

УДК 631.4

АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ГИДРОМОРФИЗМА В  
ХОЛМИСТО-МОРЕННЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ

О. А. Анциферова, О. В. Васильева, О. А. Янчевская

AGGREGATE COMPOSITION OF SOILS OF DIFFERENT HYDROMORPHIC  
DEGREE IN HILLY-MORAINЕ CULTIVATED LANDS

O. A. Antsiferova, O. V. Vasilyeva, O. A. Yanchevskaya

Исследования проведены в июле-августе 2013 г. в агроландшафтах Зеленоградского района Калининградской области в пределах Самбийской холмисто-моренной равнины. Изучен агрегатный состав почв на двух полях с кислой реакцией среды пахотного горизонта. Структура гумусового горизонта пахотных глееватых буроземов на вершинах и склонах холмов комковато-глыбистая или глыбисто-комковатая. Агрегатное состояние удовлетворительное. Механическая прочность агрегатов зависит от содержания физической глины. Отсутствует связь между количеством гумуса и содержанием агрономически ценных агрегатов в супесчаных и легкосуглинистых почвах. Глеевые дерново-подзолистые почвы и буроземы легко- и среднесуглинистого состава у подножия холмов и в открытых понижениях имеют преимущественно глыбистую структуру. На агрегатное состояние этих почв оказывают влияние гранулометрический состав и режим увлажнения (переувлажнение в отдельные периоды намывными склоновыми водами, формирование верховодки). Усиление степени гидроморфизма и тяжелый гранулометрический состав в почвенных катенах приводят к ухудшению агрегатного состава буроземов и дерново-подзолистых почв. Дерново-глеевые почвы в замкнутых микропонижениях при содержании гумуса 2,5 – 4,0 % имеют в основном глыбистую структуру. Она формируется под влиянием периодического поверхностного затопления, что препятствует агрегации почвенной массы. Чем длительнее период затопления, тем менее оструктурена почва. В весенний период почвы замкнутых понижений распаиваются в сыром или мокром состоянии. Высокогумусные дерново-глеевые почвы замкнутых западин характеризуются комковатой структурой и хорошим агрегатным состоянием. Для создания оптимальных условий формирования почвенной структуры необходимы известкование кислых почв, прочистка и ремонт дренажа; щелчевание, раскрытие замкнутых микропонижений и глубокое подпахотное рыхление; посев трав; внесение органических удобрений.

*агрегатный состав, сухой рассев, оценка структурного состояния*

The research was conducted in July - August 2013 in cultivated landscapes of the Zelenograd district of the Kaliningrad region within the Sambiyskaya hilly moraine plain. The aggregate composition of soils in two fields with the acidic reaction of the plough layer has been studied. The structure of the humus horizon of arable gleysolic burozem (brown earth) on the tops and slopes of hills is lumpy-cloddy or cloddy-lumpy. The aggregate condition is satisfactory. There is no connection between the amount of

humus content of agronomical valuable aggregates in sandy loam and light loam soils. Mechanical strength of the units depends on the content of physical clay. Gley sod-podzolic soils and burozems of light loamy and medium loamy at the foot of the hills and in the open depressions are predominantly cloddy. Aggregation is affected by particle size distribution and moisture regime (waterlogging in some periods by slope waters, forming of perched water). Increased degree of hydromorphism and heavy granulometric composition in soil catena leads to deterioration of the aggregate composition of burozems (brown earth) and sod-podzolic soils. The sod-gley soils in closed microdepressions when humus content is equal to 2.5 – 4.0 % have mostly cloddy structure. It is formed under the influence of periodic flooding of surface, which prevents aggregation of the soil mass. The longer the period of flooding is, the less patterned is the soil. In spring, the soil of closed depressions is plowed in wet or damp condition. The sod-gley soils of closed depressions with high humus content are characterized by a lumpy structure and good aggregate state. To create optimal conditions for the formation of soil structure liming of acid soils, cleaning and repair of drainage; slotting, disclosure of closed microdepressions and deep subsoil loosening; sowing grass as well as organic fertilizers are needed.

*aggregate composition, dry sieving, assessment of structural condition*

## ВВЕДЕНИЕ

Агроэкологическая оценка почв сельскохозяйственных угодий включает в себя исследование агрофизических свойств почв как одной из важных составных частей почвенного плодородия [1]. Со времен П. А. Костычева, В. Р. Вильямса, Н. А. Качинского установлено, что с агрономически ценной структурой в почве (агрегатным составом) связаны плотность сложения, водно-физические свойства, воздушный и питательный режимы [2 - 4]. Современные представления о структуре почв и ее значении приведены в монографии В. В. Медведева [5]. В странах Европы также уделяется внимание исследованию структуры почвы [6 - 7].

Концепция адаптивно-ландшафтных систем земледелия в агропочвоведении предполагает индивидуальную комплексную оценку каждого ареала агроландшафта для определения его агроэкологического потенциала [8].

В настоящее время в Калининградской области агрофизические свойства почв остаются слабоизученными [9]. Исследования агрегатного состава позволяют получить информацию о современном состоянии и разработать рекомендации по оптимизации свойств, прежде всего, пахотных почв.

В задачи исследования входило: 1) охарактеризовать состав почвенного покрова ключевых участков; 2) проанализировать и оценить агрегатное состояние почв методом сухого рассева; 3) изучить влияние степени увлажнения, содержания гумуса и гранулометрического состава почв на их агрегатное состояние.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на двух ключевых участках («20-й км» и «Перелески») в Зеленоградском районе Калининградской области в пределах Самбийской холмисто-моренной равнины. Диагностика почв выполнена согласно классификации 1977 г. [10]. Пробы почв с каждого почвенного ареала в 4-5-кратной повторности отбирали в июле-августе 2013 г. Агрегатный состав почв анализировали методом сухого рассева по Саввинову [11, с. 62].

агрегатного состояния проводили по шкале С. И. Долгова и П. У. Бахтина. По результатам агрегатного анализа вычисляли коэффициент структурности (Кстр) [11, с. 61].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенный покров ключевых участков контрастный. Мелкохолмисто-волнистый рельеф полей с наличием замкнутых микрозападин создает условия для формирования почв разной степени гидроморфизма. На вершинах холмов встречаются буроземы легкосуглинистые и супесчаные глееватые, в отдельных случаях без признаков оглеения (автоморфные). Оглеение на вершинах холмов связано с формированием в нижней части профиля верховодки в весенний период. Почвенный покров склонов холмов представлен глееватыми буроземами легкосуглинистыми и супесчаными. Они питаются атмосферными осадками и натечными водами (поверхностный и внутрипочвенный латеральный сток), поэтому в их профиле тоже образуется верховодка. У основания холмов в зависимости от локального сочетания экологических условий сформировались буроземы глеевые или дерново-подзолистые глеевые почвы. В замкнутых понижениях почвы дерново-глеевые. Их морфологический облик и свойства зависят от степени увлажнения.

Большинство буроземов и дерново-подзолистых почв имеют выщелоченный профиль (кислая реакция среды большей части профиля и верхней толщи породы). Дерново-глеевые почвы сформировались на карбонатных отложениях. Но ввиду длительной агрогенной эволюции карбонаты выщелочены на различную глубину – от 50 до 150 см. Гумусовый горизонт большинства дерново-глеевых почв является в настоящее время кислым.

Почвы склонов и понижений на ключевых участках осушаются сетью закрытого гончарного дренажа. На отдельных участках дренажная сеть повреждена, смотровые колодцы заилены. В период исследования ключевой участок «20-й км» представлял собой пашню с посевами ячменя, а участок «Перелески» – двухлетнюю злаково-бурьянистую залежь.

Результаты анализа агрегатного состава почв разной степени гидроморфизма на участке «20-й км» представлены в табл. 1. Структура почвы на вершинах и склонах комковато-глыбистая, а в понижениях – глыбистая. Агрегатное состояние оглеенных буроземов удовлетворительное, а дерново-глеевых почв понижений – неудовлетворительное. Плохое структурное состояние объясняется комплексом причин: поверхностным переувлажнением, повышенной кислотностью почв, длительным применением отвальной вспашки, отсутствием севооборота и звена многолетних трав в нем, длительным невнесением органических удобрений.

Результаты анализа агрегатного состояния почв на участке «Перелески» отражены в табл. 2. Гумусовый горизонт глееватых буроземов на вершинах холмов имеет удовлетворительную структуру. В пределах почвенных ареалов варьирование слабое. Преобладает глыбисто-комковатая структура.

Агрегатное состояние глееватых буроземов склонов также оценивается как удовлетворительное. Однако варьирование в пределах отдельных ареалов и между ареалами значительное: от неудовлетворительного до хорошего (табл. 2). Структура изменяется от комковато-глыбистой до глыбисто-комковатой.

Таблица 1. Агрегатный состав почв ключевого участка «20-й км» по данным сухого просева  
 Table 1. Aggregate composition of soils of the key site « 20-th km» according to the dry sieving

Почвы	Рельеф	Показатели	Содержание (%) фракций, мм			Кстр	Оценка*
			Более 10	10 - 0,25	Менее 0,25		
Буроземы слабо-глееватые супесчаные и легко-суглинистые	Вершины холмов (3 ареала)	M $\pm$ m	45,5 $\pm$ 2,9	46,4 $\pm$ 2,5	8,0 $\pm$ 1,3	0,6 $\pm$ 0,2	Удовл.
		lim	40,0 - 49,5	41,7 - 50,0	5,4 - 9,8	0,71 - 1,0	Удовл.
Буроземы средне- и сильно-глееватые легко-суглинистые	Склоны 2-5 <sup>0</sup> (6 ареалов)	M $\pm$ m	43,7 $\pm$ 3,95	47,7 $\pm$ 4,5	7,7 $\pm$ 0,95	1,0 $\pm$ 0,17	Удовл.
		lim	36,0 - 55,0	34,7 - 56,8	4,5 - 10,3	0,53 - 1,4	Неуд. - хор.
Дерново-подзолистые глеевые и дерново-глеевые легко- и средне-суглинистые	Открытые понижения (3 ареала)	M $\pm$ m	75,2 $\pm$ 2,5	32,3 $\pm$ 2,4	4,3 $\pm$ 1,35	0,3 $\pm$ 0,03	Неуд.
		lim	65,5 - 87,0	12,4 - 39,6	0,8 - 11,6	0,1 - 0,4	Плох. - неуд.
Дерново-глеевые средне-суглинистые	Замкнутые понижения (4 ареала)	M $\pm$ m	54,0 $\pm$ 7,0	41,8 $\pm$ 6,3	4,2 $\pm$ 1,2	0,8 $\pm$ 0,25	Удовл.
		lim	25,0 - 73,6	23,7 - 66,4	2,1 - 8,4	0,3 - 2,0	Неуд. - хор.

Примечания: 1. M $\pm$ m – среднее арифметическое и ошибка среднего; lim – пределы варьирования показателя; Кстр – коэффициент структурности;

2. \*Оценка структурного состояния по содержанию фракций 10 – 0,25 мм: хор. – хорошее; удовл. – удовлетворительное; неуд. – неудовлетворительное, плох. – плохое.

Таблица 2. Агрегатный состав почв ключевого участка «Перелески» по данным сухого отсева  
 Table 2. Aggregate composition of soils of the key area «Pereleski» according to the dry sieving

Почвы	Рельеф	Показатели	Содержание (%) фракций, мм			Кстр	Оценка*
			Более 10	10 - 0,25	Менее 0,25		
Буроземы глееватые супесчаные и легко-суглинистые	Вершины холмов (4 ареала)	M <sub>±m</sub>	33,5 ± 1,5	58,6 ± 2,2	7,9 ± 1,4	1,6 ± 0,4	Удовл.
		lim	51,5 – 29,5	41,4 – 68,4	4,9 – 9,7	0,7 – 3,6	Удовл. – хор.
Буроземы средне- и сильно-глееватые супесчаные и легко-суглинистые	Склоны 2-5 <sup>0</sup> (6 ареалов)	M <sub>±m</sub>	36,9 ± 3,1	52,1 ± 3,2	11,0 ± 2,0	1,3 ± 0,7	Удовл.
		lim	30,1 - 57,0	20,6 – 70,3	4,4 – 15,7	0,3 – 2,4	Неуд. – хор.
Дерново-глеевые средне-суглинистые	Замкнутые понижения (4 ареала)	M <sub>±m</sub> (1)	32,5 ± 4,1	64,2 ± 2,0	3,3 ± 0,4	2,3 ± 0,5	Хор.
		lim	21,2 - 59,1	40,7 – 79,0	1,7 – 8,4	0,8 – 3,8	Удовл. – хор.
		M <sub>±m</sub> (2)	64,8 ± 7,1	31,4 ± 3,0	3,8 ± 1,0	0,6 ± 0,4	Неудовл.
		lim	43,2 – 79,1	8,8 – 56,4	1,4 – 5,5	0,1 – 1,3	Плох. – удовл.

Примечания: 1. Группы дерново-глеевых почв: (1) – многогумусные (7 – 8,5 %); (2) – мало- и среднегумусные – (2,8 – 4%);  
 2. \* - см. примечание к табл. 1.

Максимальная вариабельность агрегатного состава выявлена для почв замкнутых западин. Причины связаны с различным характером увлажнения данных почв. По этому признаку западины на поле можно разделить на две подгруппы:

1) грунтового и натежного (намывными склоновыми водами) увлажнения с относительно коротким периодом поверхностного застоя воды, в таких условиях накапливается большое количество гумуса; это почвы довольно глубоких микропонижений, которые в прошлом были перегнойно-глеевыми и перегнойно-торфянисто-глеевыми, но деградировали под влиянием осушения и стали дерново-глеевыми;

2) натежного и грунтового увлажнения с длительным периодом поверхностного застоя воды (свыше одного месяца в году); это почвы с наличием глинистых прослоек вблизи поверхности или сразу под гумусовым горизонтом, оглеение развивается с поверхности, почвы содержат значительно меньше гумуса по сравнению с предыдущей группой (табл. 3).

Дерново-глеевые почвы первой подгруппы имеют хорошее и удовлетворительное агрегатное состояние. Формируется структура глыбисто-комковатая и комковатая.

Длительный поверхностный застой воды и низкие значения окислительно-восстановительного потенциала препятствуют формированию структуры почвы. Поэтому почвы в западинах второй подгруппы отличаются плохим агрегатным состоянием. Структура глыбистая.

Для изучения влияния некоторых физико-химических свойств (табл. 3) на формирование структуры почвы мы рассчитали коэффициенты корреляции.

Таблица 3. Физико-химические свойства гумусового горизонта (0 – 20 см) некоторых почв ключевого участка «Перелески»

Table 3. Physical and chemical properties of the humus horizon (0 - 20 cm) of some soils of the key area «Pereleski»

Группа почв	Номер ареала почв	pH <sub>H2O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	Гумус, %
Буроземы глееватые на вершинах	5	5,6	4,5	2,3
	9	5,7	4,6	1,6
Буроземы глееватые склонов	1	6,0	4,7	2,2
	4	5,4	4,3	2,0
	6	6,0	4,7	2,5
	8	5,6	4,5	2,2
	10	5,5	4,5	2,3
	11	5,8	4,5	2,3
Дерново-глеевые замкнутых понижений	3	6,5	5,2	7,4
	7	5,9	4,5	8,5
	2	6,0	4,6	3,1
	12	5,6	4,5	3,5

В паре признаков «сумма фракций (10 – 0,25 мм) – рН» достоверная корреляция отсутствует ( $r = -0,1$ ). В общей выборке из всех почв связь содержания агрономически ценных агрегатов с количеством гумуса слабая

( $r = 0,3$ ). В выборке из дерново-глеевых почв связь прямая и сильная ( $r = 0,93$ ). Таким образом, агрегатное состояние дерново-глеевых почв замкнутых понижений на ключевом участке полностью зависит от количества гумуса. А содержание гумуса в данных почвах есть функция режима увлажнения, точнее, длительности поверхностного застоя воды, колебания уровня грунтовых вод (верховодки) и воздействия этого фактора на гумусообразование.

Сравнивая структурное состояние почв двух участков, можно сделать следующие заключения. На результат сухого рассева оказывает влияние гранулометрический состав. Преобладающей фракцией в гранулометрическом составе всех буроземов является мелкий песок, т. е. почвы опесчаненные. Но в составе почвенного покрова вершин холмов и склонов на ключевом участке «Перелески» преобладают глееватые буроземы супесчаного состава (содержание физической глины в среднем 12 – 18 %). В легкосуглинистых почвах до 25 % физической глины. Поэтому при рассеве глыбки довольно легко распадаются на более мелкие агрегаты. Содержание агрономически ценных фракций (10 – 0,25 мм) при сухом рассеве выше, чем на участке «20-й км». При вспашке такие супесчаные и легкосуглинистые почвы хорошо крошатся, создавая благоприятные условия для сельскохозяйственных культур. Структура гумусовых горизонтов глееватых буроземов устойчива в кислой реакции среды, потому что в ее образовании участвуют гидроокиси железа и алюминия. Однако водопрочность такой структуры невысокая.

На ключевом участке «20-й км» в составе почв вершин и склонов больше легкосуглинистых разновидностей (содержание физической глины 21 – 28 %), поэтому структура при сухом рассеве обладает большей механической прочностью. При этом содержание гумуса в глееватых буроземах обоих участков сходное (1,6 – 2,1% на вершинах холмов и 1,6 – 2,5 % на склонах крутизной 2 – 5°). В условиях низкого и среднего содержания гумуса его количество не оказывает влияния на агрегатный состав почв автономных и транзитных позиций рельефа.

У подножия холмов и в открытых понижениях наблюдается высокая пестрота гранулометрического состава почв в пространстве. На участке «20-й км» преобладает легко- и среднесуглинистый состав. Глеевые почвы на таких элементах рельефа характеризуются глыбистой структурой, хотя содержание гумуса в них выше (2,4 – 3,2 %), чем в буроземах вершин холмов и склонов. Следовательно, механическая прочность агрегатов в данном случае зависит не от содержания гумуса, а от количества физической глины и ила.

На участке «Перелески» в открытых понижениях преобладают легкосуглинистые опесчаненные буроземы, реже супесчаные дерново-подзолистые иллювиально-гумусово-железистые почвы. Их структурное состояние при сухом рассеве варьирует от плохого (глыбистая структура глеевых буроземов) до хорошего (супесчаные высокогумусные дерново-подзолистые почвы с неводопрочной структурой).

Дерново-глеевые почвы замкнутых понижений на обоих участках отличаются слоистым профилем, нередко с наличием маломощных глинистых прослоек прямо под гумусовым горизонтом. Но глубина вреза микрозападин на участке «20-й км» меньше, поэтому и поверхностный застой воды в сырые периоды года более короткий. Содержание гумуса в дерново-глеевых почвах участка (2,5 – 3,7 %) сопоставимо с таковым на участке «Перелески».

Многогумусные дерново-глеевые почвы в глубоких западинах нетипичны для ключевого участка «20-й км». Поэтому структура почв преимущественно глыбистая или комковато-глыбистая, формирующаяся в условиях грунтового и поверхностного переувлажнения и преобладающего среднесуглинистого состава.

На структурное состояние мало- и среднегумусных дерново-глеевых почв значительное влияние оказывают длительность и частота поверхностного затопления. Чем более длительный период затопления испытывает почва (при высокой вероятности повторения этого явления в сырые периоды года), тем короче период для агрегации почвенной массы. Поэтому такие почвы отличаются сильной глыбистостью. Вспашка весной и осенью по сырой или мокрой почве с последующим высыханием приводит к переуплотнению почв, образованию глубокой устойчивой колеи и сохранению крупных глыб на поверхности почвы. Посевы в таких условиях практически полностью вымокают.

В пространстве в пределах почвенных катен наблюдается усиление степени гидроморфизма почв от неоглеенных и глееватых буроземов вершин и склонов до глеевых дерново-подзолистых почв и буроземов в открытых понижениях и дерново-глеевых почв в замкнутых понижениях. В агрегатном составе увеличивается доля глыбистой фракции. Структурное состояние изменяется от удовлетворительного до неудовлетворительного. Исключение составляют высокогумусные дерново-глеевые почвы замкнутых западин.

## ВЫВОДЫ

1. Структура гумусового горизонта пахотных глееватых буроземов на вершинах и склонах холмов комковато-глыбистая или глыбисто-комковатая. Агрегатное состояние удовлетворительное. Механическая прочность агрегатов зависит от содержания физической глины. Отсутствует связь между количеством гумуса и содержанием агрономически ценных агрегатов в супесчаных и легкосуглинистых опесчаненных суглинках.

2. Глеевые дерново-подзолистые почвы и буроземы легко- и среднесуглинистого состава у подножия холмов и в открытых понижениях имеют преимущественно глыбистую структуру. На агрегатное состояние этих почв оказывают влияние гранулометрический состав и режим увлажнения (переувлажнение в отдельные периоды намывными склоновыми водами, формирование верховодки).

3. Усиление степени гидроморфизма и утяжеление гранулометрического состава в почвенных катенах приводят к ухудшению агрегатного состава буроземов и дерново-подзолистых почв.

4. Дерново-глеевые почвы в замкнутых микропонижениях при содержании гумуса 2,5 – 4 % имеют в основном глыбистую структуру. Она формируется под влиянием периодического поверхностного затопления, что препятствует агрегации почвенной массы. Чем длительнее период затопления, тем менее оструктурена почва. Весной почвы замкнутых понижений распахивают в сыром или мокром состоянии.

5. Высокогумусные дерново-глеевые почвы замкнутых западин характеризуются комковатой структурой и хорошим агрегатным состоянием.

6. Для создания оптимальных условий формирования почвенной структуры необходимы: а) известкование кислых почв в дозе не менее 6 т/га (по полной гидролитической кислотности); б) прочистка и ремонт закрытой



дренажной сети; в) отвод поверхностных вод из замкнутых западин (раскрытие западин, щелевание, глубокое подпахотное рыхление); в) введение звена бобово-злаковых трав в севообороты; г) внесение органических удобрений (50 т/га навоза, посев сидератов).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / под ред. Л. М. Державина, Д. С. Булгакова. – Москва: Изд-во ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
2. Качинский, Н. А. Физика почвы: в 2 ч. / Н. А. Качинский. – Москва, 1965. – Ч.1. – 324 с.
3. Воронин, А. Д. Основы физики почв / А. Д. Воронин. – Москва, 1986. – 350 с.
4. Шеин, Е. В. Агрофизика / Е. В. Шеин, В. М. Гончаров. – Ростов-на-Дону, 2006. – 400 с.
5. Медведев, В. В. Структура почвы: методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана / В. В. Медведев. - Харьков, 2008. - 406 с.
6. Bodolay, I. Die bodenverbessernde Wirkung von Polimersubstanzen (ung.) / Bodolay I., Kazo B., Mate F. // Nehezvegyipán Kutató Intézet. 1973. p. 63-67.
7. Chanei, K. The influence of organic matter on aggregate stability in some British Soils / Chanei, K., Swift R.S. //1. Soil Sci., 1984. Vol. 35 №2. p. 223- 230.
8. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство/ под ред. В. И. Кирюшина, А. Л. Иванова. – Москва: Изд-во ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
9. Анциферова, О. А. Почвы Замландского полуострова и их антропогенное изменение: в 2 ч. / О. А. Анциферова. – Калининград, 2008. – Ч. 2. Дерново-глеевые, аллювиальные, болотные, постпланировочные, городские почвы. Структура почвенного покрова. – 424 с.
10. Классификация и диагностика почв СССР / сост. В. В. Егоров [и др.] – Москва: Колос, 1977. – 224 с.
11. Вадюнина, А. Ф. Методы исследований физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

#### REFERENCES

1. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Guidelines for holding complex monitoring of soils fertility of agricultural lands]. Moscow, «Rosinformagrotekh», 2003, 240 p.
2. Kachinskiy N. A. *Fizika pochvy* [Soil physics]. Moscow, 1965, vol. 1, 324 p.
3. Voronin A. D. *Osnovy fiziki pochv* [Basics of soil physics]. Moscow, 1986, 350 p.
4. Shein E. V., Goncharov V. M. *Agrofizika* [Agrophysics]. Rostov-na-Donu, 2006, 400 p.

5. Medvedev V. V. *Struktura pochvy: metody, genezis, klassifikatsiya, evolyutsiya, geografiya, monitoring, okhrana* [Soil structure: methods, genesis, classification, evolution, geography, monitoring, conservation]. Khar'kov, 2008, 406 p.
6. Bodolay I., Kazo V., Mate F. Die bodenverbessernde Wirkung von Polimersubstanzen (ung.). *Nehezvegyipán Kutató Intézet*, 1973, pp. 63-67.
7. Chaney K., Swift R. S. The influence of organic matter on aggregate stability in some British Soils. 1. *Soil Sci.*, 1984, vol. 35, no. 2, pp. 223- 230.
8. *Agroekologicheskaya otsenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologii. Metodicheskoe rukovodstvo pod red. V. I. Kiryushina, A. L. Ivanova* [Agroecological assessment of lands, adaptive-landscape systems for agriculture. Methodological guidelines, edited by V. I. Kiryushina, A. L. Ivanova]. Moscow, FGNU «Rosinformagrotekh», 2005, 784 p.
9. Antsiferova O. A. *Pochvy Zamlandskogo poluostrova i ikh antropogennoe izmenenie. Chast' 2. Dernovo-gleevye, allyuvial'nye, bolotnye, postplanirovochnye, gorodskie pochvy. Struktura pochvennogo pokrova* [Soils of Sambia Peninsula and their anthropogenic change. Part 2. Sod-gleyed, alluvial, boggy, postplanned, urban soils. Structure of soil landscape]. Kaliningrad, 2008, 424 p.
10. Egorov V. V., Fridland V. M., Ivanova E. N., Rozov N. N. i dr. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR* [Classification and diagnostics of USSR soils]. Moscow, Kolos, 1977, 224 p.
11. Vadyunina A. F. , Korchagina Z. A. *Metody issledovaniy fizicheskikh svoystv pochv* [Research methods for physical properties of soils]. Moscow, Agropromizdat, 1986, 416 p.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Анциферова Ольга Алексеевна* – Калининградский государственный технический университет; кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;  
E-mail: anciferova@inbox. ru

*Antsiferova Olga Alekseevna* – Kaliningrad State Technical University;  
PhD, Associate Professor; E-mail: anciferova@inbox. ru

*Васильева Оксана Витальевна* – Калининградский государственный технический университет; студентка

*Vasilyeva Oksana Vitalyevna* – Kaliningrad State Technical University; student

*Янчевская Ольга Анатольевна* – Калининградский государственный технический университет; студентка

*Yanchevskaya Olga Anatolyevna* – Kaliningrad State Technical University; student