных таксонов по убыванию размеров занимаемых ими площадей, а не по числу таксонов более низкого ранга,

входящих в почвенный таксон определенного ранга. Согласно выбранному правилу, почвенный таксон, занимающий наибольшую суммарную площадь в границах регионального кластера, получал первый ранг (первую позицию) в почвенном спектре, следующий за ним в порядке убывания занимаемой площади – второй ранг (вторую позицию) в почвенном спектре, и так далее, пока не исчерпывался весь набор почвенных таксонов, а также нерасчлененных комплексов. Обработка данных по нерасчлененным комплексам представляет самостоятельную задачу почвенной географии, которая в рамках данного исследования решалась в контексте построения почвенных спектров, поэтому такие комплексы были включены в почвенные спектры как самостоятельные единицы учета и получали ранг в соответствии с размером занимаемых ими площадей.

Почвенные таксоны, представленные на среднемасштабной карте в виде отдельных контуров, приняты за единицы учета и сравнительно-таксономического анализа в соответствии с легендой карты почв Новосибирской области [10]. Данная легенда содержит как самостоятельные почвенные таксоны, так и их нерасчлененные комплексы. В пределах учтенной репрезентативной полосы местности выделены восемь широтных рядов модельных участков. Каждый ряд включает 24 участка со сторонами $10' \times 10'$, а средняя площадь одного модельного участка составляет 195,0 кв. км. Репрезентативная полоса местности расположена в пределах $54,7-56,0^\circ$ с. ш. и $75,0-79,0^\circ$ в. д. и пересекает шесть геоморфологических областей на двух структурно-геоморфологических поверхностях (гипсометрических ступенях) – низкой, с абсолютными высотами 90–120 м, и средней, с высотами 120–150 м.

Для всех 192 участков согласно описанной выше методике был выявлен почвенный спектр, а именно – состав почвенных таксонов и размер занимаемых ими площадей в абсолютных значениях и в процентах от площади модельного участка. Ранжирование почвенных таксонов в пределах отдельных модельных участков не проводилось. Затем модельные участки, расположенные в пределах одной геоморфологической области, были объединены в региональный кластер с названием, произведенным от названия соответствующей геоморфологической области [22]. Количественные характеристики площадей, занимаемых конкретным почвенным таксоном или нерасчлененным комплексом в пределах регионального кластера, получены путем суммирования площадей, занимаемых данным почвенным таксоном в пределах всех модельных участков, отнесенных к данному региональному кластеру, в соответствии с принятым геоморфологическим районированием Новосибирской области (см. рисунок). Модельные участки, попавшие на границу между соседними областями, были отнесены к той области, в которую попадала большая часть модельного участка.

В качестве диагностического признака, характеризующего региональный кластер, применен уровень таксономического разнообразия почвенного спектра. Общий интервал варьирования показателя таксономического разнообразия, установленный для шести почвенных спектров, характеризующих региональные кластеры, позволил разделить его на четыре частных интервала, каждый из

которых определяет конкретный уровень таксономического разнообразия: низкий (10 и менее почвенных таксонов), ниже среднего (11–20 почвенных таксонов), средний (21–40 почвенных таксонов), высокий (выше 40 почвенных таксонов, включая и нерасчлененные комплексы). Конкретные значения показателя таксономического разнообразия, выбранные в качестве граничных, образуют восходящий ряд, определяющий увеличение вдвое максимального для следующего уровня числа почвенных таксонов, по сравнению с предыдущим: 10, 20, 40. Данный показатель позволяет выявлять градиенты таксономического разнообразия, а на их основе – центры таксономического разнообразия и линии, при пересечении которых наблюдается заметный перепад в значениях данного показателя. Другим способом сравнительного анализа таксономических спектров по градиентам таксономического разнообразия может стать перестройка их состава по принципу включения и исключения вариативной фракции таксонов.

Полученные результаты исследования

Согласно ранее полученным и опубликованным сведениям, почвенный покров Барабинской пониженной равнины характеризуется высоким разнообразием слагающих его почвенных таксонов [10]. В результате выполненного исследования впервые установлено, что влияние мезорельефа на пространственную структуру почвенного покрова региональных кластеров модельных участков Барабы затрагивает диагностические признаки почвенных спектров (значение показателя таксономического разнообразия и полный таксономический состав почв, состав головной части спектра, ранг почвенного таксона в головной части спектра), а также суммарные доли гидроморфных и автоморфных почв, степень развития озерной системы, иногда – конфигурацию отдельных почвенных контуров (таблица).

Характеристика региональных кластеров Барабинской пониженной равнины

1	2	3	4	5	6	7
1. Западно-Барабинский	22	24	91,1	8,4	0,5	Лугово-черноземные солонцеватые почвы 21,0. Солонцы луговые 11,4. Луговые засоленные почвы 9,0
2. Центральнo-Барабинский	118	50	93,2	4,4	2,4	Солонцы луговые 18,7. Лугово-черноземные солонцеватые почвы 12,5. Торфяные болотные низинные глеевые почвы 11,0
3. Чановский	28	31	71,7	3,5	24,8	Солонцы лугово-болотные 9,8. Солонцы-солончаки + солончаки 8,4. Лугово-черноземные солонцеватые почвы 7,2

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7
4. Восточно-Барабинский	12	20	84,1	15,7	0,2	Лугово-черноземные солонцеватые почвы 17,1. Солонцы луговые 11,7. Черноземно-луговые солонцеватые почвы 9,5
5. Северо-Восточный Барабинский	7	15	74,1	25,4	0,5	Серые лесные глеевые почвы 24,5. Лугово-черноземные солонцеватые почвы 11,8. Луговые солонцеватые + серые лесные глеевые почвы 10,0
6. Васюганский	5	10	62,9	37,1	0,0	Серые лесные глеевые почвы 37,1. Торфяные болотные низинные глеевые почвы 17,8. Луговые почвы 12,5
Всего:	192	57	87,8	7,0	5,2	Солонцы луговые 13,8. Лугово-черноземные солонцеватые почвы 12,8. Торфяные болотные низинные глеевые почвы 9,1

Примечания: 1 – порядковый номер и название регионального кластера; 2 – количественный показатель объема кластера (приведено число модельных участков); 3 – количественный показатель таксономического разнообразия почвенного спектра (приведено число различных почвенных таксонов и их устойчивых комплексов); 4 – показатель гидроморфности (приведена доля суммарной площади гидроморфных почв, в %); 5 – количественный показатель автоморфности (приведена доля суммарной площади автоморфных почв, в %); 6 – количественный показатель степени развития озер (приведена доля суммарной площади озер, в %); 7 – головная часть почвенного спектра, с указанием доли каждого почвенного таксона в сложении почвенного покрова (в %).

Ниже приведено описание характеристик почвенных спектров шести региональных кластеров. Порядок их расположения соответствует нумерации геоморфологических областей на рисунке, в границах которых сформированы региональные кластеры.

Западно-Барабинская геоморфологическая область на территории Новосибирской области представлена слабоволнистой пониженной равниной. Общая равнинность данной территории нарушается редкими котловинами озер и котловинообразными западинами [22]. Почвенный спектр Западно-Барабинского регионального кластера имеет средний по имеющейся выборке значений уровень таксономического разнообразия: здесь выявлены суммарно 24 почвенных таксона на 22 модельных участках. Семь почвенных таксонов встречаются редко. Основу почвенного спектра Западно-Барабинского регионального кластера составляют 16 таксонов гидроморфных почв, которые суммарно занимают 91,1 % территории. В головной части почвенного спектра преобладают лугово-черноземные солонцеватые почвы (первый ранг: 21,0 %), солонцы луго-

вые (второй ранг: 11,4 %) и луговые засоленные почвы (третий ранг: 9,0 %). Озер здесь мало (0,5 % территории). Для почвенного покрова Западно-Барабинского регионального кластера характерны крупные массивы автоморфных почв (черноземы обыкновенные и черноземы обыкновенные солонцеватые), приуроченные к междуречьям.

Центрально-Барабинский региональный кластер охватывает 118 модельных участков, что составляет 61,5 % площади учтенной полосы местности. Почвенный спектр Центрально-Барабинского регионального кластера наиболее богатый, он включает 50 таксонов, среди которых 27 гидроморфных и 7 автоморфных, а также 16 почвенных комплексов. В исследованной выборке данный почвенный спектр оценен как имеющий высокий уровень таксономического разнообразия. В составе почвенного спектра 25 таксонов отнесены к очень редким и редким, поскольку они встречаются в границах 1–3 модельных участков. Суммарная доля автоморфных почв составляет 4,4 % площади данного кластера. Отличительным признаком Центрально-Барабинского регионального кластера выступают черноземы обыкновенные солонцеватые (2,7 % территории). Участие гидроморфных почв максимальное – их суммарная доля достигает 93,2 %. В головную часть почвенного спектра вошли солонцы луговые (первый ранг: 18,7 % территории; встречаются на 109 из 118 участков), лугово-черноземные солонцеватые почвы (второй ранг: 12,5 %; 94 участка), торфяные болотные низинные глеевые (третий ранг: 11,0 %; 82 участка). Суммарная площадь озер здесь заметно больше, чем в Западно-Барабинском, Северо-Восточном Барабинском и Восточно-Барабинском региональных кластерах и составляет 2,4 % территории. На бортах озерных котловин типичны солонцы луговые, торфяные болотные низинные глеевые почвы и солончаки луговые. Для пониженных равнин между озерами характерны солоды луговые. Комплекс лугово-черноземных солонцеватых почв и солодей луговых приурочен к долине реки Омь. На гривах слабо дренируемых междуречий типичны сочетания черноземов обыкновенных солонцеватых, солонцов луговых, луговых засоленных и лугово-болотных почв. В западинах на междуречьях развиты торфяные болотные низинные глеевые почвы (как и в Васюганском региональном кластере), солонцы луговые и лугово-черноземные солонцеватые почвы.

В пределах *Чановского регионального кластера* учтены 28 модельных участков. Почвенный спектр Чановского регионального кластера имеет средний для данной выборки уровень таксономического разнообразия: он включает 31 почвенный таксон, в том числе 10 нерасчлененных комплексов. Гидроморфные почвы представлены 18 таксонами, автоморфные – 3 таксонами. Почти половина таксонов почвенного спектра (45 %) относится здесь к редким и очень редким, найденным в пределах 1–3 модельных участков. Диагностическим признаком данной территории выступает высокая степень развития озерной системы, которая в этом кластере достигает максимального значения – 24,2 %. В головную часть чановского почвенного спектра вошли солонцы лугово-болотные (первый ранг: 9,8 %), диагностический почвенный комплекс солонцов-солон-

чаков и солончаков (второй ранг: 8,4 %), а также лугово-черноземные солонцеватые почвы (третий ранг: 7,2 %). Для головной части данного спектра характерны: относительно низкие, менее 10 %, доли, малое различие количественных показателей первого и второго ранга, а также постепенное снижение долей почв далее по спектру.

Восточно-Барабинский региональный кластер представлен 12 модельными участками. Его почвенный спектр имеет уровень таксономического разнообразия ниже среднего и включает 20 почвенных таксонов: четыре автоморфных, 13 гидроморфных и 3 комплекса. Суммарная доля автоморфных почв составила 15,7 % территории Восточно-Барабинского регионального кластера, гидроморфных – 74,1 %. Здесь наиболее обычны лугово-черноземные солонцеватые почвы (первый ранг: 17,1 % территории кластера), солонцы луговые (второй ранг: 11,7 %) и черноземно-луговые солонцеватые почвы (третий ранг: 9,5 %). Озерами занято 0,2 % территории кластера. Очень редки лугово-черноземные осолоделые почвы, выявленные лишь на одном модельном участке. Как и в пределах Северо-Восточного Барабинского регионального кластера, для данной территории характерны вытянутые очертания почвенных контуров в речных долинах и на междуречьях.

Северо-Восточный Барабинский региональный кластер учтенной полосы местности включает 7 модельных участков. Почвенный спектр этого кластера имеет уровень таксономического разнообразия ниже среднего и насчитывает 15 почвенных таксонов, из которых 13 принадлежит гидроморфным почвам и их комплексам. Три почвенных таксона (серые лесные, лугово-черноземные осолоделые и лугово-болотные почвы) здесь очень редкие, они встречаются в пределах только одного из модельных участков. В связи с положением Северо-Восточного Барабинского регионального кластера преимущественно в пределах лесной зоны его почвенный спектр существенно отличается от почвенных спектров других региональных кластеров Барабы, расположенных в лесостепной и степной зонах Западной Сибири. Почвенный спектр Северо-Восточного Барабинского регионального кластера характеризуется заметной долей автоморфных почв (25,4 %; из них 24,5 % составили серые лесные глеевые почвы), но не такой значительной, как почвенный спектр Васюганского регионального кластера (там их доля составила 37,1 % исключительно за счет серых лесных глеевых почв). В головную часть почвенного спектра Северо-Восточного Барабинского регионального кластера входят серые лесные глеевые почвы (первый ранг: 24,5 %), лугово-черноземные солонцеватые почвы (второй ранг: 11,8 %), а также комплекс луговых солонцеватых и серых лесных глеевых почв (третий ранг: 10,0 %). Суммарная доля гидроморфных почв в данном спектре достигла 74,1 %, озерами суммарно занято 0,5 % территории кластера. Геоэкологические особенности почвенного покрова Северо-Восточного Барабинского регионального кластера обусловлены ложбинно-увалистым рельефом местности: на приподнятых участках земной поверхности рельефа – увалах – размещаются значительные по площади массивы серых лесных глеевых, луговых

осолоделых и черноземно-луговых засоленных почв; в ложбинах располагаются линейно вытянутые контуры луговых солонцеватых почв и их комплексы с черноземно-луговыми солонцеватыми почвами.

В состав *Васюганского регионального кластера* вошли пять модельных участков крайнего северо-востока обследованной полосы местности. Почвенный спектр данного кластера имеет низкий уровень таксономического разнообразия и включает 10 почвенных таксонов, 9 из которых принадлежат гидроморфным почвам. Почвенный покров Васюганского регионального кластера характеризуется максимально высоким, по сравнению с другими кластерами, участием автоморфных почв: на всех пяти участках представлены серые лесные глеевые почвы, которыми суммарно занято 37,1 % общей площади модельных участков кластера. Доля торфяных болотных низинных глеевых почв здесь составила 17,8 % территории, собственно луговых – 12,5 %, луговых солонцеватых – 12,2 %. Геоэкологические признаки васюганского почвенного спектра наиболее сходны с таковым Северо-Восточного регионального кластера, только озера здесь отсутствуют.

Обсуждение полученных результатов

Согласно полученным результатам, почвенный покров учтенной репрезентативной полосы местности, включающей 192 модельных участка, характеризуется существенным преобладанием в нем гидроморфных почв, свойственных для Западно-Барабинского и Центрально-Барабинского региональных кластеров (93,2 % и 91,1 % территории соответственно). В других региональных кластерах Барабы доля гидроморфных почв опускается ниже 85 % и оказывается минимальной в Васюганском кластере (62,9 %). В Центрально-Барабинском региональном кластере доля гидроморфных почв превышает долю автоморфных почв в 21,2 раза, в васюганском – в 1,7 раза, т. е. данный показатель варьирует более чем на порядок величин. При среднем значении для всей полосы местности 87,8 % наблюдается незначительное варьирование доли гидроморфных почв: от минимального (62,9 %) до максимального (93,2 %) этот показатель возрастает в 1,5 раза. Следовательно, участие гидроморфных почв не имеет определяющего значения для почвенного покрова разных региональных кластеров. С другой стороны, активное участие гидроморфных почв в сложении почвенного покрова Барабы сопровождается их высоким таксономическим разнообразием, что позволяет анализировать разницу рангов почвенных таксонов в региональных спектрах как информативный диагностический показатель.

В почвенном покрове репрезентативной полосы местности автоморфные почвы играют подчиненную роль. В трех из шести региональных кластеров их доля не превышает 10 %: в Западно-Барабинском – 8,4 %, Центрально-Барабинском – 4,4 %, Чановском – 3,5 %, при этом доля автоморфных почв в Западно-Барабинском региональном кластере почти вдвое более высокая, чем в двух

других. В остальных региональных кластерах доля автоморфных почв возрастает, но не превышает 40 %: в Восточно-Барабинском – 15,7 %, Северо-Восточном Барабинском – 25,4 %, Васюганском – 37,1 %.

При среднем значении для всей учтенной полосы местности 7 % наблюдается широкое варьирование доли автоморфных почв: данный показатель возрастает в 10,6 раз от минимального (3,5 %) до максимального (37,1 %) значения. Следовательно, доля автоморфных почв, а также их таксономический состав представляют собой важные диагностические признаки региональных кластеров.

Увеличение доли озер не сопровождается обязательным возрастанием доли гидроморфных почв, что свидетельствует о существовании между этими показателями более сложной, чем линейная, корреляции, обусловленной влиянием рельефа местности.

Все исследованные региональные кластеры имеют специфический состав головной части почвенных спектров, составленной из трех почвенных таксонов, занимающих наибольшие площади (см. таблицу). Более сходны между собой Западно-Барабинский и Восточно-Барабинский региональные кластеры, в почвенных спектрах которых первый ранг занимают лугово-черноземные солонцеватые почвы, а второй – солонцы луговые, но третий ранг в них занимают дифференциальные таксоны: в Западно-Барабинском – луговые засоленные почвы, в Восточно-Барабинском – черноземно-луговые солонцеватые почвы. Центрально-Барабинский кластер характеризуется перемещением на первую позицию почвенного спектра солонцов луговых и торфяными болотными низинными глеевыми почвами на третьей позиции спектра. Торфяные болотные глеевые почвы занимают вторую позицию в почвенном спектре Васюганского регионального кластера и третью – в суммарном почвенном спектре, составленном по всем изученным региональным кластерам. Головная часть почвенного спектра Чановского регионального кластера по первым двум позициям отличается от других региональных кластеров и проявляет сходство с ними лишь по наличию лугово-черноземных солонцеватых почв, которые здесь разместились на третьей позиции. Северо-Восточный Барабинский и Васюганский региональные кластеры сходны между собой и резко отличаются от остальных кластеров по первому рангу серых лесных глеевых почв в их почвенных спектрах, но второй ранг торфяных болотных глеевых почв заметно отличает головную часть почвенного спектра Васюганского регионального кластера от таковой Северо-Восточного Барабинского регионального кластера, где на второй позиции расположились лугово-черноземные солонцеватые почвы. Следовательно, состав почвенных таксонов, занимающих первые три ранга в почвенном спектре, служит надежным диагностическим признаком исследованных региональных кластеров. В целом для учтенной полосы местности Барабинской равнины характерно близкое к паритетному соотношение долей солонцов луговых (13,8 %) и лугово-черноземных солонцеватых почв (12,8 %), а также заметная роль торфяных болотных глеевых почв (9,1 %).

Репрезентативность региональных кластеров возрастает в прямой зависимости от их размеров. Так, количественные характеристики самого крупного из региональных кластеров – Центрально-Барабинского – имеют наибольшее сходство с суммарными показателями для всей учтенной территории Барабы.

Для Чановского регионального кластера характерны самые высокие значения суммарной площади озер (24,8 % поверхности) и засоленных почв (16,8 %), а также самая низкая доля автоморфных почв (3,5 %). В спектре автоморфных почв более активны черноземы обыкновенные солонцеватые (1,7 % территории), в спектре гидроморфных почв – солонцы лугово-болотные (9,8 %).

Структура почвенного покрова исследованной территории закономерно меняется в зависимости от абсолютных высот местности. На увале между долинами рек Тартас и Урез (на высотах 105–115 м) получают развитие лугово-черноземные осолоделые почвы. Восточнее, на междуречье Уреза и Камы с высотами 110–120 м, формируются лугово-черноземные солонцеватые почвы. Еще дальше на восток, в междуречье Камы и Ичи, а также Ичи и Оми с высотами 115–130 м значительные площади занимают серые лесные глеевые почвы.

На основе полученных результатов открывается возможность проведения детального геоэкологического анализа цифровой почвенной карты всей Барабы, а затем – южной части Западно-Сибирской равнины. В результате такого анализа будут выделены территории, сходные по почвенным спектрам, а теоретические положения почвенно-географического районирования будут обеспечены новыми инструментальными средствами анализа [23, 24].

Параллельно с анализом почвенных спектров и количественных пространственных характеристик почвенного покрова Барабы авторами запланировано климатическое моделирование ареалов диагностических почвенных таксонов в виде пространственных прогнозных вероятностных моделей, полученных методом максимальной энтропии [25, 26]. Такое моделирование направлено на выявление основных климатических переменных, лимитирующих ареалы почвенных таксонов на территории Барабинской равнины.

Выводы

1. В результате анализа почвенных спектров проведена идентификация шести региональных кластеров, объединяющих 192 модельных участка и охватывающих 32,1 % общей площади Барабинской равнины, по уровню таксономического разнообразия и составу почв, набору наиболее характерных почвенных таксонов, их рангам, а также суммарным площадям автоморфных, гидроморфных почв и озер.

2. По значениям показателя таксономического разнообразия почвенного спектра региональными кластерами образован следующий нисходящий ряд (в скобках после названия кластера приведено значение показателя): Центрально-Барабинский (50) – Чановский (31) – Западно-Барабинский (24) – Восточно-Барабинский (20) – Северо-Восточный Барабинский (15) – Васюганский (10).

Полученный ряд значений показателя таксономического разнообразия почвенного спектра можно разделить на четыре уровня: высокое (более 40), среднее (21–40), ниже среднего (11–20), низкое (10 и менее). Согласно такому разделению, Центрально-Барабинский региональный кластер характеризуется высоким уровнем таксономического разнообразия почвенного спектра, Чановский и Западно-Барабинский – средним, Восточно-Барабинский и Северо-Восточно-Барабинский – ниже среднего, Васюганский региональный кластер – низким уровнем таксономического разнообразия.

3. Региональные кластеры Барабы идентифицируются по уникальным сочетаниям почвенных таксонов. Так, Западно-Барабинский региональный кластер отличается от других набором из черноземов выщелоченных, черноземов обыкновенных, черноземов обыкновенных солонцеватых и аллювиальных почв. Центрально-Барабинский региональный кластер характеризуется уникальным, наиболее полночленным набором из 7 почвенных таксонов при участии темно-серых лесных почв и черноземов южных солонцеватых. Чановский региональный кластер хорошо диагностируется по черноземам выщелоченным, черноземам обыкновенным и черноземам обыкновенным солонцеватым, без участия аллювиальных, темно-серых лесных и серых лесных почв, черноземов обыкновенных осолоделых и черноземов южных солонцеватых. Восточно-Барабинский региональный кластер выделяется по уникальному набору из серых лесных, серых лесных глеевых, черноземов выщелоченных, черноземов обыкновенных осолоделых и черноземов обыкновенных солонцеватых. Северо-Восточный Барабинский региональный кластер характеризуется одновременно серыми лесными и серыми лесными глеевыми почвами. Васюганский региональный кластер диагностируется серыми лесными глеевыми почвами при отсутствии серых лесных.

4. По установленным диагностическим признакам региональные кластеры могут быть объединены в две территориальные группы: Западно-Центрально-Барабинскую и Васюганско-Северо-Восточно-Барабинскую. Восточно-Барабинский региональный кластер сочетает признаки этих двух территориальных групп и может рассматриваться как связывающее звено между ними. Для Западно-Центрально-Барабинской территориальной группы характерна автоморфная триада из черноземов выщелоченных, черноземов обыкновенных и черноземов обыкновенных солонцеватых, которую нужно считать собственно Барабинским диагностическим трендом. Сквозным объединяющим диагностическим таксоном Васюганско-Восточно-Барабинской территориальной группы выступают серые лесные глеевые почвы, которые обозначают влияние Васюганского диагностического тренда и в целом нетипичны для Барабы.

5. Полученные результаты дают основание считать, что таксономический состав автоморфных почв имеет определяющее значение при диагностике региональных кластеров Барабы. Гидроморфные почвенные таксоны выступают общим фундаментом, объединяющим региональные кластеры Барабы в единое целое.

Благодарности

Авторы благодарят Я. Г. Пошивайло (СГУГиТ), В. Н. Никитина (СГУГиТ), Н. А. Шергунову за картографическое обеспечение и обработку цифровых данных в программных средах ArcGIS и Global Mapper.

Работа выполнена в рамках междисциплинарного инициативного проекта и государственных заданий НГПУ, ЦСБС СО РАН (по теме АААА-А17-117012610055-3 «Биологическое разнообразие криптогамных организмов (водоросли, грибы, лишайники) и сосудистых растений в геопространстве биотических и абиотических факторов, оценка их роли в водных и наземных экосистемах Северной Азии»), ИПА СО РАН и СГУГиТ. Финансирующая организация – Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П., Осипов А. Г., Мурзинцев П. П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе : монография. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 280 с.
2. Жарников В. Б. Рациональное использование земель как задача геоинформационного пространственного анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 77–82.
3. Жарников В. Б., Ларионов Ю. С. Мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения как механизм их рационального использования // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 203–210.
4. Почвенная карта и карта почвенного районирования Новосибирской области / Р. В. Ковалев и др. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1962. – 1 л.
5. Ковалев Р. В., Трофимов С. С. Почвенное районирование Западной Сибири и Целинного края // Доклады сибирских почвоведов к VIII Междунар. конгрессу почвоведов. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1964. – С. 16–33.
6. Почвенная карта юго-восточной части Западной Сибири. Масштаб 1 : 2 500 000 / И. М. Гаджиев, Р. В. Ковалев, В. М. Курачев и др. – М. : ГУГК, 1977. – 1 л.
7. Сляднев А. П. Почвенно-климатический атлас Новосибирской области. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1978. – 122 с.
8. Почвенная карта Омской области: карта. Масштаб 1 : 600 000. – Омск : ГУГК, 1986. – 1 л.
9. Почвенная карта Новосибирской области. Масштаб 1 : 400 000. – М. : ГУГК, 1990. – 2 л.
10. Почвы Новосибирской области: карта. Масштаб 1 : 1 000 000 / Под ред. К. С. Байкова. – Новосибирск : Новосибирская картографическая фабрика, 2007. – 1 л.
11. Почвы Новосибирской области / Под ред. Р. В. Ковалева. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1966. – 422 с.
12. Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы / Под ред. Р. В. Ковалева. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1974. – Т. 1. – 307 с.
13. Смоленцев Б. А., Воложжина О. В. Пространственная и функционально-генетическая характеристика почвенных комбинаций Барабинской равнины // Сибирский экологический журнал. – 2004. – № 3. – С. 355–366.
14. Смоленцев Б. А., Соколова Н. А., Сапрыкин О. И. Оценка неоднородности почвенного покрова разных гипсометрических уровней Барабинской низменности // Вестник НГАУ. – 2017. – №1 (42). – С. 122–129.

15. Сапрыкин О. И., Смоленцев Б. А., Соколова Н. А. Микрозападины в структуре почвенного покрова лесостепной зоны юго-восточной части Западной Сибири // Почвенные ресурсы Сибири: вызовы XXI века. Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием. – Томск : ИД Томского государственного университета, 2017. – С. 125–129.

16. Соколова Н. А., Смоленцев Б. А. Почвы лесов северной лесостепи Барабинской равнины // Современные концепции и методы лесной экологии Первой Всероссийской школы-конференции по лесной экологии. – Томск : ИД Томского государственного университета, 2013. – С. 155–157.

17. Панадиади А. Д. Барабинская низменность. Природа, хозяйство и перспективы развития. – М. : Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1953. – 232 с.

18. Почвенные спектры и эколого-мелиоративные особенности плодородия земель Барабы и Кулунды / К. С. Байков, М. Т. Устинов, Ю. В. Кравцов, С. В. Соловьев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 6. – С. 40–45.

19. Количественный анализ цифровой почвенной карты Северной Барабы / К. С. Байков, А. П. Карпик, Ю. В. Кравцов, С. В. Соловьев, Н. А. Шергунова, А. В. Дубровский // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 4 (36). – С. 161–176.

20. Кравцов Ю. В., Байков К. С., Соловьев С. В. Геопространственный анализ почв Северо-Западной Барабы // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 240–249.

21. Байков К. С., Кравцов Ю. В., Соловьев С. В. Геопространственная организация почвенного покрова Юго-Западной Барабы (Новосибирская область): нумерический анализ // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 262–277.

22. Природное районирование и современное состояние почв Новосибирской области (атлас) / под ред. К. С. Байкова. – Новосибирск : Роскартография, ИПА СО РАН, 2010. – 20 с.

23. Урусевская И. С., Алябина И. О., Шоба С. А. Почвенно-географическое районирование как научное направление и основа рационального землепользования // Почвоведение. – 2015. – № 9. – С. 1020–1035.

24. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб 1 : 2 500 000 / науч. ред. Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : ООО «Талка+», 2013. – 16 с.

25. Phillips S., Anderson R., Schepire R. Maximum entropy modeling of species geographic distributions // Ecological Modelling. – 2006. – Vol. 190, No. 3–4. – P. 231–259.

26. Phillips S., Dudik M. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive valuation // Ecography. – 2008. – Vol. 31. – P. 161–175.

Получено 01.07.2019

© Ю. В. Кравцов, К. С. Байков, С. В. Соловьев, Е. В. Байкова, 2019

IDENTIFICATION OF BARABA REGIONAL CLUSTERS (WESTERN SIBERIA) ON THE BASIS OF SOIL SPECTRA

Yuri V. Kravtsov

Novosibirsk State Pedagogical University, 28, Viluiskaya St., Novosibirsk, 630126, Russia, D. Sc., Professor, phone: (383)244-15-05, e-mail: kravtsov60@mail.ru

Konstantin S. Baikov

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, 101, Zolotodolinskaya St., Novosibirsk, 630090, Russia, D. Sc., Senior Researcher, phone: (383)339-98-01, e-mail: kbaikov2018@mail.ru

Sergey V. Solovev

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 8/2, Prospect Akademik Lavrentyev St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Researcher, phone: (383)363-90-31, e-mail: solovyev87@mail.ru

Elena V. Baikova

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, 101, Zolotodolinskaya St., Novosibirsk, 630090, Russia, D. Sc., Scientific Secretary, phone: (383)339-97-07, e-mail: elenabaikova@mail.ru

The regional differentiation of the geospatial structure of the soil cover of the Barabinsk plain (Western Siberia) was investigated. The values of the areas occupied by individual soil taxa and their undivided complexes are calculated in ArcGIS and Global Mapper environments on the basis of digital soil maps. The regional specificity of soil spectra, taken into account within the boundaries of six geomorphological regions of Baraba, is determined. The soil spectra of six regional clusters were analyzed, their differences in the composition of soil taxa, the values of taxonomic diversity, the levels of automorphic and hydromorphic soils, the degree of lakes development were established. Diagnostics of regional clusters of the Barabinsk lowered plain on signs of soil spectra is carried out. Thus, the West Barabinsk regional cluster is diagnosed by a set of leached chernozems, ordinary chernozems, ordinary saline chernozems and alluvial soils. The Central Barabinsk regional cluster differs from other clusters by a specific set of seven soil taxa with the participation of dark gray forest soils and southern saline chernozems. The chanovsky regional cluster is reliably identified by the presence of alkaline chernozems, ordinary chernozems and ordinary saline chernozems, without the participation of alluvial, dark gray forest and gray forest soils, ordinary solodized chernozems and southern saline chernozems. The East Barabinsk regional cluster is identified by a unique set of gray forest soils, gray forest gley soils, leached chernozems, ordinary solodized chernozems, ordinary saline chernozems. The northeastern Barabinsk regional cluster is characterized by both gray forest and gray forest gley soils. Vasyugan regional cluster is diagnosed with gray forest gley soils in the absence of gray forest. According to the selected diagnostic features, regional clusters can be combined into two territorial groups: West-Central-Barabinsk and Vasyugan-North-East-Barabinsk. The East Barabinsk regional cluster combines the diagnostic features of these two territorial groups. The first territorial group is characterized by an automorphic triad of leached chernozems, ordinary chernozems and ordinary saline chernozems, which should be considered as The Barabinsk diagnostic trend. Gray forest glee soils, which determine the influence of the Vasyugan diagnostic trend and are generally atypical for Baraba, act as a cross-cutting unifying diagnostic taxon of the second territorial group. Consequently, the taxonomic composition of automorphic soils determines the main differences in soil spectra of different regional clusters of Baraba. On the other hand, the taxonomic composition of hydromorphic soils forms a common foundation that unites the regional clusters of the Barabinsk plain into a unique natural complex.

Key words: soil spectra, taxonomic diversity, Western Siberia, Baraba, regional cluster, hydromorphic soils, automorphic soils.

REFERENCES

1. Karpik, A. P., Osipov, A. G., & Murzyntsev, P. P. (2010). *Upravlenie territoriej v geoinformacionnom diskurse [Management of the territory in the geoinformational discourse]*. Novosibirsk: SSGA Publ., 280 p. [in Russian].
2. Zharnikov, V. B. (2013). Rational land use as a problem of GIS spatial analysis. *Vestnik SSGA [Vestnik SSGA]*, 3(23), 77–82 [in Russian].
3. Zharnikov, V. B., & Larionov, Yu. S. (2017). Monitoring of agricultural land fertility as a mechanism of their rational use. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(1), 203–210 [in Russian].

4. Kovalev, R. V., & et al. (1962). *Pochvennaya karta i karta pochvennogo rajonirovaniya Novosibirskoj oblasti [Soil map and map of soil zoning of the Novosibirsk region]*. Novosibirsk: Nauka. Sib. Branch Publ., 1 p. [in Russian].
5. Kovalev, R. V., & Trofimov, S. S. (1964). Soil zoning of Western Siberia and Virgin land. *Doklady sibirskih pochvovedov k VIII mezhdunarodnomu kongressu pochvovedov [Reports of Siberian Soil Scientists to the VIII International Congress of Soil Scientists]* (pp. 16–33). Novosibirsk: Nauka. Sib. Branch Publ. [in Russian].
6. Gadzhiev, I. M., Kovalev, R. V., Kurachev, V. M., & et al. (1977). *Pochvennaya karta yugo-vostochnoj chasti Zapadnoj Sibiri [Soil map of the South-Eastern part of Western Siberia]*. Scale 1 : 2 500 000. Moscow: GUGK Publ., 1 p. [in Russian].
7. Slyadnev, A. P. (1978). *Pochvenno-klimaticheskij atlas Novosibirskoj oblasti [Soil-climatic Atlas of the Novosibirsk region]*. Novosibirsk: Science, Sib. Branch Publ., 122 p. [in Russian].
8. *Pochvennaya karta Omskoy oblasti: karta. Masshtab 1 : 600 000 [Soil map of the Omsk region: Map. Scale 1 : 600 000]*. (1986). Omsk: GUGK Publ., 1 p. [in Russian].
9. *Pochvennaya karta Novosibirskoj oblasti. Masshtab 1 : 400 000 [Soil map of the Novosibirsk region. Scale 1 : 400 000]*. (1990). Moscow: GUGK Publ, 2 p. [in Russian].
10. *Pochvy Novosibirskoj oblasti: karta. Masshtab 1 : 1 000 000 [Soils of Novosibirsk region: Map. Scale 1: 1 000 000]*. (2007). Novosibirsk: Novosibirskaya kartograficheskaya fabrika, 1p. [in Russian].
11. Kovalev, R. V. (1966). *Pochvy Novosibirskoj oblasti [The soils of the Novosibirsk region]*. Novosibirsk: Nauka. Sib. Branch Publ., 422 p. [in Russian].
12. Kovalev, R. V. (Ed.). (1974). *Struktura, funkcionirovanie i evolyuciya sistemy biogeocенозов Барбы: T. 1 [Structure, functioning and evolution of the system baraby ecosystems: Vol. 1]*. Novosibirsk: Nauka. Sib. Branch Publ., 307 p. [in Russian].
13. Smolentsev, B. A., & Vologzhina, O. V. (2004). The spatial and functional-genetic characterization of soil combinations Baraba plains. *Sibirskiy ekologicheskij zhurnal [Siberian Journal of Ecology]*, 3, 355–366 [in Russian].
14. Smolentsev, B. A., Sokolova, N. A., & Saprykin, O. I. (2017). Evaluation of soil inhomogeneity of different hypsometric layers of Barabinsk lowland. *Vestnik NGAU [Vestnik NSAU]*, 1(42), 122–129 [in Russian].
15. Saprykin, O. I., Smolentsev, B. A., & Sokolova, N. A. (2017). Micro-depressions in the soil of the forest-steppe zone in the South-Eastern part of Western Siberia. In *Sbornik materialov Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem: Pochvennye resursy Sibiri: vyzovy XXI veka [Proceedings of All-Russian Scientific Conference with International Participation: Soil Resources of Siberia: Challenges of the XXI Century]* (pp. 125–129). Tomsk: TSU Publ. [in Russian].
16. Sokolova, N. A., & Smolentsev, B. A. (2013). Soils of forests of the northern forest-steppe of the Barabinsk plain. In *Sovremennye koncepcii i metody lesnoj ekologii Pervoj Vserossijskoj shkoly-konferencii po lesnoj ekologii [Modern Concepts and Methods of Forest Ecology of the First All-Russian School-Conference on Forest Ecology]* (pp. 155–157). Tomsk: TSU Publ. [in Russian].
17. Panadiadi, A. D. (1953). *Barabinskaya nizmennost'. Priroda, hozyajstvo i perspektivy razvitiya. [Barabinskaya lowland. Nature, economy and development prospects]*. Moscow: Gosudarstvennoe izdatel'stvo geograficheskoy literatury, 232 p. [in Russian].
18. Baikov, K. S., Ustinov, M. T., Kravtsov, Yu. V., & Solovev, S. V. (2015). Soil spectra and ecological-meliorative features of the fertility of the lands of Baraba and Kulunda. *Melioraciya i vodnoe hozyajstvo [Melioration and Water Management]*, 6, 40–45 [in Russian].
19. Baikov, K. S., Karpik, A. P., Kravtsov, Yu. V., Solovev, S. V., Shergunova, N. A., & Dubrovsky, A. V. (2016). Quantitative analysis in digital soil mapping for northern Baraba. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 4(36), 161–176 [in Russian].

20. Kravtsov, Yu. V., Baikov, K. S., & Solovev, S. V. (2017). Geospatial analysis of soils in northern-western Baraba. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(3), 240–249 [in Russian].
21. Baikov, K. S., Kravtsov, Yu. V., & Solovev, S. V. (2018). Geospatial organisation of soil cover in South-Western Baraba (Novosibirsk region): numerical analysis. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(2), 262–277 [in Russian].
22. *Prirodnoe raionirovanie i sovremennoe sostoyanie pochv Novosibirskoi oblasti. Atlas [Natural zoning and the current state of soils in Novosibirsk region. Atlas]*. (2010). Novosibirsk : Roskartografiya, ISSA SB RAS Publ., 20 p. [in Russian].
23. Urusevskaya, I. S., Alyabina, I. O., & Shoba, S. A. (2015). Soil-geographical zoning as a direction of science and as the basis for rational land use. *Eurasian Soil Science*, 48(9), 897–910.
24. *Karta pochvenno-ekologicheskogo rajonirovaniya Rossijskoj Federacii. Masshtab 1 : 2 500 000 [Map of soil-ecological zoning of the Russian Federation. Scale 1 : 2 500 000]*. (2013). Moscow: OOO "Talka+", 16 p. [in Russian].
25. Phillips, S., Anderson, R., & Schepire, R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3–4), 231–259.
26. Phillips, S., & Dudik, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive valuation. *Ecography*, 31, 161–175.

Received 01.07.2019

© Yu. V. Kravtsov, K. S. Baikov, S. V. Solovev, E. V. Baikova, 2019