



УДК 502/504:631.41
DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-1-132-142

Предложения по совершенствованию перечня характеристик почв при проведении инженерно-экологических изысканий

Волошенко И.В., Новых Л.Л., Новых Е.А.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: novykh@bsu.edu.ru

Аннотация. В практике проведения инженерно-экологических изысканий в России применяется серия ГОСТ, регламентирующих использование почв для осуществления рекультивации нарушенных земель, которые существенно различаются по числу параметров, рекомендуемых к определению. В связи с этим целью исследования являлась разработка предложений по совершенствованию перечня определяемых параметров при проведении почвенных исследований в рамках инженерно-экологических изысканий. В результате анализа научной литературы и нормативных документов установлено, что среди физических свойств почвы общими индикаторами являются гранулометрический состав и степень каменистости, среди общих химических свойств – содержание гумуса и карбоната кальция, pH водного раствора. Отмечено использование в некоторых ГОСТ устаревших единиц массы вещества, рекомендованных для проведения почвенных исследований. Предложен унифицированный перечень параметров, определение которых должно быть обязательным при осуществлении почвенных исследований в рамках инженерно-экологических изысканий.

Ключевые слова: инженерно-экологические изыскания, почвенные индикаторы, гранулометрический состав, каменистость, гумус, pH, содержание карбонатов, подвижный фосфор, обменный калий

Для цитирования: Волошенко И.В., Новых Л.Л., Новых Е.А. 2022. Предложения по совершенствованию перечня характеристик почв при проведении инженерно-экологических изысканий. Региональные геосистемы, 46(1): 132–142. DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-1-132-142

Proposals for improving the list of soil characteristics during engineering and environmental surveys

Irina V. Voloshenko, Larisa L. Novykh, Evgenia A. Novykh

Belgorod National Research University
85 Pobedy St, Belgorod 3080015, Russia
E-mail: novykh@bsu.edu.ru

Abstract. In the practice of engineering and environmental surveys in Russia, a series of GOST are used that regulate the use of soils for the implementation of reclamation of disturbed lands, which differ significantly in the number of parameters recommended for determination. In this regard, the purpose of the study was to develop proposals for improving the list of parameters to be determined when conducting soil studies in the framework of engineering and environmental surveys. As a result of the analysis of scientific literature and regulatory documents, it was found that among the physical properties of the soil, the granulometric composition and the degree of stoniness are common indicators, among the general chemical properties - the content of humus and calcium carbonate, pH of the aqueous solution.

The use in some GOST of obsolete units of mass of a substance recommended for soil research is noted. A unified list of parameters is proposed, the determination of which should be mandatory in the implementation of soil research within the framework of engineering and environmental surveys.

Keywords: environmental engineering surveys, soil indicators, particle size distribution, rockiness, humus, pH, carbonate content, mobile phosphorus, exchangeable potassium

For citation: Voloshenko I.V., Novykh L.L., Novykh E.A. Proposals for improving the list of soil characteristics during engineering and environmental surveys. Regional Geosystems, 46(1): 132–142 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-1-132-142

Введение

Активное строительство, происходящее в России и включающее модернизацию и сооружение новых промышленных объектов, а также интенсивную гражданскую застройку, требует усиления внимания к инженерно-изыскательской деятельности. Проведение инженерно-экологических изысканий (ИЭИ) в настоящее время весьма актуально для Белгородской и Курской областей вследствие активной модернизации предприятий горнодобывающей промышленности региона КМА.

В своих предыдущих работах [Новых, 2014; Новых и др., 2021] мы рассмотрели такие актуальные проблемы проведения почвенных исследований при инженерно-экологических изысканиях (ИЭИ), как классификация почв и индексация генетических горизонтов. Для определения классификационной принадлежности почв, изучаемых в ходе ИЭИ, степени их загрязнения и норм снятия плодородного слоя рассматривают ряд аналитических характеристик почв. Изучение свойств почвы – мероприятие затратное, поэтому стоит проблема его максимального удешевления, что требует оптимизации перечня определяемых параметров.

Проблема выбора и использования индикаторов деградации почв имеет важное значение и широко обсуждается в литературе [Zuber et al., 2017; Bünenmann et al., 2018; Braidotti et al., 2021]. Индикаторы качества почвы представляют ценность для мониторинга и оценки экосистем. Сложность выбора почвенных индикаторов обусловлена, в первую очередь, большой изменчивостью типов почвы, климата и экосистем [Muñoz-Rojas, 2018].

В практике проведения ИЭИ номенклатура показателей пригодности почв для осуществления рекультивации приведена в ряде ГОСТ:

- ГОСТ 17.4.2.02-83. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания [2008];
- ГОСТ 17.4.2.03-86. Охрана природы. Почвы. Паспорт почв [2008];
- ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель [2008].

Цель исследования заключалась в разработке предложений по совершенствованию перечня определяемых параметров при проведении почвенных исследований в рамках инженерно-экологических изысканий.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили названные выше нормативные документы, регулирующие проведение почвенных исследований в рамках ИЭИ. ГОСТ 17.4.2.02-83 «Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания» [2008], включает в себя три раздела:

1. Показатели пригодности и характеризуемые свойства;
2. Показатели для разных природных зон;

3. Термины, используемые в настоящем стандарте.

ГОСТ 17.4.2.03-86 «Охрана природы. Почвы. Паспорт почв» [2008] состоит из семи разделов:

1. Географическое положение почвы;
2. Физико-географические условия местности;
3. Хозяйственное использование местности;
4. Характеристика источников загрязнения и деградация почвы;
5. Характеристика почвы;
6. Характеристика почвенных горизонтов;
7. Санитарное состояние почвы.

ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель» [2008] включает четыре раздела:

1. Показатели химического и гранулометрического состава;
2. Пригодные: плодородный и потенциально плодородный слои;
3. Малопригодные: по физическим свойствам; по химическому составу; по физическим и химическим свойствам;
4. Непригодные: по физическим свойствам; по химическому составу.

Число показателей свойств почв, рекомендуемых к определению, составляет: для ГОСТ 17.4.2.02-83 – 25, ГОСТ 17.4.2.03-86 – 19 и ГОСТ 17.5.1.03-86 – 9.

Основными методами исследования являлись: изучение литературы и иных источников и сравнительный анализ.

Результаты и их обсуждение

Для сравнения названных ГОСТ в табл. 1–2 дан перечень свойств почвы, определение которых предусмотрено в каждом из документов.

Таблица 1
 Table 1

Перечень физических свойств почв, предусмотренных к определению в разных ГОСТах
 List of physical properties of soils provided for determination in different GOSTs

Показатели	Размерность единиц измерения		
	ГОСТ 17.4.2.03-86	ГОСТ 17.4.2.02-83	ГОСТ 17.5.1.03-86
1. Гранулометрический состав почвы, название	+	+	–
1.1. Сумма фракций менее 0,01 мм.	–	–	%
2. Степень каменистости	%	–	–
2.1. Сумма фракций размером более 300 мм	–	–	%
3. Объемная масса почвы,	г/см ³	г/см ³	–
4. Удельная масса	–	г/см ³	–
5. Общая пористость почвы	%	%	–
6. Влажность весовая	–	%	–
7. Влажность объемная	–	%	–
8. Полевая влагоемкость	%	%	–
9. Скорость инфильтрации (водопроницаемость)	мм/мин	мм/мин; мм/ч; мм/сут	–
10. Электропроводимость насыщенного водного раствора	мСм/см	–	–

Примечание: + определение параметра в данном ГОСТе предусмотрено, но результат приводится в виде качественного описания, без использования единиц измерения; – определение параметра не предусмотрено.

В литературе представлены разные варианты перечня показателей, рекомендуемых в качестве индикаторов физического состояния почв при осуществлении их оценки. Часто встречаются гранулометрический состав, плотность почвы, каменистость, структурность [Kirchmann Andersson, 2001; Берсенева, 2017; Muñoz-Rojas, 2018; Rannik, Kõlli, 2018; Orgiazzi et al., 2018; Зыбалов и др., 2020; Batjes et al., 2020; Braidotti et al., 2021]. Реже представлены липкость и пористость.

Таблица 2
Table 2

Перечень химических свойств почв, предусмотренных к определению в разных ГОСТах
The list of chemical properties of soils provided for determination in different GOSTs

Показатели	Размерность единиц измерения		
	ГОСТ 17.4.2.03-86	ГОСТ 17.4.2.02-83	ГОСТ 17.5.1.03-86
Общие химические свойства почвы			
1. Содержание гумуса	%	%	%
2. Содержание общего азота	%	%	–
3. Соотношение углерод : азот	б/р	–	–
4. рН солевой вытяжки	ед. рН	ед. рН	–
5. рН водного раствора	ед. рН	ед. рН	ед. рН
6. Содержание карбоната кальция (CaCO_3)	%	%	% (опр. при $\text{pH} > 7$)
7. Подвижные формы микроэлементов	–	мг/кг почвы	–
Катионообменные свойства почвы			
8. Емкость катионного обмена	мг-экв/100 г почвы	–	–
9. Насыщенность основаниями	%	%	–
10. Состав обменных катионов	ммоль/100 г почвы	мг экв/100 г почвы	–
11. Гидролитическая кислотность	–	мг экв/100 г почвы	–
12. Алюминий подвижный (определяется при $\text{pH} < 6,5$)	–	–	мг/100 г
13. Na (определяется при $\text{pH} > 6,5$)	–	–	% от емкости поглощения
14. Степень солонцеватости	–	%	–
Содержание основных элементов питания			
15. Содержание подвижного фосфора	мг/100 г почвы	мг P_2O_5 /кг почвы	–
16. Содержание подвижного калия	мг/100 г почвы	–	–
17. Азот доступный и легкогидролизуемый	–	мг N/кг почвы	–
18. Фосфор валовой	–	%	–
19. Калий валовой	–	%	–
20. Калий обменный	–	мг K_2O /кг почвы	–
Степень и характер засоления почвы			
21. Состав и общее содержание солей в водной вытяжке	г/л	–	–
22. Гипс в солянокислой вытяжке	–	%	%
23. Водорастворимые токсичные соли	–	мг экв/100 г почвы, %	–
24. Сухой остаток	–	–	%

Примечание: – определение параметра не предусмотрено; б/р – безразмерная величина.

Среди оценочных показателей, отражающих химическое состояние почв, часто встречаются содержание гумуса, pH, агрохимические критерии (NPK), емкость катионного обмена, состав обменных катионов [Берсенева, 2017; Zuber et al., 2017; Muñoz-Rojas, 2018; Rannik, Kõlli, 2018; Bünenmann et al., 2018; Orgiazzi et al., 2018; Дымова и др., 2019; Mahajan et al., 2019; Batjes et al., 2020; Макарова, Фоменко, 2021; Braidotti et al., 2021; Кугылчук et al., 2021]. При изучении загрязнения почвы рекомендуется определение микроэлементов, перечень которых зависит от источника загрязнения. Это могут быть как микроэлементы Cu, Zn, Mn, B, играющие важную роль в питании растений [Kirchmann, Andersson, 2001; Дымова и др., 2019; Braidotti et al., 2021], так и более широкий список других микроэлементов и тяжелых металлов [Зыбалов, 2020].

Оценка категорий загрязнения почв тяжелыми металлами на стадии ИЭИ, а также существующие противоречия в законодательстве были проанализированы К.О. Кунаковым [2017]. Такая проблема особенно актуальна при разработке проектной документации объектов капитального строительства на территории городов, промышленных предприятий, участков геохимических аномалий, сельскохозяйственных угодьях. Стандартный перечень определяемых параметров в почве для России установлен СП 47.13330.2012 [2013] и СанПиН 2.1.7.1287-03 [2007]. Он включает тяжелые металлы, нефтепродукты и бенз(а)пирен. Как отмечает автор, на сегодняшний день в Российской Федерации отсутствуют гигиенические нормативы допустимого уровня содержания тяжелых металлов в почве по всем показателям вредности, что не позволяет провести полную оценку качества почвы. В связи с этим мы ограничились рассмотрением только макроэлементов.

Во всех трех анализируемых ГОСТах предусматривается определение пяти показателей: гранулометрического состава почвы, степени ее каменистости, содержания гумуса, pH водного раствора и содержания карбонатов.

В то же время в Законе Белгородской области «Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Белгородской области» [2020] в качестве показателей плодородия почв, подлежащих нормированию, называются содержание органического вещества в пахотном горизонте, кислотность в кислых почвах и щелочность в щелочных почвах, содержание подвижного фосфора и обменного калия. Этот перечень показателей плодородия почв не является уникальным, предназначенный только для Белгородской области. Он применяется при оценке состояния почв сельхозугодий при анализе агрохимических показателей [Гогмачадзе, 2010].

Согласно существующим представлениям [Tagiverdiev et al., 2017], гранулометрический состав и состояние гумуса образуют почвенную матрицу, которая прямо или косвенно влияет на все свойства почвы. Следовательно, эти два параметра являются важными для любого исследования почвы. При оценке свойств почв при мониторинге земель И.В. Замотаев и др. [Замотаев и др., 2018] рассматривают такие показатели, как гумус, гранулометрический состав (содержание илистой фракции и физической глины), pH водной суспензии, равновесную плотность, твердость и коэффициент дисперсности.

Среди физических свойств почвы общими показателями являются гранулометрический состав и степень каменистости. Гранулометрический состав влияет на важнейшие свойства почвы. Стандартный «пипет-метод» для его определения является очень трудоемким, поэтому все чаще его заменяют методом лазерной дифракции. Важной проблемой определения гранулометрического состава, по мнению Е.В. Шеина с соавторами, является расхождение результатов этих методов. Однако, многочисленные данные «позволяют сделать оптимистичный вывод о том, что для общеклассификационных целей оба метода дают близкие результаты, а вот для подробного гранулометрического пофракционного анализа следует учитывать, что лазерный дифрактометр

дает заметно пониженное содержание во фракции ила» [Шеин и др., 2016]. Степень каменистости определяет критерии снятия плодородного слоя: если почва сильнокаменистая и/или сильнощебнистая, норму снятия плодородного слоя почвы не устанавливают [Кунаков, 2017].

Среди общих химических свойств почвы названы содержание гумуса, рН водного раствора, содержание карбоната кальция. Гумус имеет большое значение для плодородия почвы, при этом важны как количество накапливающегося в почве гумуса, так и его качество [Долгополова, 2019]. В современных работах встречается термин «почвенное органическое вещество» и указывается, что раньше его называли гумус [Семенов, Когут, 2015], однако не все авторы разделяют это мнение, так как термин «гумус» по-прежнему встречается в литературе. Содержание гумуса в почве играет важнейшую роль в ИЭИ, так как оно определяет, согласно ГОСТ 17.5.3.06-85 [2008], целесообразность снятия плодородного и потенциально плодородного слоев почвы.

рН водного раствора целесообразно рассмотреть совместно с рН солевой вытяжки. Эти показатели характеризуют кислотность актуальную и потенциальную. Требования к оценке плодородия почв по их кислотности представляет определенную проблему. В частности, отмечается, что «для всех перечисленных в стандарте подтипов почв необходимо определять рН водной вытяжки, кроме дерново-подзолистых, для которых следует определять рН солевой вытяжки» [Булышева, Жигульский, 2018]. С научной точки зрения такое разделение неверно, т.к. эти показатели определяют разные типы кислотности.

рН водной вытяжки – величина динамичная, изменяющаяся под действием разных факторов, поэтому ее определение необходимо проводить во всех почвах. В то же время рН солевой вытяжки требуется проводить только у тех почв, которые проявляют кислотные свойства, т.е. у них рН водной вытяжки меньше 7. У почв с нейтральной или щелочной реакцией среды понятие наличия кислотности теряет смысл.

Определение содержания карбоната кальция требуют все рассматриваемые ГОСТы, но с уточнением, что для биологической рекультивации он определяется лишь при $\text{рН} > 7$, т.е. в щелочной среде. Этот параметр используется в диагностических критериях в классификациях почв. В кислой среде карбонаты растворяются, поэтому есть смысл заниматься определением карбонатов только в нейтральной и щелочной среде.

Среди показателей, отражающих содержание основных элементов питания, в анализируемых ГОСТах встречаются содержание подвижного фосфора и подвижного или обменного калия. Обращает на себя внимание использование в ГОСТах для некоторых параметров разных единиц измерения (см. табл. 2). Так, состав обменных катионов в паспорте почв выражается в ммоль/100 г почвы, а в ГОСТе по землеванию – мг экв/100 г почвы; гидролитическая кислотность – в мг экв/100 г почвы в ГОСТе по землеванию, в то время как содержание подвижного алюминия – в мг/100 г почвы в ГОСТе по биологической рекультивации.

Анализ единиц массы и количества вещества, используемых в почвоведении, был дан Л.А. Воробьевой [2010]. Она отмечает, что до введения системы СИ, которое произошло в 1960 году, при оценке эквивалентных соотношений веществ в мировом почвоведении использовались не единицы количества вещества эквивалентов, а единицы массы (грамм- и миллиграмм-эквивалент). Единицей количества вещества эквивалентов в системе СИ является моль. В настоящее время использование таких единиц массы как г-экв и мг-экв не допускается. Однако в приведенных ГОСТах по-прежнему встречаются устаревшие единицы массы вещества и с этих позиций ГОСТы не обновлялись.

Заключение

В ГОСТах 17.4.2.02-83, 17.4.2.03-86 и 17.5.1.03-86 приводится перечень свойств почвы, определяемых при проведении ИЭИ. Общее число таких параметров составляет 36, изменяясь от 9 в ГОСТе по биологической рекультивации земель до 25 в ГОСТе, определяющем условия использования почвенного слоя для землевания. Общими показателями, представленными в названных ГОСТах, являются: гранулометрический состав почвы, степень ее каменистости, содержание гумуса, pH водного раствора и содержание карбонатов. Перечисленные параметры, безусловно, должны определяться при проведении ИЭИ. Вместе с тем, обязательный перечень необходимо дополнить показателями, отражающими содержание основных элементов питания (подвижный фосфор и обменный калий).

Анализ содержания паспорта почвы показывает, что ряд параметров – объемная масса почвы, общая пористость почвы, полевая влагоемкость, водопроницаемость, содержание общего азота, соотношение «углерод : азот» – не используются для классификации изучаемых почв и оценки степени их деградации. В связи с этим перечисленные параметры рекомендуется исключить из определения при проведении ИЭИ. Необходимо обновление ГОСТов 17.4.2.02-83, 17.4.2.03-86 с целью устранения устаревших единиц измерения, используемых при анализе почвы.

Список источников

- ГОСТ 17.4.2.02-83. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания. 2008. М., Стандартинформ, 4 с.
- ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требование к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ. 2008. М., Стандартинформ, 4 с.
- ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. 2008. М., Стандартинформ, 6 с.
- ГОСТ 17.4.2.03-86. Охрана природы. Почвы. Паспорт почв. 2008. М., Стандартинформ, 4 с.
- Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Белгородской области: Закон Белгородской области от 10.06.2020 № 488. Электронный ресурс. URL: <https://belregion.ru/upload/iblock/026/488.pdf> (дата обращения: 25.11.2021).
- СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения (Актуализированная редакция СНиП 11-02-96). 2013. М., Минрегион России, 111 с.
- СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. 2007. Электронный ресурс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42140/ (дата обращения: 26.11.2021).

Список литературы

- Берсенева О.А. 2017. Изучение агрохимических и агроэкологических показателей почв сельскохозяйственного назначения с целью мониторинга их загрязнения выбросами металлургических производств. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, 28 (4): 52–59. DOI: 10.21513/0207-2564-2017-4-52-59.
- Булышева А.М., Жигульский В.А. 2018. Определение норм снятия плодородного слоя почвы и проблемы нормативных технических документов. В кн.: Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации. Материалы докладов 14-ой Общероссийской научно-практической конференции и выставки изыскательских организаций, 11–14 декабря 2018, Москва, Изд-во Геомаркетинг: 162–165.
- Воробьева Л.А. 2010. Об использовании единиц массы и количества вещества в почвоведении. Почвоведение, 3: 383–384.
- Гогмачадзе Г.Д. 2010. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации. М., Изд-во Московского университета, 592 с.

- Долгополова Н.В. 2019. Плодородие почвы, как природный вещественно-энергетический поток в севооборотах агроландшафта. Региональный вестник, 3: 40–42.
- Дымова Л.В., Самсонова И.Г., Соколова О.В., Крылов Л.Ю. 2019. Мониторинг плодородия почв на юго-востоке Алтайского края. Достижения науки и техники АПК, 33 (4): 46–49. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10411.
- Замотаев И.В., Белобров В.П., Юдин С.А., Белоброва Д.В. 2018. Оценка почвенных свойств при мониторинге земель на регионально-локальном уровне. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 42 (2): 172–180. DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-2-172-180.
- Зыбалов В.С., Сергеев Н.С., Запевалов М.В. 2020. Результаты мониторинга залежных земель в лесостепной зоне южного Урала. АПК России, 27 (1): 30–37.
- Кунаков К.О. 2017. Противоречия в законодательстве и оценка категорий загрязнения почв тяжелыми металлами на стадии инженерно-экологических изысканий. Вестник государственной экспертизы, 3: 96–99.
- Макарова А.А., Фоменко Т.Г. 2021. К вопросу разработки биологизированных способов сохранения плодородия почв в интенсивных насаждениях яблони. Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия, 33: 51–58. DOI 10.30679/2587-9847-2021-33-51-58.
- Новых Е.А., Волошенко И.В., Новых Л.Л. 2021. Проблемы инженерно-экологических изысканий: почвенные аспекты. Региональные геосистемы, 45 (2): 246–257. DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-2-246-257.
- Новых Л.Л. 2014. Современные проблемы почвенных исследований при проведении инженерно-экологических изысканий. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 19 (5): 1446–1449.
- Семенов В.М., Когут Б.М. 2015. Почвенное органическое вещество. М., Изд-во ГЕОС, 233 с.
- Шеин Е.В., Милановский Е.Ю., Скворцова Е.Б., Хайдапова Д.Д., Тюгай З.Н., Початкова Т.Н., Дембовецкий А.В., Шнырев Н.А., Николаева Е.И., Юдина А.А., Романенко К.А., Быкова Г.С., Клюева В.В., Белик А.А. 2016. Современные приборы и методы исследования физических свойств почвы. В кн.: Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны. Тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с зарубежным участием научной конференции, 15–22 августа 2016, Белгород, Издательский дом «Белгород»: 391–392.
- Batjes N.H., Ribeiro E., van Oostrum A. 2020. Standardised soil profile data to support global mapping and modelling (WoSIS snapshot 2019). Earth System Science, 12 (1): 299–320. DOI: 10.5194/essd-12-299-2020.
- Braidotti G., De Nobili M., Piani L. 2021. Integrated Use of Local and Technical Soil Quality Indicators and Participatory Techniques to Select Them. A Review of Bibliography and Analysis of Research Strategies and Outcomes. Sustainability, 13 (1): 87. DOI: 10.3390/su13010087.
- Bünemann E.K., Bongiorno G., Bai Z., Creamer R.E., De Deyn G., Goede R., Fleskens L., Geissen V., Kuypers T.W., Mäder P., Pulleman M., Sukkel W., Groenigen J.W., Brussaard L. 2018. Soil quality – A critical review. Soil Biology and Biochemistry, 120: 105–125. DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.01.030.
- Kirchmann H., Andersson R. 2001. The Swedish system for quality assessment of agricultural soils. Environmental monitoring and assessment, 72: 129–139. DOI: 10.1023/A:1012048124858.
- Kyrylchuk A., Pankiv Z., Demchishyn A. 2021. Ecological and Agrochemical Condition of Soils of L'viv Region of Ukraine as a Basis of Their Investment Attractiveness. European Journal of Science and Technology, 28: 837–842. DOI: 10.31590/ejosat.1011396.
- Mahajan N.C., Kancheti Mrunalini K.S., Krishna Prasad R.K., Lingutla Sirisha. 2019. Soil Quality Indicators, Building Soil Organic Matter and Microbial Derived Inputs to Soil Organic Matter under Conservation Agriculture Ecosystem: A Review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 8(02): 1859–1879. DOI: 10.20546/ijcmas.2019.802.218.

- Muñoz-Rojas M. 2018. Soil quality indicators: critical tools in ecosystem restoration. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 5: 47–52. DOI: 10.1016/j.coesh.2018.04.007.
- Orgiazzi A., Ballabio C., Panagos P., Jones A., Fernández-Ugalde O. 2018. LUCAS Soil, the largest expandable soil dataset for Europe: a review. *European Journal of Soil Science*, 69 (1): 140–153. DOI: 10.1111/ejss.12499.
- Rannik K., Kõlli R. 2018. Evaluation of the pedodiversity, agronomical quality and environment protection ability of the soil cover of Estonian croplands. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 67 (3): 205–222. DOI: 10.3176/earth.2018.15.
- Tagiverdiev S.S., Gorbov S.N., Bezuglova O.S., Kotik M.V. 2017. Transformation of chernozem physical properties under urbope-dogenesis conditions. In: *Urbanization: a challenge and an opportunity for soil functions and ecosystem services*. Materials 9th international congress Soils of Urban Industrial Traffic Mining and Military Areas Russia. Moscow, 22–26 May 2017: 456–458.
- Zuber S.M., Behnke G.D., Nafziger E.D., Villamil M.B. 2017. Multivariate assessment of soil quality indicators for crop rotation and tillage in Illinois. *Soil and Tillage Research*, 174: 147–155. DOI: 10.1016/j.still.2017.07.007.

References

- Berseneva O.A. 2017. Study of Agroecological and Agrochemical Indicators of Agricultural Soils for the Purpose of Monitoring Their Pollution by Emissions from Metallurgical Industries. *Environmental Monitoring and Ecosystem Modelling*, 28 (4): 52–59 (in Russian). DOI: 10.21513/0207-2564-2017-4-52-59.
- Bulysheva A.M., Zhigul'skij V.A. 2018. Opredelenie norm snjatija plodorodnogo sloja pochvy i problemy normativnyh tehnicheskikh dokumentov [Determination of the norms for the removal of the fertile soil layer and the problems of regulatory technical documents]. In: *Perspektivy razvitiya inzhenernyh izyskanij v stroitel'stve v Rossijskoj Federacii* [Prospects for the development of engineering surveys in construction in the Russian Federation]. Proceedings of the 14th All-Russian Scientific and Practical Conference and Exhibition of Survey Organizations, 11–14 December 2018, Moscow, Publ. Geomarketing: 162–165.
- Vorob'eva L.A. 2010. Use of Mass (Weight) and Amount Units in Soil Science. *Eurasian Soil Science*, 3: 354–355 (in Russian). DOI: 10.1134/S1064229310030154.
- Gogmachadze G.D. 2010. Agroekologicheskij monitoring pochv i zemel'nyh resursov Rossijskoj Federacii [Agroecological monitoring of soils and land resources of the Russian Federation]. Moscow, Pabl. Moskovskogo universitetata, 592 p.
- Dolgopolova N.V. 2019. Plodorodiye pochvy, kak prirodnyy veshchestvenno-energeticheskiy potok v sevooborotakh agrolandshafta [Soil fertility as a natural material and energy flow in crop rotations of the agricultural landscape]. *Regionalnyy vestnik*, 3: 40–42.
- Dymova L.V., Samsonova I.G., Sokolova O.V., Krylov L.Yu. 2019. Soil Fertility Monitoring in the Southeast of the Altai Krai. *Achievements of Science and Technology of AIC*, 33 (4): 46–49 (in Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10411.
- Zamotaev I.V., Belobrov V.P., Yudin S.A., Belobrova D.V. 2018. Assessment of Soil Properties in Monitoring Land at regional-local Level. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series*, 42 (2): 172–180 (in Russian). DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-2-172-180.
- Zybalov V.S., Sergeev N.S., Zapevalov M.V. 2020. The Results of Monitoring Fallow Lands in the Forest-Steppe Zone of the Southern Urals. *Agro-industrial complex of Russia*, 27 (1): 30–37 (in Russian).
- Kunakov K.O. 2017. Contradictions in legislation and assessment of categories of soil pollution by heavy metals at the stage of engineering and environmental surveys. *Bulletin of State Expertise*, 3: 96–99 (in Russian).
- Makarova A.A., Fomenko T.G. 2021. Development of Biological Methods of Maintaining Soil Fertility in Intensive Orchards of Apple Trees. *Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking*, 33: 51–58 (in Russian). DOI 10.30679/2587-9847-2021-33-51-58.

- Novykh E.A., Voloshenko I.V., Novykh L.L. 2021. Features of engineering and geological surveys: soil aspects. *Regional Geosystems*, 45 (2): 246–257 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-2-246-257.
- Novykh L.L. 2014. Modern Problems of Soil Research at Carrying Out of Engineering-Ecological Survey. *Tambov University Reports. Series Natural and Technical Sciences*, 19 (5): 1446–1449 (in Russian).
- Semenov V.M., Kogut B.M. 2015. *Soil Organic Matter*. Moscow, Pabl. GEOS, 233 p. (in Russian).
- Shein E.V., Milanovskij E.Ju., Skvorcova E.B., Hajdapova D.D., Tjugaj Z.N., Pochatkova T.N., Demboveckij A.V., Shnyrev N.A., Nikolaeva E.I., Judina A.A., Romanenko K.A., Bykova G.S., Kljueva V.V., Belik A.A. 2016. Sovremennye pribory i metody issledovanija fizicheskikh svojstv pochv [Modern instruments and methods for studying the physical properties of soil]. In: *Pochvovedenie – prodovol'stvennoj i jekologicheskoy bezopasnosti strany* [Soil science - food and environmental security of the country]. Abstracts of the VII Congress of the Society of Soil Scientists. V.V. Dokuchaev and the All-Russian scientific conference with foreign participation, 15–22 August 2016, Belgorod, Publ. «Belgorod»: 391–392.
- Batjes N.H., Ribeiro E., van Oostrum A. 2020. Standardised soil profile data to support global mapping and modelling (WoSIS snapshot 2019). *Earth System Science*, 12 (1): 299–320. DOI: 10.5194/essd-12-299-2020.
- Braidotti G., De Nobili M., Piani L. 2021. Integrated Use of Local and Technical Soil Quality Indicators and Participatory Techniques to Select Them. A Review of Bibliography and Analysis of Research Strategies and Outcomes. *Sustainability*, 13 (1): 87. DOI: 10.3390/su13010087.
- Bünemann E.K., Bongiorno G., Bai Z., Creamer R.E., De Deyn G., Goede R., Fleskens L., Geissen V., Kuyper T.W., Mäder P., Pulleman M., Sukkel W., Groenigen J.W., Brussaard L. 2018. Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120: 105–125. DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.01.030.
- Kirchmann H., Andersson R. 2001. The Swedish system for quality assessment of agricultural soils. *Environmental monitoring and assessment*, 72: 129–139. DOI: 10.1023/A:1012048124858.
- Kyrylchuk A., Pankiv Z., Demchyshyn A. 2021. Ecological and Agrochemical Condition of Soils of L'viv Region of Ukraine as a Basis of Their Investment Attractiveness. *European Journal of Science and Technology*, 28: 837–842. DOI: 10.31590/ejosat.1011396.
- Mahajan N.C., Kancheti Mrunalini K.S., Krishna Prasad R.K., Lingutla Sirisha. 2019. Soil Quality Indicators, Building Soil Organic Matter and Microbial Derived Inputs to Soil Organic Matter under Conservation Agriculture Ecosystem: A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(02): 1859–1879. DOI: 10.20546/ijcmas.2019.802.218.
- Muñoz-Rojas M. 2018. Soil quality indicators: critical tools in ecosystem restoration. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 5: 47–52. DOI: 10.1016/j.coesh.2018.04.007.
- Orgiazzi A., Ballabio C., Panagos P., Jones A., Fernández-Ugalde O. 2018. LUCAS Soil, the largest expandable soil dataset for Europe: a review. *European Journal of Soil Science*, 69 (1): 140–153. DOI: 10.1111/ejss.12499.
- Rannik K., Kõlli R. 2018. Evaluation of the pedodiversity, agronomical quality and environment protection ability of the soil cover of Estonian croplands. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 67 (3): 205–222. DOI: 10.3176/earth.2018.15.
- Tagiverdiev S.S., Gorbov S.N., Bezuglova O.S., Kotik M.V. 2017. Transformation of chernozem physical properties under urbope-dogenesis conditions. In: *Urbanization: a challenge and an opportunity for soil functions and ecosystem services. Materials 9th international congress Soils of Urban Industrial Traffic Mining and Military Areas Russia*. Moscow, 22–26 May 2017: 456–458.
- Zuber S.M., Behnke G.D., Nafziger E.D., Villamil M.B. 2017. Multivariate assessment of soil quality indicators for crop rotation and tillage in Illinois. *Soil and Tillage Research*, 174: 147–155. DOI: 10.1016/j.still.2017.07.007.

Поступила в редакцию 14.12.2021;
поступила после рецензирования 13.01.2022;
принята к публикации 15.02.2022

Received December 14, 2021;
Revised January 13, 2022;
Accepted February 15, 2022



Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Волошенко Ирина Викторовна, старший преподаватель кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Новых Лариса Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Новых Евгения Александровна, аспирант кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Irina V. Voloshenko, Senior Lecturer of Department of Geography, Geoecology and Life Safety of the Institute of Earth Sciences of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Larisa L. Novykh, Candidate of Sciences in Biology, Associate Professor of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety of the Institute of Earth Sciences of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Evgenia A. Novykh, Post-graduate student of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety of Institute of Earth Sciences of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia