

УДК 630*233

А. В. Юрения, Н. И. Якимов, Е. Г. Юрения

Белорусский государственный технологический университет

АДАПТАЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ИЛОВОГО ПРУДА УП «МИНСКВОДОКАНАЛ»

Целью работы являлось исследование адаптации древесно-кустарниковой растительности при рекультивации иловых прудов, которые оказывают значительное влияние на окружающую среду. Лесная рекультивация пруда-накопителя позволит уменьшить эмиссию газов в атмосферный воздух, а также сократить поверхность испарения с территории пруда. Основным показателем адаптации растений к условиям новой среды служит их сохранность, которая показывает процент сохранившихся растений к числу посаженных. Для создания твердого основания на поверхность илового пруда был нанесен минеральный остаток песка из песколовков, который образовался в процессе очистки сточных вод на очистных сооружениях. Результаты определения содержания тяжелых металлов в почвогрунте свидетельствуют о том, что все исследованные пробы отвечают требованиям данных технических условий в части содержания тяжелых металлов. В наибольшем количестве в анализируемых пробах присутствуют цинк, хром, медь и отсутствуют мышьяк, кадмий, ртуть. Поверхность илового пруда была подвержена лесной рекультивации различными древесными видами. Опытные посадки были оценены по сохранности в зависимости от наличия на деревьях листьев и жизнеспособных почек. В результате адаптации к экстремальным условиям произрастания некоторые листовые виды имели показатель сохранности в текущем году более высокий по сравнению с предыдущим годом, за счет восстановления облиствения и возобновления роста из спящих почек.

Ключевые слова: иловый пруд, лесные культуры, сохранность древесных растений, посадочный материал с открытой и закрытой корневыми системами.

Для цитирования: Юрения А. В., Якимов Н. И., Юрения Е. Г. Адаптация древесных растений при лесной рекультивации илового пруда УП «Минскводоканал» // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2023. № 1 (264). С. 34–40. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-264-04.

A. V. Yurennya, N. I. Yakimov, E. G. Yurennya

Belarusian State Technological University

ADAPTATION OF WOODY PLANTS DURING FOREST RECLAMATION OF SILT POND UNITARY ENTERPRISE “MINSK Vodokanal”

The aim of the work was to study the adaptation of tree and shrub vegetation during the reclamation of silt ponds, which have a significant impact on the environment. Forest reclamation of the storage pond will reduce the emission of gases into the atmospheric air, as well as reduce the evaporation surface from the pond area. The main indicator of the adaptation of plants to the conditions of the new environment is their safety, which shows the percentage of surviving plants to the number of planted. To create a solid foundation, the surface of the sludge pond was covered with the mineral residue of sand from sand traps, which is formed in the process of wastewater treatment at wastewater treatment plants. The results of determining the content of heavy metals in the soil testifies that all the studied samples meet the requirements of these technical conditions in terms of the content of heavy metals. Zinc, chromium, copper are present in the greatest amount in the analyzed samples, and arsenic, cadmium, and mercury are absent. The surface of the silt pond was subject to forest reclamation with various tree species. Experimental plantings were evaluated for safety, depending on the presence of leaves and viable buds on the trees. As a result of adaptation to extreme growing conditions, some deciduous species had a higher survival rate in the current year compared to the previous year, due to the restoration of foliage and resumption of growth from dormant buds.

Keywords: silt pond, forest crops, preservation of woody plants, planting material with open and closed root system.

For citation: Yurennya A. V., Yakimov N. I., Yurennya E. G. Adaptation of woody plants during forest reclamation of silt pond unitary enterprise “Minsk Vodokanal”. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2023, no. 1 (264), pp. 34–40. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-264-04 (In Russian).

Введение. Целью работы являлось исследование адаптации древесно-кустарниковой растительности при рекультивации прудов-накопителей, оказывающих наибольшее влияние на формирование выбросов в атмосферный воздух. Это позволило сформировать полосу ландшафтных древесных культур для уменьшения эмиссии газов в атмосферный воздух, а также сократить поверхность испарения за счет лесной рекультивации пруда-накопителя.

Основным показателем адаптации растений к условиям новой среды служит их сохранность, которая показывает процент выживших растений к числу посаженных. Сохранность является важным показателем, который характеризует состояние лесных культур.

Многие авторы отмечают, что наиболее активным способом лесовосстановления древесных пород на площадях с неблагоприятными условиями произрастания является создание лесных культур [1–3]. Для таких лесорастительных условий должен быть обоснован правильный подбор лесных пород. Например, робиния лжеакация и береза повислая считаются древесными породами, лучше всего подходящими для облесения меловых отвалов [4]. В условиях типчаково-ковыльной степи наиболее перспективными являются лесные культуры тополя белого, дерена белого, вяза приземистого, ивы белой и жимолости татарской с показателями сохранности 78,9; 75,0; 74,4; 73,6 и 72,8% соответственно [5].

Сохранность изменяется с возрастом лесных культур. Исследования показали, что сохранность лесных культур сосны корейской в первый год составляет 27,0–89,0%, в третий год от 25,4 до 87,1%, на пятый год результаты показывают сохранность в пределах 21,3–84,2%. Исследования в 30-летних культурах показали сохранность от 15,3 до 64,1% [6].

Сохранность зависит от вида посадочного материала. При создании лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой высаженные растения лучше приживаются на новом месте и практически по всем биометрическим показателям на первый год жизни превосходят лесные культуры, созданные посадочным материалом с открытой корневой системой. Они меньше испытывают послепосадочную депрессию и адаптация их является более успешной [7].

Влияние на сохранность оказывает также вид древесной породы. В 5-летних культурах на одном и том же участке сосна обыкновенная имеет сохранность от 87,3%, ель сибирская – 69,3%, липа мелколистная – 77,5%, лох узколистный – 77,9%, дуб черешчатый – 54,0% [8].

Сохранность также зависит от содержания токсичных элементов в почве. Выявлено, что

содержание хлора в почве около 0,006% от сухой почвы не является токсичным и не влияет на рост и приживаемость тополей. При содержании хлора 0,037% сосна обыкновенная имеет угнетенный вид либо погибает. При содержании хлора 0,017% растения были в хорошем состоянии и имели высокую сохранность [9].

В неблагоприятных условиях илового пруда-накопителя правильный выбор древесных пород для лесной рекультивации имеет большое значение. Высокую сохранность в этих условиях показали лиственные породы по сравнению с хвойными видами [10, 11]. По данным некоторых авторов, лиственные породы образуют в почве мягкий гумус, лесная подстилка лиственных пород уменьшает промерзание почвы, защищает почву от чрезмерного испарения влаги и сильного нагревания, сохраняет почвенные капилляры, способствует превращению поверхностного стока воды во внутрипочвенный, служит источником обогащения грунта питательными веществами [12].

Основная часть. В результате технического этапа рекультивации на поверхность илового пруда был внесен минеральный остаток песка из песколовок, образующийся в процессе очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации, выдержанный на песковых площадках в течение двух месяцев. Песок из песколовок вносился на поверхность илового пруда перед посадкой разных видов древесных растений и кустарников, что обеспечивало увеличение твердости смесей (почвогрунта) в верхнем слое до 50 см с 10 до 25 кг/см².

Результаты исследований химического состава почвогрунта показали, что, как и в почве, на первом месте по преобладанию стоит кислород, на втором кремний, затем алюминий, железо, кальций, магний и др. Содержание фосфора значительно выше содержания, характерного для почв. Также выше среднего содержание серы. Аналогичная тенденция характерна для микроэлементов, которые в исследуемых пробах содержатся в значительно больших количествах, чем в почве. Причем содержание микроэлементов уменьшается с увеличением глубины. Сравнение результатов определения содержания тяжелых металлов в исследуемых пробах с требованиями технических условий свидетельствует о том, что все исследованные пробы отвечают нормативам в части содержания тяжелых металлов. В наибольшем количестве в анализируемых пробах присутствуют цинк, хром, медь, но отсутствуют мышьяк, кадмий, ртуть. Сравнение содержания тяжелых металлов в исследованных пробах с действующими в Беларуси нормативами предельно допустимых концентраций показывает, что по хрому в отдельных

пробах наблюдается более чем 4-кратное превышение допустимого уровня, а по цинку допустимый уровень превышен более чем в 10 раз. Однако, учитывая то, что пруды-накопители имеют водонепроницаемое основание, проникновение тяжелых металлов в подземные воды исключено.

Плодородие почвы или субстрата определяется запасом элементов питания для древесных растений. Агрохимический анализ грунта участка показал, что содержание гумуса на участке изменяется в широких пределах (от 1,60 до 6,53%), что обусловлено внесением различных типов грунтосмесей на участок и различной степенью разложения органического вещества. Среднее содержание гумуса по смешанным образцам верхнего горизонта составило 3,1%, что говорит о достаточной степени обеспеченности. Однако встречаются участки, где его содержание составляет менее 2%. Содержание подвижных форм фосфора имеет довольно большую изменчивость по участку (от 4,6 до 14,1 мг на 100 г грунта) и в среднем составляет 8,5 мг на 100 г грунта, что характеризует ее как среднеобеспеченную для растений. Содержание обменных форм калия также имеет довольно большую динамику по участку (от 3,6 до 12,7 мг на 100 г грунта) и в среднем составляет 6,4 мг на 100 г грунта, что характеризует ее как среднеобеспеченную для растений.

Кислотность грунтов довольно низкая, реакция среды близка к нейтральной (рН по смешанным образцам на участке составляет от 6,4 до 7,2), в среднем она составила 6,8. Для выращивания большинства древесных пород такая реакция среды грунтов является завышенной,

что может сказаться на приживаемости и росте древесных растений, особенно в первые годы. Большинство древесных видов предпочитают слабокислые почвы и хорошо растут при кислотности почвы 5–6 рН. Величина рН на глубине 20–50 см близка к верхнему слою грунта и составляет в среднем 6,7, что является также низким для выращивания древесных и кустарниковых растений. Низкая кислотность может негативно сказаться на приживаемости древесных растений. Такой показатель рН в первую очередь связан с высоким содержанием обменных оснований кальция и магния в грунте. По степени обеспеченности подвижным фосфором и обменным калием грунты имеют среднюю величину, что будет достаточным для выращивания древесных растений.

Опытные посадки были оценены по сохранности в зависимости от наличия на деревьях листьев и жизнеспособных почек. Однако некоторые деревья и кустарники в период вегетации часто сбрасывали листву в связи с неблагоприятными условиями роста, поэтому они учитывались как погибшие растения. Особенно часто это отмечалось у клена остролистного и кустарников. Растения постепенно приспосабливались к экстремальным условиям произрастания, и в текущем году некоторые виды за счет возобновления роста из спящих почек внизу стволика имели более высокую сохранность, чем в предыдущем году. Эти растения снова возобновили свое развитие, и сохранность посадок частично увеличилась.

Результаты учета сохранности опытных посадок на третий год роста на территории илового пруда № 4 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сохранность древесных видов, посаженных саженцами с открытой корневой системой, на территории илового пруда-накопителя № 4 на третий год после посадки

Древесный вид	Посажено, шт.	Сохранилось в 2022 г, шт.	Сохранность, %	
			2021 г.	2022 г.
Береза повислая	605	121	32,7	20,0
Пузыреплодник калинолистный	600	147	21,5	24,5
Клен остролистный	1381	824	57,3	59,7
Липа крупнолистная	160	51	35,6	31,9
Кизильник блестящий	60	4	1,7	6,7
Дерен белый	60	15	21,7	25,0
Боярышник обыкновенный	90	51	36,7	56,7
Дуб северный	120	6	4,2	5,0
Ель европейская	300	3	1,0	1,0
Сирень обыкновенная	110	20	18,2	18,2
Бирючина обыкновенная	60	1	3,3	1,7
Рябина обыкновенная	60	13	16,7	21,7
Сосна обыкновенная	300	1	0,3	0,3
Шиповник	60	5	—	8,3

В целом сохранность березы повислой в текущем году снизилась на 12,7% за счет отпада высаженных молодых растений, которыми дополнялись посадки в прошлом году. Однако растения березы, которые прижились три года назад, продолжали активный рост и оказались довольно устойчивыми к сложным условиям произрастания. У липы крупнолистной снизилась сохранность на 3,7%.

Сохранность клена остролистного наоборот увеличилась на 2,4% за счет появления побегов в нижней части стволика и возобновления роста. По сравнению с прошлым годом отмечается постепенное восстановление угнетенных экземпляров дуба северного – на 0,8%, рябины обыкновенной – на 5%.

Также увеличилась сохранность кустарниковых пород, таких как пузыреплодник калинолистный – на 3%, кизильник блестящий – на 5%, дерен белый – на 3,3%. Боярышник обыкновенный сохранил свою жизнеспособность в прикорневой зоне и в результате даже увеличил сохранность на 20%. Аналогично проявил себя шиповник, который в предыдущем году практически отпал, а в нынешнем году тронулось в рост 8,3% растений. Это говорит о том, что происходит адаптация древесных пород к сложным почвенно-грунтовым условиям. Также на опытном участке появилось в небольшом количестве естественное возобновление осины, ивы и смородины.

Особенности изменения сохранности древесных пород, посаженных сеянцами с закрытой корневой системой, определялась в течение весенне-летнего периода с момента начала массового распускания листьев на листовенных породах и почек на хвойных видах, а также по наличию зеленой хвои на сосне обыкновенной и ели европейской.

Сохранность посадок, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, незначительно снизилась по сравнению с предыдущим годом. В табл. 2 представлены результаты сохранности древесных пород, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой.

Как видно из табл. 2, сохранность посадок сосны обыкновенной снизилась на 5,5%, ели европейской – на 7,9%. Ольха черная с закры-

той корневой системой в целом имеет низкую сохранность, которая уменьшилась за год на 21,9%. Однако некоторые растения березы повислой, сбросив листья в предыдущем году, отреагировали на сложные условия произрастания, через год восстановили жизнеспособность и активизировали рост. Так, сохранность березы повислой в целом увеличилась на 6,3% по сравнению с предыдущим экспериментальным годом.

По сохранности растений судят об устойчивости их к заглушению травянистой растительностью и к другим неблагоприятным факторам среды. Чем крупнее посадочный материал, обладающий оптимальным соотношением массы мелких корней к надземной части, с большим диаметром и высотой посадочного материала, тем он более устойчив в посадках. Поэтому с целью улучшения адаптации к условиям илового пруда за посадками необходимо проводить уход путем скашивания травянистой растительности через 2–3 недели. Задачи ухода заключаются в создании благоприятных условий для роста и развития посаженных лесных растений. Основным видом ухода является борьба с травянистой растительностью. Удаление травянистой растительности предохраняет лесные культуры от заглушения и снижает расход запасов влаги и питательных веществ в почве.

В условиях иловых прудов при обработке почвы ямками уход должен проводиться с помощью мотокос. При этом вокруг каждого посаженного растения оставляется защитная полоса шириной 10–15 см, а в междурядьях и в рядах производится сплошное скашивание травянистой растительности. Защитная полоса вокруг деревьев оставляется для того, чтобы избежать повреждения их стволиков при скашивании травы.

Количество ухода, их интенсивность, сроки и длительность проведения определяются почвенно-грунтовыми условиями, целевым назначением, состоянием, возрастом и составом лесных культур, биологическими особенностями древесных и кустарниковых видов, способом и качеством обработки почвы, составом травянистой растительности и другими факторами.

Таблица 2

Сохранность опытных посадок, созданных сеянцами с закрытой корневой системой

Древесный вид	Посажено, шт.	Сохранилось, шт.		Сохранность, %	
		2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Сосна обыкновенная	351	274	255	78,1	72,6
Ель европейская	165	141	128	85,5	77,6
Береза повислая	48	29	32	60,4	66,7
Ольха черная	32	10	3	31,3	9,4

Для правильного выбора вида и срока проведения ухода необходимо знать закономерности роста выращиваемых древесных видов, а также динамику и степень развития травянистой растительности в конкретных почвенных условиях. У большинства лесобразующих древесных видов прирост древесных побегов в высоту формируется в начале вегетационного периода. Рост в высоту продолжается непродолжительное время и составляет у сосны и ели 35–45, а у лиственных пород 80–90 дней. По диаметру все древесные виды растут в течение всего вегетационного периода. Поэтому начинать уходы необходимо с середины мая и заканчивать в конце августа. Наиболее опасный период, в котором происходит заглушение травянистой растительностью посаженных семян и саженцев, – это июнь. Поэтому необходимо проводить наблюдения за развитием травянистой растительности в течение вегетационного периода, намечать уходы сразу после превышения высоты семян и повторять при последующем отрастании трав. При достижении древесными растениями высоты 1,5–2 м уходы можно прекращать.

Заключение. Основным показателем адаптации растений к условиям новой среды служит их сохранность, которая определяется отношением числа сохранившихся растений к числу посаженных и выражается в процентах. На сохранность древесных растений в неблагоприятных условиях произрастания влияют

многие факторы. Это вид древесной породы, возраст посадочного материала, содержание токсичных элементов в почве, уходы за посаженными культурами и др. Сохранность опытных посадок оценивалась в зависимости от наличия на деревьях листьев и жизнеспособных почек. Поэтому при учете сохранности деревьев без листьев и жизнеспособных почек учитывались как погибшие. По мере приспособления к экстремальным условиям произрастания некоторые виды (клен остролистный, рябина обыкновенная, боярышник, шиповник) за счет возобновления роста из спящих почек в нижней части стволика увеличили свою сохранность. Хвойные породы, посаженные сеянцами с закрытой корневой системой, снизили сохранность по сравнению с предыдущим годом. Часть сеянцев березы повислой прореагировала на неблагоприятные факторы среды путем сбрасывания листьев. Однако через год они восстановили облиствление и их сохранность увеличилась. В критических экологических условиях в первые годы жизни молодых деревьев большое влияние на сохранность имеют уходы за древесными растениями. Наиболее опасный период, в котором происходит заглушение травянистой растительностью посаженных семян и саженцев, – это июнь. Начинать уходы путем скашивания сорной растительности необходимо с середины мая и заканчивать в конце августа.

Список литературы

1. Родин А. Р. Лесные культуры. М.: МГУЛ, 2002. 268 с.
2. Писаренко А. И., Мерзленко М. Д. Создание искусственных лесов. М.: Агропромиздат, 1990. 270 с.
3. Романов Е. М., Еремин Н. В., Нуреева Т. В. Искусственное лесовосстановление: мониторинг и повышение эффективности // Лесное хоз-во. 2008. № 1. С. 31–33.
4. Деденко Т. П., Талащук Л. Г. Рост и состояние робинии лжеакации и березы повислой в различных эдафических условиях техногенно-нарушенных земель // Биоразнообразие и устойчивость естественных и искусственных растительных сообществ: материалы Всерос. молодежной науч.-практ. конф., Воронеж, 13–15 апр. 2022 г. Воронеж, 2022. С. 22–26.
5. Рахимжанов А. Н., Залесов С. В., Зарубина Л. В. Анализ сохранности лесных культур в типчаково-ковыльной степи Северного Казахстана // Леса России и хозяйство в них. 2019. № 1 (68). С. 11–18.
6. Розломий Н. Г., Плужник М. А. Динамика сохранности лесных культур сосны корейской (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) на территории Уссурийского филиала КГКУ «Приморское лесничество» // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. М., 2021. Том XI. С. 417–419.
7. Грибов С. Е., Ганжа Н. В. Лесоводственно-экономическая оценка лесных культур, созданных различным видом посадочного материала // Молочнохозяйственный вестник. 2015. № 1 (17). С. 14–22.
8. Проведение наблюдений за сохранностью и ростом лесных культур зеленого пояса города Астаны / А. Н. Кабанов [и др.] // Вестник науки Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина. 2018. № 2 (97). С. 15–23.
9. Изучение сохранности и роста лесных культур на условнолесопригодных почвах в пригородных лесах г. Астаны / С. А. Кабанова [и др.] // Лесное хоз-во и зеленое строительство в Западной Сибири: материалы VIII Междунар. науч. интернет-конф., Томск, 13–15 янв. 2016 г. Томск, 2016. С. 53–55.

10. Юреня А. В., Якимов Н. И., Соколовский И. В. Приживаемость древесных и кустарниковых пород в санитарно-защитной зоне илового хозяйства УП «Минскводоканал» // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 1. С. 74–78.

11. Юреня А. В., Якимов Н. И. Биологическая рекультивация иловых полей унитарного предприятия «Минскводоканал» посадками деревьев разных древесных видов // Актуальные научно-технические и экологические проблемы мелиорации земель: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 11–12 мар. 2021 г. Горки, 2022. С. 237–242.

12. Дроздов И. И., Приставко А. А., Приставко И. А. Особенности роста лесных культур сосны в зоне широколиственных лесов на примере Брянской области // Вестник МГУЛ. Лесной вестник. 2014. № 4. С. 45–52.

References

1. Rodin A. R. *Lesnyye kul'tury* [Forest crops]. Moscow, MGUL Publ., 2002. 268 p. (In Russian).
2. Pisarenko A. I., Merzlenko M. D. *Sozdaniye iskusstvennykh lesov* [Creation of artificial forests]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990. 270 p. (In Russian).
3. Romanov E. M., Eremin N. V., Nureeva T. V. Artificial reforestation: monitoring and efficiency improvement. *Lesnoye khozyaystvo* [Forestry], 2008, no. 1, pp. 31–33 (In Russian).
4. Dedenko T. P., Talashchuk L. G. Growth and condition of black locust and silver birch in various edaphic conditions of technogenically disturbed lands. *Bioraznoobrazie i ustoychivost' yestestvennykh i iskusstvennykh rastitel'nykh soobshchestv: materialy Vserossiyskoy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Biodiversity and stability of natural and artificial plant communities: materials of the All-Russian Youth Scientific and Practical Conference]. Voronezh, 2022, pp. 22–26 (In Russian).
5. Rakhimzhanov A. N., Zalesov S. V., Zarubina L. V. Analysis of the preservation of forest crops in the fescue-feather grass steppe of Northern Kazakhstan. *Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh* [Forests of Russia and their management], 2019, no. 1 (68), pp. 11–18 (In Russian).
6. Rozlomiy N. G., Pluzhnik M. A. Dynamics of conservation of Korean pine (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) forest plantations on the territory of the Ussuri branch of the Primorskoye forestry. *Sovremennyye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza* [Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus]. Moscow, 2021, vol. XI, pp. 417–419 (In Russian).
7. Gribov S. E., Ganzha N. V. Silvicultural and economic assessment of forest cultures created by various types of planting material. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin], 2015, no. 1 (17), pp. 14–22 (In Russian).
8. Kabanov A. N., Kabanova S. A., Kochegarov I. S., Shakhmatov P. F. Monitoring the safety and growth of forest crops in the green belt of the city of Astana. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta imeni S. Seyfullina* [Bulletin of S. Seifullin Science of the Kazakh Agrotechnical University], 2018, no. 2 (97), pp. 15–23 (In Russian).
9. Kabanova S. A., Kabanov A. N., Rakhimzhanov A. N., Shakhmatov P. F., Bortsov V. A. Study of the preservation and growth of forest crops on conditionally forest-suitable soils in the suburban forests of Astana. *Lesnoye khozyaystvo i zelenoye stroitel'stvo v Zapadnoy Sibiri: materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchnoy internet-konferentsii* [Forestry and green construction in Western Siberia: materials of the VIII International Scientific Internet Conference]. Tomsk, 2016, pp. 53–55 (In Russian).
10. Yurenaya A. V., Yakimov N. I., Sokolovsky I. V. Survival rate of trees and shrubs in the sanitary protection zone of the sludge management of UE “Minskvodokanal”. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series 1, Forestry. Nature management. Processing of Renewable Resources, 2021, no. 1, pp. 74–78 (In Russian).
11. Yurenaya A. V., Yakimov N. I. Biological reclamation of silt fields of the unitary enterprise “Minskvodokanal” by planting trees of different tree species. *Aktual'nyye nauchno-tekhnicheskiye i ekologicheskkiye problemy melioratsii zemel': materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual scientific, technical and environmental problems of land reclamation: proceedings of the International scientific-practical conference]. Gorki, 2022, pp. 237–242 (In Russian).
12. Drozdov I. I., Pristavko A. A., Pristavko I. A. Peculiarities of growth of pine forest crops in the zone of broad-leaved forests on the example of the Bryansk region. *Vestnik MGUL. Lesnoy vestnik* [Bulletin Moscow State Forest University. Forest Bulletin], 2014, no. 4, pp. 45–52 (In Russian).

Информация об авторах

Юрениа Андрей Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: urenua@belstu.by

Якимов Николай Игнатьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: yakimov@belstu.by

Юрениа Елена Геннадьевна – старший преподаватель кафедры организации производства и экономики недвижимости. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: eurenua@belstu.by

Information about the authors

Yurenua Andrey Vladimirovich – PhD (Agriculture), Assistant Professor, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: urenua@belstu.by

Yakimov Nikolay Ignat'yevich – PhD (Agriculture), Assistant Professor, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yakimov@belstu.by

Yurenua Elena Gennad'evna – Senior Lecturer, the Department of Production Organization and Real Estate Economics. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: eurenua@belstu.by

Поступила 14.10.2022