

УДК 551.46

Поступила в редакцию 19.11.2025
Received 19.11.2025

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГЕОСИСТЕМ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Ю. С. Давидович, А. Н. Червань

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы динамики состояния структуры почвенного покрова геосистем Белорусского Полесья. Основой выделения ключевых участков и тестовых валидационных полигонов внутри них являются данные оптического дистанционного зондирования Земли (Landsat 5 MSS/TM, Landsat 7 ETM+ и Landsat 8/9 OLI TIRS) с пространственным разрешением 30 м за период с 1998 по 2024 г., нормализованный вегетационный индекс NDVI, рассчитанный на их основе, материалы земельно-информационной системы, почвенно-экологическое и природно-мелиоративное районирование территории Беларуси.

Результаты исследований показали, что данные оптического диапазона длин волн, а также их производные в виде вегетационных индексов могут служить основой не только для выделения тестовых полигонов, но и для оценки состояния структуры почвенного покрова в пространственно-временном аспекте на основе статистических методов. Выделенные экстремумы NDVI объясняются как продуктивной способностью представленных на территории Белорусского Полесья почв, так и неоднородностью структуры почвенного покрова, и, как следствие, неоднородностью в структуре землепользования, орографическими условиями на немелиорированных территориях, а также влиянием широкомасштабной гидротехнической мелиорации. Динамика состояния геосистем в целом и структуры землепользования в их границах определена по группам почвенных мезокомбинаций (чередование более крупных, выраженных на мезорельефе, групп элементарных почвенных ареалов) и их сочетаниями.

Ключевые слова: структура почвенного покрова; данные дистанционного зондирования Земли; геосистема; нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI; Белорусское Полесье.

Для цитирования. Давидович Ю. С., Червань А. Н. Оценка динамики состояния структуры почвенного покрова геосистем Белорусского Полесья по данным дистанционного зондирования земли // Природопользование. – 2025. – № 2. – С. 75–87.

ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF THE STATE OF THE SOIL COVER STRUCTURE OF THE BELARUSIAN POLESIE GEOSYSTEMS BASED ON REMOTE SENSING DATA

Yu. S. Davidovich, A. N. Chervan

Belarusian State University, Minsk, Belarus

Abstract. The study is devoted to issues of the soil cover structure state dynamics in the Belarusian Polesie geosystems. The identification of key sites and test validation polygons within them is based on optical remote sensing data (Landsat 5 MSS/TM, Landsat 7 ETM+, and Landsat 8/9 OLI TIRS) with a spatial resolution of 30 m from 1998 to 2024, the normalized vegetation index NDVI calculated on this basis, land information system data, and the soil-ecological and natural-amelioration zoning of the Belarus territory.

The research results showed that optical wavelength data, as well as their derivatives in the form of vegetation indices, can serve as a basis not only for identifying test polygons but also for assessing the state of the soil cover structure in the spatiotemporal aspect using statistical methods. The identified extremes of the NDVI are explained by both the soils productive capacity of the Belarusian Polesie region and the heterogeneity of the soil cover structure, resulting in heterogeneity in land use patterns, orographic features in unreclaimed areas, and the impact of large-scale hydrotechnical reclamation. The geosystems dynamics as an overall state and the land use structure within them are identified by the group of soil mesocombinations groups (alternation of larger groups of elementary soil areas expressed on the mesorelief), as well as their conjunctions.

Keywords: soil cover structure; Earth remote sensing data; geosystems; normalized difference vegetation index NDVI; Belarusian Polesie.

For citation. Davidovich Yu. S., Chervan A. N. Assessment of the dynamics of the state of the soil cover structure of the Belarusian Polesie geosystems based on remote sensing data. *Nature Management*, 2024, no. 2, pp. 75–87.

Введение. Учение о структуре почвенного покрова является одним из важнейших и успешно развивающихся направлений современной географии почв Беларуси. Одной из главных идей В. В. Докучаева была идея о закономерном географическом распределении почв в связи с их генезисом [1]. Однако приоритет в постановке вопроса об изучении закономерностей строения почвенного покрова на небольших территориях принадлежит Н. М. Сибирцеву, который и заложил основы учения о структуре почвенного покрова [2].

Изучение неоднородности почвенного покрова несомненно послужило основой для развития другого научного направления – типологии земель. Своими корнями типология уходит в оценку земель, основы которой были заложены В. В. Докучаевым, развиты его учеником Н. М. Сибирцевым [3] и Л. Г. Раменским [4]. В дальнейшем типология земель легла в основу геосистемного подхода к изучению почвенного покрова [5].

В. М. Фридланд разработал учение о структуре почвенного покрова на основании всестороннего и глубокого обобщения идей о неоднородности почвенного покрова, высказанных В. В. Докучаевым, Н. М. Сибирцевым, С. А. Захаровым, Н. А. Димо, Я. Н. Афанасьевым, С. С. Неуструевым, Н. Д. Попагайбо, Г. А. Маландиным, Е. Н. Ивановой и другими исследователями. Были учтены представления Г. Н. Высоцкого об ороклиматических закономерностях размещения почв, Д. Милна – о «катенах», Б. Б. Польшова и М. А. Глазовской о геохимических сопряжениях в рельефе. В фундаментальную науку были введены понятия об элементарном почвенном ареале и его характеристиках, о почвенных комбинациях (общее понятие о неоднородностях почвенного покрова), группах почвенных комбинаций (мозаики, ташеты, комплексы, сочетания, вариации, пятнистости и др.) [6].

Изучению структуры почвенного покрова территории Беларуси, и особенно физико-географического региона Белорусского Полесья, связано с работами Т. А. Романовой [7], а также Н. И. Смеяна [8], Ю. П. Качкова [9], В. В. Стецко и Г. И. Ржеутской [10], Ф. Е. Шалькевича [11], А. А. Топаз [12], М. Ф. Курьянович [13]. Перспективными также являются не только оптические методы оценки состояния почвенно-растительного покрова, но и тепловые [14–16] и радиолокационные [17], показавшие свою эффективность при изучении структуры почвенного покрова Белорусского Полесья.

Слабоизученным остается вопрос использования вегетационных индексов для оценки не только состояния структуры почвенного покрова, но и его изменений в динамике [18–20]. Следует отметить, что без успешного методического решения данного вопроса прогнозирование состояния крупных природных территорий разной степени освоенности остается неэффективным в связи с невысокой степенью достоверности прогнозных моделей.

Объект и методы исследования. Физико-географический регион Белорусское Полесье находится на юге Беларуси и занимает площадь 65,3 тыс. км², что составляет 31,5 % территории страны. Несмотря на однородный рельеф, регион отличается высоким разнообразием и пестротой почвенного покрова, что усложняет его структуру [21]. Большую площадь провинции занимает Полесская низменность, резко выделяющаяся по своим природным особенностям, нашедшим отражение в развитии почвенно-растительного покрова. Геологическое строение провинции однообразно [22]. Характерной особенностью региона, особенно его западной и центральной частей, является то, что в нем находится большая часть осушенных болот и заболоченных земель республики, вовлеченных в сферу мелиоративного воздействия и используемых для возделывания полевых и луговых сельскохозяйственных культур. Под влиянием осушительной мелиорации и сельскохозяйственного использования происходят изменения агрофизических свойств почв [23].

В соответствии с разработанной типологией геосистем, идентифицированных по структуре почвенного покрова по различным иерархическим критериям (общая динамика природных процессов, орографические, геоморфологические, гипсометрические и литологические условия), на территории Белорусского Полесья можно выделить достаточно большое количество их вариантов (табл. 1). По общей динамике природных процессов геосистемы, определяемые по формуле почвенных мезокомбинаций, делятся на внепойменные и пойменные. Орографически в пределах внепойменных геосистем выделяются водоразделы и депрессии, а в пределах пойменных – нерасчлененные и расчлененные поймы. Останцы надпойменной террасы не входят ни в одну из групп по общей динамике природных процессов и являются отдельной группой почвенных комбинаций. В отличие от внепойменных и пойменных геосистем они не разделяются по геоморфологическому критерию, занимая промежуточное положение между ними по происхождению. Геоморфологически водоразделы подразделяются на фрагментарные, выпуклые и плоские, а депрессии – на долинообразные и озеровидные. Расчлененные поймы делятся на прирусловые, центральные и притеррасные. По гипсометрическому критерию геосистемы водоразделов делятся на высокие и низкие, депрессии – на неглубокие и глубокие. Поймы и останцы надпойменной террасы подразделяются по уровню на высокие, средние и низкие. В соответствии с литологией почвообразующих пород внепойменные геосистемы включают варианты на рыхлых породах, двучленных породах без водоупора и с водоупором, суглинистых и глинистых породах, а также заторфованные.

Пойменные геосистемы развиваются на рыхлом и связном аллювии, а также пойменном торфе. Останцы надпойменной террасы включают почвообразующие породы как пойменных, так и внепойменных геосистем. Данные параметры закладываются в «коды» геосистем (рис. 1).

Таблица 1. Иерархические критерии идентификации геосистем [5, 24]

Table 1. Hierarchical criteria for identifying geosystems [5, 24]

Критерий(и)	Почвенные комбинации (типы земель)									
	Внепойменные					Пойменные				4. Останцы первой надпойменной террасы
Общая динамика природных процессов						3. Поймы				
Орографические	1. Водоразделы			2. Депрессии		1. Расчлененные				
Геоморфологические	1. Фрагментарные	2. Выпуклые	3. Плоские	1. Долинообразные	2. Озеровидные	0. Нерасчлененные	1. Прирусловая	2. Центральная	3. Притеррасная	
Гипсометрические	1. Высокие 2. Низкие			1. Неглубокие 2. Глубокие		1. Высокого уровня 2. Среднего уровня 3. Низкого уровня				
Литологические (почвообразующие породы)	1. Рыхлые 2. Двучленные без водоупора 3. Двучленные с водоупором 4. Суглинистые 5. Глинистые 6. Торф					7. Рыхлый аллювий 8. Связный аллювий 9. Пойменный торф				

Классическими количественными признаками геосистем как природных образований являются их площадь, периметр, а также внутренняя неоднородность. Основной показателем неоднородности геосистем – коэффициент неоднородности – рассчитывается как произведение коэффициентов контрастности и расчлененности почвенных мезокомбинаций групп элементарных почвенных ареалов. Существуют различные способы их вычисления, отличающиеся незначительно, но общий подход остается неизменным [25].

Данные критерии геосистем являются классическим при использовании почвенных карт и материалов землеустройства, однако они должны дополняться и критериями, позволяющими более объективно оценивать текущую ситуацию, в том числе с использованием данных дистанционного зондирования Земли и наземных обследований [26–29].

Для определения критериев подбора тестовых полигонов в границе групп ключевых участков (почвенных мезокомбинаций) были подобраны мультиспектральные космические изображения спутниковых систем Landsat 5 MSS/TM, Landsat 7 ETM+ и Landsat 8/9 OLI TIRS с пространственным разрешением 30 м с 1998 по 2024 г. (в количестве 15 сцен). Подбор и загрузку данных дистанционного зондирования Земли производили с использованием сервиса Геологической службы США Earth Explorer. В соответствии с оптимальными сроками аэрокосмических съемок [30] были получены апрельские снимки перечисленных выше спутниковых съемочных систем пакета Landsat Collection 2 Level 2, в который были включены продукты выполнения атмосферной и температурной коррекции с использованием алгоритмов отражения LEDAPS и LaSRC [31].

Так как исследование предусматривает оценку динамики, данные дистанционного зондирования Земли должны быть подвержены радиометрической и атмосферной коррекции, но в данном пакете и уровне обработки они уже были включены. Данные Landsat Level-2 записываются в виде масштабированных целых чисел, что позволяет преобразовывать данные из формата с плавающей запятой в целые числа для более быстрой их обработки. В большинстве случаев они записываются в 16-битном целом числе, что экономит дисковое пространство и ускоряет их загрузку.

К значению каждого пикселя мультиспектрального изображения с плавающей запятой необходимо применить коэффициент смещения, результат которого затем умножается на коэффициент усиления для перевода значения в диапазон 16-битного целого числа (или беззнакового целого числа). Эти

значения называются масштабированными целыми числами. Чтобы пользователь мог вернуть данные к исходному значению с плавающей запятой, для каждого диапазона предоставляются масштабный коэффициент и смещение. Масштабный коэффициент следует применить к каждому пикселю, а затем добавить смещение (т. е. цифровое число (DN) необходимо умножить на масштабный коэффициент и прибавить к нему значение смещения). В данном случае, так как обрабатывались данные оптического и ближнего инфракрасного диапазона длин волн, масштабный коэффициент и коэффициент смещения составили 0,0000275 и $-0,2$ соответственно [32].

Были задействованы следующие каналы мультиспектрального изображения: синий (Blue, диапазон длин волн – 452–512 нм), зеленый (Green, 533–590 нм), красный (Red, 636–673 нм), ближний инфракрасный (NIR, 851–879 нм). Для возможности сопоставления спутниковых данных необходимо было также выполнить пересчет значений пикселей с учетом различий в значениях зенитного угла Солнца в момент измерений:

$$k = \cos (z), \quad (1)$$

где z – значение зенитного угла Солнца в момент проведения измерений.

Существует два подхода к дальнейшему анализу спектральных данных. В первом варианте и космические, и авиационные данные необходимо разделить на соответствующие вычисленные коэффициенты. Во втором варианте один из наборов данных необходимо умножить на отношение коэффициентов. В текущем исследовании выбран первый вариант, так как это позволяет использовать полученные результаты в дальнейшем при сопоставлении с любыми другими данными.

В литературных источниках для анализа состояния почвенно-растительного покрова по данным авиакосмических измерений применяют различные вегетационные индексы. Можно использовать как простые и нормированные соотношения в спектральных каналах [33], так и более сложные индексы [34], значение которых зависит от качества проведенной предварительной обработки данных (радиометрической калибровки, атмосферной коррекции и др.). Исходя из результатов проведенных исследований и исходных данных был выбран наиболее репрезентативный вегетационный индекс – нормализованный разностный вегетационный индекс:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red). \quad (2)$$

Обработку данных дистанционного зондирования Земли, в том числе и расчет вегетационного индекса NDVI, производили в программном продукте ENVI 5.6. Последующую картометрическую обработку результатов тематического дешифрирования выполняли в программе ArcGIS Pro 3.2.

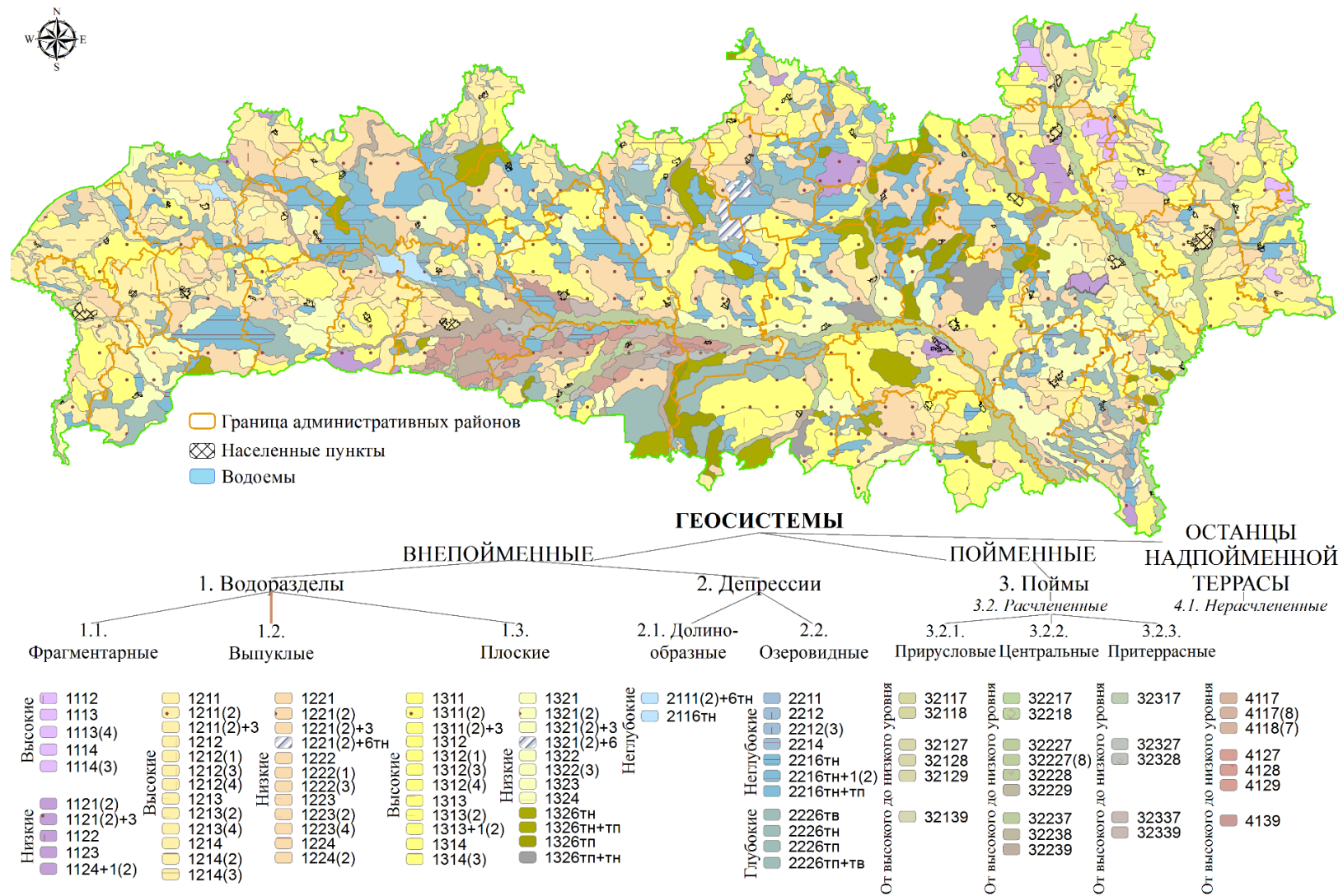
По границам почвенных мезокомбинаций рассчитывали средние, минимальные, максимальные и амплитудные значения нормализованного дифференцированного вегетационного индекса NDVI в пределах выделенных тестовых полигонов (с учетом различного вида землепользования) [35], показанных на рис. 2. Провели маршрутную верификацию более 100 репрезентативных тестовых полигонов с определением в полевых условиях основных параметров состояния почвенных мезокомбинаций.

Для достоверной оценки структуры почвенного покрова рассчитали ранговые коэффициенты корреляции по каждой из групп значений индекса в границах геосистем. По данной методике производили их расчет и в границах различного землепользования: пахотных земель, многолетних насаждений, земель под древесно-кустарниковой растительностью, луговых и лесных земель, болотных и водных объектов, нарушенных и неиспользуемых земель. Границы видов земель были получены по данным Геопортала данных Республики Беларусь.

Исходными данными для геосистемного анализа в пределах физико-географического региона Белорусского Полесья послужили материалы локальных земельно-информационных систем, в частности тематические слои в почвенном покрове, а также разномасштабные планово-картографические сведения о физико-географических условиях региона.

В итоге была сформирована база данных в программной среде ГИС с использованием специализированного программного обеспечения (ArcGIS Pro 3.2, ENVI 5.6, SNAP 13.0) для типологии геосистем, включающая:

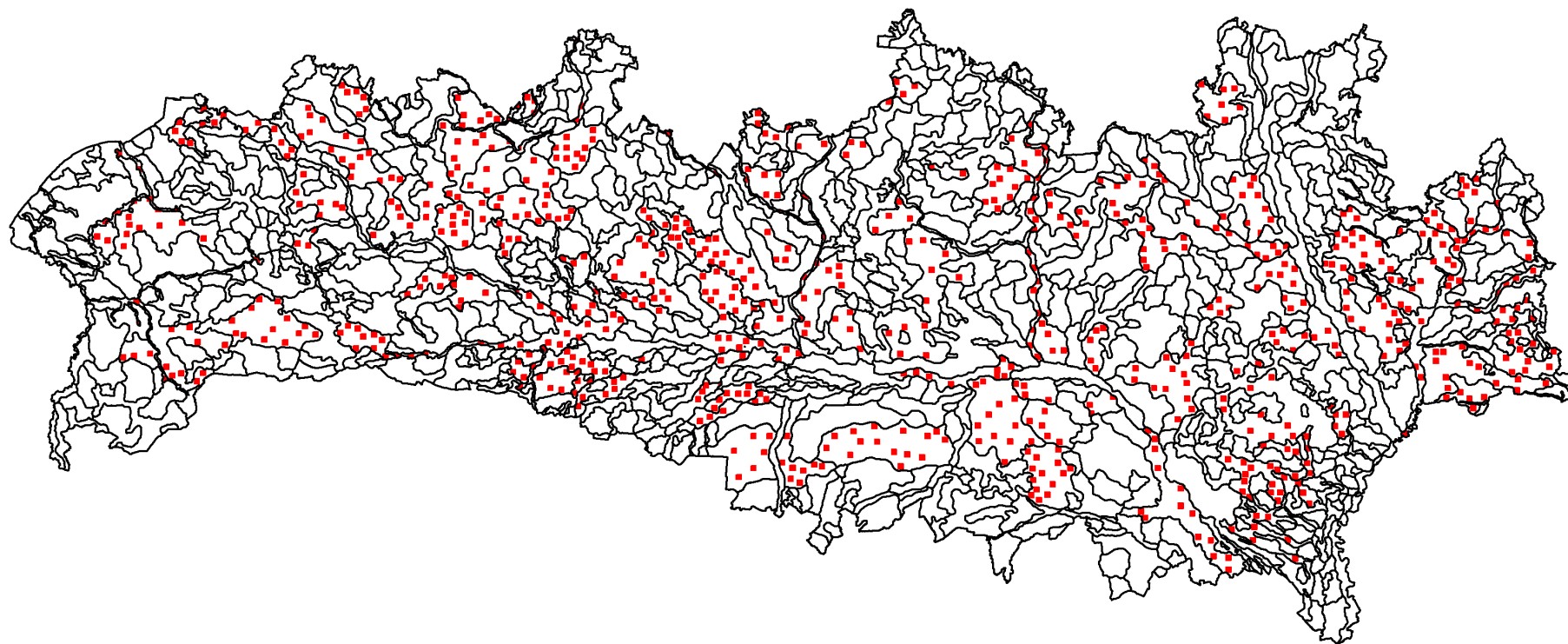
- информацию почвенных карт (масштабов 1 : 50 000 и 1 : 10 000) административных районов и агроландшафтов (сельскохозяйственных организаций);
- материалы схем землеустройства районов, схем внутрхозяйственного и межхозяйственного землеустройства сельскохозяйственных организаций (масштабов 1 : 50 000 и 1 : 10 000);
- материалы кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций;
- исходные данные дистанционного зондирования Земли;
- результаты расчета нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI.



Масштаб 1 : 2 000 000 (основа 1 : 50 000)

Рис. 1. Геосистемы Белорусского Полесья, идентифицированные по структуре почвенного покрова [5]

Fig. 1. Geosystems of Belarusian Polesie identified by the structure of the soil cover [5]



Масштаб 1 : 2 000 000

Рис. 2. Тестовые полигоны геосистем Белорусского Полесья

Fig. 2. Test sites for geosystems of Belarusian Polesie

Результаты исследования и их обсуждение. Наиболее статистически достоверными в пространственно-временном анализе оказались амплитудные значения нормализованного вегетационного индекса NDVI. В данном случае корреляции между амплитудами односезонных значений является наиболее статистически значимым критерием оценки динамики состояния почвенных комбинаций в целом (табл. 2) и по структуре землепользования (табл. 3). Следует отметить, что критерием оценки было не только наличие корреляции значимого уровня, но и ее временной тренд за 26-летний период (увеличение, уменьшение, отсутствие изменений).

Таблица 2. Динамика коэффициента корреляции амплитуд нормализованного дифференцированного вегетационного индекса NDVI между различными датами в границах геосистем

Table 2. Dynamics of the correlation coefficient of the amplitudes of the normalized differentiated vegetation index NDVI between different dates within the boundaries of geosystems

Ключевые геосистемы (группы ключевых участков)	Корреляция между амплитудами NDVI		
	за 1998 и 2000 г.	за 2000 и 2014 г.	за 2014 и 2024 г.
1113(4)	0,24	0,38	0,32
1121(2,3)	0,93	0,24	0,03
1122, 1123	0,98	0,43	0,49
1211, 1211(2), 1213	0,85	0,85	0,53
1211(2,3), 1212(3), 1213	0,96	0,45	0,31
1214	0,91	0,30	0,29
1221, 1221(2)	0,86	0,17	0,22
1222	0,70	0,32	0,67
1223	0,64	0,22	0,14
1224	0,64	0,23	0,34
1311	0,79	0,01	0,04
1311(2)	0,80	0,54	0,64
1313	0,95	0,37	0,32
1314	0,85	0,23	0,17
1321, 1321(2)	0,93	0,67	0,72
1326тн	0,13	0,22	0,17
1326тп	0,12	0,24	0,03
2216тн	0,71	0,28	0,54
2226тн	0,63	0,52	0,65
2226тв, 2226тп	0,18	0,38	0,11
32127	0,20	0,02	0,02
32129, 32139	0,44	0,25	0,08
32227, 32228	0,07	0,31	0,14
32237	0,37	0,34	0,52
32239	0,23	0,25	0,24
3339	0,01	0,40	0,05
4117	0,06	0,41	0,24
4127	0,03	0,53	0,13
4139	0,96	0,78	0,52

Таблица 3. Динамика коэффициента корреляции амплитуд нормализованного дифференцированного вегетационного индекса NDVI между различными датами в границах групп видов земель

Table 3. Dynamics of the correlation coefficient of the amplitudes of the normalized differentiated vegetation index NDVI between different dates within the boundaries of land type groups

Группы видов земель	Корреляция между амплитудами индекса NDVI		
	за 1998 и 2000 г.	за 2000 и 2014 г.	за 2014 и 2024 г.
Пахотные пригодные	0,66	0,59	0,58
Многолетние насаждения	0,49	0,46	0,74
Луговые	0,54	0,33	0,22
Лесные	0,14	0,13	0,19
Древесно-кустарниковая растительность	0,54	0,09	0,07
Болотные	0,37	0,07	0,46
Водные	0,72	0,54	0,73
Нарушенные и неиспользуемые	0,69	0,43	0,63

Из данных табл. 2 и 3 видно, что за 26-летний период (1998–2024 гг.) структура почвенно-растительного покрова становится в среднем более динамичной и менее устойчивой, о чем свидетельствует снижение коэффициентов корреляции NDVI между ранними и поздними интервалами времени как в пределах отдельных геосистем, так и в группах типов земель. Наиболее резкие изменения приходятся на отрезок с 2014 по 2024 г., где у части геосистем корреляция опускается до 0,02–0,14, что соответствует сильному изменению и нарушению структуры почвенно-растительного покрова.

В пределах одних и тех же групп геосистем наблюдается сильный контраст по устойчивости их состояния, что указывает на высокую мозаичность их структуры. Например, геосистемы 1321 и 1321(2) остаются высоко согласованными во времени (0,93–0,72), тогда как геосистема 1326 демонстрирует крайне низкие значения (0,12–0,24–0,03), свидетельствуя о неоднородности в использовании и нарушении почв в землепользовании даже в формально схожих условиях. Аналогично геосистемы 2216тн, 2226тн, 2226тв и 2226тп отличаются как относительно устойчивым (0,63–0,65), так и резко дестабилизированным (0,18–0,11) изменением их состояния.

С 1998 по 2000 г. значительная часть геосистем имеет высокую корреляцию NDVI (0,70–0,98), что отражает устойчивую сезонную и межгодовую динамику почвенно-растительного покрова при относительно стабильном режиме природопользования. К периоду с 2014 по 2024 г. диапазон смещается в сторону средних и низких значений (часто 0,2–0,5 и ниже), что указывает на изменение структуры видов земель (высокая распашка, наличие санитарных рубок, застройка, признаки вторичной сукцессии) и усиление климатических аномалий (засух, переувлажнения некоторых угодий), влияющих на значения как самого NDVI, так и корреляций между его значениями. Особенно показателен контраст между «устойчивыми» геосистемами (например, 4139: 0,96–0,78–0,52) и геосистемами, практически потерявшими ее (1311: 0,79–0,01–0,04).

При анализе групп видов земель (см. табл. 3) видно, что корреляции в целом выше и менее вариативны, что отражает эффект сглаживания за счет усреднения разных локальных критериев внутри группы. Тем не менее даже на этом уровне заметна тенденция к снижению динамики: корреляция 0,66–0,74 в период с 1998 по 2000 г., часто опускающаяся до 0,43–0,54 и ниже в период с 2014 по 2024 г., а у наиболее уязвимых групп видов земель она падает до 0,07–0,19, что указывает на кардинальную смену доминирующих фитоценозов или режимов использования. Наиболее устойчивыми, судя по высоким значениям во всех трех периодах (0,58–0,73), вероятно, являются мало нарушенные лесные или природные экосистемы, тогда как низкие значения характерны для интенсивно трансформируемых агроландшафтов и территорий, подверженных техногенному воздействию.

Сочетание высокостабильных (0,7–0,9) и крайне нестабильных (менее 0,2) геосистем в пределах тестовых полигонов указывает на наличие природных экосистем, не подверженных изменениям, и зон интенсивной трансформации соответственно. Такие данные определяют границы мероприятий в природоохранной деятельности, так и пространственно-временные решения в территориальном планировании в рамках разрабатываемых схемах землеустройства административных районов. Геосистемы с устойчиво высокими корреляциями индекса NDVI во всех трех временных интервалах могут рассматриваться как эталонные и могут быть использованы для локализации мероприятий по сохранению педо- и биоразнообразия, тогда как участки с резким падением корреляции (1311, 32127 и др.)

требуют детального полевого обследования, оценки видов и направленности нарушений и разработки мер по адаптации их к меняющимся климатическим условиям.

Идентифицируемые экстремумы можно объяснить:

- 1) продуктивной способностью почвенного покрова;
- 2) неоднородностью структуры почвенного покрова и, как следствие, неоднородностью в структуре землепользования;
- 3) преобладанием орографического фактора на немелиорированных территориях (как, например, в границах плоских высоких водоразделов на рыхлых почвообразующих породах – 1311);
- 4) влиянием широкомасштабной гидротехнической мелиорации.

Объединенные группы в соответствии с указанными критериями позволяют сделать вывод об особенностях динамики геосистем в целом и по структуре землепользования.

Заключение. Для оценки состояния структуры почвенного покрова геосистем в наземных условиях необходима выработка определенных критериев и параметров, которые наиболее полно характеризуют физико-географический регион в целом и на отдельных территориях. Данными критериями могут являться агротехнологическая контрастность, увлажнение, эродированность, завалуненность, окультуренность, опасность дефляции и минерализации осушенных торфяников и др. [36].

Геосистемный подход позволяет сформировать методологическую и пространственно-временную основу для объединения данных земельно-информационной системы, дистанционного зондирования Земли и мониторинга земель для целей рационального природопользования, предполагающего эффективное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды как в рассматриваемом физико-географическом регионе, так и на территории всей Беларуси.

Закономерное пространственное размещение геосистем, выявляемое при анализе результатов крупно- и среднемасштабного картографирования почвенного покрова и созданное многократным повторением одного или нескольких различных основных образующих ее элементов (почвенных комбинаций) предопределяет возможность их типологии, характеризующейся схожими уровнями почвенно-ресурсного потенциала и реакцией на внешнее воздействие по направлениям природопользования. Типология геосистем Белорусского Полесья открывает возможность системного учета природных условий для идентификации оптимальных направлений природопользования в регионе, в том числе с учетом пространственно-временного фактора и вегетационных индексов, позволяющих оперативно оценить фактические условия землепользования.

Таким образом, объединение геосистемного подхода в совокупности со статистическими и дистанционными методами исследований позволяет сформировать методологическую и пространственно-временную основу для объединения данных земельно-информационной системы, дистанционного зондирования и мониторинга земель в целях территориального планирования, предусматривающего эффективное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды как в регионе Белорусского Полесья, так и на территории всей Беларуси.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (Грант Министерства образования Республики Беларусь на выполнение научно-исследовательских работ докторантов, аспирантов, соискателей и студентов; № ГР 20252872).

Acknowledgements. The work was carried out with the financial support of the Ministry of Education of the Republic of Belarus (Grant of the Ministry of Education of the Republic of Belarus for the implementation of research work by doctoral students, postgraduate students, applicants, and students; No. GR 20252872).

Список использованных источников

1. Докучаев, В. В. О происхождении русского чернозёма / В. В. Докучаев // Заседание Санкт-Петербургского собрания сельских хозяев. – 1884. – № 3. – С. 1–15.
2. Бараков, П. Ф. Н. М. Сибирцев, его жизнь и деятельность / П. Ф. Бараков, К. Д. Глинка, Н. А. Богословский // Почвоведение. – 1901. – № 4. – С. 1–40.
3. Добровольский, Г. В. Развитие учения о структуре почвенного покрова как раздела географии почв / Г. В. Добровольский // Почвоведение. – 1993. – № 2. – С. 98–103.
4. Раменский, Л. Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии // Советская ботаника. – 1935. – № 4. – С. 25–42.
5. Червань, А. Н. Типология геосистем Белорусского Полесья / А. Н. Червань, Ю. С. Давидович // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2024. – № 2. – С. 3–23.
6. Иванов, И. В. Научные идеи почвовед-географа В. М. Фридланда, их истоки и развитие (к 100-летию со дня рождения) / И. В. Иванов, И. В. Замотаев // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. – 2020. – № 101. – С. 202–219. – DOI: 10.19047/0136-1694-2020-101-202-219.

7. Романова, Т. А. Типология земель поймы р. Припяти по материалам аэрофотосъемки / Т. А. Романова, Ф. Е. Шалькевич // Почвоведение. – 1985. – № 1. – С. 5–14.
8. Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве. – М. : Наука, 1990. – 247 с.
9. Дистанционное зондирование почвенного покрова Беларуси / Ю. П. Качков, Ф. Е. Шалькевич, А. А. Лепешев, О. Ю. Панасюк // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 1. – С. 33–40.
10. Стецко, В. В. Гидрогеологические и геоморфологические условия формирования структуры почвенного покрова Припятского Полесья / В. В. Стецко, Г. А. Ржеутская // Вестник Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина. Серия 2, Химия. Биология. География. – 1982. – № 1. – С. 59–64.
11. Шалькевич, Ф. Е. Агроэкологическое микрорайонирование почв р. Припять на основе методов дистанционного зондирования / Ф. Е. Шалькевич, Ю. П. Качков, А. А. Топаз // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия. Биология. География. – 1999. – № 3. – С. 61–66.
12. Топаз, А. А. Анализ структуры почвенного покрова на основе цифровой обработки аэрофотоснимков (на примере долины р. Припять) / А. А. Топаз // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия. Биология. География. – 2006. – № 1. – С. 74–78.
13. Курьянович, М. Ф. Картографирование неоднородности почвенного покрова осушенных земель Белорусского Полесья на основе материалов дистанционного зондирования / М. Ф. Курьянович // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 2. – С. 55–63.
14. Курьянович, М. Ф. Использование инфракрасных тепловых космических снимков для изучения почвенного покрова / М. Ф. Курьянович, Ю. С. Давидович, Ф. Е. Шалькевич // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 1. – С. 21–31.
15. Грубина, П. Г. Возможности использования данных тепловой съемки для детектирования основных параметров плодородия пахотных почв / П. Г. Грубина, И. Ю. Савин, Е. Ю. Прудникова // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. – 2020. – № 105. – С. 146–172. – DOI: 10.19047/0136-1694-2020-105-146-172.
16. Chervan, A. N. Modeling of the 50-year dynamics of the reclaimed lands vulnerability to wind soil erosion // The Region of Pripyat Polesye / A. N. Chervan, Y. S. Davidovich, A. L. Kindeev // Geography. Environment. Sustainability. – 2024. – № 4. – P. 198–204. – DOI: 10.24057/2071-9388-2024-3290.
17. Особенности дешифрирования почвенно-растительного покрова типов земель Белорусского Полесья по материалам радиолокационной съемки / Ф. Е. Шалькевич, Ю. С. Давидович, А. А. Топаз, М. Ф. Курьянович // Земля Беларуси. – 2023. – № 4. – С. 47–57.
18. Савин, И. Ю. Перспективы развития картографирования и мониторинга почв на основе интерполяции точечных данных и дистанционных методов / И. Ю. Савин // Вестник Московского университета. Серия 17, Почвоведение. – 2022. – № 2. – С. 13–19.
19. Савин, И. Ю. Современные тренды и проблемы почвенной картографии / И. Ю. Савин, А. В. Жоголев, Е. Ю. Прудникова // Почвоведение. – 2019. – № 5. – С. 517–528. – DOI: 10.1134/S0032180X19050101.
20. Буряк, Ж. А. Оценка спектрально-отражательных свойств эродированных агропочв Республики Татарстан / Ж. А. Буряк, А. М. Гафуров // Региональные геосистемы. – 2025. – № 3. – С. 517–532. – DOI:10.52575/2712-7443-2025-49-3-517-532 EDN: ОМЕКВН.
21. Нацыянальны атлас Беларусі. – Мінск : Белкартаграфія, 2024. – 348 с.
22. География почв Беларуси : учеб. пособие / Н. В. Клебанович, В. С. Аношко, Н. К. Чертко [и др.]. – Минск : БГУ, 2011. – 183 с.
23. Современное состояние агрофизических свойств мелиорированных почв Белорусского Полесья / В. С. Аношко, Л. Ф. Вашкевич, С. С. Бачила [и др.] // Структура и морфогенез почвенного покрова в условиях антропогенного воздействия : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 17–20 сент. 2013 г. / редкол.: И. И. Пирожник (гл. ред.), Н. В. Клебанович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2013. – С. 162–165.
24. Романова, Т. А. Теоретические основы и практическая значимость исследований структуры почвенного покрова / Т. А. Романова, А. Н. Червань, В. Л. Андреева // Почвоведение. – 2011. – № 3. – С. 300–310.
25. Смирнова, М. А. Количественная оценка почвенного разнообразия: теория и методы исследования / М. А. Смирнова, А. Н. Геннадиев // Вестник Московского университета. Серия 5, География. – 2017. – № 4. – С. 3–11.
26. Годельман, Я. М. Методика определения системы параметров структуры почвенного покрова / Я. М. Годельман. – Кишинев : Молдагроинформреклама, 1989. – 36 с.
27. Кауричев, И. С. Структура почвенного покрова и типизация земель : учебное пособие / И. С. Кауричев, Т. А. Романова, Н. П. Сорокина. – М. : Изд-во МСХА, 1992. – 151 с.
28. Савин, И. Ю. Комплексная оценка неоднородности почвенного покрова по состоянию посевов / И. Ю. Савин, С. А. Бербеков, Д. А. Тутукова // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. – 2022. – Вып. 113. – С. 37–57. – DOI: 10.19047/0136-1694-2022-113-31-57.
29. Лысенко, С. А. Оценки современных изменений биоклиматических параметров почвенно-растительного покрова Гомельской области / С. А. Лысенко, М. А. Хитриков // Природные ресурсы. – 2024. – № 2. – С. 17–29.
30. Шалькевич, Ф. Е. Тематическое дешифрирование : пособие / Ф. Е. Шалькевич, М. Ф. Курьянович. – Минск : БГУ, 2022. – 131 с.
31. Шестаков, Н. А. Анализ методов атмосферной коррекции ДДЗ (на примере снимков Landsat-8) для получения наиболее репрезентативных данных о спектрально-отражательных свойствах растительного покрова / Н. А. Шестаков, Ю. С. Давидович, Е. В. Казяк // ГИС-технологии в науках о Земле : материалы респ. науч.-

- практ. семинара студентов и молодых ученых, Минск, 17 нояб. 2021 г. / Бел. гос. ун-т ; редкол.: Н. В. Жуковская (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – С. 212–220.
32. USGS : [сайт]. – USA , 2025. – URL: <https://www.usgs.gov/faqs> (дата обращения: 01.10.2025).
33. Черепанов, А. С. Вегетационные индексы / А. С. Черепанов // Геоматика. – 2011. – № 2. – С. 98–102.
34. Чимитдоржиев, Т. Н. Технология совместного анализа временных рядов изображений интерферометрической когерентности Sentinel-1 и вегетационного индекса по данным Sentinel-2 для мониторинга сельскохозяйственных полей / Т. Н. Чимитдоржиев, А. В. Дмитриев, П. Н. Дагуров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т. 17, № 4. – С. 61–72. – DOI:10.21046/2070-7401-2020-17-4-61-72.
35. Давидович, Ю. С. Методика типологического отбора территориальных единиц для дистанционной оценки состояния геосистем Белорусского Полесья / Ю. С. Давидович // Молодежь XXI века: образование, наука, инновации : материалы XI Междунар. конф. и аспирантов и молодых ученых, Витебск, 6 дек. 2024 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2024. – С. 26–27.
36. Типизация земель и использование ее результатов при формировании рабочих участков / Ю. П. Качков, О. Ф. Башкинцева, В. М. Яцухно, А. Ф. Черныш // Земля Беларуси. – 2011. – № 3. – С. 41–48.

References

1. Dokuchaev V. V. *O proishozhdenii russkogo chernozyoma* [On the origin of Russian black soil]. *Zasedanie Sankt-Peterburgskogo sobraniya sel'skih hozyaev = Meeting of the St. Petersburg Assembly of Rural Owners*, 1884, no. 3, pp. 1–15. (in Russian)
2. Barakov P. F., Glinka K. D., Bogoslovskij N. A. N. M. Sibircev, ego zhizn' i deyatel'nost' [N. M. Sibirtsev, his life and work]. *Pochvovedenie = Soil Science*, 1901, no. 4, pp. 1–40. (in Russian)
3. Dobrovolskij G. V. *Razvitie ucheniya o strukture pochvennogo pokrova kak razdela geografii pochv* [Development of the doctrine of the structure of the soil cover as a section of soil geography]. *Pochvovedenie = Soil Science*, 1993, no. 2, pp. 98–103. (in Russian)
4. Ramenskij L. G. *O principial'nyh ustanovkah, osnovnyh ponyatiyah i terminah proizvodstvennoj tipologii zemel', geobotaniki i ekologii* [On the fundamental principles, basic concepts and terms of industrial typology of lands, geobotany and ecology]. *Sovetskaya botanika = Soviet Botany*, 1935, no. 4, pp. 25–42. (in Russian)
5. Chervan' A. N., Davidovich Yu. S. *Tipologiya geosistem Belorusskogo Poles'ya* [Typology of geosystems of the Belarusian Polesie]. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Geografiya. Geologiya = Journal of the Belarusian State University. Geography. Geology*, 2024, no. 2, pp. 3–23. (in Russian)
6. Ivanov I. V., Zamotaev I. V. Scientific ideas of the soil scientist and geographer V. M. Fridland, their origins and development (on the 100th anniversary of his birth). *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V. V. Dokuchaeva = Dokuchaev Soil Bulletin*, 2020, no. 101, pp. 202–219. DOI: 10.19047/0136-1694-2020-101-202-219. (in Russian)
7. Romanova T. A., Shal'kevich F. E. *Tipologiya zemel' pojmy r. Prip'yati po materialam aerofotos'emki* [Typology of the Prip'yat River floodplain based on aerial photography], *Pochvovedenie = Soil Science*, 1985, no. 1, pp. 5–14. (in Russian)
8. *Aerokosmicheskie metody v pochvovedenii i ih ispol'zovanie v sel'skom hozyajstve* [Aerospace methods in soil science and their use in agriculture]. Moscow, Science Publ., 1990, 247 p. (in Russian)
9. Kachkov Yu. P., Shal'kevich F. E., Lepeshev A. A., Panasyuk O. Yu. *Distancionnoe zondirovanie pochvennogo pokrova Belarusi* [Remote sensing of the soil cover of Belarus]. *Pochvovedenie i agrohimiya = Soil Science and Agrochemistry*, 2008, no. 1, pp. 33–40. (in Russian)
10. Steczko V. V., Rzhetskaya G. A. *Gidrogeologicheskie i geomorfologicheskie usloviya formirovaniya struktury pochvennogo pokrova Prip'yatskogo Poles'ya* [Hydrogeological and geomorphological conditions of formation of the structure of the soil cover of the Prip'yat Polesie]. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta imeni V. I. Lenina. Serya 2, Himiya. Biologiya. Geografiya = Bulletin of the Belarusian State University named after V. I. Lenin. Series 2, Chemistry. Biology. Geography*, 1982, no. 1, pp. 59–64. (in Russian)
11. Shal'kevich F. E., Kachkov Yu. P., Topaz A. A. *Agroekologicheskoe mikrorajonirovanie pochv r. Prip'yat' na osnove metodov distancionnogo zondirovaniya* [Agroecological microzoning of soils of the Prip'yat River based on remote sensing methods]. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Serya 2, Himiya. Biologiya. Geografiya = Bulletin of the Belarusian State University. Series 2, Chemistry. Biology. Geography*, 1999, no. 3, pp. 61–66. (in Russian)
12. Topaz A. A. *Analiz struktury pochvennogo pokrova na osnove cifrovoj obrabotki aerofotosnimkov (na primere doliny r. Prip'yat')* [Analysis of the structure of the soil cover based on digital processing of aerial photographs (using the Prip'yat River valley as an example)]. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Serya 2, Himiya. Biologiya. Geografiya = Bulletin of the Belarusian State University. Series 2, Chemistry. Biology. Geography*, 2006, no. 1, pp. 74–78. (in Russian)
13. Kur'yanovich M. F. *Kartografirovanie neodnorodnosti pochvennogo pokrova osushennyh zemel' Belorusskogo Poles'ya na osnove materialov distancionnogo zondirovaniya* [Mapping the heterogeneity of the soil cover of drained lands of the Belarusian Polesie based on remote sensing materials]. *Pochvovedenie i agrohimiya = Soil Science and Agrochemistry*, 2013, no. 2, pp. 55–63. (in Russian)

14. Kur'yanovich M. F., Davidovich Yu. S., Shal'kevich F. E. *Ispol'zovanie infrakrasnyh teplovyh kosmicheskikh snimkov dlya izucheniya pochvennogo pokrova* [Using infrared thermal space images to study the soil cover]. *Pochvovedenie i agrokimiya = Soil Science and Agrochemistry*, 2022, no. 1, pp. 21–31. (in Russian)
15. Grubina P. G., Savin I. Yu., Prudnikova E. Yu. *Vozmozhnosti ispol'zovaniya dannyh teplovoj s'emki dlya detektirovaniya osnovnyh parametrov plodorodiya pahotnyh pochv* [The possibilities of using thermal infrared imaging data for detecting the main parameters of arable soil fertility]. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V. V. Dokuchaeva = Dokuchaev Soil Bulletin*, 2020, no. 105, pp.146–172. (in Russian)
16. Chervan A. N., Davidovich Yu. S., Kindeev A. L. Modeling of the 50-year dynamics of the reclaimed lands vulnerability to wind soil erosion in the region of Pripyat Polesye. *Geography, Environment, Sustainability*, 2024, no. 4, pp.198–204. DOI: 10.24057/2071-9388-2024-3290.
17. Shal'kevich F. E., Davidovich Yu. S., Topaz A. A., Kur'yanovich M. F. *Osobennosti deshifirovaniya pochvenno-rastitel'nogo pokrova tipov zemel' Belorusskogo Poles'ya po materialam radiolokacionnoj s'emki* [Features of decoding the soil and vegetation cover of land types in the Belarusian Polesie based on radar survey materials]. *Zemlya Belarusi = Land of Belarus*, 2023, no. 4, pp. 47–57. (in Russian)
18. Savin I. Yu. *Perspektivy razvitiya kartografirovaniya i monitoringa pochv na osnove interpolyacii tochechnykh dannyh i distancionnykh metodov* [Prospects for the development of soil mapping and monitoring based on interpolation of point data and remote sensing methods]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17, Pochvovedenie = Bulletin of the Moscow University. Series 17, Soil Science*, 2022, no. 2, pp. 13–19. (in Russian)
19. Savin I. Yu., Zhogolev A. V., Prudnikova E. Yu. *Sovremennye trendy i problemy pochvennoj kartografii* [Modern trends and problems of soil mapping]. *Pochvovedenie = Soil Science*, 2019, no. 5, pp. 471–480. DOI: 10.1134/S1064229319050107. (in Russian)
20. Buryak Zh. A., Gafurov A. M. *Ocenka spektral'no-otrazhatel'nykh svoystv erodirovannykh agropochv Respubliki Tatarstan* [Spectral properties of eroded arable soils in the Republic of Tatarstan]. *Regional'nye geosistemy = Regional Geosystems*, 2025, no. 3, pp. 517–532. DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-3-517-532 EDN: OMEKBH. (in Russian)
21. *Nacyanal'ny atlas Belarusi* [National Atlas of Belarus]. Minsk, Belkartografiya Publ., 2024, 348 p. (in Belarussian)
22. Klebanovich N. V., Anoshko V. S., Chertko N. K., Koval'chik N. V., Cherny'sh A. F. *Geografiya pochv Belarusi: ucheb. posobie* [Soil geography of Belarus: a textbook]. Minsk, BSU Publ., 2011, 183 p. (in Russian)
23. Anoshko V. S., Vashkevich L. F., Bachila S. S., Kudelko D. V., Savriczkaya K. M. *Sovremennoe sostoyanie agrofizicheskikh svoystv meliorirovannykh pochv Belorusskogo Poles'ya* [Current state of agrophysical properties of reclaimed soils of the Belarusian Polesie]. *Struktura i morfogenez pochvennogo pokrova v usloviyah antropogennogo vozdeystviya: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 17–20 sent. 2013 g.* [Structure and morphogenesis of the soil cover under anthropogenic impact: Proc. of the International Scientific and Practical Conf., September 17–20, 2013]. Minsk, 2013, pp. 162–165. (in Russian)
24. Romanova T. A., Chervan' A. N., Andreeva V. L. *Teoreticheskie osnovy i prakticheskaya znachimost' issledovanij struktury pochvennogo pokrova* [Theoretical foundations and practical significance of studies of the structure of the soil cover]. *Pochvovedenie = Soil Science*, 2011, no. 3, pp. 300–310. (in Russian)
25. Smirnova M. A., Gennadiev A. N. *Kolichestvennaya ocenka pochvennogo raznoobraziya: teoriya i metody issledovaniya* [Quantitative assessment of soil diversity: theory and research methods]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya = Bulletin of Moscow University. Series 5, Geography*, 2017, no. 4, pp. 3–11. (in Russian)
26. Godel'man Ya. M. *Metodika opredeleniya sistemy parametrov struktury pochvennogo pokrova* [Methodology for determining the system of parameters of the soil cover structure]. Chisinau, Moldagroinformeklama Publ., 1989, 36 p. (in Russian)
27. Kaurichev I. S., Romanova T. A., Sorokina N. P. *Struktura pochvennogo pokrova i tipizaciya zemel': uchebnoe posobie* [Soil cover structure and land typification: a tutorial]. Moscow, Moscow Agricultural Academy Publ., 1992, 151 p. (in Russian)
28. Savin I. Yu., Berbekov S. A., Tutukova D. A. *Kompleksnaya ocenka neodnorodnosti pochvennogo pokrova v zavisimosti ot sostoyaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur* [Comprehensive assessment of soil heterogeneity by crop canopy status]. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V. V. Dokuchaeva = Dokuchaev Soil Bulletin*, 2022, no. 113, pp. 31–57. DOI: 10.19047/0136-1694-2022-113-31-57. (in Russian)
29. Lysenko S. A., Hitrikov M. A. *Ocenki sovremennykh izmenenij bioklimaticheskikh parametrov pochvenno-rastitel'nogo pokrova Gomel'skoj oblasti* [Assessment of modern changes in bioclimatic parameters of soil and vegetation cover of the Gomel region]. *Prirodny'e resursy' = Natural resources*, 2024, no. 2, pp. 17–29. (in Russian)
30. Shal'kevich F. E., Kur'yanovich M. F. *Tematicheskoe deshifirovanie: posobie* [Thematic deciphering: a manual]. Minsk, BSU Publ., 2022, 131 p. (in Russian)
31. Shestakov N. A., Davidovich Yu. S., Kazyak E. V. *Analiz metodov atmosfernoj korrekcii DDZ (na primere snimkov Landsat-8) dlya polucheniya naibolee reprezentativnykh dannyh o spektral'no-otrazhatel'nykh svoystvakh rastitel'nogo pokrova* [Analysis of methods of atmospheric correction of remote sensing data (using Landsat-8 images as an example) to obtain the most representative data on the spectral-reflective properties of vegetation cover]. *GIS-tehnologii v naukah o Zemle: materialy resp. nauch.-prakt. seminarov studentov i molodykh uchennyh, Minsk, 17 noyab. 2021 g.* [GIS technologies in Earth sciences: materials of the rep. scientific and practical seminar of students and young scientists, Minsk, November 17, 2021]. Minsk, 2021, pp. 212–220. (in Russian)
32. USGS (2025). Available at: <https://www.usgs.gov/faqs> (accessed 1 October 2025).

33. Cherepanov A. S. *Vegetacionnye indeksy* [Vegetation indices]. *Geomatika = Geomatics*, 2011, no. 2, pp. 98–102. (in Russian)
34. Chimitdorzhiev T. N., Dmitriev A. V., Dagurov P. N. *Tekhnologiya sovmestnogo analiza vremennyh ryadov izobrazhenij interferometricheskoy kogerentnosti Sentinel-1 i vegetacionnogo indeksa po dannym Sentinel-2 dlya monitoringa sel'skohozyajstvennyh polej* [Technology of joint analysis of Sentinel-1 interferometric coherence time series and vegetation index based on Sentinel-2 data for monitoring agricultural fields]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Modern Problems of Earth Remote Sensing from Space*, 2020, vol. 17, no. 4, pp. 61–72. (in Russian)
35. Davidovich Yu. S. *Metodika tipologicheskogo otbora territorial'nyh edinicz dlya distancionnoj ocenki sostoyaniya geosistem Belorusskogo Poles'ya* [Methodology of typological selection of territorial units for remote assessment of the state of geosystems of the Belarusian Polesie]. *Molodezh' XXI veka: obrazovanie, nauka, innovacii: materialy XI Mezhdunarodnoj konferencii aspirantov i molodyh uchenyh, Vitebsk, 6 dekabrya 2024 g.* [Youth of the XXI century: education, science, innovation: materials of the XI International conference of postgraduate students and young scientists, Vitebsk, December 6, 2024], Vitebsk, 2024, pp. 26–27. (in Russian)
36. Kachkov Yu. P., Bashkinceva O. F., Yaczuho V. M., Cherny'sh A. F. *Tipizaciya zemel' i ispol'zovanie ee rezul'tatov pri formirovanii rabochih uchastkov* [Land typification and the use of its results in the formation of working areas]. *Zemlya Belarusi = Land of Belarus*, 2011, no. 3, pp. 41–48. (in Russian)

Информация об авторах

Давидович Юрий Сергеевич – аспирант кафедры почвоведения и геоинформационных систем факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета (ул. Ленинградская, 16, 220030, г. Минск, Беларусь). E-mail: seg98001@gmail.com

Червань Александр Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой почвоведения и геоинформационных систем факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета (ул. Ленинградская, 16, 220030, г. Минск, Беларусь). E-mail: ChervanAlex@mail.ru

Information about the authors

Davidovich Yury Sergeevich – Post-Graduate student of Department of Soil Science and Geoinformatic of the Faculty of Geography and Geoinformatic of the Belarusian State University (16. Leningradskaya Str., 220030, Minsk, Belarus). E-mail: seg98001@gmail.com

Chervan Alexander Nikolaevich – Ph.D. (Agriculture), Head of Department of Soil Science and Geoinformatic of the Faculty of Geography and Geoinformatic of the Belarusian State University (16. Leningradskaya Str., 220030, Minsk, Belarus). E-mail: ChervanAlex@mail.ru