

О ВЛИЯНИИ АМПЛИТУДЫ ВИБРАЦИИ НА РАЗРУШЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ ВОДОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИ СИТОВОМ АНАЛИЗЕ

Д.И. Потапов¹, Д.А. Ушкова¹, И.В. Горепекин¹,
Г.Н. Федотов¹✉, Ю.П. Батырев², В.С. Шалаев²

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119991, г. Москва, ГСП-1,
Ленинские горы, д. 1, стр. 12, факультет почвоведения, МГУ

²МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

gennadiy.fedotov@gmail.com

Предложен метод определения водоустойчивости почвенных агрегатов, основными этапами которого являются: вакуумирование агрегатов для устранения неконтролируемого влияния заземленного воздуха на их распад, последующее насыщение агрегатов водой в вакууме до значений потенциала почвенной влаги, близких к нулю, использование вибрационного воздействия для ускорения разрушения агрегатов. Рассмотрено влияние амплитуды вибрации на водоустойчивость агрегатов почв зонального ряда. Показано, что полученные кривые имеют общий вид для всех изученных типов почв: слабое разрушение агрегатов при увеличении амплитуды вибрации на начальном этапе сменяется резким ускорением их распада при достижении порогового значения воздействия. Предложенный способ оценки водоустойчивости обладает заметно более высокой производительностью в сравнении с методами ситового анализа и может быть использован в качестве экспресс-метода для оценки водоустойчивости почвенных агрегатов.

Ключевые слова: водоустойчивость почвенной структуры, ситовой анализ, вибрационное воздействие на почвенные агрегаты, заземленный воздух

Ссылка для цитирования: Потапов Д.И., Ушкова Д.А., Горепекин И.В., Федотов Г.Н., Батырев Ю.П., Шалаев В.С. О влиянии амплитуды вибрации на разрушение почвенных агрегатов при определении их водоустойчивости при ситовом анализе // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 2. С. 44–49.
DOI: 10.18698/2542-1468-2022-2-44-49

Водоустойчивость почв представляет собой один из ключевых показателей ее физического состояния, который обеспечивает благоприятные для роста и развития растений водно-воздушные условия и определяет ее способность противостоять действию эрозионных процессов [1–3].

Существуют различные подходы к оценке водоустойчивости почвенной структуры, что объясняется отсутствием единой позиции относительно того, должны ли воздействия на почвенные образцы полностью повторять те процессы, которые существуют в природных условиях. Общепринятым можно считать, что данные, полученные в ходе экспериментов, должны коррелировать с водоустойчивостью в полевых условиях [3].

К числу наиболее распространенных методов оценки данного свойства почв относят метод определения водоустойчивости в стоячей воде, известный в отечественной литературе как метод Андрианова [1, 2, 4–9], и методы ситового анализа [3, 5, 10–17].

Определение водоустойчивости методом Андрианова основано на подсчете количества нераспавшихся в стоячей воде агрегатов за заданные

промежутки времени [4]. При проведении экспериментов в емкость устанавливают сито, прикрытое фильтровальной бумагой, которая расчерчена на квадраты площадью 1 см². В каждом квадрате размещают агрегат диаметром 3...5 мм (всего в опыте используют 50 или 100 агрегатов), после чего в емкость добавляют воду в количестве, обеспечивающем капиллярное насыщение агрегатов в течение 3 мин. Затем уровень воды в емкости поднимают таким образом, чтобы агрегаты были погружены в воду примерно на 0,5 см. За последующие 10 мин с интервалом в 1 мин подсчитывают количество распавшихся агрегатов. На десятой минуте измерения фиксируют количество полураспавшихся и нераспавшихся агрегатов. Результаты измерений обрабатывают в соответствии с имеющейся справочной информацией, после чего делают вывод о количестве водоустойчивых агрегатов.

Основной вклад в разрушение агрегатов в данном методе вносят расклинивающее действие воды и разрывающее влияние заземленного в агрегатах воздуха [8], что приближает условия проводимых опытов к полевым. Однако у этого метода существуют некоторые недостатки. Во-первых, количество агрегатов, распавшихся за 10 мин, для неко-

торых почв может быть крайне незначительным, длительность выдерживания агрегатов в воде может возрасти до нескольких десятков часов [2]. Во-вторых, действие защемленного воздуха в методе Андрианова неконтролируемо, поэтому его вклад в разрушение агрегатов может варьировать в широких пределах. В-третьих, отсутствие четких различий между полураспавшимся и распавшимся агрегатом вносит заметную погрешность в обработку получаемых данных.

Другая группа методов оценки водоустойчивости представлена методами ситового анализа [3, 5, 10–17]. В их основе лежит определение средневзвешенного диаметра агрегатов при расसेве образца в колонках сит различного диаметра. С точки зрения простоты проведения экспериментов наибольший интерес представляет метод Савинова [3]. При проведении экспериментов готовят навеску почвы массой 50 г, в которой фракции агрегатов представлены пропорционально их процентному содержанию в образце (за исключением фракции менее 0,25 мм). Навеску помещают в цилиндр с водой и спустя 10 мин переворачивают его 10 раз таким образом, чтобы агрегаты успевали достигнуть дна цилиндра. После этого проводят рассев агрегатов на колонке сит, высушивание образовавшихся фракций и определение средневзвешенного диаметра агрегатов изучаемого образца.

Недостатки данного метода обусловлены, с одной стороны, высокой степенью субъективности при переворачивании цилиндра с водой, с другой — неконтролируемым влиянием защемленного воздуха. Для их устранения было предложено проводить рассев агрегатов непосредственно на колонке сит (без использования цилиндра), а увлажнение агрегатов, как и в методе Андрианова, проводить путем постепенного поднятия уровня воды. Процесс погружения сит был автоматизирован за счет использования мотора и редуктора, а неконтролируемое влияние защемленного воздуха минимизировано вследствие его удаления посредством предварительного вакуумирования агрегатов [3]. Однако разработанная установка позволяла регулировать только частоту колебаний сит.

Цель работы

Цель работы — определение характера влияния амплитуды вибрации сит на распад почвенных агрегатов при оценке их водоустойчивости.

Материалы и методы

При проведении исследований использовали образцы агродерново-глубокоподзолистой на водно-ледниковых (древнеозерных) отложениях почвы, подстилаемой с глубины 92 см бескарбонатными лёссовидными (покровными) суглинками, в

Рабочие амплитуды при определении водоустойчивости почвенных агрегатов Working amplitudes in determining the water stability of soil aggregates

Номер амплитуды	Значение амплитуды, мм
1	1,8
2	1,95
3	2,1
4	2,25
5	2,4
6	2,55
7	2,7
8	2,85

окрестностях поймы р. Яхромы в Московской обл.; серой лесной освоенной со вторым гумусовым горизонтом высококовскипающей среднесуглинистой почвы на лёссовидных карбонатных суглинках в окрестностях г. Суздаль на полях Владимирского НИИСХ; чернозема выщелоченного среднемощного на лёссовидном суглинке в Свердловском районе Орловской обл.; каштановой среднемощной почвы на элюво-делювиальных суглинках в Иловлинском районе Волгоградской обл.

Эксперименты по оценке водоустойчивости почвенных агрегатов проводили с помощью метода, представленного в работе [18]. Подложками для агрегатов служили ячейки сита, разделенные проволокой, что позволило провести более четкую фиксацию распавшихся агрегатов, которые разваливаясь освобождают ячейки сита. Отсутствие необходимости определения массы фракций и выполнения расчета средневзвешенного диаметра агрегатов, которые используются в традиционных методах ситового анализа, значительно повышает производительность экспериментов. Кроме того, для ускорения процесса распада в используемом методе применяют вибрацию, за счет которой ситовая подложка оказывает на агрегаты ударные воздействия, значение которых определяется амплитудой вибрации.

Для минимизации неконтролируемого влияния защемленного воздуха на процесс распада агрегатов при применении описанного метода проводили их вакуумирование в течение 15 мин при разряжении 15 кПа. Эти параметры были подобраны в ходе предварительных экспериментов. Затем агрегаты посредством хлопчатобумажных фитилей увлажняли до значений потенциала почвенной влаги, близких к нулю. Время насыщения агрегатов подбирали индивидуально для каждого типа почв: для дерново-подзолистой — 15 мин, для серой лесной, чернозема и каштановой — 30 мин. После этого подложку с агрегатами опускали в сосуд с водой

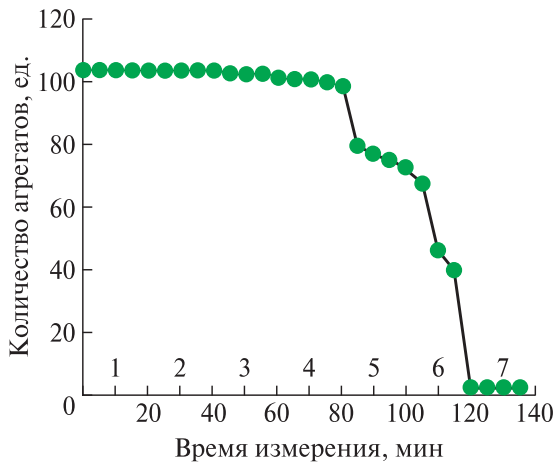


Рис. 1. Влияние амплитуды вибрации на водоустойчивость агрегатов дерново-подзолистой почвы (здесь и далее, цифрам на графике соответствуют режимы амплитуд, приведенные в таблице)

Fig. 1. Influence of vibration amplitude on the water stability of soddy-podzolic soil aggregates (hereinafter, the numbers on the graph correspond to the amplitude modes given in the table)

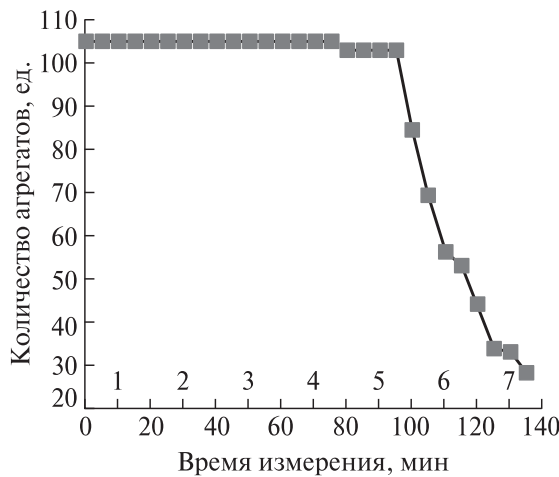


Рис. 2. Влияние амплитуды вибрации на водоустойчивость агрегатов серой лесной почвы

Fig. 2. Effect of vibration amplitude on the water stability of gray forest soil aggregates

таким образом, чтобы над агрегатами был слой воды 1...2 см и проводили фотографирование сита с агрегатами с интервалом 5 мин.

Определение влияния амплитуды вибрации на распад агрегатов при заданной частоте (50 Гц) проводили на вибростоле Fritch pulverisette (таблица). Длительность измерений в пределах каждой амплитуды составила 20 мин — время, достаточное для разрушения большинства агрегатов в таких условиях.

Результаты и обсуждение

В ходе экспериментов получены результаты по влиянию амплитуды вибрации на скорость разрушения агрегатов зональных типов почв (рис. 1–4).

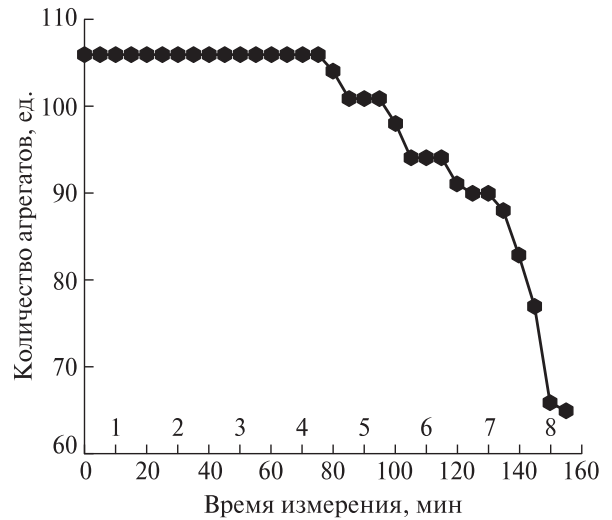


Рис. 3. Влияние амплитуды вибрации на водоустойчивость агрегатов чернозема выщелоченного

Fig. 3. Influence of vibration amplitude on the water stability of aggregates of leached chernozem

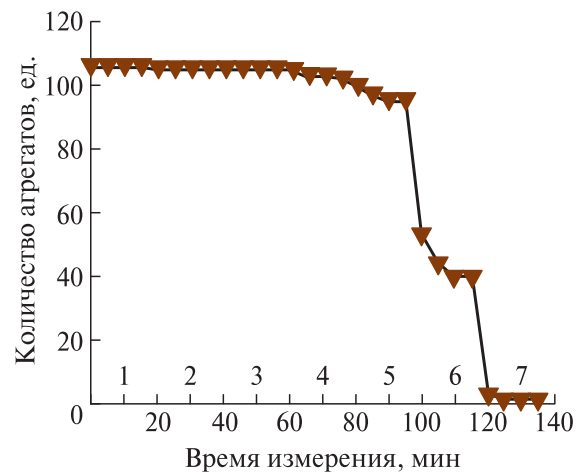


Рис. 4. Влияние амплитуды вибрации на водоустойчивость агрегатов каштановой почвы

Fig. 4. Effect of vibration amplitude on the water stability of chestnut soil aggregates

Ход кривых здесь имеет общий вид для всех типов изученных почв. На начальном этапе агрегаты слабо распадаются при росте амплитуды вибрации. Ситуация кардинально изменяется при достижении пороговых значений воздействия. Так, для дерново-подзолистой почвы переход на амплитуду вибрации 2,4 мм (режим № 5) сопровождается заметным увеличением количества распавшихся агрегатов, которое продолжает возрастать при дальнейшем повышении амплитуды. Сходная ситуация наблюдается для серой лесной и каштановой почв, а также для чернозема (рис. 2–4).

Общий ход кривых, наблюдаемый для разных почв, позволяет обрабатывать экспериментальные данные несколькими способами.

Первый из них заключается в сравнении средних амплитуд диапазона, в котором начинается и завершается распад агрегатов. Для дерново-подзолистой почвы разрушение агрегатов начинается при амплитуде вибрации 2,4 мм, а заканчивается — при 2,7 мм. Усредненное значение амплитуды составляет 2,55 мм. Однако в некоторых случаях, например, для каштановой почвы, оценить момент начала распада агрегатов достаточно сложно. Если считать, что разрушение агрегатов начинается с амплитуды 2,25 мм, а завершается при 2,7 мм, то среднее значение будет составлять 2,48 мм. Принимая за точку начала распада значение 2,4 мм, среднее значение увеличивается до 2,55 мм — значения, полученного для дерново-подзолистой почвы.

Обращает на себя внимание низкая чувствительность рассматриваемого подхода. На наш взгляд, это связано, прежде всего, с неточностью регулировки амплитуды вибрации прибора. Еще одно ограничение заключается в том, что необходимость достижения полного распада агрегатов таких водоустойчивых почв, как чернозем, выдвигает высокие требования к вибрационному столу, который помимо точности регулировки амплитуд должен обеспечивать возможность работы в более широком диапазоне.

Другим способом оценки водоустойчивости почвы является выбор параметров (амплитуды вибрации и времени воздействия), при которых происходит полный распад агрегатов контрольной почвы и оценка количества устойчивых агрегатов относительно контроля. Так, при сравнении числа устойчивых агрегатов серой лесной почвы относительно дерново-подзолистой почвы можно отметить, что при значении амплитуды вибрации в 2,7 мм разрушаются все агрегаты дерново-подзолистой почвы, а в образце серой лесной почвы их остается примерно 25 ед. При переходе к чернозему количество водоустойчивых агрегатов возрастает до 90 ед. Основная сложность данного подхода заключается в выборе стабильного сравнительного (контрольного) образца, относительно которого следует проводить измерения.

Несмотря на меньшую информативность по сравнению с традиционными методами ситового анализа [3, 13, 16, 17], предложенный способ оценки водоустойчивости почвенных агрегатов обладает заметно более высокой производительностью и может использоваться в качестве экспресс-метода для предварительной оценки агрегатной водоустойчивости, а также при разработке приемов ее повышения.

Выводы

Предложен метод оценки водоустойчивости почвенных агрегатов, основными достоинствами которого являются высокая производительность

и четкая визуальная фиксация процесса распада агрегатов. С помощью разработанного метода показано, что зависимость водоустойчивости изученных почв зонального ряда от амплитуды вибрации имеет общий вид: слабое разрушение агрегатов при росте амплитуды вибрации на начальном этапе сменяется резким ускорением их распада при достижении порогового значения воздействия.

Список литературы

- [1] Гросс Е.Е., Кокорева А.А., Кулижский С.П., Николаева Е.И., Соловьева Т.П. Исследование изменения прочности агрегатов почв при различных сельскохозяйственных нагрузках // Вестник Томского государственного университета, 2013. № 368. С. 180–185.
- [2] Николаева Е.И. Устойчивость почвенных агрегатов к водным и механическим воздействиям: дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 2016. 104 с.
- [3] Ревут И.Б. Физика почв. Л.: Колос, 1972. 368 с.
- [4] Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
- [5] Вершинин П.В. Почвенная структура и условия ее формирования. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 188 с.
- [6] Шейн Е.В., Русанов А.М., Милановский Е.Ю., Хайдапова Д.Д., Николаева Е.И. Математические модели некоторых почвенных характеристик: обоснование, анализ, особенности использования параметров моделей // Почвоведение, 2013. № 5. С. 595–595.
- [7] Fajardo M., Field D.J., Mcbratney A.B., Minasny B. Soil slaking assessment using image recognition // Soil and Tillage Research, 2016, v. 163, pp. 119–129.
- [8] Le Bissonnais Y. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology // European J. of soil science, 1996, v. 47, no. 4, pp. 425–437.
- [9] Saygin S.D., Cornelis W.M., Erpul G., Gabriels D. Comparison of different aggregate stability approaches for loamy sand soils // Applied Soil Ecology, 2012, v. 54, pp. 1–6.
- [10] Белобров В.П., Юдин С.А., Ярославцева Н.В., Юдина А.В., Дриггер В.К., Стукалов П.С., Клюев Н.Н., Заматаев И.В., Ермолаев Н.Р., Иванов А.Л., Холодов В.А. Изменение физических свойств черноземов при прямом посеве // Почвоведение, 2020. № 7. С. 880–890.
- [11] Amezketa E., Singer M.J., Le Bissonnais Y. Testing a new procedure for measuring water-stable aggregation // Soil Science Society of America J., 1996, v. 60, no. 3, pp. 888–894.
- [12] Angers D.A., Mehuys G.R. Effects of cropping on macro-aggregation of a marine clay soil // Canadian J. of Soil Science, 1988, v. 68, no. 4, pp. 723–732.
- [13] Chaney K., Swift R.S. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soils // J. of Soil Science, 1984, v. 35, no. 2, pp. 223–230.
- [14] Haynes R.J. Effect of sample pretreatment on aggregate stability measured by wet sieving or turbidimetry on soils of different cropping history // J. of Soil Science, 1993, v. 44, no. 2, pp. 261–270.
- [15] Jordahl J.L. Soil management impact on the water stability of soil aggregates // Retrospective Theses and Dissertations. Iowa: Iowa State University Ames, 1991, 151 p.
- [16] Lu G. Role of soil organic matter in stabilization of water-stable aggregates in soils under different types of land use // Soil Science and Plant Nutrition, 1998, v. 44, no. 2, pp. 147–155.
- [17] Xukai H.U., Jutian C., Lixia Z.H.U. Soil aggregate size distribution and stability of farmland as affected by dry and wet sieving methods // Zemdirbyste-Agriculture, 2020, v. 107, no. 2, pp. 179–184.
- [18] Потапов Д.И., Горепекин И.В., Федотов Г.Н., Шалаев В.С., Батырев Ю.П. Выбор условий для изучения влияния внутриагрегатных связей на водопрочность почвенных агрегатов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2021. Т. 25. № 4. С. 52–58. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-4-52-58

Сведения об авторах

Потапов Дмитрий Иванович — аспирант факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, zmiyovka1995@mail.ru

Горепекин Иван Владимирович — аспирант факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, decembrist96@yandex.ru

Ушкова Дарья Александровна — студентка факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, decembrist96@yandex.ru

Федотов Геннадий Николаевич✉ — д-р биол. наук, вед. науч. сотр. факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, gennadiy.fedotov@gmail.com

Батырев Юрий Павлович — канд. техн. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), batyrev@mgul.ac.ru

Шалаев Валентин Сергеевич — д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), shalaev@mgul.ac.ru

Поступила в редакцию 01.11.2021.

Одобрено после рецензирования 15.11.2021.

Принята к публикации 29.11.2021.

VIBRATION AMPLITUDE EFFECT ON SOIL AGGREGATES DESTRUCTION WHEN DETERMINING WATER STABILITY BY SIEVING METHOD

**D.I. Potapov¹, I.V. Gorepekin¹, D.A. Ushkova¹,
G.N. Fedotov¹✉, Yu.P. Batyrev², V.S. Shalaev²**

¹M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, GSP-1, 1, p. 12, Leninskie Gory, 119991, Moscow, Russia

²BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

gennadiy.fedotov@gmail.com

The paper presents method to determine soil aggregates water stability. Its main stages are vacuuming of aggregates to eliminate the uncontrolled influence of trapped air on their destruction, subsequent saturation of aggregates with water in vacuum to values of soil moisture potential close to zero, and the use of vibration, to accelerate the destruction of aggregates. The influence of the vibration amplitude on the water stability of soil aggregates of the zonal series was studied using the developed method. It is shown that obtained curves have a general form for all the studied types of soil, a weak destruction of aggregates with vibration increase at the initial stage is replaced by a sharp acceleration of their destruction when the maximum value of the impact is reached. Despite the lower information content in comparison with traditional methods of sieving method, the proposed approach for assessing water stability has a noticeably higher performance and can be used as an express method for determining aggregate water stability and techniques for increasing it.

Keywords: water stability of the soil structure, sieve analysis, vibration effect on soil aggregates, trapped air

Suggested citation: Potapov D.I., Gorepekin I.V., Ushkova D.A., Fedotov G.N., Batyrev Yu.P., Shalaev V.S. *Ovliyanii amplitudy vibratsii na razrushenie pochvennykh agregatov pri opredelenii ikh vodoustoychivosti pri sitovom analize* [Vibration amplitude effect on soil aggregates destruction when determining water stability by sieving method]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2022, vol. 26, no. 2, pp. 44–49. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-2-44-49

References

- [1] Gross E.E., Kokoreva A.A., Kulizhskiy S.P., Nikolaeva E.I., Solov'eva T.P. *Issledovanie izmeneniya prochnosti agregatov pochv pri razlichnykh sel'skokhozyaystvennykh nagruzkakh* [Investigation of changes in the strength of soil aggregates under various agricultural loads]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk State University], 2013, no. 368, pp. 180–185.
- [2] Nikolaeva E.I. *Ustoychivost' pochvennykh agregatov k vodnym i mekhanicheskim vozdeystviyam* [Resistance of soil aggregates to water and mechanical influences]. Dis. ... Cand. Sci. (Biol.). Moscow: Moscow State University, 2016, 104 p.
- [3] Revut I.B. *Fizika pochv* [Physics of soils]. Leningrad: Kolos, 1972, 368 p.
- [4] Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* [Methods for studying the physical properties of soils]. Moscow: Agropromizdat, 1986, 416 p.
- [5] Vershinin P.V. *Pochvennaya struktura i usloviya ee formirovaniya* [Soil structure and conditions of its formation]. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1958, 188 p.
- [6] Shein E.V., Rusanov A.M., Milanovskiy E.Yu., Khaydapova D.D., Nikolaeva E.I. *Matematicheskie modeli nekotorykh pochvennykh kharakteristik: obosnovanie, analiz, osobennosti ispol'zovaniya parametrov modeley* [Mathematical models of some soil characteristics: substantiation, analysis, features of the use of model parameters]. *Pochvovedenie* [Pochvovedenie], 2013, no. 5, pp. 595–595.

- [7] Fajardo M., Field D.J., Mcbratney A.B., Minasny B. Soil slaking assessment using image recognition. *Soil and Tillage Research*, 2016, v. 163, pp. 119–129.
- [8] Le Bissonnais Y. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. *European J. of soil science*, 1996, v. 47, no. 4, pp. 425–437.
- [9] Saygın S.D., Cornelis W.M., Erpul G., Gabriels D. Comparison of different aggregate stability approaches for loamy sand soils. *Applied Soil Ecology*, 2012, v. 54, pp. 1–6.
- [10] Belobrov V.P., Yudin S.A., Yaroslavtseva N.V., Yudina A.V., Dridiger V.K., Stukalov R.S., Klyuev N.N., Zamotaev I.V., Ermolaev N.R., Ivanov A.L., Kholodov V.A. *Izmenenie fizicheskikh svoystv chernozemov pri pryamom poseve* [Changes in the physical properties of chernozems during direct sowing]. *Pochvovedenie* [Pochvovedenie], 2020, no. 7, pp. 880–890.
- [11] Amezketa E., Singer M.J., Le Bissonnais Y. Testing a new procedure for measuring water-stable aggregation. *Soil Science Society of America J.*, 1996, v. 60, no. 3, pp. 888–894.
- [12] Angers D.A., Mehuys G.R. Effects of cropping on macro-aggregation of a marine clay soil. *Canadian J. of Soil Science*, 1988, v. 68, no. 4, pp. 723–732.
- [13] Chaney K., Swift R.S. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soils. *J. of Soil Science*, 1984, v. 35, no. 2, pp. 223–230.
- [14] Haynes R.J. Effect of sample pretreatment on aggregate stability measured by wet sieving or turbidimetry on soils of different cropping history. *J. of Soil Science*, 1993, v. 44, no. 2, pp. 261–270.
- [15] Jordahl J.L. Soil management impact on the water stability of soil aggregates. *Retrospective Theses and Dissertations. Iowa: Iowa State University Ames*, 1991, 151 p.
- [16] Lu G. Role of soil organic matter in stabilization of water-stable aggregates in soils under different types of land use. *Soil Science and Plant Nutrition*, 1998, v. 44, no. 2, pp. 147–155.
- [17] Xukai H.U., Jutian C., Lixia Z.H.U. Soil aggregate size distribution and stability of farmland as affected by dry and wet sieving methods. *Zemdirbyste-Agriculture*, 2020, v. 107, no. 2, pp. 179–184.
- [18] Potapov D.I., Gorepekin I.V., Fedotov G.N., Shalaev V.S., Batyrev Yu.P. *Iybor usloviy dlya izucheniya vliyaniya vnutriagregatnykh svyazey na vodoprochnost' pochvennykh agregatov* [Selection of conditions for studying intraaggregate connections influence on water stability of soil aggregates]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 4, pp. 52–58. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-4-52-58

Authors' information

Potapov Dmitriy Ivanovich — Ph.D. student of the Lomonosov Moscow State University, zmiyovka1995@mail.ru

Gorepekin Ivan Vladimirovich — Ph.D. student of the Lomonosov Moscow State University, decembrist96@yandex.ru

Ushkova Darya Alexandrovna — Student of the Lomonosov Moscow State University, decembrist96@yandex.ru

Fedotov Gennadiy Nikolaevich✉ — Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher of the Lomonosov Moscow State University, gennadiy.fedotov@gmail.com

Batyrev Yuriy Pavlovich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), batyrev@mgul.ac.ru

Shalaev Valentin Sergeevich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), shalaev@mgul.ac.ru

Received 01.11.2021.

Approved after review 15.11.2021.

Accepted for publication 29.11.2021.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
The authors declare that there is no conflict of interest