

МОРФОЛОГИЯ ПРОФИЛЯ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЙМЫ РЕКИ ОКИ И ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЕЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Олег Викторович Черкасов¹, Вадим Петрович Шичков², Константин Николаевич Евсенкин³, Яков Владимирович Костин⁴

^{1,2,4} Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия

³ ФГБНУ Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова

kn.evsenkin@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты описания почвенных профилей двух участков в АО «Московское» Рязанского района Рязанской области, водно-физических свойств и построена предварительная имитационная модель рационального использования аллювиальной почвы Центральной поймы р. Оки.

Проблема и цель. Для получения исходных данных по аллювиальной почве Центральной поймы р. Оки выбраны два участка: №1 под луговой растительностью и №2 – сельскохозяйственного назначения, под кукурузой. Цель работы – изучить структуру профиля аллювиальной почвы Центральной поймы реки Оки и составить имитационную модель ее рационального использования. Исследования начаты в сентябре 2024 года.

Методология. Для изучения морфологии почвы на двух участках проведена откопка шурфов по методическим указаниям В.Д. Наумова с соавт. «Морфология почв» и ОСТ 56-81-84 «Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам». Погодные условия 2024 года характеризовались жарким и сухим летом. Исследования начаты в сентября 2024 года, когда теплообеспеченность была выше среднемноголетней (среднемесячная $t=+17^{\circ}\text{C}$), осадков не выпадало.

Результаты. Дано описание почвенных профилей двух участков №1 под луговой растительностью и №2 – кукурузой. Выявлены ее зональные особенности в виде невыраженного гумусового горизонта, слоистого аллювия, оглеения нижних горизонтов. Описание профиля почвы на участке №2 под кукурузой было использовано для создания модели, направленной на рациональное использование региональных почвенных ресурсов.

Заключение. Аллювиальная суглинистая луговая почва Центральной поймы р. Оки АО «Московское» регулярно затопливается около 2-3 недель. Зональными особенностями почвы являются хорошо развитая дернина, нечеткий гумусовый горизонт и его комковатая структура, наличие железистых пятен, слоистость аллювия, влажный переходный горизонт с запахом ила, признаки оглеения. По сравнению с данными 1995 года почва обследуемого участка характеризуется ухудшением водно-физических свойств. Для прогнозирования ее дальнейшего состояния была построена предварительная имитационная модель обследуемого участка в АО «Московское».

Ключевые слова: аллювиальная почва, пойма, структура профиля, шурф, оглеение, слоистость аллювия

MORPHOLOGY OF THE ALLUVIAL SOIL PROFILE OF THE CENTRAL FLOODPLAIN OF THE OKA RIVER AND AN IMITATION MODEL OF ITS RATIONAL USE

Oleg Viktorovich Cherkasov¹, Vadim Petrovich Shichkov², Konstantin Nikolaevich Evsenkin³, Yakov Vladimirovich Kostin⁴

^{1,2,4} Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia

³ Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation Named after A.N. Kostyakov"

kn.evsenkin@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of the description of soil profiles of two sites in JSC Moskovskoye, Ryazan District, Ryazan Region, water-physical properties, and constructs a preliminary simulation model for the rational use of alluvial soil in the Central floodplain of the Oka River.

Problem and purpose. To obtain initial data on the alluvial soil of the Central floodplain of the Oka River, two sites were selected: No. 1 was under meadow vegetation and No. 2 was under corn for agricultural purposes. The purpose of the work was to study the structure of the alluvial soil profile of the Central floodplain of the Oka River and to create a simulation model of its rational use. Research began in September 2024.

Methodology. To study the soil morphology, pits were dug at two sites according to the guidelines of V.D. Naumov et al. "Soil Morphology" and OST 56-81-84 "Field Soil Research. Procedure and Methods of Carrying Out Work, Basic Requirements for Results." Weather conditions in 2024 were characterized by hot and dry summer. Research began in September 2024, when heat supply was higher

than the long-term average one (average monthly $t = +17^{\circ} \text{C}$), and there was no precipitation.

Results. The description of soil profiles of two plots No. 1 under meadow vegetation and No. 2 under corn was given. Its zonal features in the form of an unexpressed humus horizon, layered alluvium, gleying of the lower horizons were revealed. The description of the soil profile on plot No. 2 under corn was used to create a model aimed at the rational use of regional soil resources.

Conclusion. Alluvial loamy meadow soil of the Central floodplain of the Oka River of JSC Moskovskoye was regularly flooded for about 2-3 weeks. Zonal features of the soil were well-developed turf, unclear humus horizon and its lumpy structure, presence of iron spots, stratification of alluvium, wet transitional horizon with the smell of silt, signs of gleying. Compared with the data of 1995, the soil of the surveyed area was characterized by deterioration of water-physical properties. To predict its further condition, a preliminary simulation model of the surveyed area was built in JSC Moskovskoye.

Key words: alluvial soil, floodplain, profile structure, pit, gleying, stratification of alluvium

Введение

В качестве исследуемой была выбрана аллювиальная почва Центральной поймы реки Оки на территории АО «Московское» Рязанского района Рязанской области. В природном отношении территория с аллювиальной почвой представляет собой экотон от Касимовского Ополя к Полесской озерной Мещере и характеризуется особенностями природных факторов – трофностью питания и степенью увлажнения. Территория исследования расположена в Мещерской физико-географической провинции зоны смешанных хвойно-широколиственных лесов с умеренным, умеренно-континентальным климатом [2]. В социально-экономическом отношении землепользование ее изменялось несколько раз с 1990-х годов: был задействован в сельскохозяйственном обороте с возделыванием сельскохозяйственных культур в севооборотах, затем использовался в виде пастбища, находился в виде залежных земель. В настоящее время часть территории представляет собой естественный злако-разнотравный луг (участок №1), с 1995 года часть ее используется как сельскохозяйственные угодья, в настоящее время - под кукурузой (участок №2).

Цель работы – изучить структуру профиля аллювиальной почвы Центральной поймы реки Оки и составить имитационную модель ее рационального использования. В задачу исследований входили откопка шурфов и описание почвенных профилей, выявление региональных особенностей аллювиальной почвы в условиях регулярного подтопления и построение имитационной модели ее рационального использования. Исследования начаты в сентябре 2024 года.

Материалы и методы исследования

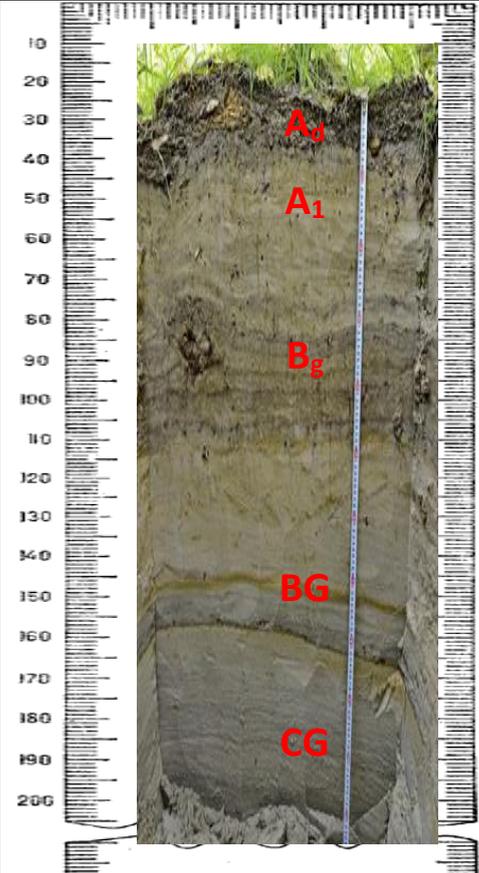
В работе использованы отчеты «ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», которые использовались для сравнения результатов. Проведенный обзор научной литературы раскрыл особенности формирования аллювиальной пойменной почвы. Для изучения морфологии почвы проведена откопка шурфов глубиной до 170 см на двух участках и описание почвенных профилей по методическим указаниям В.Д. Наумова с соавт. «Морфология почв» и ОСТ 56-81-84 «Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам». Для измерения использовалась рулетка. Обследуемые участки расположены в Центральной пойме р. Оки в 12 км от областного центра и в 1,5 км от административного здания АО «Московское». Граничат с грунтовой дорогой, с одной стороны, сельскохозяйственными угодьями, с другой стороны, и молодым сосновым лесом, с третьей и четвертой. Травостой участка №1 характеризуется слабой ярусностью. На участке №2 беспрерывно выращивается кукуруза, к моменту исследований урожай был собран. Рельеф спокойный. Наличие эрозии не отмечено. В целом, участки являются характерными для данной местности. Обработка результатов исследований с использованием программы Statistika 10. Погодные условия 2024 года характеризовались жарким и сухим летом. Исследования начаты в сентября 2024 года, когда теплообеспеченность была выше среднемноголетней (среднемесячная $t=+17^{\circ}\text{C}$), осадков не выпадало.

Результаты исследований и их обсуждение

В течение сотни лет горные породы постепенно трансформируются в новое природное тело, причем процесс постепенно ускоряется вследствие активности биологических объектов. Это, по А.А. Роде (1971), «необратимый процесс», не закончившийся и сегодня. Это подтверждено особенностями морфологического строения и параметрами почвенных свойств, что было доказано почвоведом-географом И.П. Герасимовым (1986), предложившем триаду «факторы - процессы - свойства». Профиль почвы участка №1 представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Описание почвенного профиля участка №1 под луговой растительностью

Почвенный разрез	Горизонт и мощность в см	Описание разреза
------------------	-----------------------------------	------------------

	8 см	A _d - дернина буровато-темно-серых тонов, плотная, тяжелого механического состава, густо пронизанная корнями трав
	10 см	A _g - гумусовый горизонт, буро-темно-серого цвета, невыраженный, комковатой структуры; ржаво-бурые пятна и прожилки по ходам корней
	55 см	B _g — переходный горизонт буро-серых тонов, сизые пятна оглеения, тяжелый механический состав, комковато-зернистой структуры, железистые новообразования в виде ортштейнов. Характерны ходы кротов, копролиты червей и других животных.
	50 см	BG - переходный оглеенный горизонт буровато-сизой окраски, тяжелого механического состава, влажный, запах ила
	48 см	CG — слоистый аллювий

Для выявления общих признаков почвы участка №1 и участка №2 использовались методы исследований анализ, сравнение, обобщение. Так, горизонт A_d имел мощность до 8 см и содержал большое количество органического вещества в виде полуперегнивших растительных остатков. Горизонт A_g буро-темного цвета, невыраженный, с ржаво-бурыми пятнами, свидетельствующими о регулярном переувлажнении при анаэробных процессах. Горизонт B_g серовато бурый с голубоватыми пятнами оглеения, влажный. Горизонт CG представлен наносами, хорошо различимыми слоями. Заключение: Аллювиальная среднесуглинистая луговая почва в Центральной пойме реки.

Аналогично был описан профиль почвы участка №2, на котором возделывалась кукуруза на силос, но к моменту откопки шурфа урожай был уже снят. Отличия были зафиксированы только в верхних горизонтах A_d и A_g, что объясняется ведением сельскохозяйственных работ в соответствии с технологией возделывания кукурузы на силос.

Таблица 1 – Описание почвенного профиля участка №2 под кукурузой

Почвенный разрез	Горизонт и мощность в см	Описание разреза
------------------	--------------------------	------------------

	6 см	А _d - дернина бурого цвета, среднего механического состава, густо пронизанная корнями трав
	14 см	А _g - гумусовый горизонт, буро-темно цвета, невыраженный, мелкокомковатой структуры; ржаво-бурые пятна, много ходов кротов
	60 см	В _g — переходный горизонт светло-буро-серых тонов, сизые пятна оглеения, тяжелый механический состав, комковато-зернистой структуры, железистые. Характерны ходы кротов, копролиты червей и других животных.
	58 см	В _G - переходный оглеенный горизонт буроватой окраски, тяжелого механического состава, влажный, запах ила
	48 см	С _G - хорошо выраженный, слоистый аллювий

Горизонт А_d имел мощность до 6 см, менее плотный по сравнению с аллювиальной луговой почвой под травами. Горизонт А_g буро-темного цвета, невыраженный, с ржаво-бурыми пятнами. Мелкокомковатой структуры, что обеспечивает равномерное прорастание семян, развитие корневой системы и надземной части растений. Горизонт В_g буро-серый, отмечены сизые пятна оглеения, влажный. Горизонт С_G слоистый.

Итак, особенностями почвы являются хорошо развитая дернина, нечеткий гумусовый горизонт и его комковатая структура, наличие железистых пятен, слоистость аллювия, влажный переходный горизонт с запахом ила, признаки оглеения.

Заключение: Аллювиальная среднесуглинистая луговая почва в Центральной пойме реки.

Проведенные в лаборатории Мещерского филиала «ФНЦ ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова» исследования почвы выявили благоприятные ее водно-физические свойства, которые отображены на рисунке 2.

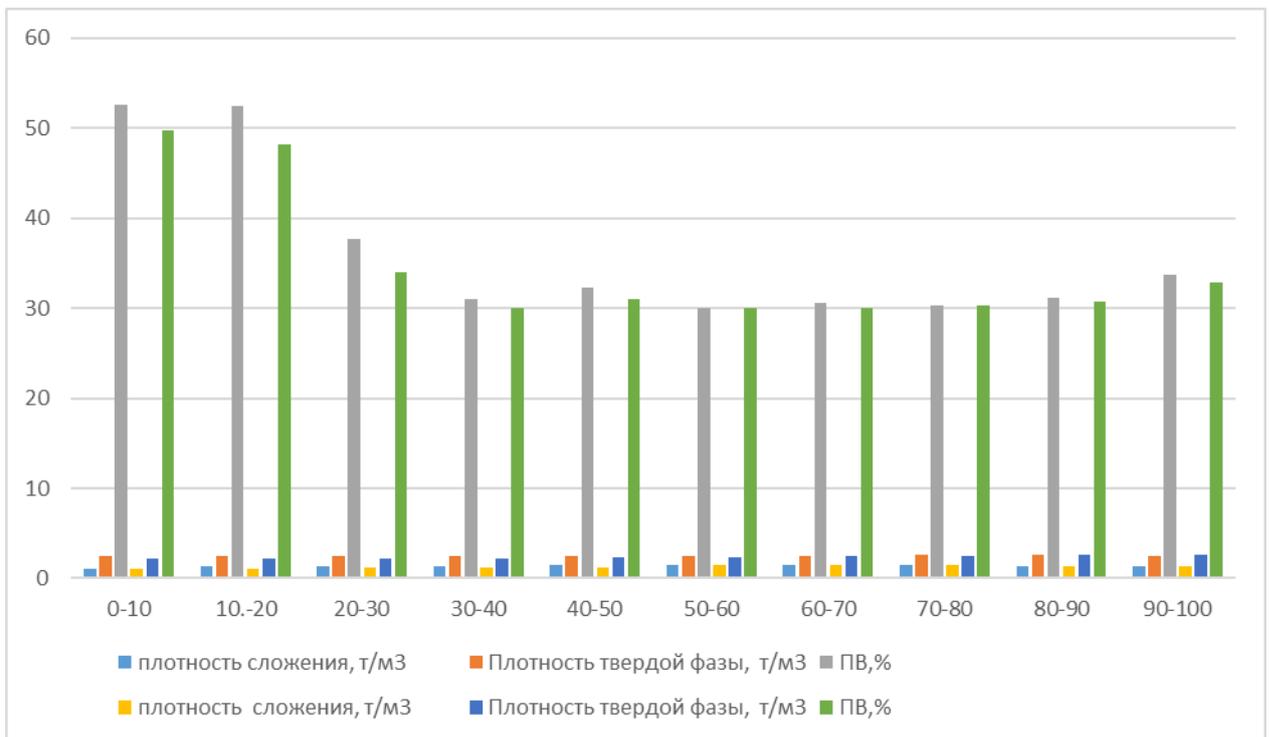


Рисунок 1 – Водно-физические свойства почвы
Figure 1 – Water-physical properties of soil

Пахотный горизонт (0-20 см) обследованной аллювиальной луговой среднесуглинистой почвы стационарного участка обладал благоприятными водно-физическими свойствами для ведения сельского хозяйства: плотность сложения почвы послойно (0-10 см и 10-20 см) изменялась от 1,07 до 1,28 т/м³, плотность твердой фазы – от 2,44 до 2,47 г/см³, полная влагоемкость – от 52,49 до 37,66 % соответственно. С глубиной водно-физические свойства почвы ухудшались: наибольшие значения плотности сложения почвы (1,44 т/м³) и плотность твердой фазы (2,55 г/см³) зафиксированы в слое 60-70 см; полная влагоемкость возрастала до 33,72 % в слое 80-100 см.

Описание профиля почвы на участках №1 и №2 были использованы авторами для создания модели, направленной на рациональное использование региональных почвенных ресурсов.

Имитационная модель рационального использования почвенных ресурсов региона рассматривает почву как открытую систему, представляющую собой комплекс экономической, природной и социальной сфер. Авторами применялся программный продукт STELLA 7 - это система имитационного моделирования фирмы *High Performance Systems*, способная к построению и исследованию модели изучаемой системы [4]. Работа с моделью позволила собрать банк исходных данных, на основе которого было осуществлен сравнительный анализ вариантов, поиск оптимального варианта, нормирования антропогенных нагрузок.

Рязанская область – крупный промышленный и сельскохозяйственный регион. Для модели применима гипотеза двухсекторной модели экономики региона, состоящей из продукции сельского хозяйства и продукции промышленности. Проблема загрязнения окружающей среды стоит остро [1]. Село Поляны расположено в 12 км от областного центра и роза ветров направлена на северо-восток, что вносит вклад в загрязнение атмосферного воздуха. Экологическое состояние, по мнению профессора Ю.А. Мажайского, в районе напряженное вследствие загрязнения тяжелыми металлами. Имитационная модель построена для почвы сельскохозяйственного назначения АО «Московское».

Построение модели включало этапы:

- анализ данных территории АО «Московское» от 1995 года, предоставленных сотрудниками ВНИИГиМ,
- создание собственного банка данных,
- построение матриц для расчетов,
- разработка сценариев развития участка,
- проведение сравнительного анализа сценариев и выбор оптимального.

Для каждого сектора – продукции сельского хозяйства и продукции промышленности построена однопродуктивная модель. Для моделирования взаимосвязей нами применялся метод системной динамики с включением информации из базы данных. Модель может определить способность данного участка к устойчивому развитию с помощью математических дифференциальных уравнений.

Предварительная упрощенная имитационная модель обследуемого участка имеет вид, отображенный на рисунке 1.

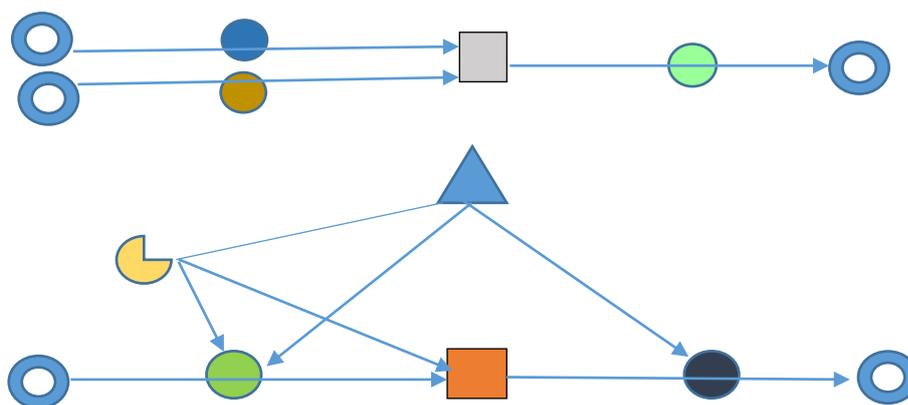
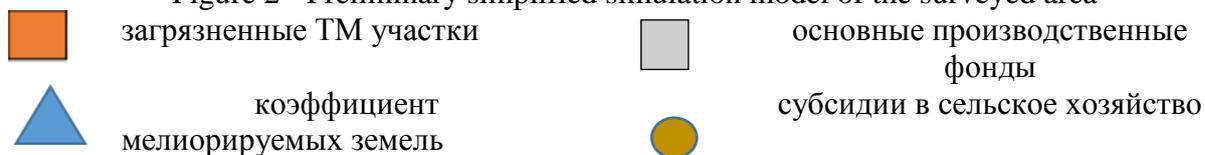


Рисунок 2 - Предварительная упрощенная имитационная модель обследуемого участка
Figure 2 - Preliminary simplified simulation model of the surveyed area





В последующих исследованиях планируется расширение базы данных и уточнение модели для прогнозирования качественного состояния почвы, сравнение возможных вариантов стратегии управления почвенными ресурсами с целью сохранения и восстановления плодородия аллювиальной почвы Центральной поймы р. Оки.

Заключение

Аллювиальная суглинистая луговая почва Центральной поймы р. Оки АО «Московское» регулярно затопливается около 2-3 недель. Зональными особенностями почвы являются хорошо развитая дернина, нечеткий гумусовый горизонт и его комковатая структура, наличие железистых пятен, слоистость аллювия, влажный переходный горизонт с запахом ила, признаки оглеения. По сравнению с данными 1995 года почва обследуемого участка характеризуется ухудшением водно-физических свойств. Для прогнозирования ее дальнейшего состояния была построена предварительная имитационная модель обследуемого участка в АО «Московское».

Библиографический список

1. Букин А.В. Тяжелые металлы в аллювиальных почвах реки Пышма / А.В. Букин // Вестник ТГСХА. Тюмень: ТюмГСХА, 2010 - № 3. - С 31-35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tyazhelye-metally-v-poymennyh-pochvah-srednih-tek-severnogo-zauralya>
2. Глухих, М.А. Агрометеорология / М.А. Глухих. – СПб.:Лань,2022.– 200 с. URL: <https://www.litres.ru/book/min-afonasevich-gluhih/agrometeorologiya-66000970/>
3. Балабко П.Н., Снег А.А. Генезис, классификация и зональность пойменных почв // Сибирский экологический журнал, 2007. - № 5. - С. 737-740. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/7636486/>
4. Переверзев В.Н., Литвинова Т.И. Почвы на аллювиальных и пролювиальных отложениях в долине реки Грэндалсэлта (остров Западный Шпицберген) // Почвоведение, 2012. - № 5. - С. 547-554. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17726173>
5. Сурков, Ф.А. Имитационный подход к проблеме рационального использования почвенных ресурсов региона / Ф.А. Сурков, Е.Ф. Прошина // Экономический вестник Ростовского государственного университета, 2008. – Т.6. - № 4. – Часть 3. - С. 347-351. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18778763>

References

1. Bukin A.B. Tyazhely`e metally` v allyuvial`ny`x pochvax reki Py`shma / A.B. Bukin // Vestnik TGSXA. Tyumen`: TyumGSXA, 2010. - № 3. - S 31-35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tyazhelye-metally-v-poymennyh-pochvah-srednih-rek-severnogo-zauralya>
2. Gluxix, M.A. Agrometeorologiya / M.A. Gluxix. – SPb.:Lan`,2022.– 200 s. URL: <https://www.litres.ru/book/min-afonasevich-gluhih/agrometeorologiya-66000970/>
3. Balabko P.N., Sneg A.A. Genezis, klassifikaciya i zonal`nost` pojmeny`x pochv // Sibirskij e`kologicheskij zhurnal, 2007. - № 5. - S. 737-740. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/7636486/>
4. Pereverzev V.N., Litvinova T.I. Pochvy` na allyuvial`ny`x i prolyuvial`ny`x otlozheniyax v doline reki Gryondalse`lva (ostrov Zapadny`j Shpiczbergen) // Pochvovedenie, 2012. - № 5. - S. 547-554. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17726173>
5. Surkov, F.A. Imitacionny`j podxod k probleme racional`nogo ispol`zovaniya pochvenny`x resursov regiona / F.A. Surkov, E.F. Proshina // E`konomicheskij vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008. – T.6. - № 4. – Chast` 3. - S. 347-351. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18778763>