

ЗАВИСИМОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ПОЛОВОДЬЯ ОТ ХАРАКТЕРА ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Т.В. Папаскири, С.В. Суслов, Л.И. Бойценюк, В.С. Груздев,
 М.А. Хрусталева, Д.А. Турусов

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. На территории Пушкинского городского округа Московской области в 2023-2024 годах для оценки вклада различных источников в химический состав вод половодья проведена снегомерная съемка, отобраны пробы талых вод с малых водотоков, малых рек, впадающих в Пестовское водохранилище и протекающих по различным типам ландшафтов — лесному, луговому и антропогенному, преимущественно в зоне населенных пунктов, а так же пробы вод водохранилища. Пробы талых вод отбирались в начале и в конце снеготаяния.

В пробах вод с селитебной территории определено высокое содержание хлора, натрия, калия, магния, кальция, аммонийного и нитратного азота, сульфат иона, в десятки раз превышающее концентрации в талых водах с природных ландшафтов. Закономерно увеличено рН с 7 до 8 единиц по всем видам исследованных ландшафтов наблюдается тенденция к увеличению минерализации вод к концу половодья, что связано с оттаиванием почвы и выносом накопленных растворимых форм. При попадании стоков в малые реки, за счет разбавления, концентрации элементов снижаются и становятся ниже допустимых. Найденные крайне высокие концентрации хлора, сульфат иона, фосфатов, щелочных металлов в талых водах селитебной территории очевидно связаны с использованием противогололедных реагентов и попаданием в стоки различной бытовой химии. Определение содержания тяжелых металлов не выявило закономерностей пространственного распределения. Выявлены отдельные локальные точки загрязнения свинцом и кадмием. Фактическое многократное превышение загрязнителей в водах половодья отобранных с селитебной территории показывает необходимость ограничения застройки на водосборе водохранилищ имеющих водохозяйственное значение, строительство ливневой канализации перехватывающей поверхностный сток с целью очистки.

Ключевые слова: талые воды, водосбор, ландшафты, поверхностный сток, селитебная территория, источники загрязнения, биогенные элементы

Original article

DEPENDENCE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF FLOOD WATERS ON THE NATURE OF THE ECONOMIC USE OF THE CATCHMENT AREA

T.V. Papaskiri, S.V. Suslov, L.I. Boitsenyuk, V.S. Gruzdev,
 M.A. Khrustaleva, D.A. Turusov

The State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. In the territory of the Pushkin district in 2023-2024, to assess the contribution of various sources to the chemical composition of flood waters, a snow—measuring survey was carried out, samples of meltwater from small watercourses, small rivers flowing into the Pestovsky reservoir and flowing through various types of landscapes — forest, field, mainly in the area of settlements, as well as samples of reservoir waters were taken. Meltwater samples were taken at the beginning and at the end of the snowmelt.

In water samples from the residential area, a high content of chlorine, sodium, potassium, magnesium, calcium, ammonium and nitrate nitrogen, and sulfate ion was determined, tens of times higher than concentrations in meltwater from natural landscapes. The pH was naturally increased from 7 to 8 units. for all types of the studied landscapes, there is a tendency to increase water mineralization by the end of the flood, which is associated with thawing of the soil and removal of accumulated soluble forms. When runoff enters small rivers, due to dilution, the concentrations of elements decrease and become lower than permissible. The extremely high concentrations of chlorine, sulfate ion, phosphates, and alkali metals found in the meltwater of the residential area are obviously associated with the use of deicing reagents and the ingress of various household chemicals into drains. The determination of the heavy metal content did not reveal patterns of spatial distribution. Separate local points of contamination with lead and cadmium have been identified. The actual multiple excess of pollutants in the flood waters selected from the residential area shows the need to limit the development of reservoirs of water management importance in the catchment area, the construction of a storm sewer intercepting surface runoff for the purpose of purification.

Keywords: meltwater, catchment area, landscapes, surface runoff, residential area, pollution sources, biogenic elements

Введение. Исследования качества поверхностных вод в период половодья проводились на территории Пушкинского городского округа Московской области на водосборных территориях с различными ландшафтами и характером хозяйственного использования. Источниками химических элементов, попадающих в поверхностный сток в период половодья служит снег, содержащий загрязнения, поступающие в процессе переноса воздушных масс, высвобождение подвижных форм в результате почвенного процесса, а также загрязнения, накапливающиеся в снеге, почве в результате местной хозяйственной деятельности. Известно, что серьезными источниками поступления загрязнений в поверхностные воды служит традиционное сельское хозяйство, предполагающее

подзимнее внесение минеральных и органических удобрений в виде навоза без заделки в почву. Однако, в современных условиях в исследуемом регионе сельское хозяйство ведется на ограниченной территории, а жилая застройка, плотность населения, постоянно возрастают. Так по г.о. Пушкино плотность населения в 2010 г. составила 1715 чел. на кв. км., в 2023 г. 1848 чел. на кв. км., а численность населения возросла с 102,874 тыс. чел. (в 2010 г.) до 110,868 тыс. чел. (в 2023 г.) и увеличение численности населения составило 7994 тыс. чел. [1]

В данной работе предпринята попытка анализа вклада селитебных территорий в общее загрязнение вод половодья с целью экстраполяции влияния в виду постоянного увеличения площади застройки. С целью определения

влияния в 2023-2024 гг. отобраны пробы талых вод на различных типах ландшафтов из малых водотоков в начале и конце снеготаяния, пробы воды малых рек, впадающих в водохранилище и вод непосредственно водохранилища. Определялись содержание биогенных элементов, тяжелых металлов, рН и общая минерализация.

Материалы и методы. Для выявления источников загрязнения вод водохранилищ в апреле — мае 2023-2024 года на водосборе Пестовского водохранилища отобраны пробы вод половодья (рис. 1-3). Для оценки вклада в общее загрязнение вод половодья от удаленных источников в феврале проведена снегомерная съемка с использованием Весового снегомера ВС-43. Отобранные пробы помещали



в пластиковые контейнеры. В лабораторных условиях проводилось количественное определение содержания катионов и анионов в образцах вод весеннего половодья, в которых определяли содержания подвижных форм биогенных элементов в водной вытяжке 1:10 с помощью метода ионной хроматографии на приборе фирмы JETchrom, с применением методик: природные и сточные воды — ПНД Ф 14.2:4.176 и ПНД Ф 14.1:2:4.167.

Результаты и обсуждения. По данным химического анализа проб снеговых вод определена нейтральная либо слабо щелочная реакция, в составе преобладают сульфаты, хлориды, кальция натрия, количество которых закономерно возрастает по мере приближения к источникам антропогенного загрязнения — дорогам, селитебным территориям, при этом закономерно возрастает общая минерализация с 15-20 до максимальной (50 мг/л). Полученные

результаты принципиально не отличаются от известных [2-6] и могут быть объяснены постоянным использованием противогололёдных реагентов и бытовой химии. То есть повышенная минерализация снеговых вод связана с антропогенной деятельностью.

Химический состав вод поверхностного стока, отобранных из малых водотоков на различных ландшафтах в начале и в конце снеготаяния (табл.2) показал, что на естественных

Таблица 1. Результаты химического анализа проб снеговых вод, отобранных в весенний период 2024 г. на водосборной территории водохранилищ канала имени Москвы, мг/л

Table 1. The results of chemical analysis of snow water samples taken in the spring of 2024 in the catchment area of the reservoirs of the Moscow Canal, mg/l

№№ п/п	Место отбора пробы	Данные химического анализа, мг/л									
		pH	Ca	Mg	SO ₄	Cl	Na	K	NH ₄	NO ₃	Общ. минер.
1.	Берег реки Кокотка	7,21	10,2	3,3	1,27	4,1	22,7	5,0	0,0	2,05	19,7
2.	Поле после уборки кукурузы	7,15	4,6	1,0	1,24	2,9	18,3	1,5	0,5	1,28	14,2
3.	Впадение р. Ольшанка в р. Вязь в 20 м от автодороги	7,16	6,2	1,33	1,25	3,29	21,4	1,26	0,0	1,43	19,1
4.	Впадение р. Вязь в Тишковский залив Пестовского водохранилища	7,14	7,3	1,4	1,0	3,6	18,2	1,7	0,0	3,19	17,2
5.	Берег р. Учи вблизи Староярославского шоссе г. Пушкино	7,66	17,1	3,8	4,5	4,7	17,0	2,7	0,6	3,14	40,3
6.	Берег р. Клязьма вблизи 15 м от дороги местного значения	7,53	11,7	2,4	1,4	2,8	15,4	1,5	0,5	2,3	34,2
7.	Городской сквер г. Пушкино в 15 м от дороги местного значения	7,59	15,3	2,3	7,7	7,8	21,1	1,1	0,6	2,35	51,4
8.	Фоновый участок Тишковского лесничества	7,42	7,4	0,4	3,9	1,9	2,2	1,1	0,1	0,73	19,9

Таблица 2. Химический состав вод половодья малых водотоков с ландшафтов различного хозяйственного использования в 2024г., мг/л.

Table 2. Chemical composition of flood waters of small watercourses from landscapes of various economic uses in 2024, mg/l.

Тип ландшафта	Период половодья	Данные химического анализа, мг/л										
		pH	Ca	Mg	SO ₄	Cl	Na	K	NH ₄	NO ₃	P	Общ. Минер.
Сток с лугового ландшафта	Начало Апреля (Начало стока)	7,02	27,3	6,56	2,12	8,16	6,21	0,9	0,00	0,14	0,87	25
	Конец Апреля (Конец стока)	7,75	20,1	5,10	13,1	14,8	10,5	3,6	0,00	3,10	0,90	98
Сток с лесного ландшафта	Начало Апреля (Начало стока)	7,0	17,4	1,04	0,35	1,22	1,72	1,94	0,14	0,33	0,20	8
	Конец Апреля (Конец стока)	7,0	20,1	5,06	8,64	4,97	4,60	1,81	0,20	2,22	0,99	80
Сток с поля с подзимним внесением удобрений	Начало Апреля (Начало стока)	8,11	18,4	19,2	18,6	50,3	36,6	117,0	8,0	8,12	20,3	104
	Конец Апреля (Конец стока)	8,20	92,1	96,0	93,0	251,7	183,0	583,0	9,45	40,6	40,72	416



Рисунок 1. Место отбора проб поверхностных стоков с пашни
Figure 1. Place of sampling of surface runoff from arable land



Рисунок 2. Место отбора вод из реки в период весеннего половодья
Figure 2. Place of water withdrawal from the river during the spring flood period



Рисунок 3. Место отбора поверхностных вод с лесного ландшафта
Figure 3. Place for collecting surface water from the forest landscape





Рисунок 4. Участок пашни с подзимним внесением органических удобрений
Figure 4. Plot of arable land with winter application of organic fertilizers

ландшафтах общая минерализация вод поверхностного стока в начале снеготаяния незначительно отличается от состава снеговых вод (табл.1), по мере оттаивания почвы усиливается вынос сульфатов, в луговом ландшафте в 7 раз, лесном 20 раз, хлоридов в 2-3 раза, фосфатов до 3 раз, так же возрастает вынос натрия, калия, нитратов. Все изменения происходят при общей низкой минерализации в пределах 20 мг/л.

Существенное отличие в общей минерализации (более 50 мг/л) и содержании практически всех определяемых веществ найдено в водах поверхностного стока с полевого ландшафта. Уже в начале снеготаяния содержание сульфатов в 2 и более раз превышает фоновые территории, превышение по хлоридам достигает более 10 раз, по натрию до 6 раз, калию до 90 раз. К концу снеготаяния, по мере оттаивания почвы, происходит в среднем пятикратное увеличение концентрации по всем определяемым элементам, при этом если вода поверхностного стока в естественных ландшафтах имеют нейтральную реакцию, то для стоков с антропогенного ландшафта характерна щелочная реакция рН 8.1 — 8.2. Столь высокое загрязнение, является следствием внесения навоза в разброс

и минеральных удобрений без заделки в почву. (рис. 4) [7-10]

Исследованные территории водосборов с различными типами ландшафтов являются частью водосборов малых рек, впадающих в Пестовское водохранилище, реку Уча. Найденное серьезное превышение элементов в поверхностном стоке с антропогенных ландшафтов за счет разбавления водами малых рек, имеющих на водосборе преимущественно естественные ландшафты, мало измененные хозяйственной деятельностью, на данный момент (табл. 3) позволяет снижать концентрации сульфатов, хлоридов, натрия, калия до концентраций ниже установленных значений ПДК. [11-14] При этом наблюдается увеличение минерализации и содержание перечисленных элементов от истока к устью до 3-5 раз в результате хозяйственной деятельности на водосборе. Определение тяжелых металлов в поверхностном стоке половодья, выявило спорадические загрязнения свинцом, кадмием, имеющие локальный характер (табл. 4).

По характеру выявленных ТМ, вероятным источником является наличие либо стихийной свалки, либо предприятий по переработке аккумуляторов.

Таблица 3. Химический состав весенних вод притоков малых рек водохранилищ канала имени Москвы (конец апреля-начало мая 2023 г.), мг/л
Table 3. Chemical composition of spring waters of tributaries of small rivers reservoirs of the Moscow Canal (end of April-beginning of May 2023), mg/l

Название реки	Данные химического анализа, мг/л																					
	рН	Ca	Mg	SO ₄	Cl	Na	K	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Общ. минер.	рН	Ca	Mg	SO ₄	Cl	Na	K	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Общ. минер.
Ольшанка	Исток реки										Устье											
	7,91	28,59	8,56	6,97	2,27	3,87	2,06	0	0,30	1,06	110	7,90	27,58	7,32	8,56	14,03	10,60	3,07	0	0,42	2,60	120
Вязь	Исток реки										Устье											
	7,61	13,62	3,16	8,71	3,84	4,32	1,33	0	0,15	1,88	53	7,75	20,07	5,00	13,63	14,73	10,49	3,55	0	0,32	3,07	98
Кокотка	Исток реки										Устье											
	7,51	10,66	3,11	6,55	5,14	4,99	1,37	0,33	0,11	2,90	47	7,64	17,55	4,25	7,44	10,35	7,40	1,54	0	0,20	1,93	75
Тишковский залив Пестовского водохранилища	Начало залива										Середина залива											
	7,75	24,00	5,71	9,40	11,43	9,07	3,00	0	0,31	3,85	104	8,06	30	7,81	13,63	16,45	11,00	5,34	0	1,5	5,23	120
ПДК (Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552)	в пределах 6-9	180,0	50,0	500,0	350,0	200,0	20,0	2,0	3,3	45,0	1000	в пределах 6-9	180,0	50,0	500,0	350,0	200,0	20,0	2,0	3,3	45,0	1000

Таблица 4. Содержание ТМ в водах весеннего половодья (конец апреля-начало мая 2023 г.), мг/л
Table 4. The content of TM in the waters of the spring flood (end of April-beginning of May 2023), mg/l

№	Химический элемент	Описание точек проб отбора					ПДК (Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552)
		сток с лугового ландшафта (р. Вязь)	сток с антропогенного ландшафта (р. Вязь)	сток с антропогенного ландшафта (р. Кокотка)	сток с антропогенного ландшафта (р. Ольшанка)	сток с лесного ландшафта (дер. Степаньково)	
1.	Ni	0,0288	0,0133	0,0120	0,0379	0,0150	0,1
2.	Pb	0,0330	0,0075	0,0326	0,0479	0,0444	0,03
3.	Cd	0,0081	0,0131	0,0013	0,0070	0,0059	0,001
4.	Mn	0,2844	3,4961	0,4333	0,0083	0,0610	0,5
5.	Fe	0,3395	5,0890	0,2032	0,4590	0,0945	1,0
6.	Co	0,0093	0,0102	0,0075	0,0076	0,0026	0,1
7.	Cu	0,0149	0,1398	0,0282	0,0056	0,0274	1,0
8.	Cr	0,0039	0,0121	0,0030	0,0039	0,0019	0,5



Выводы. В результате проведенных исследований выявлено многократное превышение содержания сульфатов, хлоридов, фосфатов, щелочных металлов, а так же свинца, кадмия в водах поверхностного стока с антропогенных ландшафтов исследованной территории. Превышение по сравнению с природными ландшафтами составляет по некоторым элементам до 100 раз и вследствие неправильного внесения удобрений в полевом ландшафте и до 3 раз на селитебных территориях и только за счет относительно малой доли антропогенных ландшафтов на водосборной территории на данный момент за счет разбавления водами с природных ландшафтов, концентрации выявленных загрязнений в воде половодья малых рек и водохранилища находятся в пределах допустимых норм. В виду активной застройки территории района, суммарная площадь водосбора с антропогенно-измененными ландшафтами и различным характером хозяйственного использования будет закономерно расти. Для сохранения качества вод источника. Требуется ограничить застройку на водосборе и в случае её продолжения предусмотреть перехватывающую ливневую канализацию с обязательной очисткой сточных вод.

Список источников

1. rosstat.gov.ru
2. М.А. Терешина, О.Н. Ерина, Д.И. Соколов, Л.Е. Ефимова, Н.С. Касимов. Биогенные вещества в р. Москве в условиях сильного загрязнения и минимальной самоочищающей способности // Биогенные вещества в р. Москве в условиях сильного загрязнения и минимальной самоочищающей способности // Четвертые виноградовские чтения. Гидрология от познания к мировоззрению. Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова. Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2020. Санкт-Петербург: ВВМ. С. 799-804.
3. Ю.С. Даценко. Влияние Ивановского водохранилища на качество волжского источника водоснабжения г. Москвы // Вестник Московского университета. Сер. 5. Геогр. 2021. N 5. С. 124-130.
4. Папаскири Т.В., Пивень Е.А., Касьянов А.Е., Кучер Д.Е., Шевчук А.А. Исследование процессов вымывания химических веществ из дерново-подзолистой сулгинистой и супесчаной почв // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. том 66, № 1 (391). С. 24-26.

5. Суслов С.В., Груздева Л.П., Груздев В.С., Хрусталева М.А. Влияние химического состава снега водоохранных зон Учинского и Пестовского водохранилищ на качество вод // Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 1. С. 13-15.
6. Живетина А.В., Нохрин Д.Ю., Дерхо М.А., Мухамедьярова Л.Г. Сезонные особенности химического состава и качества воды в водохранилище руслового типа // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. Том 7(73). 2021. № 1. С. 259-276.
7. Сухановский Ю.П., Прущик В.А., Вытовтов В.А., Титов А.Г. Применение метода дождевания для исследования выноса из почвы биогенных веществ и тяжелых металлов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 4. С. 363-366.
8. Долгов С.В., Коронкевич Н.И. Современные изменения выноса биогенных веществ в реки бассейна Волги на юге лесной зоны // Известия РАН. Серия географическая. 2019. № 5. С. 43-55.
9. Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 208 с.
10. Груздева Л.П., Суслов С.В., Груздев В.С. Водоохранные зоны водохранилищ Нечерноземья. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2021, 152 с.
11. Даценко Ю.С. Формирование и трансформация качества воды в системах источников водоснабжения города Москвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. Москва, 2015. 51 с.
12. Перельман А.И. Геохимия природных вод. М.: Недра. 1982. 151 с.
13. Германова С.Е., Петухов Н.В., Самброс Н.Б., Пивень Е.А., Зинченко А.В. Воздействие антропогенных факторов на сельскохозяйственные почвы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 1. 2023. С. 39-42.
14. Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Кашутина Е.А., Барabanova Е.А., Шапоренко С.И. Природные и антропогенные факторы поступления биогенов в водохранилища. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции: Водоохранилища Российской Федерации: Современные экологические проблемы, состояние, управление. Сочи, 2019. С. 347-355.

References

1. rosstat.gov.ru
2. M.A. Tereshina, O.N. Erina, D.I. Sokolov, L.E. Efimova, N.S. Kasimov (2020). Nutrients in the river. Moscow in conditions of severe pollution and minimal self-cleaning ability. Biogenic substances in the river. Moscow in conditions of severe pollution and minimal self-cleaning ability. Fourth Vinogradov Readings. Hydrology from knowledge to worldview. collection of reports of the international scientific conference in memory of the outstanding Rus-

sian scientist Yuri Borisovich Vinogradov. St. Petersburg State University, St. Petersburg, Publishing House VVM, pp. 799-804.

3. Yu.S. Datsenko (2021). Influence of the Ivankovo reservoir on the quality of the Volga source of water supply in Moscow. Bulletin of Moscow University, Geografia, no. 5, pp. 124-130.
4. Papaskiri T.V., Piven E.A., Kasyanov A.E., Kucher D.E., Shevchuk A.A. (2023). Investigation of the processes of chemical substances leaching from soddy-podzolic loamy and sandy soils. International Agricultural Journal, vol. 66, no. 1 (391), p. 24-26.
5. Suslov S.V., Gruzdeva L.P., Gruzdev V.S., Khrustaleva M.A. (2019). Influence of the chemical composition of snow in the water protection zones of the Uchinsky and Pestovsky reservoirs on water quality. Reclamation and water management, no. 1, pp. 13-15.
6. Zhivetina A.V., Nokhrin D.Yu., Derkho M.A., Mukhamedyarova L.G. (2021). Seasonal features of the chemical composition and quality of water in a channel-type reservoir. Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky Biology, chemistry, vol. 7(73), no. 1, pp. 259-276.
7. Zhivetina A.V., Nokhrin D.Yu., Derkho M.A., Mukhamedyarova L.G. (2022). Application of the sprinkling method to study the removal of biogenic substances and heavy metals from the soil. International Agricultural Journal, no. 4, pp. 363-366.
8. Dolgov S.V., Koronkevich N.I. (2019). Modern changes in the removal of nutrients into the rivers of the Volga basin in the south of the forest zone. Izvestiya RAN, geographic series, no. 5, pp. 43-55.
9. Pobedinsky A.V. (2013). Water-protective and soil-protective role of forests, VNIILM, 208 p.
10. Gruzdeva L.P., Suslov S.V., Gruzdev V.S. (2021). Water protection zones of Non-Black Earth reservoirs, Moscow, INFRA-M, 152 p.
11. Dacenko YU. S. (2015). *Formirovanie i transformaciya kachestva vody v sistemah istochnikov vodosnabzheniya goroda Moskvy* [Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Geographical Sciences], Moscow, Tipografiya «11-j FORMAT», 51 p.
12. Perel'man A.I. (1982). Geochemistry of natural waters, Moscow, Nedra, 151 p.
13. Germanova S.E., Petuhov N.V., Sambros N.B., Piven' E.A., Zinchenko A.V. (2023). Impact of anthropogenic factors on agricultural soils. *Mezhdunarodnyj sel'skhozozajstvennyj zhurnal*, no.1, pp. 39-42.
14. Dolgov S.V., Koronkevich N.I., Kashutina E.A., Barabanova E.A., Shaporenko S.I. (2019). Natural and anthropogenic factors of nutrient input into reservoirs. *Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Vodohranilishcha Rossijskoj Federacii: Sovremennye ekologicheskie problemy, sostoyanie, upravlenie*. Sochi, pp. 347-355.

Данные об авторах:

Папаскири Тимур Валикович, доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, врио ректора, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t_papaskiri@mail.ru
Суслов Сергей Владимирович, кандидат географических наук, доцент кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7286-042X>
Груздев Владимир Станиславович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой строительства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>
Хрусталева Марина Антоновна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0129-5635>
Бойценюк Леонид Иосифович, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат биологических наук, профессор кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>
Турусов Данила Андреевич, студент.

Information about the authors:

Timur V. Papaskiri, doctor of economic sciences, candidate of agricultural sciences, associate professor, acting rector, State University of Land Use Planning ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t_papaskiri@mail.ru
Sergei V. Suslov, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of digital agriculture and landscape architecture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7286-042X>
Vladimir S. Gruzdev, doctor of geographical sciences, professor, head of the department of construction, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>
Mariia A. Khrustaleva, candidate of geographical sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0129-5635>
Leonid I. Boytsenyuk, doctor of agricultural sciences, candidate of biological sciences, professor of the department of digital agriculture and landscape architecture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>
Daniila A. Turusov, student.

