

УДК 631.47:528.94

ПОЧВЕННО-ГЕОМОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ, ПРОЕКТИРУЕМОЙ ПОД ОРОСИТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ

**Р. Р. Сулейманов¹, А. Р. Сулейманов¹, И. Ю. Сайфуллин^{1,2},
Г. М. Гизатшина², М. Г. Юркевич³, И. М. Габбасова¹**

¹ Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Россия

² Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

³ Институт биологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия

В работе приводятся результаты комплексного анализа почвенного покрова территории, планируемой под строительство оросительной системы. Обследованный участок расположен в пределах лесостепной зоны Республики Башкортостан. На основе полевого обследования и полученных аналитических данных составлены карты содержания гумуса, щелочногидролизуемого азота, подвижных форм фосфора и калия, кислотности. Показано, что почвенный покров является достаточно однородным и представлен агросерой остаточно-карбонатной почвой, которая характеризуется в целом невысоким содержанием гумуса и питательных элементов. Уровень кислотности изменяется от среднекислого до нейтрального и зависит от мощности гумусово-аккумулятивного горизонта и характера протекания эрозионных процессов. Анализ экспозиции склонов по сторонам света и характер уклонов показал, что преобладают склоны северо-западной и западной экспозиций с уклонами 4–6 и 6–8°. Характер рельефа также оказывает существенное влияние на бонитировочную оценку. При расчете баллов бонитета с учетом поправочных коэффициентов на характер рельефа их максимальное снижение отмечалось в точках, расположенных в пределах крутых склонов. Таким образом, комплекс проведенных исследований определяет данную территорию как эрозионно-опасную, и, соответственно, в системе земледелия должны применяться почвозащитные севообороты и строго соблюдаться режим орошения.

Ключевые слова: агросерая остаточно-карбонатная почва; оросительная мелиорация; содержание гумуса; агрохимические свойства; кислотность; рельеф; эрозионная устойчивость, бонитировка.

**R. R. Suleymanov, A. R. Suleymanov, I. Yu. Saifullin, G. M. Gizatshina,
M. G. Yurkevich, I. M. Gabbasova. PEDOLOGICAL-GEOMORPHOMETRIC
ANALYSIS OF AN AREA DESIGNATED FOR AN IRRIGATION PROJECT**

The paper presents the results of a comprehensive analysis of the soil cover of an area where construction of an irrigation system has been planned. The surveyed site is located within the forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan. Based on the field survey and the obtained analytical data were compiled maps of humus content, alkaline hydrolyzable nitrogen, labile phosphorus and potassium, acidity. The soil cover was found to be quite homogeneous, represented by agro-grey residually calcareous soil, which is generally characterized by a low content of humus and nutrients. The acidity level varies from

“medium acid” to “neutral”, and depends on the thickness of the humus accumulation horizon and the nature of weathering processes. Analysis of the orientation and grade of slopes showed there prevail north-west- and west-facing 4–6° and 6–8° slopes. Valuation is also significantly influenced by the topographic relief. When re-calculating the valuation scores with the addition of correction factors for the relief, the greatest decrease was noted at points situated on steep slopes. Thus, according to these studies, this area can be described as erosion-risky, wherefore the farming system should employ conservation cropping procedures and strictly adhere to irrigation regimes.

Key words: agro-grey forest residually calcareous soil; irrigation reclamation; humus content; agrochemical properties; acidity; relief; resistance to erosion; valuation.

Введение

Оросительная мелиорация является одним из важных факторов антропогенного почвообразования, которая способствует, с одной стороны, повышению урожайности сельскохозяйственных культур в условиях недостатка влаги, а с другой – деградации почвенного покрова при несоблюдении режимов орошения и нарушении устойчивости самой почвы под его влиянием. Деградация почвенного покрова выражается в интенсивном развитии водной эрозии, приводящей к уменьшению мощности гумусово-аккумулятивного горизонта, снижению доли агрономически ценных агрегатов, гумуса и питательных элементов, засолению [Bjorneberg и др., 2002; Pujin et al., 2002]. Процессы деградации почвенного покрова особенно усиливаются при интенсивном использовании склоновых земель [Mitova, Rousseva, 2014; Анисимова, 2015; Левшунов, 2016; Мамедов, 2016].

В соответствии с физико-географическим районированием Республика Башкортостан относится к зоне рискованного земледелия, где одним из главных лимитирующих факторов выступает недостаток почвенной влаги, особенно остро проявившийся при катастрофической засухе 2010 года и периодически повторяющихся локальных засухах в последующие годы. В связи с этим возникает необходимость более интенсивного развития оросительной мелиорации и увеличения площадей орошаемых земель. Однако для выбора участков необходимо проведение специальных почвенно-мелиоративных обследований в целях определения пригодности их использования под орошение и предотвращения развития деградационных процессов.

В последнее время широкое распространение получил комплексный подход к экологической оценке и бонитировке земель сельскохозяйственного назначения, основанный на почвенно-полевом и агрохимическом обследовании территории в сочетании с метода-

ми геоморфометрии, цифрового геоинформационного картографирования [Krasteva и др., 2009; Link и др., 2010; Nestroy, Ulonska, 2012; Рулев и др., 2013; Онищук, 2015; Чинь Ле Хунг и др., 2015; Махт, Руди, 2016; Rousseva и др., 2016; Prus и др., 2016; Гопп и др., 2017; Ермолаев, 2017; Мамедов и др., 2017].

Материалы и методы

Исследования проводились на территории, планируемой под строительство оросительной системы, расположенной в лесостепной зоне Республики Башкортостан (рис. 1). Изначально данный участок находился в системе зерно-паро-пропашного севооборота. Проведена топографическая съемка участка в масштабе 1:5000, заложено 11 полнопрофильных почвенных разрезов и около 40 уточняющих прикопок. Определение типа почвы и генетических горизонтов осуществлялось в соответствии с субстантивной почвенной классификацией [Полевой..., 2008]. В отобранных по генетическим горизонтам почвенных образцах определяли гумус по Тюрину, подвижный фосфор и обменный калий по Чирикову, доступный азот по Корнфильду, рН солевой и водной суспензии – потенциометрически [Аринушкина, 1970]. Агроэкологическая оценка почвенных условий проводилась согласно руководству по экологическим основам земледелия [Кирюшин, 1996]. Карты по содержанию общего гумуса, питательных элементов и рН KCl созданы для верхнего пахотного гумусово-аккумулятивного горизонта (слой 0–20 см). Качественная оценка почвы (бонитировка) проведена по Тайчинову [1966]. Для расчета баллов бонитета почв исследуемой территории использовали пять диагностических признаков: мощность гумусового горизонта, содержание гумуса и подвижного фосфора, кислотность и характер рельефа местности (крутизна склонов). Картографический материал создан на основе полученных данных с использованием ГИС-пакета Quantum GIS.



Рис. 1. Общий вид района исследований (использовано изображение с Публичной кадастровой карты Российской Федерации: <https://pkk5.rosreestr.ru>)

Fig. 1. General view of the research area (with the use of an image from the Public cadastral map of the Russian Federation: <https://pkk5.rosreestr.ru>)

Таблица 1. Физико-химические свойства агросерой остаточно-карбонатной почвы (усредненные значения)
Table 1. Physico-chemical properties of the agro-grey residually calcareous soil (average values)

Горизонт, глубина, см Horizon, depth, cm	рН		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Сухой остаток Dry residue
	H ₂ O	KCl	мг-экв./100 г почвы mg-eq./100 g of soil			%
P, 0–26	6,17	5,58	35	13	48	0,06
AEL, 26–44	6,14	5,34	30	12	42	0,01
BEL, 44–72	6,26	5,69	36	9	45	0,08
BTnc, 72–110	7,91	7,17	41	12	53	0,14
C, 110–150	8,07	7,45	42	12	54	0,18

Результаты и обсуждение

Проведенное полевое обследование показало, что почвенный покров исследуемой территории достаточно однородный и представлен агросерой остаточно-карбонатной почвой, усредненный профиль которой характеризуется следующей формулой: P (0–26 см) + AEL (26–44 см) + BEL (44–72 см) + BTnc (72–110 см) + C (110–150 см).

Анализ морфологических свойств показывает, что гумусово-аккумулятивный горизонт P характеризуется небольшой мощностью, которая изменяется в пределах от 23 до 41 см, порошисто-зернистой структурой, слабой уплотненностью, тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, отмечаются проявления небольшой эрозии. В профиле почв карбонаты выявляются в иллювиальных горизонтах, что связано с характером почвообразующих пород (карбонатные делювиальные глины). Верхние горизонты почв характеризуются слабокислой реакцией среды, которая с глубиной изменяется до слабощелочной. Сумма поглощенных

оснований в верхнем горизонте составляет 48 мг-экв./100 г почвы, в оподзоленных слоях несколько снижается и возрастает в нижних карбонатных горизонтах. В составе поглощенных оснований преобладает кальций. По содержанию водорастворимых солей профиль почвы классифицируется как «незасоленный» (табл. 1).

В целях разработки эффективных и почвосберегающих режимов использования сельскохозяйственных земель в условиях оросительной мелиорации возникает необходимость создания соответствующих тематических карт, которые позволяют наиболее наглядно и подробно отражать протекающие почвообразовательные процессы и явления в почвенном покрове данной территории.

Согласно данным полевого обследования и химического анализа почв, содержание гумуса изменяется в пределах 3,2–4,3 % (рис. 2) и по показателю, характеризующему гумусное состояние почв по градации В. И. Кирюшина [1996], находится на границе низкого (2–4 %) и среднего (4–6 %) показателей. Хотелось бы

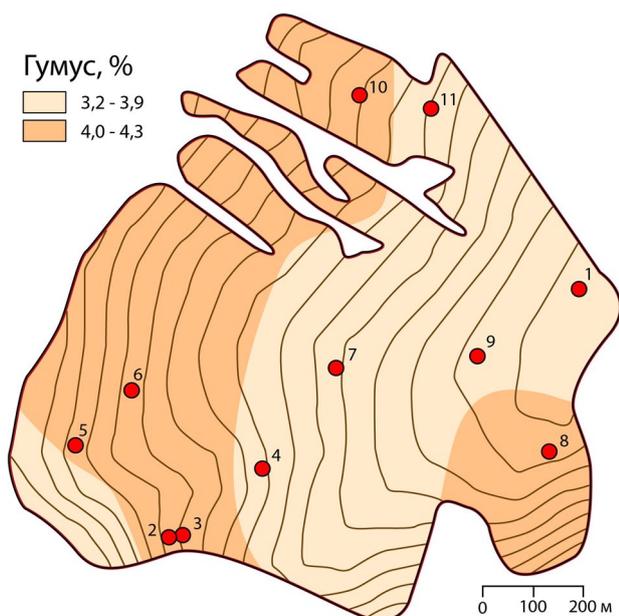


Рис. 2. Содержание общего гумуса в агросерой остаточной карбонатной почве, %

Fig. 2. Humus content in the agro-grey residually calcareous soil, %

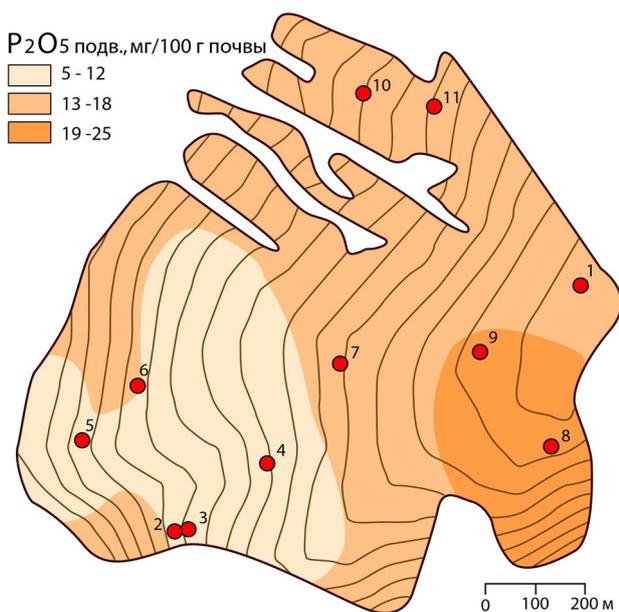


Рис. 3. Содержание подвижного фосфора в агросерой остаточной карбонатной почве (слой 0–20 см), мг/100 г почвы

Fig. 3. Content of labile phosphorus in the agro-grey residually calcareous soil (layer 0–20 cm), mg/100 g of soil

отметить, что при сопоставлении полученных данных рисунков 2 и 7 отмечается некоторая зависимость содержания гумуса от крутизны склонов. Так, низкий критерий содержания органического вещества приурочен к пологим и покатым склонам ($2-6^\circ$), а средний – к покато-

крутым и крутым ($6-10^\circ$), что свидетельствует о проявлении эрозионных процессов, приводящих к его вымыванию с пологих и переотложению и накоплению на более крутых склонах.

Создание агрохимических карт позволяет наиболее эффективно и рационально использовать и применять удобрения с учетом потребностей выращиваемых культур и особенностей самого участка. Анализ карты по содержанию подвижного фосфора показывает большую неравномерность его распределения по территории участка (рис. 3). Минимальные значения, соответствующие низкому уровню обеспеченности почв, отмечаются в западной и юго-западной части в районе точек 2–5; в центральной и северной части его содержание соответствовало среднему (точки 1, 7, 10, 11), а в восточной и юго-восточной части – высокому уровню обеспеченности (точки 8, 9). Содержание подвижных форм калия распространено приблизительно равномерно по всему участку и соответствует очень низкому уровню обеспеченности, а разница между минимальным и максимальным значениями составляет всего 0,4 мг/100 г почвы (рис. 4).

Также низок уровень обеспеченности агросерой остаточной карбонатной почвы и щелочногидролизующим азотом, содержание которого изменяется в пределах 10–20 мг/100 г почвы (рис. 5). В целом каких-либо закономерностей распространения питательных элементов по территории участка не прослеживается, и, скорее всего, оно обусловлено видом применяемых ранее минеральных удобрений, методом их внесения в почву и потреблением сельскохозяйственными культурами.

Характер реакции среды пахотного горизонта (слой 0–20 см) агросерой остаточной карбонатной почвы, с одной стороны, обусловлен мощностью самого гумусово-аккумулятивного горизонта и, соответственно, близостью залегания кислых элювиальных горизонтов, с другой – некоторым развитием эрозионных процессов в центральной части участка на пологих и покатых склонах, приводящих к снижению данного показателя до среднекислого уровня по сравнению с другими, не эродированными точками, где величина pH_{KCl} соответствовала нейтральному показателю (рис. 6).

Как отмечают ряд авторов, в том числе М. М. Аличаев и М. Г. Султанова [2015], интенсивность проявления эрозии на землях сельскохозяйственного назначения зависит от длины, экспозиции, крутизны и формы склона. Тем не менее определяющую роль в формировании стока играет крутизна склона. Интервал от 1 до 3° характеризует наиболее благоприятные

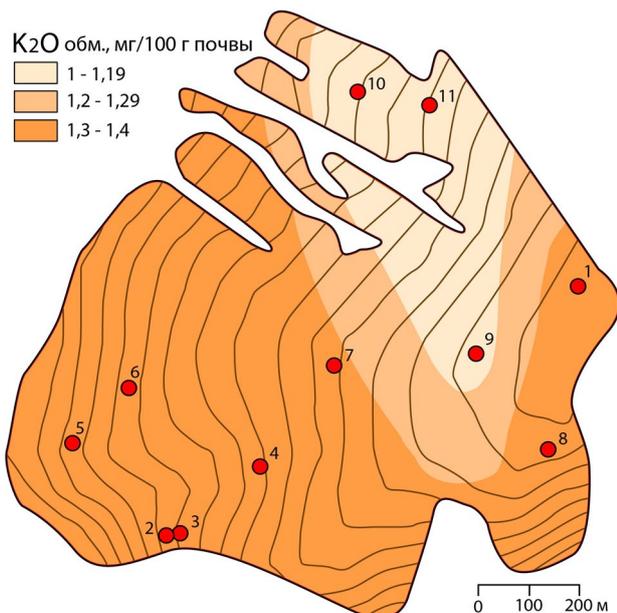


Рис. 4. Содержание обменного калия в агросерой остаточно-карбонатной почве (слой 0–20 см), мг/100 г почвы

Fig. 4. Content of exchange potassium in the agro-grey residually calcareous soil (layer 0–20 cm), mg/100 g of soil

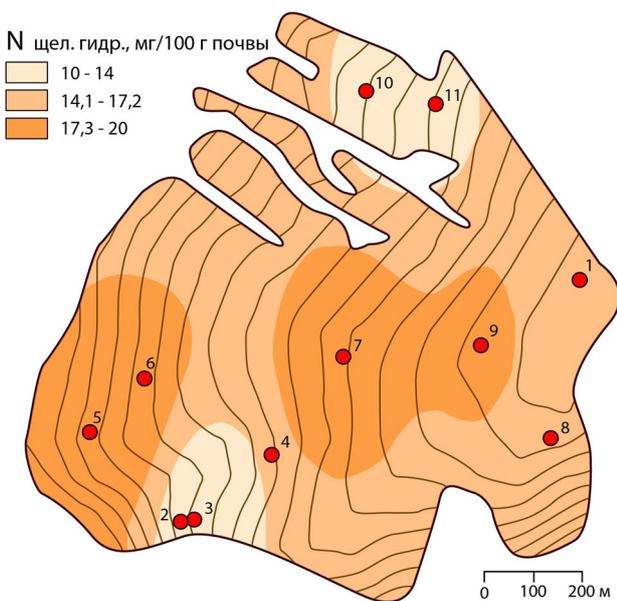


Рис. 5. Содержание щелочногидролизуемого азота в агросерой остаточно-карбонатной почве (слой 0–20 см), мг/100 г почвы

Fig. 5. Content of alkaline hydrolyzable nitrogen in the agro-grey residually calcareous soil (layer 0–20 cm), mg/100 g of soil

условия дренированности, при уклонах в 3–5° наблюдается значительное развитие эрозионных процессов, использование таких земель в пашне должно осуществляться в системе противоэрозионных мероприятий с исключением

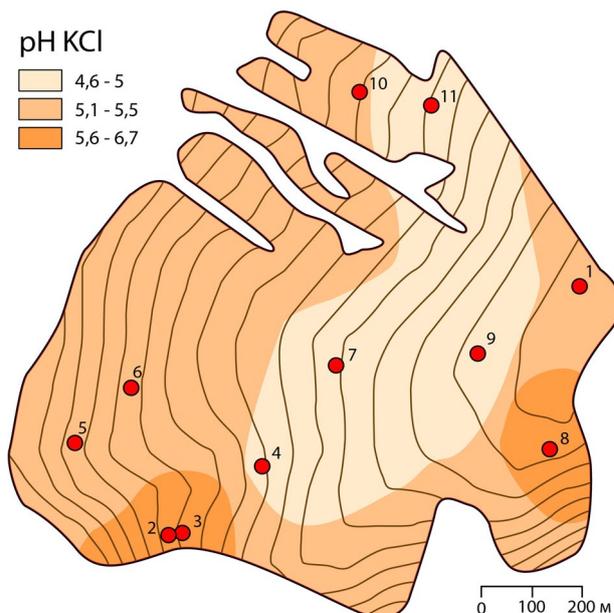


Рис. 6. Кислотность (pH KCl) агросерой остаточно-карбонатной почвы (слой 0–20 см)

Fig. 6. Acidity (pH KCl) of the agro-grey residually calcareous soil (layer 0–20 cm)

пропашных культур. При уклонах 5–8° практикуются почвозащитные севообороты, на склонах круче 8° преобладает сенокосно-пастбищное использование земель [Киришин, 1996].

Анализ экспозиции склонов по сторонам света показал, что на изученной территории преобладают склоны северо-западной и западной экспозиций, их доля в сумме составляет около 70 % (рис. 7, табл. 2). Преобладают уклоны с крутизной 4–6 и 6–8°, их совместная доля от общей площади участка составляет около 80 % (рис. 8, табл. 3). Таким образом, данная территория является эрозионно-опасной и в системе земледелия должны применяться почвозащитные севообороты и строго соблюдаться режимы орошения.

Для оценки устойчивости почв к водной эрозии применяются методы моделирования полива или дождя различной интенсивности [Sanroque и др., 1988; Stanczyk, Baryla, 2016]. Панее Н. В. Соболев с соавт. [2017] в условиях модельного опыта в лабораторных условиях на малогабаритной дождевальная установка оценили эрозионную устойчивость агросерой остаточно-карбонатной почвы. Результаты проведенных экспериментов показали, что зависимость смытой почвы от интенсивности ливней и крутизны склона имеет линейный характер. Так, например, на пашне от начала стока и по достижении его 20 мм при уклоне 3° масса смытой почвы составила 70 т/га, а при уклоне 7° эта величина увеличивалась до 300 т/га. В эрозионном ма-

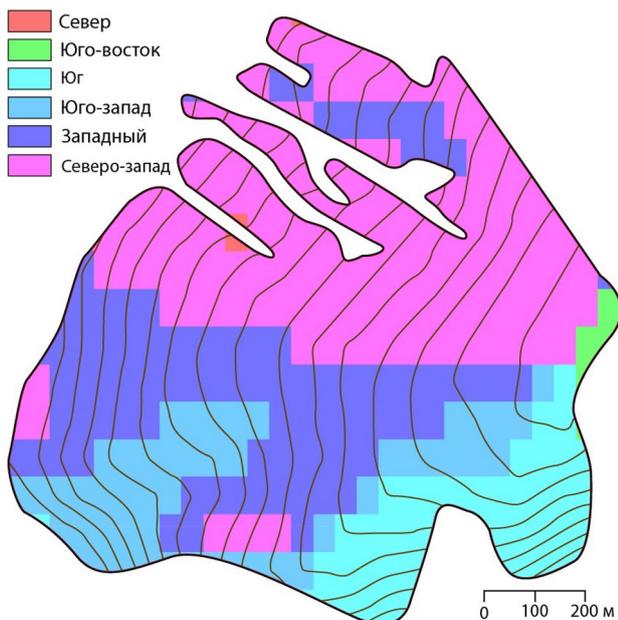


Рис. 7. Экспозиция склонов территории по сторонам света

Fig. 7. Exposure of the slopes in the cardinal and intercardinal directions

териале содержание физической глины было выше, чем в исходных почвах, а в составе наносов преобладали мелкодисперсные фракции, что и определило более высокое содержание в них гумуса. На залежи масса смытой почвы была значительно ниже и составила 7 и 40 т/га при уклоне 3° и 7° соответственно. По результатам исследований делается вывод, что вспаханная агросерая остаточная карбонатная почва обладает слабой эрозионной устойчивостью.

Таблица 2. Удельный вес экспозиции склонов по сторонам света

Table 2. Proportion of the slopes exposure in the cardinal and intercardinal directions

Сторона света Orientation	Площадь, га Area, ha	Удельный вес, в % от общей площади Proportion, % of the total area
Север North	0,1	0,1
Юго-восток Southeast	5,0	3,7
Юг South	16,8	12,4
Юго-запад Southwest	18,3	13,5
Запад West	38,4	28,3
Северо-запад Northwest	57,1	42,1
Сумма Total	135,7	100,0

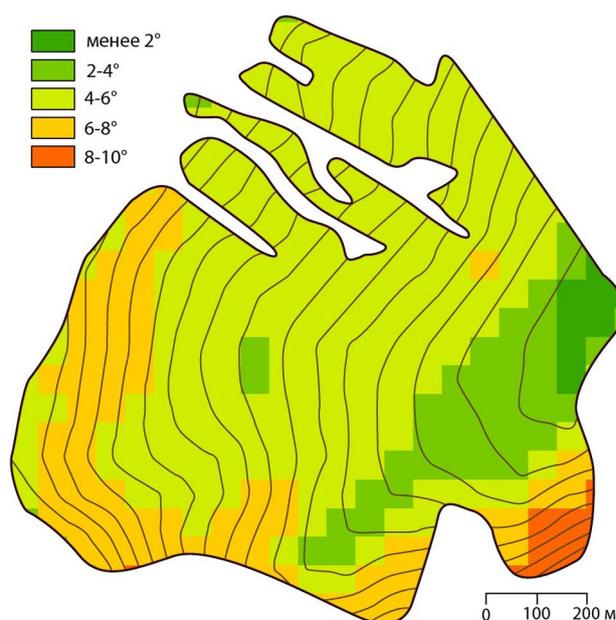


Рис. 8. Крутизна склонов, градусы

Fig. 8. Steepness of the slopes, degrees

Одним из показателей, характеризующих качественное состояние почвенного покрова, является бонитировочная оценка. Как правило, для бонитировки почв используют показатели содержания общего гумуса и питательных элементов, гранулометрический состав, кислотность, мощность гумусово-аккумулятивного горизонта и т. д., то есть объективные признаки и свойства, имеющие наиболее важное значение для развития и роста сельскохозяйственных культур. Однако, как было показано ранее, поскольку рельеф изученной территории характеризуется наличием уклонов различной крутизны, возникает необходимость внесения поправок с учетом данного показателя.

В качестве эталонной почвы в Республике Башкортостан принят чернозем выщелоченный, бонитировочный балл которого составляет 100 [Тайчинов, 1966]. Средний балл по при-

Таблица 3. Удельный вес крутизны склонов

Table 3. Proportion of the slopes steepness

Уклон Inclination	Площадь, га Area, ha	Удельный вес, в % от общей площади Proportion, % of the total area
менее 2° less than 2°	3,2	2,4
2-4°	18,2	13,4
4-6°	87,6	64,5
6-8°	24,0	17,7
8-10°	2,7	2,0
Сумма Total	135,7	100,0

Таблица 4. Бонитировочная оценка агросерой остаточно-карбонатной почвы

Table 4. Valuation of the agro-grey residually calcareous soil

№ точки Point no.	Мощность гумусового горизонта Thickness of the humus accumulation horizon		Содержание гумуса Humus content		Содержание подвижного фосфора Content of labile phosphorus		Кислотность Acidity		Средний балл по признакам Average score	Рельеф местности Topographic relief		Итоговый балл бонитета Total score of the valuation
	см cm	балл score	%	балл score	мг/100 г почвы mg/100 g of soil	балл score	pH KCl	балл score		балл score	уклон (градусы) inclination (angle degree)	
1	24	30,0	3,21	32,1	12,1	80,7	5,61	85,0	56,95	0,02 (1,14)	0,80	45,56
2	24	30,0	4,18	41,8	12,1	80,7	6,56	99,0	62,88	0,146 (8,3)	0,11	6,92
3	24	28,75	3,64	36,4	8,4	56,0	6,24	94,5	53,91	0,088 (5,0)	0,18	4,74
4	36	45,0	3,69	36,9	4,6	30,3	5,08	76,9	47,28	0,054 (3,1)	0,29	13,71
5	41	51,25	3,42	34,2	10,1	67,3	5,45	82,6	58,84	0,061 (3,5)	0,26	15,3
6	25	31,25	3,90	39,0	12,5	83,3	5,13	77,7	57,81	0,053 (3,0)	0,30	17,34
7	24	30,0	3,69	36,9	12,5	83,3	5,14	77,9	57,03	0,053 (3,0)	0,30	17,11
8	28	35,0	4,28	42,8	24,6	164,0	6,70	90,9	83,18	0,1 (5,7)	0,16	13,31
9	24	30,0	3,53	35,3	17,5	116,7	4,58	69,4	62,85	0,04 (2,3)	0,40	25,15
10	23	28,75	3,97	39,7	16,5	110,0	4,94	74,8	63,31	0,049 (2,8)	0,33	20,89
11	28	35,0	3,63	36,3	16,4	109,3	4,96	75,2	63,95	0,051 (2,9)	0,31	10,82
эталон standard	80	100	10,0	100	15,0	100	6,60	100	100	0,016 (0,91)	1,0	100

нятым для подсчета признакам (мощность гумусово-аккумулятивного горизонта, кислотность, содержание гумуса и подвижного фосфора) составил 60,73, при этом минимальное значение составило 47,28, а максимальное – 83,18 балла. На такой значительный разброс в 1,8 раза между минимальным и максимальным значением оказало влияние содержание подвижного фосфора. Следует отметить, что в точках 8–11 его значение превышало эталонный показатель. При внесении поправочных коэффициентов на рельеф местности произошло существенное снижение баллов бонитета, особенно в точках 2, 3 и 8, расположенных на самых крутых склонах, с 62,88; 53,91 и 83,18 до 6,92; 4,74 и 13,31 балла соответственно. В целом по всему участку средний бонитировочный балл снизился до 17,35 (табл. 4). Таким образом, при проектировании мелиоративных систем и мероприятий, постановке участка на кадастровый учет и его экономической оценке необходимо учитывать особенности условий рельефа данной территории.

Заключение

Проведенное комплексное обследование территории, планируемой под строительство

оросительной системы, показало, что почвенный покров является достаточно однородным и представлен агросерой остаточно-карбонатной почвой, которая характеризуется в целом невысоким уровнем содержания гумуса и питательных элементов. Уровень кислотности изменяется от среднекислого до нейтрального и зависит от мощности гумусово-аккумулятивного горизонта и характера протекания эрозионных процессов. Анализ экспозиции склонов по сторонам света и характер уклонов показал, что преобладают склоны северо-западной и западной экспозиций с уклонами 4–6 и 6–8°. Характер рельефа также оказывает существенное влияние на бонитировочную оценку. При расчете баллов бонитета с учетом поправочных коэффициентов на характер рельефа их максимальное снижение отмечалось в точках, расположенных в пределах крутых склонов. Таким образом, комплекс проведенных исследований определяет данную территорию как эрозионно-опасную, и, соответственно, в системе земледелия должны применяться почвозащитные севообороты и строго соблюдаться режимы орошения.

Работа выполнена в рамках гос. заданий УИБ УФИЦ РАН (№ 01201361802), КарНЦ РАН

(№ 0221-2017-0047) и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-45-020546-р_а «Изучение и научно-практическое обоснование основных направлений динамики ландшафтов, выведенных из сельскохозяйственного оборота на рубеже XX и XXI столетий на Южном Предуралье и перспективные пути их оптимального использования».

Литература

- Аличаев М. М., Султанова М. Г. Интенсивность проявления эрозии почв на пашне в зависимости от длины, экспозиции, крутизны и формы склона // Инновац. технологии в адаптив.-ландшафт. земледелии / Владим. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. Суздаль, 2015. С. 138–141.
- Анисимова Т. Ю. Способы повышения плодородия пахотных склонов в Центральном Нечерноземье // Земледелие. 2015. № 1. С. 18–20.
- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 488 с.
- Гопп Н. В., Нечаева Т. В., Савенков О. А., Смирнова Н. В., Смирнов В. В. Методы геоморфометрии и цифрового картографирования для оценки пространственной изменчивости свойств агросерой почвы склона // Почвоведение. 2017. № 1. С. 24–34. doi: 10.7868/S0032180X17010087
- Ермолаев О. П. Геоинформационное картографирование эрозии почв в регионе Среднего Поволжья // Почвоведение. 2017. № 1. С. 130–144. doi: 10.7868/S0032180X17010075
- Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 367 с.
- Левшунов И. А. Влияние интенсивности атмосферных осадков, уклона поверхности и сельскохозяйственного использования земель на поверхностный сток // Мелиорация. 2016. № 4. С. 40–43.
- Мамедов Б. М. К вопросу орошения на склоновых землях Азербайджана // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. С. 114–117.
- Мамедов Г. Ш., Шабанов Дж. А., Холина Т. А. Экологическая оценка почв высокогорных ландшафтов северо-восточной части Азербайджана // Почвоведение. 2017. № 5. С. 634–640. doi: 10.7868/S0032180X17050112
- Махт В. А., Руди В. А. Основы методики и современные проблемы оценки плодородия почв для кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий // Вестник Омского гос. агр. ун-та. 2016. № 4(24). С. 106–112.
- Онищук В. С. Результаты агроэкологической оценки земель равнинных ландшафтов Приамурья для проектирования адаптивно-ландшафтной системы земледелия по ГИС-технологии // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области / Дальневост. гос. агр. ун-т. Благовещенск, 2015. Вып. 11. С. 68–73.
- Полевой определитель почв. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с.
- Рулев А. С., Юферев В. Г., Юферев М. В. Геоинформационные исследования эрозионной деградации в агроландшафтах // Изв. Нижневолж. агроунив. комплекса. Наука и высш. проф. образование. Волгоград, 2013. № 2(30). С. 84–88
- Соболь Н. В., Габбасова И. М., Комиссаров М. А. Влияние различной интенсивности дождей и крутизны склонов на развитие эрозии почв в Южном Предуралье (модельный опыт) // Почвоведение. 2017. № 9. С. 1134–1140. doi: 10.7868/S0032180X17090064
- Тайчинов С. Н. Качественная оценка почвы (бонитировка). М.: Россельхозиздат, 1966. 88 с.
- Чинь Ле Хунг, Ву Зань Туен, До Хны Хиеп. Оценка риска эрозии почв по данным дистанционного зондирования и ГИС (на примере района Ланг Чань, провинция Тхань Хоа, Вьетнам) // Вестн. ОрелГАУ / Орлов. гос. аграр. ун-т. 2015. № 4(55). С. 57–64.
- Bjorneberg D. L., Sojka R. E., Aase J. K. Pre-wetting effect on furrow irrigation erosion: a field study // Trans. ASAE. St. Joseph (Mich.), 2002. Vol. 45, no. 3. P. 717–722.
- Krasteva V., Saratov A., Samalieva A., Georgiev B. Mechanisms for Use of the Existed Data Bases – Soil, Agro Climatic, Agro Economic for Large Scale Land Evaluation Mapping and Square Crop Yield Prediction in GIS Medium // Bulg. J. Soil Sci., Agrochem. Ecol. 2009. Vol. 43, no. 2. P. 42–48.
- Link M., Vorderbrugge T., Michalski A., Kowalkowski A., Harrach T. Interpretation of German and Polish soil assessment data in order to deduce and to evaluate soil parameters and functions. Pt I. Methodical basis and database // Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment. 2010. Vol. 61, no. 4. P. 11–23.
- Mitova M., Rousseva S. Sensitivity Analysis of Predicted Soil Loss from Erosion to Its Determining Factors // Bulg. J. Soil Sci., Agrochem. Ecol. 2014. Vol. 48, no. 1. P. 26–30.
- Nestroy O., Ulonska H.-J. Soil assessment for land taxation – chances and risks of harmonisation in a European context // Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment. 2012. Vol. 63, no. 1. P. 17–25.
- Prus B., Salata T., Gawronski K. The method of determining surface water erosion influence on agricultural valorization of soils with usage of geoprocessing techniques and spatial information systems // Annals of Warsaw Agr. Univ. Land reclamation. 2016. No. 48(4). P. 313–328.
- Rousseva S., Malinov I., Stefanova V. Soil Erosion Risk Assessments Using GIS Technologies – Bulgarian experience // Bulg. J. Agr. Sci. 2016. Vol. 22, no. 2. P. 205–208.
- Sanroque P., Rubio J. L., Izquierdo L. Estudio mediante un simulador de lluvia del comportamiento de suelos de Valencia (España) frente a los procesos de erosión por escorrentía y salpicadura // An. Edafol. Agrobiol. 1988. Vol. 47, no. 9/10. P. 1253–1267.
- Stanczyk T., Baryla A. Application of digital elevation model (DEM) for description of soil microtopography changes in laboratory experiments // Annals

of Warsaw Agr. Univ. Land reclamation. 2016. No. 48(4). P. 377–388.

Pujin Y., Xingfa H., Tingwu L., Jianguo Z., Weihua Z., Jianping W., Zhizhong L., Chunmei Y. Experimental study on soil water erosion under surge irrigation

and use of PAM in Hetao irrigation region, Inner Mongolia // J. China Agr. Univ. 2002. Vol. 7, no. 2. P. 36–40.

Поступила в редакцию 21.02.2018

References

Alichaev M. M., Sultanova M. G. Intensivnost' provyleniya erozii pochv na pashne v zavisimosti ot dliny, ekspozitsii, krutizny i formy sklona [The intensity of soil erosion on arable land depending on the length, exposure, steepness and shape of a slope]. *Innovats. tekhnologii v adaptiv.-landshaft. zemledelii* [Innovative technologies in adaptive landscape specific agriculture]. Suzdal, 2015. P. 138–141.

Arinimova T. Yu. Sposoby povysheniya plodorodiya pakhotnykh sklonov v Tsentral'nom Nechernozem'e [The ways for increasing fertility of arable slopes in the Central non-black earth region]. *Zemledelie* [Agriculture]. 2015. No. 1. P. 18–20.

Arinushkina E. V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [Manual on the chemical analysis of soils]. Moscow: Moscow State Univ., 1970. 488 p.

Chin' Le Khung, By Zan' Tuen, Do Khny Khiep. Otsenka riska erozii pochv po dannym distantsionno-go zondirovaniya i GIS (na primere raiona Lang Chan', provintsiya Tkhan' Khoa, V'etnam) [Risk assessment of soil erosion based on remote sensing data and GIS (for example: Lang Tran district, Thanh Hoa province, Vietnam)]. *Vestn. OrelGAU*. 2015. No. 4(55). P. 57–64.

Ermolaev O. P. Geoinformatsionnoe kartografirovaniye erozii pochv v regione Srednego Povolzh'ya [Geoinformation mapping of soil erosion in the Middle Volga region]. *Eur. Soil Sci.* 2017. Vol. 50, no. 1. P. 118–131. doi: 10.7868/S0032180X17010075

Gopp N. V., Nechaeva T. V., Savenkov O. A., Smirnova N. V., Smirnov V. V. Metody geomorfometrii tsifrovogo kartografirovaniya dlya otsenki prostranstvennoi izmenchivosti svoistv agroseroi pochvy sklona [The methods of geomorphometry and digital soil mapping for assessing spatial variability in the properties of agrogray soils on a slope]. *Eur. Soil Sci.* 2017. Vol. 50, no. 1. P. 20–29. doi: 10.7868/S0032180X17010087

Kiryushin V. I. Ekologicheskie osnovy zemledeliya [Ecological basis of agriculture]. Moscow: Kolos, 1996. 367 p.

Levshunov I. A. Vliyanie intensivnosti atmosferynykh osadkov, uklona poverkhnosti i sel'skokhozyaistvennogo ispol'zovaniya zemel' na poverkhnostnyi stok [The influence of rainfall intensity, surface slope and agricultural land use on surface runoff]. *Melioratsiya* [Land Reclamation]. 2016. No. 4. P. 40–43.

Mamedov B. M. K voprosu orosheniya na sklonovykh zemlyakh Azerbaidzhana [To the issue of irrigation on the slope lands of Azerbaijan]. *Vestnik Belorusskoi gos. sel'skokhoz. akad.* [Proceed. Belarusian St. Agricultural Acad.]. 2016. No. 3. P. 114–117.

Mamedov G. S., Shabanov J. A., Kholina T. A. Ekologicheskaya otsenka pochv vysokogornyykh landshaftov severo-vostochnoi chasti Azerbaidzhana [Ecological assessment of soils in high-mountain landscapes of north-

eastern part of the Greater Caucasus (Azerbaijan)]. *Eur. Soil Sci.* 2017. Vol. 50, no. 5. P. 630–635. doi: 10.7868/S0032180X17050112

Makht V. A., Rudi V. A. Osnovy metodiki i sovremennye problemy otsenki plodorodiya pochv dlya kadastrvoi otsenki sel'skokhozyaistvennykh ugodii [Fundamentals of methodology and modern problems of soil fertility assessment for cadastral evaluation of agricultural lands]. *Vestnik Omskogo gos. agr. univ.* [Bull. Omsk St. Agrarian Univ.]. 2016. No. 4(24). P. 106–112.

Onishchuk V. S. Rezul'taty agroekologicheskoi otsenki zemel' ravninnykh landshaftov Priamur'ya dlya proektirovaniya adaptivno-landshaftnoi sistemy zemledeliya po GIS-tekhnologii [The results of agroecological assessment of lowland landscapes of the Amur region for the design of adaptive-landscape system of agriculture using GIS technology]. *Adaptivnye tekhnologii v rastenievodstve Amurskoi oblasti / Dal'nevost. gos. agrar. un-t* [Adaptive technologies in agriculture of the Amur Region / Far-East St. Agrarian Univ.]. 2015. Iss. 11. P. 68–73.

Polevoi opredelitel' pochv [Field guide of soils]. Moscow: Pochvennyi in-t im. V. V. Dokuchaeva, 2008. 182 p.

Rulev A. C., Yuferev V. G., Yuferev M. V. Geoinformatsionnye issledovaniya erozionnoi degradatsii v agrolandshaftakh [GIS studies of erosion and degradation in agricultural landscapes]. *Izv. Nizhnevolsk. agrouniv. kompleksa. Nauka i vyssh. prof. obrazovanie* [Proceed. of Nizhnevolskiy Agrouniv. Complex: Science and Higher Vocational Education]. 2013. No. 2(30). P. 84–88.

Sobol' N. V., Gabbasova I. M., Komissarov M. A. Vliyanie razlichnoi intensivnosti dozhdiei i krutizny sklonov na razvitie erozii pochv v Yuzhnom Predural'e (model'nyi opyt) [Effect of rainfall intensity and slope steepness on the development of soil erosion in the southern CIS-Ural region (a model experiment)]. *Eur. Soil Sci.* 2017. Vol. 50, no. 9. P. 1098–1104. doi: 10.1134/S106422931709006X

Taichinov S. N. Kachestvennaya otsenka pochvy (bonitirovka) [Qualitative assessment of soils (valuation)]. Moscow: Rossel'khozizdat, 1966. 88 p.

Bjorneberg D. L., Sojka R. E., Aase J. K. Pre-wetting effect on furrow irrigation erosion: a field study. *Trans. ASAE. St. Joseph (Mich.)*. 2002. Vol. 45, no. 3. P. 717–722.

Krasteva V., Saratov A., Samalieva A., Georgiev B. Mechanisms for Use of the Existed Data Bases – Soil, Agro Climatic, Agro Economic for Large Scale Land Evaluation Mapping and Square Crop Yield Prediction in GIS Medium. *Bulg. J. Soil Sci., Agrochem. Ecol.* 2009. Vol. 43, no. 2. P. 42–48.

Link M., Vorderbrugge T., Michalski A., Kowalkowski A., Harrach T. Interpretation of German and Polish soil

assessment data in order to deduce and to evaluate soil parameters and functions. Pt I. Methodical basis and database. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*. 2010. Vol. 61, no. 4. P. 11–23.

Mitova M., Rousseva S. Sensitivity Analysis of Predicted Soil Loss from Erosion to Its Determining Factors. *Bulg. J. Soil Sci., Agrochem. Ecol.* 2014. Vol. 48, no. 1. P. 26–30.

Nestroy O., Ulonska H. J. Soil assessment for land taxation – chances and risks of harmonisation in a European context. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*. 2012. Vol. 63, no. 1. P. 17–25.

Prus B., Salata T., Gawronski K. The method of determining surface water erosion influence on agricultural valorization of soils with usage of geoprocessing techniques and spatial information systems. *Annals of Warsaw Agr. Univ. Land reclamation*. 2016. No. 48(4). P. 313–328.

Rousseva S., Malinov I., Stefanova V. Soil Erosion Risk Assessments Using GIS Technologies – Bulgarian

experience. *Bulg. J. Agr. Sci.* 2016. Vol. 22, no. 2. P. 205–208.

Sanroque P., Rubio J. L., Izquierdo L. Estudio mediante un simulador de lluvia del comportamiento de suelos de Valencia (España) frente a los procesos de erosión por escorrentía y salpicadura. *An. Edafol. Agrobiol.* 1988. Vol. 47, no. 9/10. P. 1253–1267.

Stanczyk T., Baryla A. Application of digital elevation model (DEM) for description of soil microtopography changes in laboratory experiments. *Annals of Warsaw Agr. Univ. Land reclamation*. 2016. No. 48(4). P. 377–388.

Pujin Y., Xingfa H., Tingwu L., Jianguo Z., Weihua Z., Jianping W., Zhizhong L., Chunmei Y. Experimental study on soil water erosion under surge irrigation and use of PAM in Hetao irrigation region, Inner Mongolia. *J. China Agr. Univ.* 2002. Vol. 7, no. 2. P. 36–40.

Received February 21, 2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Сулейманов Руслан Римович

главный научный сотрудник лаб. почвоведения, д. б. н.
Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН
пр. Октября, 69, Уфа, Республика Башкортостан,
Россия, 450054
эл. почта: soils@mail.ru

Сулейманов Азамат Русланович

аспирант
Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН
пр. Октября, 69, Уфа, Республика Башкортостан,
Россия, 450054
эл. почта: filpip@yandex.ru

Сайфуллин Ирик Юлаевич

аспирант
Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН
пр. Октября, 69, Уфа, Республика Башкортостан,
Россия, 450054

старший преподаватель каф. физической географии,
картографии и геодезии
Башкирский государственный университет
ул. Заки Валиди, 32, Уфа, Республика Башкортостан,
Россия, 450076
эл. почта: irekle@mail.ru

Гизатшина Гульназ Маратовна

аспирант
Башкирский государственный университет
ул. Заки Валиди, 32, Уфа, Республика Башкортостан,
Россия, 450076
эл. почта: gulnazgizatshina@yandex.ru

Юркевич Мария Геннадьевна

заведующая лаб. экологии и географии почв, к. с-х. н.
Институт биологии КарНЦ РАН,
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр РАН»
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: svirinka@mail.ru

CONTRIBUTORS:

Suleymanov, Ruslan

Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Centre,
Russian Academy of Sciences
69 Prospekt Octyabrya, 450054
Ufa, Bashkortostan, Russia
e-mail: soils@mail.ru

Suleymanov, Azamat

Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Centre,
Russian Academy of Sciences
69 Prospekt Octyabrya, 450054
Ufa, Bashkortostan, Russia
e-mail: filpip@yandex.ru

Saifullin, Irik

Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Centre,
Russian Academy of Sciences
69 Prospekt Octyabrya, 450054
Ufa, Bashkortostan, Russia

Bashkir State University
32 Validy St., 450076 Ufa, Bashkortostan, Russia
e-mail: irekle@mail.ru

Gizatshina, Gulnaz

Bashkir State University
32 Validy St., 450076 Ufa, Bashkortostan, Russia
e-mail: gulnazgizatshina@yandex.ru

Yurkevich, Maria

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Russia
e-mail: svirinka@mail.ru

Габбасова Илюся Масгутовна

заведующая лаб. почвоведения, д. б. н.
Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН
пр. Октября, 69, Уфа, Республика Башкортостан,
Россия, 450054
эл. почта: gimib@mail.ru

Gabbasova, Ilyusya

Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Centre,
Russian Academy of Sciences
69 Prospekt Otyabrya, 450054
Ufa, Bashkortostan, Russia
e-mail: gimib@mail.ru