

УДК 631.415 (282.247.321.6)

Н.В. КЛЕБАНОВИЧ, М.А. ЕРЕСЬКО, М.П. БОГДАНОВИЧ

ПОЧВЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ ГЕОСТАНЦИИ «ЗАПАДНАЯ БЕРЕЗИНА» И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОДКИСЛЕНИЮ

The structure soils of geostation «Western Berezina» is quantitatively shown, domination soddy-podsolic sandy soils is marked. By help of GIS erosion dangerous sites is shown, the degree of heterogeneity of a soil cover is calculated.

The method continuous potentiometric titration reveals the lowest buffer action soddy-podsolic soils territories and rather high buffer action of rendzine, soddy-bogg soils and, especially, marsh soils. Increase of an index of buffer action with downturn of a reference value pH, increase of a marsh process, weighting mechanical structure is established.

Окрестности геостанции «Западная Березина» широко известны белорусским географам как учебная база для начинающих географов, однако уровень изученности почвенного покрова территории остается пока недостаточным. Почвы здесь формируются в верхней части осадочного чехла мощностью 150-300 м. С поверхности обычно залегают водно-ледниковые отложения времени отступления сожского оледенения, которые и являются наиболее распространенными почвообразующими породами исследуемого района. Их мощность составляет от 0,5 до нескольких десятков метров, представлены они в большинстве случаев супесями и мелкозернистыми песками, т. е. породами, имеющими относительно слабую устойчивость к антропогенным и естественным воздействиям вследствие низкого содержания илистой фракции. В связи со сказанным значительный теоретический и практический интерес представляет определение количественных закономерностей устойчивости почв к негативным воздействиям. Кроме того, часть почв района развивается на отложениях донной и конечной морены, лессовидных, эоловых, аллювиальных, органогенных породах.

Разнообразие почвообразующих пород наряду с частым проявлением избыточного грунтового увлажнения создает хорошие условия для отработки современных информационных методов изучения почвенного покрова. Изучаемая территория находится в зоне довольно интенсивного влияния западного переноса воздушных масс, поэтому сравнительно велика вероятность деградации почв под влиянием кислотных атмосферных осадков из Западной и Центральной Европы.

В задачи исследования входило: определение структуры почвенного покрова территории с помощью геоинформационных технологий и буферности основных разновидностей выделенных почв против подкисления.

Методически работа была начата с создания цифровой почвенной карты на основе бумажного аналога - листа карты масштаба 1:10 000 СПК «Заберезье» Воложинского района площадью около 2 тыс. га. Из-за перегруженности и плохого физического состояния бумажных карт необходимо было предварительно вручную копировать границы почвенных разновидностей и элементы ситуации, затем сканировать растровый материал с последующей его векторизацией в программе R2V. Полученный материал оказался недостаточно качественным, поэтому были проведены вручную процедуры трассировки линий и оконтуривания полигонов.

Полигональная тема почв, ввод атрибутивных данных и формирование легенды к карте производились в программе ArcGIS, графический интерфейс которой позволяет легко загружать различные данные и которая обладает всеми необходимыми средствами для запроса, анализа данных и представления результатов в виде традиционных карт. В ArcGIS проводилось преобразование линейной темы границ почв в полигональную, проверка качества оцифровки материала с устранением ошибок средствами редактирования и повторным формированием покрытий. К полигональным покрытиям привязывалась атрибутивная информация - совокупность кодов почвенной разновидности, подстилки, увлажнения и т. п.

Полученная нами цифровая почвенная карта, фрагмент которой в упрощенном для демонстрации виде представлен на рис. 1, отличается достаточной визуализацией, наглядна и позволяет производить ряд дополнительных операций по использованию содержащейся в ней информации, так как она является отображением геоинформационной системы - совокупности пространственно взаимосвязанных баз данных, хранящих в свернутом виде значительное количество сформированной в единую систему информации.

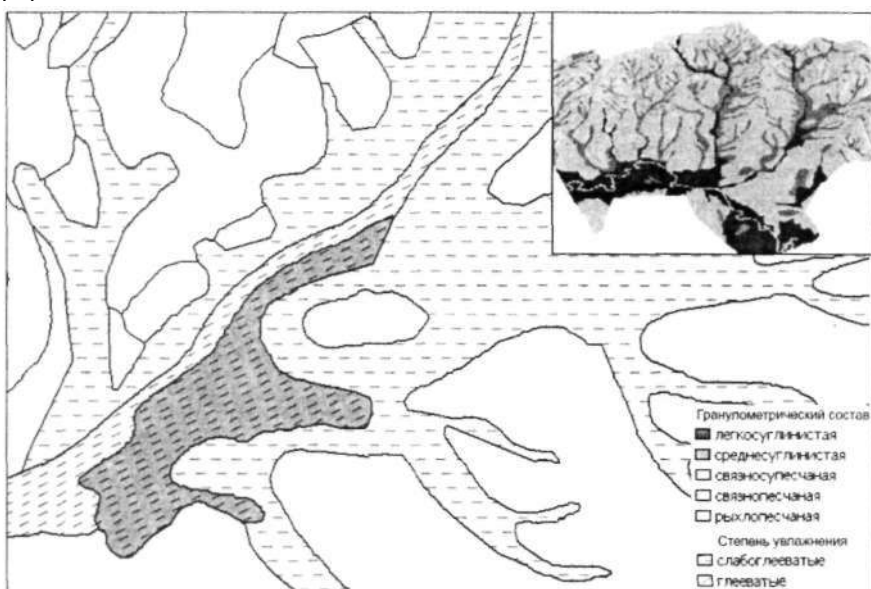


Рис. 1. Фрагмент цифровой почвенной карты хозяйства, показывающий взаимосвязь степени увлажнения почв с гранулометрическим составом. На вставке – 3D-модель территории исследований, отображающая распределение переувлажненных почв в зависимости от рельефа (темным цветом показаны глееватые почвы, более светлым – слабоглееватые, фоновым – автоморфные)

На карте четко видно, что переувлажненные почвы располагаются в пониженных местах, в ложбинах стока, где близко к поверхности залегают грунтовые воды и при смыве материала со склонов в ложбинах стока накапливается более мелкий и плотный материал, затрудняющий фильтрацию воды и создающий дополнительные условия для переувлажнения.

Наличие цифровой почвенной карты позволило нам автоматически подсчитать площади почвенных разновидностей (табл. 1), рассчитать структуру почв и степень неоднородности почвенного покрова. На изучаемой территории резко доминируют дерново-подзолистые почвы, составляющие 66,7 % площади, 17,5 % занято дерново-подзолистыми временно избыточно увлажненными почвами и 12,2 % - дерново-глееватыми, все остальные разновидности - 3,6 % территории.

По гранулометрическому составу резко доминируют связносуглинистые почвы - 49,6 % площади, рыхлосуглинистые - 23,0 %, связнопесчаные - 21,5 %, рыхлосуглинистые - 4,9 %, легкосуглинистые - 3,0 %, автоморфные - 1,9 %.

Распределение почв исследуемой территории

Почвы	Площадь, га	% от общей площади
Дерново-подзолистые		
Рыхлопесчаные	0,9	0,05
Связнопесчаные	282,4	14,23
Рыхлосупесчаные	357,2	18,00
Связносупесчаные	543,1	27,36
Временно избыточно увлажненные легкосуглинистые	7,8	0,39
Временно избыточно увлажненные связнопесчаные	3,3	0,17
Временно избыточно увлажненные рыхлосупесчаные	99,3	5,01
Временно избыточно увлажненные связносупесчаные	232,8	11,72
Глееватые среднесуглинистые	0,3	0,02
Глееватые связносупесчаные	15,8	0,80
Слабосмытые связнопесчаные	15,7	0,79
Слабосмытые связносупесчаные	132,3	6,67
Дерново-глееватые		
Ненасыщенные маломощные связносупесчаные	87,8	4,42
Ненасыщенные маломощные среднесуглинистые	12,9	0,65
Насыщенные мощные связнопесчаные	129,4	6,52
Ненасыщенные маломощные связносупесчаные	8,9	0,45
Другие		
Иловато-торфяные маломощные на осоковом торфе	7,3	0,37
Иловато-торфяные глеевые на осоковом торфе	2,1	0,11
Верховые обычные торфяно-глеевые на осоковом торфе	6,8	0,34
Верховые обычные торфяные маломощные на осоковом торфе	14,0	0,71
Верховые обычные торфяные среднемощные на осоковом торфе	16,3	0,82
Деградированные овражно-балочной сети среднесуглинистые	4,7	0,24
Нарушенные естественно восстанавливаемые минеральных карьеров	3,6	0,18
Итого	1984,7	100

почвы на осоковых торфах составляют 2,1 %. Показатель неоднородности территории, рассчитанный как произведение коэффициентов расчлененности и контрастности [1], значителен - 22, что соответствует высокой степени неоднородности.

Следует оговориться, что почвенная карта имеется лишь для территории, занятой сельскохозяйственными землями, тогда как на участках естественных угодий многообразие почв гораздо шире, даже на уровне типов встречаются дерново-карбонатные почвы, дерновые заболоченные, аллювиальные дерновые заболоченные, аллювиальные торфяно-болотные, дерново-подзолистые глееватые и глеевые, болотно-подзолистые.

Созданный комплекс слоев ГИС позволяет провести анализ пространственной распространенности эродированных почв. На рис. 2 представлены контуры почв с развивающимися процессами эрозии (дерново-подзолистые слабосмытые), совмещенные с горизонталями рельефа и созданной картограммой уклонов поверхности. Можно отметить, что деградированные почвы приурочены к пересеченным склонам ложбин стока, имеющих максимальную крутизну. На аналогичных участках без признаков эрозии присутствует лесная растительность. Выделение условий начала развития эрозии для каждой почвенной разновидности дает возможность автоматического выделения потенциально эрозионноопасных почв.

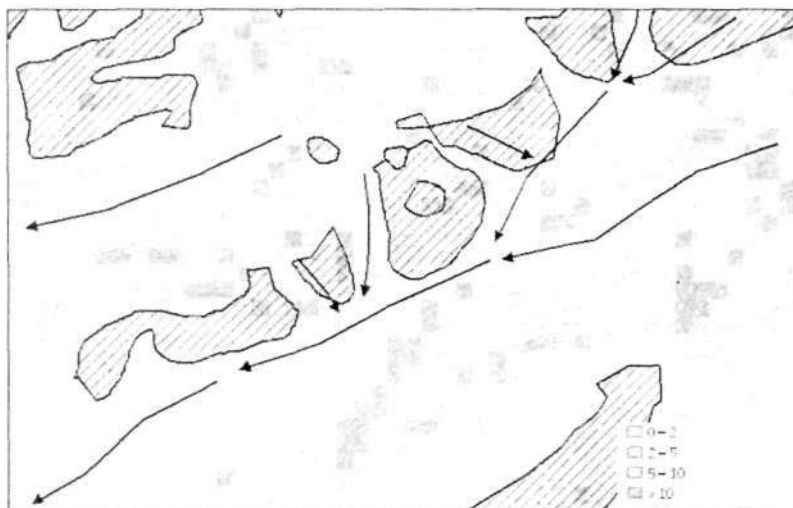


Рис. 2. Фрагмент цифровой почвенной карты хозяйства, показывающий взаимосвязь рельефа и эрозии почв. Представлены горизонтали высот (шаг горизонталей – 1 м) и матрица уклонов поверхности (в градусах). Стрелками указано направление стока поверхностных вод в ложбинах. Заштрихованные участки – почвы с признаками эрозии

Усиление кислотного воздействия антропогенного генезиса на естественные и культурные ландшафты актуализировало изучение кислотно-основной буферности почв как важнейшего фактора устойчивости природно-территориального комплекса. Изучаемая территория, прилегающая к УГС «Западная Березина», ввиду разнообразия почвенного покрова дает хорошие возможности изучения различий в буферности почв к подкислению. Основные разновидности почв, выделенные в окрестностях геостанции, были проанализированы методом непрерывного потенциометрического титрования солевой почвенной суспензии, суть которого заключается в последовательном добавлении одинаковых порций титранта избранной молярности к почвенным суспензиям и фиксации изменения кислотности. По результатам лабораторных исследований был подсчитан индекс буферности p (смоль/(кг-единица pH)) – расчетное количество молей кислоты, необходимое для снижения pH почвенной суспензии на единицу. Проверялась также устойчивость самой буферности, выражавшаяся в изменении величины pH через сутки после кислотного воздействия.

Природный уровень кислотности почв изучаемой территории достаточно разнообразен, но в естественных условиях преобладают почвы с повышенной кислотностью, что обусловлено действием почвообразовательных процессов [2, 3]. В почвах, формирующихся в районе геостанции под соновыми лесами, обычно верхний гумусовый горизонт является сильнокислым, величина обменной кислотности (pH в KCl) составляет около 4,0, что мы рассматриваем как закономерное явление и объясняем наличием морфологически скрытого элювиирования в палеолахотных почвах.

В целом изучаемые почвы отличаются очень низкой буферностью к подкислению, часто менее 1 смоль/(кг-единица pH). Несмотря на сравнительно низкие значения pH гумусовых горизонтов, им присуща повышенная устойчивость к подкислению, индекс буферности за счет наличия гумуса превышает аналогичные показатели подзолистого горизонта в 1,5-2 раза. Показатели буферности почв территории геостанции «Западная Березина» отражают высокую чувствительность к подкислению, в частности к атмосферному выпадению кислых поллютантов.

Дерново-карбонатные выщелоченные почвы встречаются небольшими участками на моренных холмах. Высокое содержание в них карбонатов (вскипание происходит при взаимодействии с HCl в иллювиальном горизонте) спо-

способствует формированию высокой буферной способности. Так, индекс буферности гумусового горизонта (рН 6,1) составляет в среднем 2 смоль/(кг.единица рН) и последовательно увеличивается по диапазонам рН от 0,64 (рН 6,0-5,5) до 3,18 (рН 4,5-4,0). В иллювиальном горизонте (рН 8,3), сформированном на карбонатной породе, индекс буферности в несколько раз выше, так как основной реакцией здесь выступает растворение карбонатных соединений.

Дерново-подзолистые почвы обнаруживают значительные различия в величине индекса буферности в зависимости от гранулометрического состава, степени увлажнения и диапазона рН. Буферность наиболее распространенной дерново-подзолистой связноспесчаной почвы возрастает с увеличением степени гидроморфизма (рис. 3). Приблизительно одинаковое кислотное состояние как гумусового, так и подзолистого горизонтов автоморфной и полугидроморфной почв (рис. 3 а) обеспечивает неодинаковую буферную способность. Установлено также повышение индекса буферности с понижением исходного значения рН (рис. 4).

Особенно велика устойчивость к подкислению дерново-подзолистых глеевых почв с иллювиально-гумусовым горизонтом. Величина рН гумусового горизонта резко отличается от рН нижележащих горизонтов (приблизительно на единицу), часто составляет менее 4,0, а значения показателя буферности (2-5 и более) сравнимы с р для торфяных горизонтов. Подзолистый горизонт наименее буферный (р около 0,5). В иллювиально-гумусовом горизонте индекс буферности снова возрастает до значений, определяемых содержанием органического вещества (р около 8,0).

В дерново-подзолистых песчаных почвах на связных водно-ледниковых песках отмечена минимальная устойчивость к подкислению. Более высокая буферная способность зафиксирована в горизонте A_1 (рН 5,4) - около 0,9, а в подзолистом горизонте (рН 5,2) она снижается до 0,15. В иллювиальном горизонте (рН 5,6) зафиксировано незначительное повышение до 0,29. Индекс буферности дерново-подзолистой почвы на золых песках (рН 4,4) равен 1,18 - довольно высокое для песчаной почвы значение, вероятно, вызвано присутствием органического вещества (горизонт A_1 густо пронизан корнями).

Дерновые заболоченные почвы имеют сравнительно высокую устойчивость к подкислению, так как почти не подвержены действию подзолистого процесса почвообразования. Так, индекс буферности дерново-глеевой почвы в гумусовом горизонте (рН 6,2) достигает 2,4 смоль/(кг.единица рН).

Относительно высокая буферная способность аллювиальных дерновых заболоченных почв во многом определяется химизмом природных вод Беларуси, относящихся к гидрокарбонатно-кальциевому классу. Индекс буферности гумусового горизонта (рН 4,8) аллювиальной дерново-глеевой почвы составляет 1,71 смоль/(кг.единица рН). С глубиной при некотором понижении кислотности (рН иллювиального горизонта выше 5,0-5,3) резко снижается значение индекса буферности (в 5-6 раз) за счет незначительного содержания органического вещества.

На самых пониженных участках территории, особенно в прирусловой части поймы Западной Березины, полугидроморфные почвы сменяются *гидроморфными*. На изучаемой территории встречаются *болотно-подзолистые, аллювиальные торфяно-болотные, верховые торфяно-болотные* почвы, в том числе и на сельскохозяйственных землях. Индексы буферности торфяного горизонта названных почв - высокие, изменяются в диапазоне 5,5-9,0 смоль/(кг.единица рН) при почти одинаковой довольно высокой исходной кислотности (рН 3,9-4,0). Значение индекса буферности горизонта A_2 болотно-подзолистой почвы (рН 4,7) выше в два раза такового дерново-подзолистой как автоморфной (рН 4,9), так и полугидроморфной (рН 4,9) почвы и составляет 1,44 смоль/(кг.единица рН). Иными словами, меньшая степень элювирования

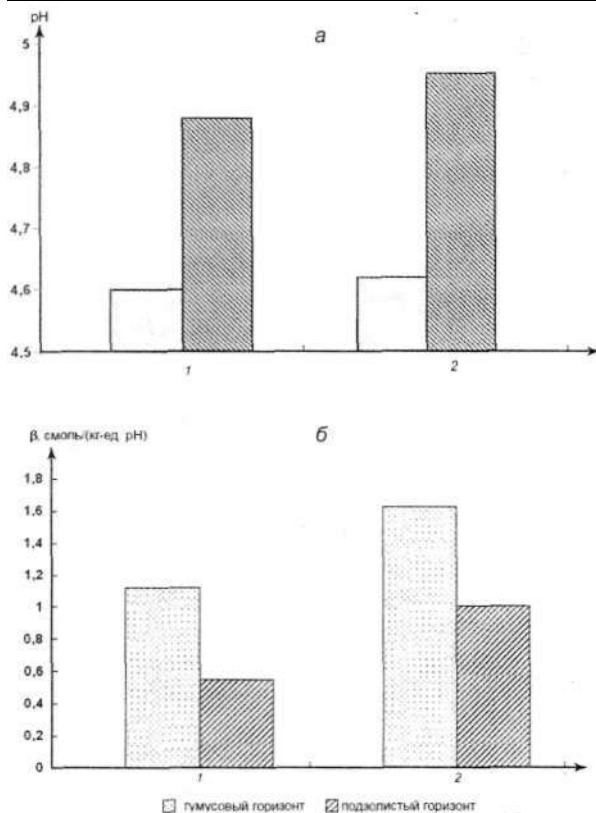


Рис. 3. Кислотность (а) и индекс буферности (б) основных горизонтов дерново-подзолистой почвы. Здесь и на рис. 4 почвы: 1 – автоморфная, 2 – полугидроморфная

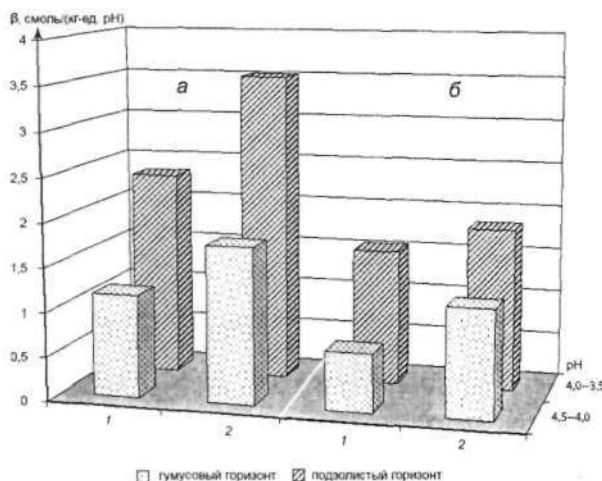


Рис. 4. Индекс буферности гумусового (а) и подзолистого (б) горизонтов дерново-подзолистых почв различной степени увлажнения по диапазонам pH

ния подобной почвы в отсутствие нисходящих токов влаги предопределяет сравнительно более слабое разрушение первичных минералов - основных агентов формирования буферности к подкислению в подзолистых горизонтах. Даже в глеевом горизонте торфянисто-глеевой почвы (pH 4,7) отмечается сравнительно высокая буферность (р 2,0), превышающая таковую глеевого горизонта дерново-подзолистой глеевой почвы (pH 4,9) более чем в три раза.

Таким образом, на территории, прилегающей к геостанции «Западная Березина», отмечается значительная пестрота почвенного покрова, обусловленная в большей степени различным уровнем развития болотного почвообразовательного процесса, в меньшей - гранулометрическим составом и генезисом почвообразующих пород. С помощью геоинформационных технологий четко показана связь переувлажнения почв с их положением в рельефе. На изучаемой территории резко доминируют легкие почвы, особенно связносупесчаные, степень неоднородности территории - высокая.

Дерново-подзолистые почвы территории характеризуются низкой буферной способностью, особенно в элювиальной части почвенного профиля, их устойчивость к воздействию внешних негативных факторов

минимальна. Существенно более высокие, особенно в нижней части профиля, значения буферности присущи дерново-карбонатным почвам. Высокая буферная способность дерновых заболоченных почв формируется благодаря особенностям почвообразования - сильному развитию дернового процесса при отсутствии подзолообразования. Особенно высокой буферностью обладают органогенные горизонты любых почв территории, на порядок

превышающей минеральные горизонты, причем уровень буферной способности не зависит от исходного показателя кислотности.

1. Полевое исследование и картографирование почв БССР. Мн., 1990.

2. Почвы Белорусской ССР. Мн., 1974.

3. Романова Т.А., Ивахненко Н.Н. // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы II съезда бел. О-ва почвоведов. Мн., 2001. С. 176.

Поступила в редакцию 10.01.06.

Николай Васильевич Клебанович - доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой почвоведения и геологии.

Марина Анатольевна Ересько - аспирант кафедры почвоведения и геологии. Научный руководитель- Н.В. Клебанович.

Максим Петрович Богданович - аспирант кафедры почвоведения и геологии. Научный руководитель- Н.В. Клебанович.