

### **3. ТРИБУНА МОЛОДОГО УЧЕНОГО**

УДК 631.44:631.459.3

#### **ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕФЛЯЦИОННООПАСНЫХ ПОЧВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

**А. А. Бенько**

*Институт почвоведения и агрохимии,  
г. Минск, Беларусь*

#### **ВВЕДЕНИЕ**

В контексте интенсификации климатических изменений дефляция почв идентифицируется как один из потенциально наиболее опасных видов деградации на территории Республики Беларусь. Ее интенсивность детерминирована комплексом природных условий, включая специфику климата, рельефа, свойств почвенного и растительного покрова. Процесс дефляции проявляется в двух основных формах: в виде постоянного эолового переноса почвенных частиц на обнаженных участках, лишенных растительности, и в виде эпизодических пыльных бурь. На территории Белорусского Полесья сильнее всего проявляются последствия данного деградационного процесса [1]. Это обусловлено рядом факторов – преобладание почв легкого гранулометрического состава, связанная с этим бесструктурность почвенного покрова, также не в последнюю очередь на повышения уязвимости почв к процессу дефляции повлияла проведенная на территории Полесья мелиорация земель, которая повлекла за собой изменения гидрологического режима почв и, в следствии этого, других агрохимических характеристик [2].

Оптимизация использования сельскохозяйственных земель невозможна без учета пространственной неоднородности почвенных свойств и вывода закономерностей их распределения. Неоднородность почвенного покрова в пределах поля приводит к пестроте показателей отдельных свойств, недобору урожая, затрудняет его уборку и обработку почвы. Негативные деградационные процессы и явления нередко связаны не с преобладающими, а с сопутствующими компонентами [3].

Цель исследования – изучение взаимосвязей агрохимических и агрофизических свойств дефляционноопасных почв на территории физико-географической провинции Белорусского Полесья, а также определение их прямого и косвенного влияния на процессы дефляции и деградации почвенного покрова.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований является участок площадью 1,4 га, расположенный в Калинковичском районе Гомельской области. Почвы исследуемого участка целиком представлены дерново-подзолистой глееватой песчаной почвой. Относительный перепад высот составляет 1 м в западном направлении.

Отбор почвенных проб производился агрохимическим буром из пахотного горизонта через 50 м от центра поля в направлении понижения рельефа.



Рис. 1. Схема участка с размещенными точками пробоотбора

Обработка пространственных данных и создание картографического материала проводилась в программном продукте ArcGIS ArcMap 10.7. Для проведения корреляционного анализа и построения матрицы диаграммы рассеяния был использован программный продукт ArcGIS Pro 3.4.0.

Устойчивость почв к дефляции определена по результатам структурно-агрегатного анализа – по методу Савинова [4].

Плотность почвы определяли буровым методом при помощи колец Капещкого (метод «режущих колец»).

Лабораторно-аналитические исследования агрохимических показателей почв выполнялись по следующим методикам: органическое вещество (гумус) – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность – по Каппену (ГОСТ 27821-88; ГОСТ 26212-91), подвижных форм фосфора и калия – по ГОСТ 26207-91.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате работы было изучено распределение значений содержания гумуса, кислотности, подвижных соединений фосфора и кальция, степени насыщенности основаниями, содержания кальция и показателей плотности почв; определена степень подверженности почв участка дефляции; установлены взаимосвязи между дефляционными процессами и агрохимическими и агрофизическими свойствами почв исследуемого участка.

По результатам обработки полученных данных были составлены цифровые картограммы распределения агрохимических и агрофизических свойств почв участка, представленные на рисунке 2 (табл.).

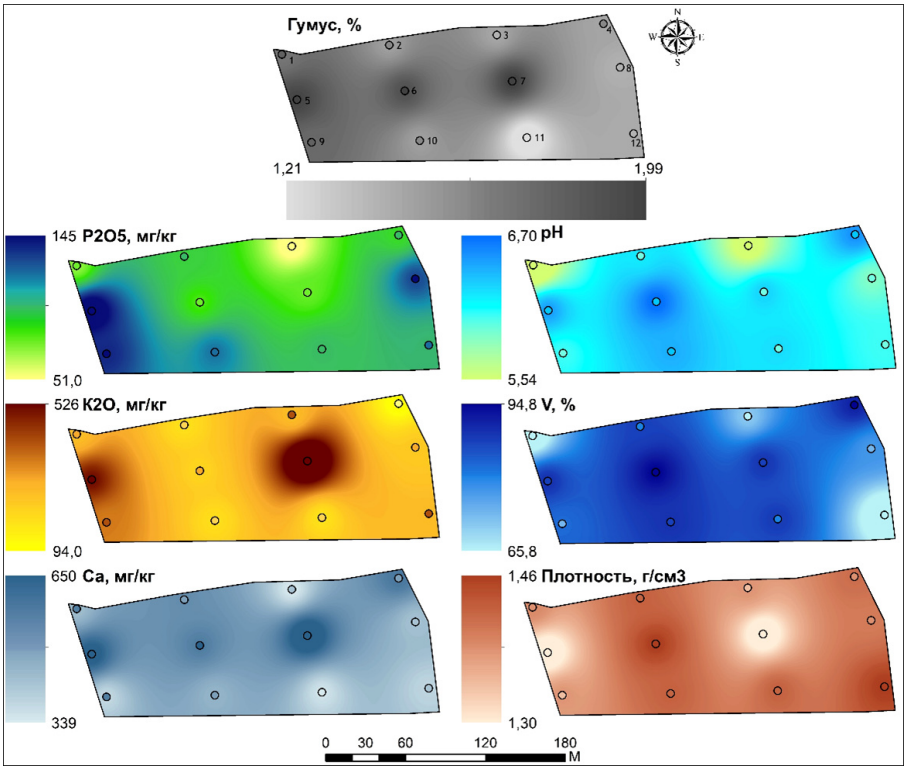


Рис. 2. Картограммы распределения агрохимических и агрофизических показателей

Таблица

**Значения показателей агрохимических и агрофизических свойств почв исследуемого участка**

N	pH	V	Гумус	Ca	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Плотность	Содержание частиц < 0,1 мм
1	5,54	66,4	1,72	413	70	202	1,4	33,77
2	6,41	88,9	1,54	499	88	151	1,43	30,70
3	5,77	75,0	1,51	339	51	203	1,39	39,82
4	6,67	92,0	1,52	542	84	94	1,42	11,52
5	6,63	90,6	1,97	608	145	376	1,30	17,44
6	6,79	94,8	1,90	529	79	170	1,46	25,86
7	6,47	90,0	1,99	650	76	526	1,30	18,60
8	6,14	80,4	1,47	407	121	184	1,41	9,62
9	6,28	85,2	1,78	366	128	274	1,39	17,34
10	6,58	90,4	1,54	428	113	153	1,43	15,04
11	6,44	89,4	1,21	349	94	145	1,43	12,38
12	6,28	65,8	1,49	372	96	207	1,46	11,52

Содержание гумуса на участке преимущественно низкое за исключением точек 6 и 7, расположенных в центре. В данных областях оно соответствует среднему значению (1,5–2,0 %). Так же выявлена небольшая зона высокого содержания на западе участка (точка 5) – содержание гумуса среднее. В точке 11 наблюдается наименьшее значение – 1,21 %. Оптимальные значения для сравнительного анализа распределения использованы в соответствии с [5].

Кислотность участка можно охарактеризовать как близкую к нейтральной. Зоны наибольших показателей на западе (точка 5), а также в точках 6 и 4, расположенных в центре и северо-востоке участка соответственно, где значения pH нейтральные (6,5–6,7). В точках на северо-западной (точка 1), северной (точка 3) и восточной (точка 8) границах участка реакция среды слабокислая, что обусловлено перепадом высот в 1 м в юго-западном направлении.

Большая часть участка имеет низкое содержание (61–100 мг/кг почвы) подвижного фосфора. Показатели возрастают на западе участка (точки 5, 9), достигая 145 мг/кг почвы. Аналогичное среднее содержание соответствуют точке 8, расположенной на востоке. Наименьшее содержание, равное 51,0 мг/кг почвы, наблюдается в точке 3 и оценивается как очень низкое.

Содержание подвижного калия очень контрастно и варьируется от 94 до 526 мг/кг почвы. В точках 5 и 7 содержание очень высокое, в точках 2, 4, 6, 10, 11 – содержание низкое с минимумом в точке 4 на северо-востоке (94 мг/кг почвы). Все остальные значения соответствуют среднему содержанию  $K_2O$ . Оптимальные значения для сравнительного анализа распределения использованы в соответствии с [6].

Степень насыщенности основаниями на всей территории участка выше среднего и варьируется от 65,8 % до 94,8 %. Высокие значения присущи большей части участка. Снижение наблюдается в точках 1, 3, 12, что также связано с незначительным переносом почвенного мелкозема в юго-западном направлении.

Диапазон значений содержания кальция составляет 330–650 мг/кг. Точки 3, 9, 11 приурочены к области с очень низким содержанием кальция, остальные точки – с низким (400–650 мг/кг почвы).

Значения плотности относятся к оптимальным (1,30–1,45 г/см<sup>3</sup>) для песчаных почв на всей территории участка. Оптимальные значения для сравнительного анализа распределения использованы в соответствии с [7].

Почвы исследуемого участка принадлежат к дефляционноопасным. Наблюдаются небольшие различия в устойчивости в точках пробоотбора. В точках 7 и 9 отношение удельного веса фракции < 0,1 мм выше, чем во всех остальных точках и составляет 13 %, что критически мало, однако в сравнении с остальными значениями (от 2 до 10 %) имеет смысл изучить данную вариацию на небольшом и однородном по данным почвенной карты участке.

Наиболее эффективным способом оценки причинно-следственных связей пространственной дифференциации любых свойств, в том числе почвенных, является анализ взаимосвязей между имеющимися характеристиками.

Установлено, что сильная положительная взаимосвязь ( $R > 0,7$ ) существует между кислотностью и степенью насыщенности основаниями и равняется 0,83.

Умеренная положительная связь лежит в диапазоне значений от 0,3 до 0,7 и наиболее очевидна между содержанием Са и степенью насыщенности осно-

ваниями и достигает 0,57, при коэффициенте детерминации равном 0,32, или 32 %. Так же наблюдается прямая корреляция между значениями Ca и pH – 0,56 и  $RI = 0,31$ . Взаимозависимости между данными свойствами существуют, так как они обуславливают кислотный режим почв.

Также умеренная положительная взаимосвязь наблюдается между содержанием Ca и плотностью.

Доля агрегатов < 1,0 мм и плотность имеют сильную отрицательную связь ( $R = -0,70$ ,  $RI = 0,52$ ), что означает при уменьшении данной фракции возрастает плотность. Обратная связь с плотностью указывает на известный и прямой признак, что почвы с долей фракции < 1,0 мм и высокой плотностью менее подвержены дефляции [8]. Все другие взаимосвязи между свойствами не имеют статистической значимости.

Высокая насыщенность основаниями и содержание кальция обычно улучшают агрегацию глинистых частиц (Ca коагулирует коллоиды), повышают устойчивость структуры и снижают подверженность к дефляции [9]. Сильная связь между pH и V демонстрирует, что щелочные условия и запас основных катионов взаимосвязаны – на таких участках прочность структуры выше, следовательно риск дефляции ниже.

Также косвенными признаками, указывающими на склонность к процессам дефляции, могут выступать низкое содержание подвижного фосфора и калия, которые непосредственно влияют на рост растений, а следовательно закрепление и защиту почв от выдувания.

## ВЫВОДЫ

В результате исследований были выявлены взаимосвязи между агрохимическими и агрофизическими свойствами на экспериментальном участке. Самая сильная прямая связь отмечена между кислотностью (pH) и степенью насыщенности основаниями (V)  $R = 0,83$  и  $RI \approx 0,69$ , это означает, что около 69 % изменчивости одной переменной объясняется другой. Содержание Ca связано со степенью насыщенности основаниями и с кислотностью ( $R \approx 0,56-0,57$ ;  $RI \approx 0,31-0,32$ ), а также имеет умеренную прямую связь с плотностью. Плотность и доля фракции < 1,0 мм имеют очень сильную обратную связь. Общая оценка значимости: большинство других пар показателей не демонстрируют статистически значимых линейных связей.

Высокая насыщенность основаниями улучшает формирование почвенных агрегатов и повышают устойчивость почв к дефляции.

Почвенный контур исследуемого участка по генетической классификации имеет однородное строение. Установлено, что даже на небольшом по площади участке наблюдается значительная вариабельность данных свойств, которую очень трудно и дорого учитывать в полном объеме и на таком уровне детализации при ведении сельского хозяйства.

Данное исследование подтверждает необходимость в мониторинге дефляционноопасных почв с целью предотвращения, а в последствии улучшения и восстановления почвенного покрова.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глава 12. Рациональное использование уязвимых экосистем: борьба с опустыниванием и засухой Беларусь // ООН. – URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/agenda21\\_ch12b.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21_ch12b.shtml) (дата обращения 22.10.2025).
2. Коноплев, Е. А. Мелиорация и комплексное освоение земель Полесья / Е. А. Коноплев // Мелиорация. – 2013. – № 4. – С. 21–26.
3. Пространственная неоднородность почвенного покрова и агрохимических показателей почв Солигорского района / Н. В. Клебанович, А. Л. Киндеев, А. А. Сазонов [и др.] // Земля Беларуси. – 2019. – № 1. – С. 39–48.
4. Медведев, В. В. Структура почвы: методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана / В. В. Медведев. – Харьков: 13 типография, 2008. – 406 с.
5. Методика крупномасштабного агрохимического и радиационного обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: метод. указания / И. М. Богдевич, В. В. Лапа, А. Ф. Черыш [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии». – Мн. : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. – 48 с.
6. Богдевич, И. М. Итоги и перспективы оптимизации агрохимических показателей плодородия пахотных почв Беларуси / И. М. Богдевич // Известия Национальной академии наук Беларуси. – 2023. – № 1, Т. 61. – С. 22–34.
7. Цырибко, В. Б. Определение оптимальных параметров агрофизических свойств почв и оценка современного состояния на их основе / В. Б. Цырибко // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1(56). – С. 36–44.
8. Computing the wind erodible fraction of soils / D. W. Fryrear, C. A. Krammes, D. L. Williamson [et al.] // J. Soil Water Conserv. – 1994. – № 49. – P. 183–188.
9. Николаенко, А. Н. Моделирование связи структуры почвы с содержанием органического вещества и обменных  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  / А. Н. Николаенко // Вестник московского университета. Сер. 17. – Почвоведение. – 2020. – № 2. – С. 24–28.

## EVALUATION OF SPATIAL DIFFERENTIATION OF AGROCHEMICAL AND AGRONOMICAL PROPERTIES ON DEFLATIONARY SOILS

A. A. Bianco

## Summary

The article presents the results of a study of the spatial differentiation of agrochemical and agrophysical properties of deflation-hazardous soils of the Belarusian Polesie using a 1,4-hectare plot in the Kalinkovich District of the Gomel Region as an example. A noticeable variability of soil properties was established on a small genetically homogeneous plot. The humus content is predominantly low, locally average – in the central part (points 6 and 7), with a minimum value of 1,21 % at point 11. The reaction of the environment is close to neutral and localized in the western part of the plot. The content of mobile phosphorus varies from very low to average values 51–145 mg/kg of soil, and mobile potassium – from 94 to 526 mg/kg of soil. The degree of base saturation is high (65,8–94,8 %), and the density is within the optimal values for sandy

soils (1,30–1,45 g/cm<sup>3</sup>). The proportion of the < 1,0 mm fraction is critically low (up to 13 % at only a few points).

Correlation analysis revealed a strong direct relationship between pH and V ( $R = 0,83$ ;  $RI \approx 0,69$ ). Ca content demonstrates moderate relationships with V and pH ( $R \approx 0,56$ – $0,57$ ). A strong negative relationship was found between the proportion of particles < 1,0 mm and density ( $R = -0,70$ ;  $RI = 0,52$ ), confirming the leading role of this fraction in soil resilience to deflation. These results highlight the need to monitor drained soils and consider spatial heterogeneity in reclamation and agricultural practices.

*Поступила 21.11.25*