

Рус. УДК 631.425.5

Сравнительный анализ методов определения гранулометрического состава почв

Шкуропадская К.В., Пшеничная А.А., Болдырева В.Э., Морозов И.В.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация

Цель исследования – сравнительный анализ результатов определения гранулометрического состава почв, полученных различными методами: полевым методом шнура, методом пипетки, а также регламентированными международным (ISO 11277:2009) и межгосударственным (ГОСТ 12536-2014) стандартами.

Исследования гранулометрического состава чернозема обыкновенного карбонатного показали, что причины несоответствий полученных результатов анализов одних и тех же почвенных образцов с использованием метода пипетки и ареометрического метода по ГОСТ 12536–2014 и ISO 11277:2009, связаны исключительно с различными подходами к подготовке почвенных образцов к лабораторным испытаниям и, прежде всего, различным соотношением навески почвы и объема диспергатора.

Ключевые слова: *гранулометрический состав, метод пипетки, ареометрический метод, классификация почв по гранулометрическому составу, чернозем обыкновенный карбонатный*

Eng. Comparative analysis of methods for determining the particle size distribution of soils

Shkuropadskaya Kristina V., Pshenichnaya Alyona A., Boldyreva Veronika E.,
Morozov Igor V.

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract:

The aim of the study is a comparative analysis of the results of determining the particle-size distribution of soils obtained by various methods: the field wet method, the pipette method, and also regulated by international (ISO 11277: 2009) and interstate (GOST 12536-2014) standards.

Investigations of the particle-size distribution for ordinary calcareous chernozems have shown that the causes of inconsistencies in the analyzes results of the same soil samples using the pipette-method and the areometric method according to GOST 12536–2014 and ISO 11277:2009 are exclusively associated with different approaches to preparing soil samples for laboratory tests. First of all, the analyses data are depended on the ratio of the soil sample mass and the dispersant volume.

Keywords: *soil texture, pipette-method, areometric method, soil textural classification, ordinary calcareous chernozem*

Введение

Гранулометрический состав, являясь одной из фундаментальных генетических характеристик почвы, определяет спектр исследований в области не только отдельных разделов почвоведения, связанных с изучением физических, химических, физико-химических свойств, процессов и режимов почв, но и учитывается при решении многих инженерных задач: мелиоративных, инженерно-геологических и инженерно-экологических.

Причем, в случае инженерных изысканий гранулометрический анализ почв и грунтов является обязательным. В свою очередь, обязательность выполнения того или иного анализа регламентирована соответствующими методами метрологии и стандартизации.

В случае гранулометрического состава сложилась парадоксальная ситуация: для решения научных задач российский исследователь вправе выбрать любой из имеющихся в почвоведении методов, а при решении инженерных задач только те методы, которые регламентированы межгосударственным стандартом «ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава» [1].

В настоящее время в почвоведении отсутствуют стандартные методы, регламентирующие не только процедуру количественного учета фракций элементарных почвенных частиц (ЭПЧ), но весь этап подготовки почвенных образцов к анализу. Многочисленные литературные источники показывают, что результаты исследований, полученные при разных способах количественного учета ЭПЧ и подготовки почвенных образцов к анализу, могут существенно отличаться по содержанию отдельных фракций и даже целых групп фракций в одной и той же почве, что отрицательно сказывается на решении не только научных, но и прикладных задач.

При отсутствии стандартных методов у исследователей может сложиться ложное представление о том, что выходом из создавшейся ситуации является использование методов, регламентированных ГОСТ 12536-2014 [1]. Анализу ошибочности такого подхода и посвящена данная работа.

Цель исследования – сравнительный анализ результатов определения гранулометрического состава почв, полученных различными методами: полевым методом шнура, методом пипетки, а также регламентированными международным (ISO 11277:2009) и межгосударственным (ГОСТ 12536-2014) стандартами [1, 2].

Объект исследования

Чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный слабогумусированный тяжелосуглинистый крупнопылевато-иловатый на желто-бурых лессовидных тяжелых суглинках (Ботанический сад, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия). Изучение гранулометрического анализа проводили по следующим почвенным горизонтам: Ап₀ (0—14 см); Ап/пах (14—45 см); В₁ (45—60 см); В₂ (60—80); ВС/С (80—137 см).

Методы исследования

Для определения гранулометрического состава чернозема обыкновенного карбонатного нами использованы международный (ISO 11277:2009) и межгосударственный (ГОСТ 12536-2014) стандарты, которые используют аналитические испытательные лаборатории в Российской Федерации. Для исследования использовали ареометрический метод [1, 2].

В качестве метода сравнения использован метод пипетки с пирофосфатным способом подготовки почвенных образцов к анализу, принятый в почвоведении, а также грубо-эмпирический (полевой метод шнура) для предварительной оценки гранулометрического состава исследуемых почв [3].

Гранулометрический состав ареометрическим методом проводят путем измерения плотности суспензии ареометром в процессе ее отстаивания. Для определения гранулометрического состава чернозема обыкновенного в обоих стандартах был один и тот же набор средств измерения и посуды.

При этом этап подготовки почвенных образцов согласно международному и межгосударственному стандартам существенно различаются (таблица 1).

Таблица – 1 Особенности подготовки почвенных образцов к гранулометрическому анализу по ГОСТ 12536-2014 и ISO 11277:2009

Основные характеристики	Подготовка почвенных образцов		
	ГОСТ 12536-2014	ISO 11277:2009	к методу пипетки с пирофосфатом натрия [3]
Навеска средней пробы < 1 мм, в г	30 г	20 г для суглинков и глин	10 г
Объем суспензии, в мл	200 мл	См. Примечание*	–
Диспергатор, в см ³	1 см ³ 25 %-ного раствора аммиака	25 мл буферного раствора гексаметафосфата натрия	20 см ³ пирофосфата натрия (Na ₄ H ₂ O ₇) для суглинков и глин
Кипячение, в час	1 час (суглинки, глины)	–	–
Объем стабилизатора коагуляции, в см ³	5 см ³ пирофосфата натрия (Na ₄ H ₂ O ₇)	–	–
Диаметр сита при переносе суспензии в цилиндр, в мм**	0,1 мм	0,063 мм	0,25 мм
Объем суспензии для анализа в цилиндре, в л	1 л	1 л	1 л

*Примечание: Согласно международному стандарту ISO 11277:2009, требуется удаление легко- и труднорастворимых солей, а также органического вещества. Для разрушения органических остатков пробу оставляют на сутки, затем добавляют 30 мл 30% перекиси водорода. В нашем случае почва вскипает по всему профилю, из-за чего происходила бурная реакция, которую контролируют добавлением октан-2-олом. После 24 часов взвесь кипятили до исключения барботажа. Затем суспензию промывали водой до нужного нам значения электропроводности, доводя объем до 180–200 мл.

**Для каждого метода применяли различные классификационные шкалы ЭПЧ, согласно указанным в соответствующих стандартах (таблица 2), для метода пипетки использована классификация механических элементов Н. А. Качинского [3].

Таблица 2 – Набор сит с диаметром ячеек, применяемых при подготовке почвенных образцов к гранулометрическому анализу по ГОСТ 12536-2014 и ISO 11277:2009

ГОСТ 12536-2014	ISO 11277:2009
Размер ячеек, мм	
1,0	2,0
0,5	0,5
0,25	0,25
0,1	0,063

Согласно требованиям рассматриваемых стандартов, перед началом анализа в отобранных при естественной влажности почвенных образцах определены следующие показатели: плотность твердой фазы (или плотность частиц грунта), содержание органического углерода и гигроскопическая влажность (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели гигроскопической влажности, плотности ЭПЧ и содержания органического углерода в черноземе обыкновенном карбонатном (Ботсад ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия)

Горизонт и глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влажность, в %	Плотность твердой фазы, г/см ³	Органическое вещество, %
Ап (0–14)	4,3	2,40	3,9
Ап/пах (14–45)	4,3	2,60	-
В1 (45–60)	4,2	2,65	-
В2 (60–80)	4,1	2,65	-
ВС/С (80–137)	3,5	2,70	1,3

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам полевого определения установлено, что исследуемые черноземные почвы относятся к классу тяжелых суглинков. Согласно классификации почв по гранулометрическому составу (Качинский, 1965), содержание физической глины в этих почвах лежит в интервале 45–60 %. При этом, определить содержание преобладающих фракций ЭПЧ и дать полное классификационное название почвы не представляется возможным. Однако, это обстоятельство не делает метод «плохим». Данный метод полевой диагностики достаточно надежно и быстро (при наличии соответствующего опыта) позволяет разделить исследуемые объекты на большие группы. Например, разделить близкие по составу и свойствам классы почв и грунтов: легкие и средние суглинки, средние и тяжелые суглинки. При этом, классы, резко различающиеся по содержанию и соотношению частиц (например, пески и глины), часто определяют методом визуальной диагностики.

Особенно актуальным способ полевой диагностики представляется, если учесть, что данный метод дает очень высокую сходимость с другими методами: методом пипетки или методом определения гранулометрического состава по пластичности почв и грунтов.

Результаты лабораторного определения гранулометрического состава почв, полученные методом пипетки и ареометрическим методом по ГОСТ 12536-2014 и ISO 11277:2009 представлены в таблицах 4–7.

Таблица 4 – Результаты определения гранулометрического состава почв методом пипетки [3]

Горизонт и глубина взятия образца, см	Содержание фракций в ЭПЧ, в %								*Класс по гранулометрическому составу
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	> 0,01	< 0,01	
Ап	0,73	12,92	33,79	6,67	17,10	28,78	47,44	52,56	Суглинок тяжелый
Ап/пах	0,52	14,44	31,68	7,50	21,68	24,18	46,64	53,36	Суглинок тяжелый
В1	0,80	15,85	25,42	10,42	18,75	28,75	42,08	57,92	Суглинок тяжелый
В2	0,58	15,36	22,47	9,57	17,48	34,54	38,42	61,58	Глина легкая
ВС/С	0,50	13,82	31,87	5,79	18,21	29,80	46,19	53,81	Суглинок тяжелый

*Примечание: Классификационное наименование приведено по классификации Н. А. Качинского: Чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый на желто-буром тяжелом лессовидном суглинке

Результаты определения гранулометрического состава с использованием метода пипетки (таблица 4), показали, что исследуемые черноземы обыкновенные карбонатные характеризуются

относительно высоким содержанием физической глины (< 0,01 мм) в гор. Апах – 52,6 %, что позволяет отнести данную почву к разновидности иловато-крупнопылеватых тяжелых суглинков, согласно Классификации почв и почвообразующих пород по механическому составу Н. А. Качинского [3]. Характерными признаками исследуемых почв по гранулометрическому составу являются следующие:

- 1) в гор. В2, где отмечается некоторое накопление илистой фракции 34,2 %, присутствует слабовыраженное оглинение в нижней части профиля. Отсутствует дифференциация фракций средней и мелкой пыли, в связи с чем, содержание физической глины увеличивается в гор. В2 до 61 %. Содержание средней пыли незначительно изменяется от 6,7 % в гор. Апах до 5,8 % в гор. ВС/С. Содержание же мелкой пыли имеет максимум в горизонте А1, составляя 21,7 % и минимум в горизонте ВС/С, составляя 18,2 %.
- 2) высокое содержание фракции крупной пыли (0,05—0,01 мм) – в диапазоне от 22,5 – 25,4 % в гор. В1 и В2 до 31,9 % – 33,8 % в гор. ВС/С, что позволяет диагностировать почвообразующую породу как лессовидную;
- 3) невысокое содержание фракции мелкого песка от 13,8 % в гор. ВС/С до 12 % – 14 % в верхних гор. Апах и А1 соответственно;
- 4) незначительное количество фракции крупного и среднего песка (1–0,25 мм), содержание которой составляет около 0,8 %.

Таким образом, полученные результаты определения гранулометрического состава чернозема обыкновенного карбонатного с использованием метода пипетки (пирофосфатная подготовка) не противоречат данным, представленным в научной литературе, и являются характерными для исследуемой разновидности черноземных почв.

Результаты исследования гранулометрического состава ареометрическим методом, представленные в таблице 5, показали, что исследуемый чернозем обыкновенный карбонатный характеризуется содержанием физической глины (< 0,01 мм) от 31,7 (в гор. Апах) до 50,2 % в (в гор. ВС/С), что противоречит данным, полученным методом пипетки (табл. 4).

Таблица 5 – Результаты определения гранулометрического состава почв ареометрическим методом по ГОСТ 12536-2014

Горизонт и глубина взятия образца, см	Содержание фракций в ЭПЧ, в %									*Класс по гранулометрическому составу
	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,002	< 0,002	> 0,01	< 0,01	
Ап	0,2	1,5	3,8	5,7	57,1	27,1	4,6	68,3	31,7	Суглинок средний
Ап/пах	0,1	0,9	2,5	6,7	46,0	14,4	29,3	56,3	43,7	Суглинок средний
В1	0,0	0,8	2,4	5,4	51,7	20,7	19,0	60,3	39,7	Суглинок средний
В2	0,1	0,8	1,9	10,2	49,2	7,4	30,3	62,2	37,8	Суглинок средний
ВС/С	0,0	0,7	2,2	9,2	37,6	17,7	32,5	49,8	50,2	Суглинок тяжелый

*Примечание: Классификационное наименование приведено по классификации Н. А. Качинского: Чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный среднесуглинистый на желто-буром тяжелом лессовидном суглинке

Весьма равномерной в распределении частиц по профилю является фракция ила (< 0,002 мм), содержание которой достигает 4,6 % в верхней части профиля с тенденцией к значительному увеличению в гор. ВС/С до 32,5 %, в следствие этого в горизонте гор. В2 61,6 % присутствует слабо выраженное оглинение.

Содержание частиц средней пыли постепенно увеличивается вниз по профилю, начиная от 5,6 % в гор. Апах и заканчивая 9,2 % в гор. ВС/С.

Характерной особенностью исследуемого чернозема обыкновенного карбонатного является высокое содержание фракции крупной пыли (0,05—0,01 мм), содержание которой колеблется от 49,2 % – 51,7 % в гор. В1 и В2 до 37,6 % в гор. ВС/С.

Содержание фракции крупного и среднего песка (1—0,25 мм), составляет около 1,0 %. Для исследуемой почвы характерно не высокое содержание фракции мелкого песка от 2,2 % в гор. ВС/С и 3,8 % в гор. Апах соответственно. Данные результаты по физическому песку (> 0,01 мм) и физической глине (< 0,01 мм), незначительно отличаются от результатов, приведенных в таблице 4.

Таким образом, результаты определения гранулометрического состава чернозема обыкновенного карбонатного, полученные ареометрическим методом по ГОСТ 12536–2014, позволяют отнести исследуемую почву к разновидности крупнопылеватых средних суглинков, согласно Классификации почв и почвообразующих пород по механическому составу Н. А. Качинского, т.к. содержание физической глины (< 0,01 мм) в гор. Апах составляет 31,7 %.

Следует отметить наличие принципиальных различий между результатами изучения гранулометрического состава, полученных методом пипетки и ареометрическим методом по ГОСТ 12536-2014. Так, использование стандартного метода приводит к повышению выхода мелкой пыли, содержание которой увеличивается в два раза, превышая характерные значения. Что касается фракций ЭПЧ, то здесь уже присутствуют отличия, связанные с различными способами подготовки почвы.

Все методы, используемые для изучения состава и свойств почв и грунтов, в т.ч. и ГОСТ 12536-2014, состоят из двух этапов:

- этап № 1 – подготовка почвенного образца к анализу;
- этап № 2 – количественный учет ЭПЧ, т.е. определение фракционного состава механических элементов.

Мы предполагаем, что данный метод не может учесть фракционный состав полностью, поскольку имеется существенный изъян на этапе подготовки образцов к анализу: недостаточное для пептизации мезо- и микроагрегатов количество диспергатора. Если в методе пипетки на 10 г почвы используется 20 мл пиррофосфата, то согласно ГОСТ 12536-2014, на 30 г почвы добавляют всего 6 мл диспергатора (1 см³ 25 %-ного раствора аммиака и 5 см³ пиррофосфата натрия (Na₄H₂O₇)).

Для проверки гипотезы нами поставлен эксперимент с различным количеством диспергатора – пиррофосфата натрия: 5 мл, 30 мл, 60 мл. Максимальное количество диспергатора соответствует соотношению навески почвы и пиррофосфата натрия, принятого в методе Н.А. Качинского в модификации Долгова–Мичмановой. Полученные результаты представлены в таблице 6.

Таблица – 6 Результаты определения гранулометрического состава почв ареометрическим методом ГОСТ 12536 – 2014, выполненные с различным количеством диспергатора

Горизонт почвы	Количество пептизатора, мл	Содержание фракций в ЭПЧ, в %									*Класс по гранулометрическому составу
		1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,002	< 0,002	> 0,01	< 0,01	
Апах	5	0,0	0,9	2,2	13,1	53,8	18,1	11,9	70,0	30,0	Суглинок средний
	30	0,0	0,9	2,5	13,8	39,7	11,3	31,8	56,9	43,1	Суглинок средний
	60	0,1	0,9	2,7	11,5	35,6	16,4	32,8	50,8	49,2	Суглинок тяжелый
ВС/С	5	0,0	0,5	1,4	15,4	38,1	25,1	19,6	55,3	44,7	Суглинок средний
	30	0,0	0,4	1,0	11,8	34,9	19,6	32,2	48,2	51,8	Суглинок

											тяжелый
	60	0,1	0,5	1,4	10,4	34,9	19,6	33,2	47,2	52,8	Суглинок тяжелый

*Примечание: Классификационное наименование приведено по классификации Н. А. Качинского: Чернозем обыкновенный карбонатный среднемогучный среднесуглинистый на желто-буром среднем лессовидном суглинке

Результаты показали, что исследуемый нами чернозем обыкновенный карбонатный характеризуется содержанием физической глины (< 0,01 мм) в гор. Апах в 5 мл – 30,0 %, в 30 мл – 43,9 %, в 60 мл – 49,2 %, в гор.С в 5 мл – 44,7 %, в 30 мл – 51,8 %, в 60 мл – 52,8 %, что значительно отличается от результатов стандартной методики (метода пипетки).

Содержание ила увеличивается вместе с большим количеством пирофосфата натрия и составляет наибольшее количество в гор. Апах в 60 мл – 32,8 %, в гор. ВС/С в 60 мл – 33,2 %.

Преобладающими фракциями является крупно-пылеватая (0,05–0,01 мм), которая уменьшается по увеличению количества диспергатора в гор. Апах 5 мл – 53,8 %, 60 мл – 35,6 % мл.

Для исследуемой почвы характерно невысокое содержание фракции мелкого песка в вариантах с любым количеством добавляемого пирофосфата натрия, составляет примерно 2,0 % в гор. Апах 1,0 % в гор. ВС/С. Содержание фракции крупного и среднего песка (1–0,25 мм), составляет примерно 1,0 %.

Результаты определения гранулометрического состава при увеличении объема диспергатора, т.е. изменения соотношения «навеска ÷ диспергатор», показали, что исследуемые черноземы обыкновенные характеризуются не как суглинки средние, а как суглинки тяжелые. При добавлении 60 мл диспергатора нами получен фракционный состав ЭПЧ аналогичный полученному методом пипетки.

Таким образом, при использовании навески почвы 30 г, согласно ГОСТ 12536-2014, и добавлении 60 мл диспергатора ареометрический метод количественного учета ЭПЧ дает практически сопоставимые результаты с методом пипетки.

В связи с тем, что в практике производства инженерных изысканий (инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-мелиоративных и др.) использование ареометрического метода является нормативным требованием, для получения результатов, сопоставимых с данными, полученными методом пипетки, требуется внести изменения в методику в части увеличения объема диспергатора в зависимости от навески почвы.

Таким образом, в данном исследовании анализ показал, что при разном количестве диспергатора по ГОСТ 12536-2014, результаты будут расходиться с основной методикой, потому что согласно основной методологии количество диспергатора определяется емкостью катионного обмена, содержанием гумуса и предполагаемым количеством илистой фракции. В итоге, если мы в методе пипетки берем на 10 г почвы – 20 мл, то на 30 г необходимо брать 60 мл. Полученные результаты показали, что при 5 мл получился средний суглинок, при 30 мл получился тяжелый суглинок, а при 60 мл получилась легкая глина. При взятии 60 мл результаты получились практически сопоставимы с методом пипетки, следовательно, проблема лежит не в способе учета фракций (метод пипетки и ареометр), а в подготовке почвенных образцов к анализу.

Таким образом, ГОСТ 12536-2014 не учитывает количество диспергатора, что приводит к искажению результатов, поэтому в данном виде данный способ определения гранулометрического состава в почвоведение не может быть использован, без внесения соответствующих поправок. Мы предлагаем, внести изменения в ГОСТ 12536-2014 в части учета объема диспергатора в зависимости от навески почвы.

Результаты определения гранулометрического состава чернозема обыкновенного карбонатного по методу ISO 11277:2009, представленные в таблице 7, показали, что исследуемая почва характеризуется содержанием ила (clay) 10,0 % в гор. Апах с незначительными колебаниями по профилю – 11 % в гор. Ап/пах и 7 % в гор. ВС.

Таблица 7 – Результаты определения гранулометрического состава почв ареометрическим методом по ISO 11277:2009

Горизонт и глубина взятия образца, см	Содержание фракций в ЭПЧ, в %										*Класс по гранулометрическому составу
	2-0,06	0,06-0,05	0,05-0,03	0,03-0,02	0,02-0,01	0,01-0,005	0,005-0,002	0,002-0,001	< 0,001	< 0,01	
Ап	39,0	9,0	6,0	6,0	12,0	17,0	1,0	9,0	1,0	28,0	Суглинок легкий
Ап/пах	47,0	0,0	8,0	8,0	9,0	9,0	8,0	10,0	1,0	28,0	Суглинок легкий
В1	39,0	6,0	7,0	9,0	11,0	11,0	8,0	4,0	5,0	28,0	Суглинок легкий
В2	43,0	4,0	8,0	8,0	6,0	19,0	2,0	9,0	1,0	31,0	Суглинок средний
ВС/С	54,0	5,0	4,0	1,0	7,0	15,0	7,0	4,0	3,0	29,0	Суглинок легкий

*Примечание: 1 Согласно классификации почв Министерства сельского хозяйства США (USDA), исследуемая почва характеризуется как Silt Loam (пылеватый суглинок).

2 Согласно классификации Н. А. Качинского, наименование почвы – Чернозем обыкновенный карбонатный среднетощный легкосуглинистый на желто-буром легком лессовидном суглинке

В целом, исследуемые почвы характеризуются преобладанием пылеватых фракций (silt 0,06–0,002 мм), содержание которых довольно высокое. Максимальное количество данной группы фракций отмечается в гор. Апах и В1 – 51 % и 52 % соответственно. Минимальное количество пылеватых фракций приходится на гор. Ап/пах и ВС – 42 % и 39 % соответственно.

Содержание песчаных фракций (sand 2–0,06 мм) колеблется в диапазоне от 39 % в гор. Апах и В1 до 54 % в гор. ВС.

Согласно Классификации почв по гранулометрическому составу Министерства сельского хозяйства США (USDA), исследуемый чернозем обыкновенный карбонатный характеризуется как Silt Loam или суглинок пылеватый [4].

Для сравнительного анализа с Классификацией почв и почвообразующих пород Н. А. Качинского [3] нами произведен пересчет групп фракций с учетом российской классификации механических элементов (ЭПЧ). Полученные результаты представлены в таблице 7.

Сравнительный анализ показал, что на основании пересчета результатов анализа, выполненного по ISO 11277:2009, исследуемая почва, согласно отечественной классификации почв по гранулометрическому составу, характеризуется как суглинок средний. При этом отмечается весьма существенное увеличение «выхода» песчаных фракций, даже с учетом того, что в международной классификации механических элементов верхняя граница песка составляет 2 мм.

Выводы

По результатам полевого определения установлено, что исследуемые черноземные почвы относятся к классу суглинков тяжелых, согласно Классификации почв и почвообразующих пород по механическому составу Н. А. Качинского. Метод «шнура» дает очень высокую сходимость с методом пипетки.

Результаты определения гранулометрического состава с использованием метода пипетки, показали, что исследуемые черноземы обыкновенные карбонатные характеризуются относительно высоким содержанием физической глины (< 0,01 мм) в гор. Апах – 52,6 %, что позволяет отнести данную почву к разновидности иловато-крупнопылеватых тяжелых суглинков, согласно Классификации почв и почвообразующих пород по механическому составу Н. А. Качинского.

Результаты определения гранулометрического состава чернозема обыкновенного карбонатного, показали, что исследуемые черноземы обыкновенные карбонатные характеризуются невысоким содержанием физической глины ($< 0,01$ мм) в гор. Апах – 31,7 %, что позволяет отнести данную почву к разновидности суглинков средних крупнопылеватых, согласно Классификации почв и почвообразующих пород по механическому составу Н. А. Качинского.

Результаты определения гранулометрического состава чернозема обыкновенного карбонатного по методу ISO 11277:2009, показали, что согласно Классификации почв по гранулометрическому составу Министерства сельского хозяйства США (USDA), исследуемый чернозем обыкновенный карбонатный характеризуется как Silt Loam (суглинок пылеватый). Сравнительный анализ с Классификацией почв и почвообразующих пород Н. А. Качинского показал, что на основании пересчета результатов анализа, выполненного по ISO 11277:2009, исследуемая почва, согласно отечественной классификации почв по гранулометрическому составу, характеризуется как суглинок средний.

В связи с тем, что в практике производства инженерных изысканий (инженерно-геологических, инженерно-экологических, инженерно-мелиоративных и др.) использование ареометрического метода является нормативным требованием, для получения результатов, сопоставимых с данными, полученными методом пипетки, требуется внести изменения в методику в части увеличения объема диспергатора в количестве сопоставимом с методом пипетки.

Список литературы

1. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
2. ISO 11277:2009 Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation.
3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
4. Glossary of Soil Science Terms of SSSA, 1987. Available HTTP: <http://www.soils.org/sssagloss/>

Spisok literatury

1. GOST 12536-2014 Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya granulometricheskogo (zernovogo) i mikroagregatnogo sostava.
2. ISO 11277:2009 Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation.
3. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv pochv. M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.
4. Glossary of Soil Science Terms of SSSA, 1987. Available HTTP: <http://www.soils.org/sssagloss/>