

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ИЗ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ РОССИИ

доктор сельскохозяйственных наук, доцент **В.И. Михин**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Е.А. Михина**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация

Негативные природные явления, эрозивные процессы в агролесоландшафтах европейской части России стабилизируются с использованием систем защитных лесных насаждений. При создании искусственных линейных насаждений необходимо учитывать их лесоводственно-мелиоративные свойства. Наибольшей эффективностью обладают насаждения с участием быстрорастущих пород. С использованием таксационных методов изучен рост древесных пород (берёза повислая) в возрастной динамике в различных почвенных условиях и в зависимости от лесокультурных, агротехнических приёмов создания. Более значимые биометрические показатели роста отмечаются в позахватных лесных полосах шириной 7,5-10,0 м при густоте растений 4-5 тысяч стволов на 1 га, где формируется высокоэффективная продуваемая структура. В узких защитных насаждениях с участием берёзы повислой биометрические показатели роста (диаметр, высота) имеют выше значения (в 1,4-1,6 раза) по сравнению с лесомелиоративными объектами, где ширина превышает на 50 % и более в сравниваемых вариантах. Чистые по составу садозащитные лесные полосы наиболее эффективны при размещении посадочных мест 4,0 × 4,0 м. В искусственных средневозрастных насаждениях показатели роста выше на 12,0-26,8 % на чернозёме типичном по сравнению с другими почвенными условиями. Определены интервалы мелиоративного влияния на ландшафт систем защитных насаждений. Для оптимизации агротерриторий в условиях лесостепи позахватные насаждения должны занимать площадь от пашни не менее 3,13 %. Системы защитных насаждений, где сочетаются оптимальные условия произрастания пород, параметры размещения в ландшафте позволяют иметь биологически устойчивые экосистемы с высоким мелиоративным эффектом.

Ключевые слова: берёза повислая, защитные насаждения, рост, эффективность

FEATURES OF FORMATION OF PROTECTIVE PLANTINGS FROM A BIRCH HANGING IN THE CENTRAL FOREST-STEPPE OF RUSSIA

DSc (Agriculture), Associate Professor **V.I. Mikhin**
PhD (Agriculture), Associate Professor **E.A. Mikhina**

FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov",
Voronezh, Russian Federation

Abstract

Negative natural phenomena, erosive processes in agroforestry of the European part of Russia are stabilized using protective forest stands. When creating artificial linear plantations, it is necessary to take into account their silvicultural and reclamation properties. The most efficient are stands with the participation of fast-growing species. Using taxation methods, we studied the growth of tree species (drooping birch) in the age dynamics in various soil conditions and depending on forest cultural, agrotechnical methods of creation. More significant biometric growth

indicators are observed in field-protecting forest strips 7.5-10.0 m wide with a plant density of 4-5 thousand trunks per 1 ha, where a highly efficient blown structure is formed. In narrow protective stands with the participation of birch, the biometric growth indicators (diameter, height) have a higher value (1.4-1.6 times) compared with forest reclamation objects, where the width exceeds 50 % or more in the compared variants. Pure horticultural forest strips are most effective when placing seats 4.0 × 4.0 m. In artificial middle-aged stands, growth rates are 12.0-26.8 % higher on chernozem typical in comparison with other soil conditions. The intervals of ameliorative influence on the landscape of protective planting systems were determined. To optimize agro-territories in the forest-steppe conditions, shelterbelts should occupy an area of at least 3.13 % from arable land. Protective planting systems, where optimal conditions for the growth of rocks are combined, and the placement parameters in the landscape make it possible to have biologically stable ecosystems with a high reclamation effect.

Keywords: hanging birch, protective plantings, growth, efficiency

Введение

Среднерусская возвышенность расположена в европейской части России, где отмечаются неблагоприятные природные явления, эрозия почвенного покрова [4]. Природопользование осуществляется по принципам модели ноосферного типа, где предусмотрено экологически устойчивое развитие. Важнейшим компонентом по обеспечению сохранения биоразнообразия, защиты ландшафтов от негативных факторов являются искусственные линейные насаждения. Во многих странах мира такие объекты улучшают среду обитания и эстетику ландшафта [6, 7, 11, 12]. Наши исследования по формированию экологического каркаса ландшафтов защитными насаждениями имеют зональный углубленный характер, где апробирована модель адаптивно-ландшафтного земледелия на геохимической основе с учётом создания оптимальных структур лесомелиоративных систем [3, 4, 5].

В условиях Центрально-Чернозёмного региона формирование защитных насаждений осуществляется с учётом особенностей роста пород, их эколого-биологических свойств, правильности размещения лесополос в ландшафте и организации систем земледелия. Покрытие агротерриторий искусственной древесной растительностью до оптимальных величин является важной проблемой агролесоводства [4, 5].

Целью нашего исследования является научное обоснование параметров формирования защитных насаждений из быстрорастущих пород оптимальным облесением пахотных угодий лесомелиоративными системами на основе

продуктивности ландшафтов. Это позволит создавать лесомелиоративные комплексы с повышенными лесоводственными и экологическими свойствами, что важно для науки и практики в условиях меняющегося климата.

Методы исследования и объекты

Исследования лесомелиоративных объектов проводились по общепринятым методикам [1, 2]. Возраст насаждения определялся по годичным кольцам на срезах у пня или отбором керновозрастным буром с последующим подсчётом. Диаметр измерялся мерной вилкой на высоте груди (1,3 м) у каждого вида деревьев, высота определялась с использованием лазерного дальномера. Сохранность пород рассчитывалась на основании сопоставления первоначального количества растений на 1 га и сохранившихся экземпляров, выраженного в процентах. Показатель продуктивности определялся по бонитировочным таблицам М.М. Орлова, густота посадки рассчитывалась через площадь питания одного растения с учётом 1 га площади насаждения. Средний диаметр (Дср) рассчитывался через сумму площадей сечения деревьев и их количества. Средняя высота (Нср) определялась по графику высот. Конструкция насаждений определялась глазомерно по количеству просветов в вертикальном профиле насаждений. Для лесополос продуваемой структуры в кронах должно быть менее 15 % просветов, между стволами более 60 %. По спилам модельных деревьев на отрезках через 2 м выполнялся подсчёт годичных колец с последующим графоаналитическим методом построения хода роста модельного дерева в

возрасте от 4 до 26 лет. Дальность ветрозащитного влияния определялась как произведение ветрозащитной высоты на коэффициент дальности ветрозащитного влияния, который принимался равным 25-30. Площадь, защищаемая 1 км лесополосы, рассчитывалась через дальность влияния и протяженность 1 км насаждения, переведённые в 1000 м. Урожайность зерновых культур (озимая пшеница, овёс, ячмень), показатель облесённости пашни брались из отчётных статистических материалов сельскохозяйственных организаций с учётом оценки уровня плодородия в 2014-2018 гг. Материалы для анализа роста пород в различных почвенных условиях в искусственных линейных насаждениях получены в период 1988-2018 гг.

Объектами исследований являются системы защитных лесных насаждений в условиях Центрально-Черноземного региона. Основной модельный объект расположен с географическими координатами N-51°01.40, E-35°02.38.

Результаты исследования

Защитные насаждения с участием быстрорастущих пород являются наиболее эффективными с точки зрения мелиорации ландшафтов. Берёза повислая (*Betula pendula* Roch.) получила широкое распространение в лесостепных и степных районах европейской части Российской Федерации. Занимает около 13 % общей площади защитных насаждений. Имеет мощную корневую систему, развитую в глубину и стороны, ветроустойчива, светолюбива, зимостойка, засухоустойчива, нетребовательна к плодородию и влажности почвы [4].

Энергия роста и эффективность берёзовых лесополос зависят от ряда факторов: плодородия и степени влажности почвы, густоты посадки и размещения посадочных мест, ширины и числа рядов, сопутствующих пород.

Берёза повислая является породой, нетребовательной к плодородию почвы, и она более успешно растёт на чернозёмных почвах в сравнении с менее плодородными карбонатными почвами (табл. 1).

В возрасте 16 лет в насаждении с участием берёзы повислой (Бп) и клёна остролистного (Ко) при размещении посадочных мест 2,5×0,75 м

(пр. пл. 19, 24) сохранность быстрорастущей породы выше на 4,5 %, диаметр больше на 1,9 см, высота на 1,4 м в пользу насаждения, произрастающего на чернозёме выщелоченном. В возрасте 25 лет при размещении посадочных мест 2,5×0,7 м сохранность берёзы повислой на чернозёме типичном выше на 18,7 %, диаметр на 2,5 см, высота на 1,5 м по сравнению с насаждением, произрастающим на чернозёме обыкновенном (пр. пл. 254, 258). Породы во всех почвенных условиях по росту оцениваются по первому классу бонитета (Ia).

Таким образом, берёза повислая на несмытых почвах успешно растёт на чернозёмах типичных и выщелоченных не только в сравнении с карбонатными почвами, но и с чернозёмами обыкновенными.

Данные хода роста берёзы повислой на различных почвах (табл. 2) показывают, что наибольшей энергией роста она обладает на чернозёме типичном, наименьшей – на чернозёме обыкновенном.

В возрасте 20 лет высота берёзы повислой на чернозёме типичном в 1,2 раза выше, чем на тёмно-серой лесной почве, и в 1,4 раза выше, чем на чернозёме выщелоченном и чернозёме обыкновенном.

Важнейшим агротехническим приёмом, влияющим на успешность роста берёзы повислой в полезащитных насаждениях, является первоначальная густота посадки, от которой зависит площадь питания каждого дерева. Оптимальная густота посадки определяется биологическими и лесоводственными свойствами древесных пород, и при этом более светолюбивые породы выращиваются в менее густых древостоях, чем теневыносливые.

Густота посадки оказывает влияние на биометрические характеристики, сохранность берёзы, формирование соответствующих конструкций. В более густых берёзовых посадках раньше наступает смыкание крон деревьев и образование защитного полога, дифференциация деревьев в росте, естественное самоизреживание. В возрасте 17-35 лет с увеличением густоты размещения пород сохранность падает, и интенсивность самоизреживания увеличивается (табл. 3).

Таблица 1

Рост берёзы повислой в зависимости от почвенных условий

№ пр. площ.	Почва	Схема смешения пород	Размещение посадочных мест, м	Возраст (лет)	Сохранность, %	Диаметр, см	Высота, м	Бонитет
19	Чернозём карбонатный	Бп+Ко-Бп+Ко-Бп+Ко	2,5x0,75	16	80,6	10,7	9,4	Ia
24	Чернозём выщелоченный	Бп+Ко-Бп+Ко-Бп+Ко	2,5x0,75	16	85,1	12,6	10,8	Ia
254	Чернозём типичный	Бп-Бп-Бп	2,5x0,7	25	54,6	15,6	14,0	Ia
258	Чернозём обыкновенный	Бп-Бп-Бп	2,5x0,7	26	37,7	13,1	12,5	Ia

Таблица 2

Ход роста берёзы повислой по высоте (м) в различных от почвенных условиях

Возраст, лет	Чернозём типичный	Тёмно-серая лесная почва	Чернозём выщелоченный	Чернозём обыкновенный
4	2,6	2,0	2,2	2,0
6	4,0	3,3	3,7	3,0
8	5,8	5,2	5,4	4,1
10	7,9	7,1	6,6	5,3
12	9,8	8,5	7,7	6,7
14	11,5	9,9	8,6	8,3
16	13,2	11,3	9,6	9,4
18	14,9	12,2	10,5	10,1
20	16,0	13,1	11,6	11,4
22	-	-	12,6	12,2
24	-	-	13,6	12,9
26	-	-	-	13,5

Таблица 3

Рост и сохранность берёзы повислой в полевых насаждениях в зависимости от густоты посадки и размещения посадочных мест

№ пр. площ.	Размещение посадочных мест, м	Густота посадки, шт./га	Возраст, лет	Сохранность, %	Диаметр, см	Высота, м	Бонитет
11	2,5x1,5	2666	17	70,1	14,8	13,5	Ia
16	2,5x1,0	4000	17	60,0	13,1	12,6	Ia
164	3,0x1,0	3333	26	40,2	24,5	14,9	Ia
163	2,5x1,0	4000	26	35,3	18,1	16,7	Ia
162	2,5x0,8	5000	29	25,8	19,0	15,3	Ia
181	2,5x1,0	4000	29	26,7	21,7	17,5	Ia
83	2,5x1,0	4000	35	22,5	31,4	20,0	Ia
67	1,5x0,7	9523	35	20,1	25,1	18,9	Ia

Для насаждений в возрасте 17 лет наибольшие биометрические показатели роста по высоте, диаметру характерны при размещении посадочных мест $2,5 \times 1,5$ м и густоте создания 2666 растений на 1 га.

В возрасте 26 лет лучшие результаты роста берёза повислая имеет при размещении растений $3,0 \times 1,0$ м (пр. пл. 164). Лесные полосы в 29 лет (пр. пл. 162, 181) хорошо произрастают при густоте растений 4000 на 1 га. Защитные насаждения в 35 лет при различии в густоте создания 5523 растений на 1 га более значимые результаты по диаметру (на 20,3 %) и высоте (на 5,5 %) имеют в менее густых лесных культурах (4000 шт./га).

Однако слишком редкая посадка не всегда приводит к положительным результатам, поскольку задержание почвы под пологом насаждения способствует снижению показателей роста. Наиболее оптимальной густотой посадки берёзы повислой в полезащитных насаждениях является 4-5 тысяч стволов на 1 га при размещении посадочных мест $2,5 \times 0,75-1,0$ м.

Принципиально важным с точки зрения агротехники выращивания насаждений, организации и эффективности защитного лесоразведения является вопрос об оптимальной ширине лесных полос. От ширины насаждений зависит площадь пашни, которая отводится под их закладку. Чем шире лесные полосы, тем большая площадь изымается из сельского хозяйствования, тем позднее наступает период их окупаемости. При проектировании лесных полос следует также исходить из необходимости формирования эффективной структуры без проведения рубок ухода. Чем раньше эта структура сформируется в лесных полосах, тем меньше будут затраты на уходы, тем в более ранние сроки наступит их период окупаемости.

В возрасте 12-14 лет в берёзовых лесных полосах, на чернозёме типичном при ширине междурядий 2,5 м и общей ширине полосы 7,5 м формируется продуваемая конструкция. Сохранность берёзы и таксационные показатели в этом возрасте являются высокими, и она растёт по Ia классу бонитета. С возрастом конструкция лесных полос не меняется, и сохранность

уменьшается. В возрасте 15-18 лет в лесных полосах шириной 7,5 м таксационные показатели берёзы выше, чем в насаждениях шириной 12,5 м и 10,0 м. Высокая энергия роста берёзы сохраняется во всех лесных полосах без рубок ухода, где сформирована продуваемая структура. Аналогичные закономерности наблюдаются и в возрасте 26 лет. В этом возрасте сохранность берёзы уменьшается и находится в пределах 25,8-54,6 %. Средний диаметр берёзы в насаждениях шириной 7,5-10,0 м в 1,3-1,4 раза больше в сравнении с соответствующим показателем в насаждении шириной 12,5-15,0 м, и средняя высота, соответственно, выше в 1,4 раза.

Оптимальной шириной основных полезащитных лесных полос чистых по составу из берёзы повислой является ширина 7,5-10,0 м, оптимальной шириной междурядий – 2,5 м, оптимальным размещением посадочных мест – $2,5 \times 0,75-1,0$ м, количеством рядов – 3-4.

Эффективность лесных полос зависит от их ширины, состава пород, дальности ветрозащитного влияния, структуры (табл. 4).

Чистые по составу лесные полосы из берёзы повислой в возрасте 13 лет из 3 рядов шириной 7,5 м формируют продуваемую структуру. Их влияние распространяется на расстояние 297 м, где защищаемая площадь 1 км насаждения составляет 29,7 га. В этом же возрасте узкие лесополосы из 2 рядов шириной 6,0 м имеют влияние на ландшафт на расстояние 285 м с защитой территории 28,5 га. В насаждении формируется ажурно-продуваемая структура. Аналогичные результаты наблюдаются в возрасте 17 и 20 лет. Более эффективными по ветрозащитному влиянию являются насаждения, состоящие из 3 рядов продуваемой структуры, где различия составляют 3,1-5,1 %.

В садозащитных лесополосах, состоящих из 2 рядов берёзы повислой, в возрасте 30 лет на чернозёме типичном с размещением посадочных мест $4,0 \times 4,0$ м сохранность берёзы в 4,6 раза, а высота в 1,3 раза выше, чем в лесных полосах шириной 12,5 м с участием тополя бальзамического и клёна ясенелистного. Следовательно, размещение посадочных мест $4,0 \times 4,0$ м, густота посадки 625 стволов на 1 га и подобранный состав

Природопользование

пород для сазозащитных полос является более предпочтительным.

Сравнение биометрических показателей сазозащитных лесополос с различной густотой посадки (3523 и 6666 шт./га) в возрасте 35 лет также показывает, что они выше при густоте создания 3523 ствола на 1 га по сохранности на 5,9 %, диаметру на 58,6 %, высоте на 24,7 %. Смешение берёзы повислой и тополя бальзамического в узких сазозащитных лесополосах не является целесообразным в виду эколого-биологических особенностей пород.

Для условий лесостепи в системе лесных полос выполнена оценка по формированию урожая озимой пшеницы, овса и ячменя при бонитировочной оценке почв 80-90 баллов (табл. 5). Установлено, что с увеличением облесённости

пашни отмечается рост показателей биопродуктивности сельскохозяйственных культур. Для озимой пшеницы (почва 90 баллов) при облесённости 0,75 % урожай равен 33,2 ц/га, при 1,75 % показатель составляет 42,7 ц/га; при почвенной оценке 80 баллов – соответственно 28,3 и 38,0 ц/га. По культуре овёс при почвенной разнице 90 баллов урожайность с учётом полезащитной лесистости 0,75% составляет 23,5 ц/га; 1,75 % – 37,0 ц/га и, соответственно, для почвенных условий 80 баллов – 16,8 и 32,3 ц/га. Для ячменя также характерна отзывчивость на изменение показателей облесённости. В аналогичных условиях (90, 80 баллов и лесистости 0,75 и 1,75 %) динамика получаемого урожая соответственно равна 20,7 и 32,5 ц/га; 15,1 и 26,2 ц/га. При этом прирост урожая не беспределен.

Таблица 4

Эффективность полезащитных лесных полос из берёзы повислой

№ пр. площ.	Схема смешения/Число рядов	Возраст, лет	Ширина, м	Высота, м	Дальность ветрозащитного влияния, м	Площадь, защищаемая 1км полосы, га
7	Бп-Бп-Бп/3	17	7,5	11,0	330	33,0
22	Бп-Бп-Бп/3	20	6,0	16,3	408	40,8
34	Бп-Бп/2	17	6,0	12,8	320	32,0
47	Бп-Бп-Бп/3	20	7,5	14,3	429	42,9
49	Бп-Бп/2	13	6,0	11,4	285	28,5
60	Бп-Бп-Бп/3	13	7,5	9,9	297	29,7

Таблица 5

Урожайность сельскохозяйственных ценозов в зависимости от облесённости пашни, ц/га

Бонитет почвы, баллы	Облесённость пашни, %						
	0,50 2,25	0,75 2,50	1,00 2,75	1,25 3,00	1,50 3,25	1,75 3,50	2,00 3,75
Озимая пшеница							
90	- 43,8	<u>33,2</u> 44,2	<u>35,2</u> 44,9	<u>37,5</u> 45,0	<u>40,7</u> 45,1	<u>42,7</u> 45,1	<u>43,2</u> -
80	<u>26,7</u> 39,3	<u>28,3</u> 39,8	<u>30,4</u> 40,4	<u>33,3</u> 41,0	<u>37,2</u> 41,1	<u>38,0</u> -	<u>38,8</u> -
Овёс							
90	<u>22,7</u> 38,4	<u>23,5</u> 39,0	<u>26,0</u> 39,6	<u>28,8</u> 40,1	<u>33,0</u> 40,1	<u>37,0</u> -	<u>37,7</u> -
80	- 33,7	<u>16,8</u> 34,3	<u>19,9</u> 34,9	<u>24,2</u> 35,4	<u>29,5</u> 36,0	<u>32,3</u> 36,1	<u>33,2</u> -
Ячмень							
90	<u>19,8</u> 35,0	<u>20,7</u> 35,5	<u>24,5</u> 36,0	<u>27,8</u> 36,8	<u>30,3</u> 37,5	<u>32,5</u> 37,6	<u>34,3</u> -
80	- 31,0	<u>15,1</u> 31,8	<u>17,4</u> 32,3	<u>20,0</u> 33,0	<u>22,7</u> 33,5	<u>26,2</u> 34,2	<u>29,9</u> 34,2

На почвах 90 баллов по названным культурам в среднем при показателе 3,0 % уже не наблюдается достоверных различий в приросте, почвах 80 баллов – 3,25 % и в целом по лесостепной зоне 3,13 %. Это даёт возможность рассчитать необходимое количество полезащитных насаждений на приводораздельном фонде с учётом существующего показателя облесённости пашни.

В целом для формирования оптимизированных законченных систем полезащитного ветроломного характера необходимо иметь на пашне в условиях Центрально-Чернозёмного региона 314,6 тыс. га насаждений, что потребует дополнительного создания линейных лесополос на площади 181,4 тыс. га.

Выполненные исследования в других странах мира [6, 8, 9, 10] подтверждают результаты наших исследований, которые уникальны только для условий центральной лесостепи России.

Выводы

1. В условиях Центрально-Чернозёмного региона защитные искусственные насаждения имеют более значимые показатели роста в возрасте 16-26 лет на чернозёме типичном (на 12,0-26,7 %) по сравнению с другими почвенными условиями произрастания.

2. В насаждениях из быстрорастущих пород высокие показатели роста и продуктивность отмечается при густоте посадки 4-5 тысяч стволов

на 1 га с размещением посадочных мест 2,5×0,75-1,0 м, шириной 7,5-10,0 м и количестве рядов – 3-4.

3. В полезащитных насаждениях, состоящих из 3 рядов с участием быстрорастущих пород, формируется продуваемая структура. Дальность лесомелиоративного влияния таких насаждений выше на 3,1-5,1 % по сравнению с более узкими лесополосами других структур.

4. В чистых по составу садозащитных насаждениях при размещении посадочных мест 4,0×4,0 м и густоте посадки 625 стволов на 1 га отмечаются наибольшие биометрические показатели роста.

5. Результатирующим показателем мелиоративной роли защитных насаждений является продуктивность агротерриторий, которая оценивается урожайностью сельскохозяйственных культур. При увеличении облесённости пашни линейными насаждениями прирост урожая увеличивается. С показателем облесённости 3,13 % в условиях лесостепи такие различия становятся статистически неразличимыми, что свидетельствует о данной оптимальной величине.

Библиографический список

1. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. – Москва : ВАСХНИЛ, 1985. – 125 с.
2. ОСТ 56-69-83. Площадки пробные лесоустроительные. Метод закладки : издание официальное : утв. и введ. приказом Государственного комитета СССР по лесному хозяйству от 23 мая 1983 г., № 72. – Москва, 1984. – 59 с.
3. Проездов, П. Н. Агроресомелиорация : учеб. пособие / П. Н. Проездов, Д. А. Маштаков. – Саратов : Амирит, 2016. – 472 с.
4. Системы защитных лесных насаждений в условиях Центрального Черноземья России / В. И. Михин, Е. А. Михина, Д. В. Михин, В. В. Михина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2016. – № 10(24). – 10 с. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/21.pdf>.
5. Турусов, В. И. Опыт лесной мелиорации в степных ландшафтах : моногр. / В. И. Турусов, А. А. Лепёхин, А. С. Чеканышкин. – Воронеж : Истоки, 2017. – 228 с.
6. Doddabasawa. Traditional agroforestry systems and biodiversity conservation / Doddabasawa, B. M. Chittapur, M. M. Murthy // Bangladesh Journal of Botany. – 2018. – Vol. 47 (4). – P. 927–930.

7. Enhancing agroecosystem productivity with woody perennials in semi-arid West Africa: a meta-analysis / G. F. Felix [et al.] // *Science of the Total Environment*. – 2018. – Vol. 640–641. – P. 89–97.
8. Effects of Governance on Availability of Land for Agriculture and Conservation in Brazil / G. Sparovek [et al.] // *Environmental Science and Technology*. – 2015. – Vol. 49, Issue 17. – P. 10285–10293.
9. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions / S. E. Macdodals [et al.] // *New Forests*. – 2015. – Vol. 46, Issue 5–6. – P. 703–732.
10. Lewis, S. L. Increasing human dominance of tropical forests / S. L. Lewis, D. P. Edwards, D. Galbraith // *Science*. – 2015. – Vol. 349, Issue 6250. – P. 827–832.
11. Habitat fragmentation and structure and composition of tree populations in a agroforestry landscape (southern Quebec, Canada) / D. Saint-Laurent [et al.] // *Agroforestry systems*. – 2019. – Vol. 92(6). – P. 517–534.
12. Santos, P. Z. F. Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest / P. Z. F. Santos, R. Crouzeilles, J. B. B. Sansevero // *Forest Ecology and Management*. – 2019. – Vol. 433. – P. 140–145.

References

1. *Metodika sistemnyh issledovaniy lesoagrarnykh landshaftov* [Method of system researches of forest-agrarian landscapes]. Moscow: All-Union Academy of agricultural Sciences named after V. I. Lenin, 1985. 125 p. (in Russian).
2. OST 56-69-83. *Ploshhadki probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki. Utv. i vved. v dejstvie prikazom Gosudarstvennogo komiteta SSSR po lesnomu hozjajstvu ot 23 maja 1983 g.* [Sites trial forest management. Bookmark method. Approved and put into effect by the order of the state Committee of the USSR on forestry of may 23, 1983 g.], № 72. Moscow, 1984. 59 p. (in Russian).
3. Proezdov P.N., Mashtakov D.A. *Agrolesomelioracija: ucheb. posobie* [Agroforestry: textbook]. Saratov: Amirit, 2016. 472 p. (in Russian).
4. Mihin V.I., Mihina E.A., Mihin D.V., Mihina V.V. (2016). *Sistemy zashhitnykh lesnykh nasazhdenij v uslovijah Central'nogo Chernozem'ja Rossii* [Systems of protective forest stands in the conditions of the Central Black Earth Region of Russia] *Polytematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (nauchnyj zhurnal KubGAU)* [Polythematic electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (scientific journal of KubSAU)]. № 10(24). 10 p. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/21.pdf> (in Russian).
5. Turusov V.I., Lepjohin A.A., Chekanyshkin A.S. *Opyt lesnoj melioracii v stepnykh landshaftah: monografiya* [Experience of forest reclamation in the steppe landscapes: monograph]. Voronezh: Istoki, 2017. 228 p. (in Russian).
6. Doddabasawa, Chittapur B.M., Murthy M.M. (2018). Traditional agroforestry systems and biodiversity conservation. *Bangladesh Journal of Botany*. Vol. 47(4). P. 927-930.
7. Felix G.F. et al. (2018). Enhancing agroecosystem productivity with woody perennials in semi-arid West Africa: a meta-analysis. *Science of the Total Environment*. V. 640-641. P. 89-97.
8. Sparovek G. et al. (2015) Effects of Governance on Availability of Land for Agriculture and Conservation in Brazil. *Environmental Science and Technology*. Vol. 49, Issue 17. P. 10285-10293.
9. Macdodals S.E. et al. (2015). Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions. *New Forests*. V. 46, Issue 5-6. P. 703-732.
10. Lewis S.L., Edwards D.P., Galbraith D. (2015) Increasing human dominance of tropical forests. *Science*. Vol. 349, Issue 6250. P. 827-832.
11. Saint-Laurent D. et al. (2019). Habitat fragmentation and structure and composition of tree populations in a agroforestry landscape (southern Quebec, Canada). *Agroforestry systems*. Vol. 92(6). P. 517-534.
12. Santos P.Z.F., Crouzeilles R., Sansevero J.B.B. (2019). Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*. V. 433. P. 140-145.

Сведения об авторах

Михин Вячеслав Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесных культур, селекции и лесомелиорации, декан факультета заочного обучения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: leskul@mail.ru.

Михина Елена Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: leskul@mail.ru.

Information about authors

Mikhin Vyacheslav Ivanovich – DSc (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of forest crops, selection and forest amelioration, dean of the Faculty of Distance Learning, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: leskul@mail.ru.

Mikhina Elena Aleksandrovna – PhD (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor of the Department of forest crops, selection and forest amelioration, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: leskul@mail.ru.