1. ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630.232:634.237

П.Н. Проездов, В.А. Тарбаев, П.В. Тарасенко, А.В. Розанов

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА *ULMUS PUMILA* L. И *FRAXINUS LANCEOLATA* BORKH. В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ В ОРОШАЕМОМ СУХОСТЕПНОМ ЗАВОЛЖЬЕ

Введение. Согласно стратегии ФНЦ агроэкологии РАН вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.) и ясень ланцетный (*Fraxinus lanceolata* Borkh.) являются одними из основных древесных пород, которые применяются в защитном лесоразведении в сухостепной и полупустынной зонах Российской Федерации [Кулик и др., 2018].

В статье А.П. Иозуса и др. [2022] указано, что распространенными древесными породами в государственных полезащитных лесных полосах сухой степи являются и интродуцированный (приземистый – *Ulmus pumila* L.), и аборигенные вязы (граболистный – *Ulmus carpinifolia* Suckow; берест – *Ulmus minor* Mill.). Произрастая совместно на лесных площадях, они могут спонтанно скрещиваться и образовывать межвидовые гибриды с эффектом гетерозиса. Графиоз – главная причина, которая сдерживает широкое использование рода вяз. Климатические факторы оказывают большее воздействие на рост и долговечность вяза, чем типы скрещивания.

В монографии А.М. Степанова [1987] представлена динамика роста древесных пород в зависимости от условий увлажнения на каштановых почвах сухостепного Поволжья, согласно которой преимущество в росте в высоту древесных пород (вяз – на 32,1%; ясень – 28,7%) обеспечивается за счет дополнительного, по сравнению с естественным фоном, увлажнения почвогрунтов, подпитываемых фильтрационными потерями воды из канала.

Н.М. Макаровой и др. [2020] рассмотрено влияние мелиоративных условий Аксайского района Ростовской области на повышение устойчивости лесных полос к болезням и вредителям. Установлено, что с повышением возраста вяза и ухудшением условий увлажнения земель (на воз-

вышенных участках рельефа) увеличивается площадь под пораженными деревьями: при возрастании до 30 лет таких площадей не обнаружено; при возрастании более 55 лет утраченная устойчивость составила 71,4%. Авторы рекомендуют реконструкцию насаждений, включающую разработку проекта и проведение работ по выкорчевке старых деревьев и посадке новых.

Изучая состояние полезащитных лесных полос Динского района Краснодарского края, Н.В. Примаков и Н.Г. Цалоева [2022] отмечают:

- лучшие показатели бонитета в чистых насаждениях робинии лжеакации (4 класс, 55 лет) и смешанных ясеня ланцетного с гледичией трёхколючковой (4 класс, 65 лет) при сохранности насаждений, соответственно 83 и 74%;
- ухудшение продуктивности насаждений до 5 класса бонитета в широких лесных полосах с количеством рядов 24 (48 м) и сохранностью деревьев 58% в связи с конкурентной борьбой за влагу. Эти ученые рекомендуют полезащитные лесные полосы ажурной конструкции с шириной 10–12 м (5–6 рядов) с участием в качестве главных пород робинии лжеакации и ясеня ланцетного, сопутствующих – гледичии трёхколючковой и абрикоса обыкновенного.

В статье А.С. Манаенкова и др. [2022] изложены результаты исследования долговечности и приростов в высоту и по диаметру вяза обыкновенного и других пород на каштановых почвах Западной Сибири. Установлено, что рост и долговечность древостоев находятся в большой зависимости от режима атмосферного увлажнения. Приведен анализ реакции текущего прироста в высоту и по диаметру вяза обыкновенного на флуктуации суммы атмосферных осадков за гидрологический год, холодный и теплый период. Авторы рекомендуют шире использовать чистые ряды вяза обыкновенного и своевременно проводить приемы агротехнической мелиорации и рубок ухода.

Объект, *цель*, *задачи и методика исследований.* Опыт проводился в сухостепном Заволжье, в ВолжНИИГиМ Энгельсского района Саратовской области, на орошаемых темно-каштановых почвах средне- и тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

Объект исследований (рис. 1) – опыт (I–IV: ПП1; ПП2; ПП3; ПП4) с лесными полосами плотной конструкции возрастом 62 года, расположенными по периметру участка, орошаемого дождевальными машинами «Фрегат» различной модификации. Тип посадки – древесно-теневой. Глав-

ная порода – вяз приземистый (Ulmus pumila L.), сопутствующая – ясень ланцетный (Fraxinus lanceolate Borkh.).

Целью исследования было установление закономерностей роста вяза приземистого и ясеня ланцетного в полезащитных лесных полосах орошаемого сухостепного Заволжья в зависимости от их удаленности от оросительного канала с расходом 18 $м^3/с$.

В задачи исследования входило:

- определение лесоводственно-таксационных показателей вяза и ясеня: диаметра, высоты, напряженности роста, продуктивности древесной ткани, конкурентных отношений, бонитета, сохранности;
- установление регрессионно-корреляционных зависимостей роста и развития вяза и ясеня в полезащитных лесных полосах.

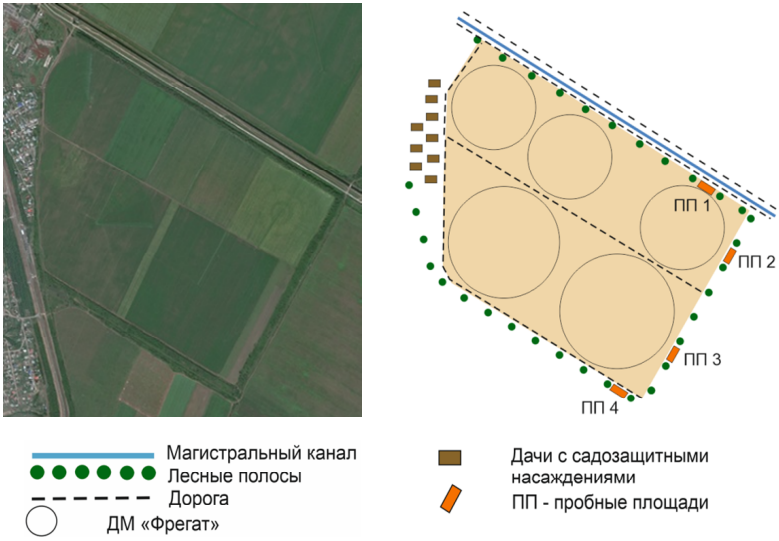

Рис. 1. Спутниковая и тематическая (пояснительная) карта опытных полей ВолжНИИГиМ

Fig. 1. Satellite and thematic (explanatory) map of experimental fields of VolzhNIIGiM

Методология исследования основывалась на: теории, принципах, организации и практике классического лесоведения, агролесомелиорации, лесной таксации, стандартных и частных методик планирования и проведения экспериментов.

Пробные площади закладывались согласно рекомендациям: ОСТ 56-69-83, Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова [Минаев и др., 2022], Е.С. Павловского, М.И. Долгилевича [Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов, 1985].

Зависимость высоты вяза и ясеня от возраста получена по ростовой функции А. Митчерлиха:

$$H = a_1 \cdot \left[1 + \xi \cdot \exp(-a_2 \cdot \{t - a_3\})\right]^{-1/\xi}, \quad (1)$$

где H – высота древесной породы, м; a_1 a_2 a_3 – параметры; S-образной кривой; t – возраст породы, лет; ξ – степень кривизны кривой; a_1 – предельное значение высоты породы, при которой древостой прекращает прирост и отмирает; a_2 – наклон кривой роста в ее центральной части, определяемый скоростью прироста; a_3 – начало роста по шкале времени; ξ – параметр, определяющий положение точки перегиба на центральной части кривой роста; если точка перегиба находится в центре линейной части кривой роста, то $\xi = 1$.

Идентификация и подгонка величин параметров S-образной кривой (a_1, a_2, a_3, ξ), аппроксимирующей зависимость средней высоты вяза и ясеня H от времени t, проводилась на основе минимализации сумм квадратов отклонений реальных и модельных значений высоты P средствами специальной настройки «Поиск решения» табличного процессора MS Excel с использованием эволюционного алгоритма нелинейной оптимизации.

Для изучения взаимоотношений между древесными породами в полезащитных лесных полосах применялась методика К.К. Высоцкого [1962], с помощью которой определялись следующие количественные показатели:

- показатель напряженности роста (ПНР) – отношение высоты дерева к площади поперечного сечения на высоте груди;
- коэффициент конкурентных отношений (ККО) – отношение напряженности роста породы, имеющей лучший рост (наименьший ПНР) к напряженности роста каждой другой породы в том же насаждении.

Показатель напряженности роста древесной породы в насаждении определяли по формуле (2) [Высоцкий, 1962]:

$$E = 4H/\pi D^2, \quad (2)$$

где E – показатель напряженности роста вяза и ясеня в лесных полосах, см/см^2; H – высота древесной породы, см; $Д$ – диаметр породы, см.

При определении продуктивности камбиальной ткани использовали сложную методику, предложенную С.С. Пятницким [1963], которую преобразовали, используя зависимость [Проездов и др., 2021]:

$$П = 1{,}68h + 3{,}65d - 0{,}05, \quad (3)$$

где $П$ – продуктивность камбия – отношение прироста древесины по объему за некоторый период времени к площади поверхности камбиальной ткани, дм^3/м^2; h – средний прирост древесной породы по высоте, м; d – средний прирост древесной породы по диаметру, см.

Различие вычислений продуктивности камбия древесных пород по зависимостям С.С. Пятницкого [1963] и авторов статьи [Проездов и др., 2021], не превышали 9–10%.

Экспериментальные данные обрабатывались по методике Б.А. Доспехова [1985] с использованием компьютерных программ Statistica, Scilab и «Пакет анализа табличного процессора» MSExcel.

Результаты исследования. На рост и развитие древесных пород в полезащитных лесных насаждениях влияют многие природные и антропогенные факторы, совокупность которых представляет собой многомерную гиперповерхность со сложной структурой. Нами использовались математические модели и методы, которые позволяли учитывать воздействие на рост вяза и ясеня наиболее значимых из факторов, допускающих доступное для применения математическое описание – диаметра, показателя напряженности роста, продуктивности камбия:

$$H = b_0 + b_1D + b_2E + b_3П + b_4DE + b_5DП + b_6EП + b_7DEП, \quad (4)$$

где H – высота породы, м; D – диаметр породы на высоте груди, см; E – показатель напряженности роста, см/см^2; $П$ – продуктивность камбия, дм^3/м^2; b_0–b_7 – коэффициенты множественной регрессии.

Слагаемые зависимости (4) $b_4DE + b_5DП + b_6EП + b_7DEП$ имеют незначительное влияние на рост древесных пород, потому ими можно пренебречь.

Канал Энгельсской оросительной системы, построенный в 30-е годы прошлого века в земляном русле в полувыемке-полунасыпи, в 70-е годы был облицован плитами; в настоящее время требует капитального ремонта, особенно соединительные швы между плитами. Из-за изношенности облицовки оросительного канала наблюдаются значительные потери воды на фильтрацию через дно и стенки канала, что приводит к растеканию филь-

трационной воды по обе стороны канала за счет командного положения (полувыемка-полунасыпь). Вода растекается по суглинкам в виде верховодки на расстоянии от канала до 1500 м, на что указывает влажность почвогрунта в слое 1,5 м, равная наименьшей влагоемкости. На расстоянии от канала более 1 км влажность снижается и достигает показателей, зафиксированных при естественном увлажнении.

Анализ динамики в высоту 62-летних вяза приземистого и ясеня ланцетного в зависимости от расстояния до оросительного канала констатирует существенные различия таксационных показателей. С возрастом отмечается снижение бонитета обеих древесных пород, причем чем дальше от канала, тем значительнее, на расстоянии 750 и 1300 м до двух классов. Высота по вязу с удалением от оросительного канала в 23 года уменьшается в 2,2 раза, в 62 года – до 2,7 раза. С момента посадки до сегодняшнего дня установлен опережающий рост вяза по сравнению с ясенем в зависимости от расстояния до канала: в возрасте 23 года до 10,2%, в возрасте 62 года – до 7,1% (табл. 1, 2).

Таблица 1

Рост в высоту (м) вяза приземистого и ясеня ланцетного на темно-каштановой почве

Height growth (m) of common elm and lanceolate ash on dark chestnut soil

Расстояние от оросительного канала, м. № пробной площади	Порода	Годы таксации				
		1960 0 лет, сеянец	1983 23 года	2004 44 года	2011 51 год	2022 62 года
50 ПП1	Вяз	0,3	11,9/1а	17,8/1	19,7/1	22,8/1
	Ясень	0,3	10,8/1а	15,9/1	18,4/1	20,9/1
150 ПП2	Вяз	0,3	8,6/1	14,3/2	16,6/2	18,4/2
	Ясень	0,3	8,0/1	13,4/2	15,3/2	17,1/2
750 ПП3	Вяз	0,3	6,7/2	12,2/3	13,7/3	12,8/4
	Ясень	0,3	6,1/2	11,7/3	12,1/3	11,9/4
1300 ПП4	Вяз	0,3	5,3/3	8,9/4	9,0/5	8,8/5
	Ясень	0,3	5,1/3	8,4/4	8,5/5	8,6/5

Примечание. Числитель – высота, знаменатель – бонитет.

Таблица 2

Лесоводственное описание лесных полос и таксационные показатели вяза и ясеня (2022 г.)

Silvicultural description of forest belts and taxation indicators of elm and ash (2022)

Описание ЛП		Расстояние от оросит. канала, м. № пробной площади	Порода. Возраст, лет	Средние				E	П	Z	Сохранность, %	Бонитет
Схема смешения	Ширина ЛП, м/число рядов			Д	H	d	h					
Вп–Ял–Вп–Ял–Вп–Ял–	18/6	50 ПП1	Вп. 62	83,3	22,8	0,92	0,37	1,98	2,83	0,63	63	1
			Ял. 62	29,1	20,9	0,47	0,34	3,14	2,24			1
		150 ПП2	Вп. 62	27,9	18,4	0,45	0,30	3,01	2,10	0,63	51	2
			Ял. 62	21,3	17,1	0,34	0,28	4,80	1,66			2
		750 ПП3	Вп. 62	17,9	12,8	0,29	0,21	5,09	1,36	0,74	39	4
			Ял. 62	14,8	11,9	0,24	0,19	6,92	1,14			4
		1300 ПП4	Вп. 62	11,9	8,4	0,19	0,14	7,56	0,88	0,76	24	5
			Ял. 62	10,1	8,0	0,16	0,13	9,99	0,75			5

Примечание. Вп – вяз приземистый; Ял – ясень ланцетный; Д – диаметр, см; H – высота, м; d – средний прирост по диаметру, см/год; h – средний прирост по высоте, м/год; E – показатель напряженности роста, см/см^2; П – продуктивность камбия, дм/м^2; Z – коэффициент конкурентных отношений.

Впоследствии это определило другую схему смешения древесных пород в полезащитных лесных полосах.

Ход роста в высоту у вяза приземистого в зависимости от возраста на различном расстоянии от оросительного канала показан на рис. 2.

Для всех четырех регрессионных кривых по ростовой функции А. Митчерлиха (1) параметр ξ равен 1, параметры $a_2 = 0{,}2$, $a_3 = 50$. Значения параметра a_1 для кривых №№1, 2, 3 и 4 равны соответственно 22,8; 18,4; 12,8; 8,4. Величина коэффициента детерминации R^2 для каждой из кривых на рис. 2 не менее 0,96.

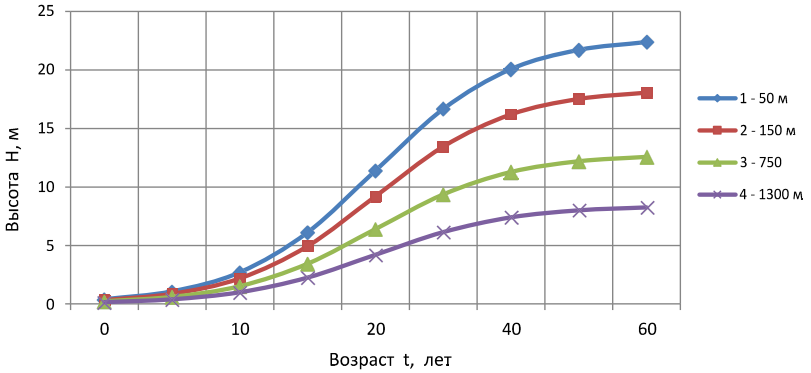

Рис. 2. Аппроксимация хода роста в высоту вяза в зависимости от возраста и расстояния от оросительного канала на основе обобщенной логистической функции

Fig. 2. Approximation of the progress of growth in elm height depending on age and distance from the irrigation canal based on a generalized logistic function

Показатель напряженности роста у обеих древесных пород увеличивается с удалением от оросительного канала до 3,8 раза: у вяза на 5,58 см/см^2, у ясеня – на 6,85 см/см^2. Продуктивность камбиальной ткани, наоборот, уменьшается у пород с увеличением расстояния от лесной полосы до канала до 3,2 раза. Коэффициент конкурентных отношений между породами с удалением от оросительного канала возрастает до 20,6%. Сохранность древесных пород вяза и ясеня имеет тенденцию снижения до 39% в зависимости от расстояния до канала: в 50 м – 63% (2100 шт.), 1300 м – 24% (800 шт.). Результирующей оценкой состояния вяза и ясеня в полезащитных лесных полосах является бонитет, который снижается на класс с удалением от оросительного канала на 50 и 150 м и на два класса – соответственно на 750 и 1300 м (табл. 1, 2).

Лучшие таксационные показатели древесных пород по мере приближения к каналу связаны с процессом фильтрации воды и образованием верховодки на суглинках, что является результатом подпитывания влагой поверхностно-пальчатой корневой системы вяза и ясеня. Идентичное влияние на корни оказывает орошение лесных полос дождевальными машинами с оросительной нормой для культур севооборота [Степанов, 1987].

На расстоянии от канала 1300 м лесная полоса находится под влиянием естественного увлажнения, поэтому в сухой степи защитные насаждения из вяза приземистого и ясеня ланцетного недолговечны, имеют низкую сохранность и класс бонитета.

Таблица 3

Зависимость высоты вяза приземистого от показателя напряженности роста и продуктивности камбия на различных расстояниях от оросительного канала

Dependence of the height of the common elm on the growth intensity and cambium productivity at various distances from the irrigation canal

Расстояние от оросительного канала, м	Возраст, лет	Высота, м	Показатель напряженности роста, см/см^2	Продуктивность камбия, дм^3/м^2
50	0	0	0	0
	23	11,9	0,11	3,69
	51	19,7	1,70	3,14
	62	22,8	1,98	2,83
1300	0	0	0	0
	23	5,3	3,21	2,03
	51	8,6	5,96	1,12
	62	8,8	7,56	0,88

Отмечается отсутствие заболевания графиозом у вяза приземистого в лесных полосах на расстоянии от оросительного канала 50 и 150 м, в отличие от защитных насаждений в условиях естественного увлажнения. Это связано с более высоким иммунитетом породы, выработанным при лучшем водообеспечении.

Регрессивный анализ показал, что из множества природно-антропогенных факторов, влияющих на рост в высоту вяза и ясеня, значительное влияние оказывает показатель напряженности роста, связанный с диаметром пород, и продуктивностью камбия, зависящий от приростов по диаметру и высоте (табл. 3). Коэффициенты детерминации составляют 0,97(5) и 0,96 (6), что указывает на тесную взаимосвязь изучаемых признаков (рис. 3, 4).

$$H = 175{,}66 + 0{,}24 * E - 0{,}02 * E^2 - 84{,}2 * П + 10{,}8 * П^2;\ R^2 = 0{,}97. \quad (5)$$

$$H = 8{,}72 + 0{,}14 * E + 0{,}02 * E^2 - 1{,}95 * П + 0{,}21 * П^2;\ R^2 = 0{,}96. \quad (6)$$

Обсуждение. Проведенные исследования подтвердили положительную роль использования вяза приземистого и ясеня ланцетного на орошаемых землях в защитных лесных насаждениях сухостепной зоны. Результаты исследования внедрены в хозяйствах Ровенского и Энгельсского районов Саратовской области, расположенных на орошаемых каштановых почвах сухостепного Заволжья, с главными породами вязом приземистым и ясенем ланцетным. Площадь внедрения – 17 га полезащитных лесных полос на орошаемых землях, защищающих 693 га полей севооборота с лесистостью 2,4%, что позволило повысить урожайность сельскохозяйственных культур до 15%.

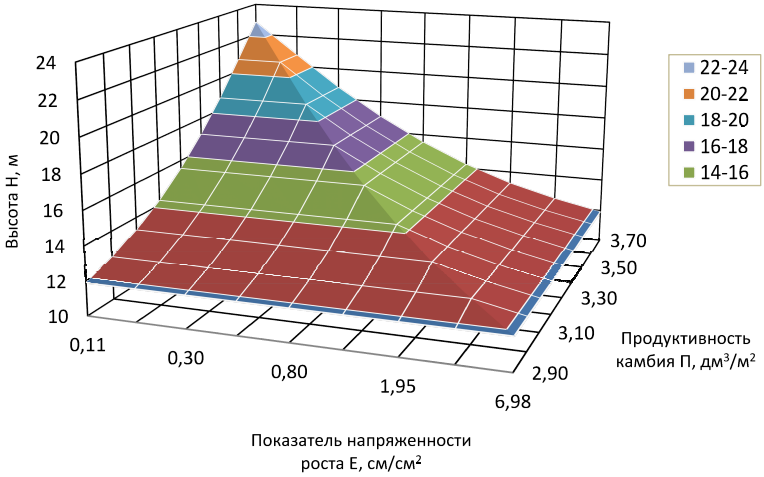

Рис. 3. Зависимость высоты вяза приземистого от показателя напряженности роста и продуктивности камбия на расстоянии 50 м от оросительного канала

Fig. 3. Dependence of the height of the common elm on the growth intensity and cambium productivity at a distance of 50 m from the irrigation canal

Заключение и рекомендации производству. Анализ роста вяза приземистого (Вп) и ясеня ланцетного (Ял) отмечает лучшие таксационные показатели, прежде всего по высоте до 9,1%, у вяза. Поэтому рекомендуется применять в полезащитных лесных полосах схему смешения Ял – Вп – Вп – Ял вместо существующей Вп – Ял – Вп – Ял – Вп – Ял. Как главную породу в насаждениях можно применять ясень ланцетный.

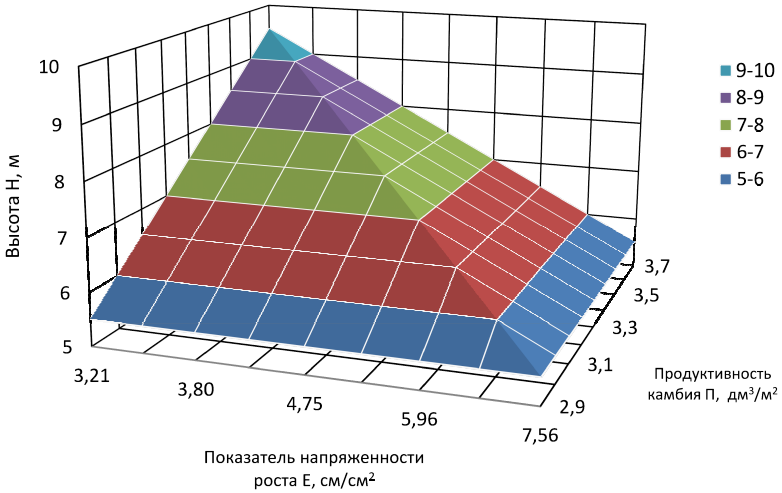

Рис. 4. Зависимость высоты вяза приземистого от показателя напряженности роста и продуктивности камбия на расстоянии 1300 м от оросительного канала

Fig. 4. Dependence of the height of the common elm on the growth intensity and cambium productivity at a distance of 1300 m from the irrigation canal

Вклад авторов: П.Н. Проездов – 10%, В.А. Тарбаев – 70%, П.В. Тарасенко – 10%, А.В. Розанов – 10%.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Библиографический список

Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 177 с.

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Иозус А.П., *Завьялов А.А.*, *Крючков С.Н.* Гибридизация вязов Ulmus L. в сухой степи юго-востока России // Успехи современного естествознания. 2022. № 7. С. 14–19.

Макарова Н.М., *Балакай Г.Т.*, *Макаров А.В.* Повышение мелиоративной роли защитных лесных насаждений на сельскохозяйственных землях юга России // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 1 (37). С. 122–139.

Манаенков А.С., *Подгаецкая П.М.*, *Подгаецкий М.Е.* Особенности роста малорядных лесных полос на каштановых почвах // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2022. № 3. С. 134–142.

Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов / под ред. Е.С. Павловского и М.И. Долгилевича. М.: ВАСХНИЛ, 1985. 112 с.

Минаев В.Н., *Леонтьев Л.Л.*, *Ковязин В.Ф.* Таксация леса: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2022.

Примаков Н.В., *Цалоева Е.Г.* Состояние агролесоландшафтов ООО «Агроальянс» Краснодарского края // Успехи современного естествознания. 2022. № 3. С. 16–21.

Проездов П.Н., *Есков Д.В.*, *Маштаков Д.А. Автономов А.Н.*, *Розанов А.В.* Закономерности роста дуба черешчатого (Quercus Robur L., 1753) в защитных зонах степи и лесостепи Приволжской возвышенности. URL: https:www.researchsquare.com/researchers/preprints; опубл. 10.08.2021. DOI: doi.prg/10.21203/rs–773724/vl

Пятницкий С.С., *Коваленко М.П.*, *Лохматов Н.А.* Вегетативный лес. М.: Сельхозиздат, 1963. 448 с.

Степанов А.М. Агролесомелиорация орошаемых земель. М.: Агропромиздат, 1987. 207 с.

Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации до 2025 года. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. 36 с.

References

Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., supplement and revision. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)

Iozus A.P., *Zavyalov A.A.*, *Kryuchkov S.N.* Hybridization of elms Ulmus L. in the dry steppe of southeastern Russia. *Successes of modern natural science*, 2022, no. 7, pp. 14–19. (In Russ.)

Makarova N.M., *Balakai G.T.*, *Makarov A.V.* Increasing the reclamation role of protective forest plantations on agricultural lands of southern Russia. *Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*, 2020, no. 1 (37), pp. 122–139. (In Russ.)

Manaenkov A.S., *Podgaetskaya P.M.*, *Podgaetskiy M.E.* Features of growth of low – order forest strips on chestnut soils. *Bulletin of the Moscow University*, Ser. 5. Geography, 2022, no. 3. pp. 134–142. (In Russ.)

Methodology of system research of forest – agrarian landscapes / Ed. by E.S. Pavlovsky and M.I. Dolgilevich. M.: VASHNIL, 1985. 112 p. (In Russ.)

Minaev V.N., *Leontiev L.L.*, *Kovyazin V.F.* Forest taxation. St. Petersburg: Lan, 2022. (In Russ.)

Primakov N.V., *Tsaloeva E.G.* The state of agroforestry landscapes of Agroalliance LLC of Krasnodar Krai. *Successes of modern natural science*, 2022, no. 3, pp. 16–21. (In Russ.)

Proezdov P.N., *Eskov D.V.*, *Mashtakov D.A. Avtonomov A.N.*, *Rozanov A.V.* Regularities of the growth of the pedunculate oak (Quercus Robur L., 1753) in the protective zones of the steppe and forest – steppe of the Volga upland. URL: https:www.researchsquare.com/researchers/preprints, published on August 10 2021. DOI: doi.prg/10.21203/rs–773724/vl. (In Russ.)

Pyatnitsky S.S., *Kovalenko M.P.*, *Lokhmatov N.A.* Vegetative forest. M.: Agricultural Publishing House, 1963. 448 p. (In Russ.)

Stepanov A.M. Agroforestry of irrigated lands. M.: Agropromizdat, 1987. 207 p. (In Russ.)

Strategy for the development of protective afforestation in the Russian Federation until 2025. Volgograd: FSC of agroecology RAS, 2018. 36 p. (In Russ.)

Vysotsky K.K. Regularities of the structure of mixed stands. M.: Goslesbumizdat, 1962. 177 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 02.11.2023

Проездов П.Н., Тарбаев В.А., Тарасенко П.В., Розанов А.В. Закономерности роста *Ulmus pumila* L. и *Fraxinus lanceolata* Borkh. в полезащитных лесных полосах в орошаемом сухостепном Заволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 249. С. 6–21. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.6-21

Статья посвящена актуальным исследованиям состояния и закономерностям роста основных древесных пород (62-летних вяза приземистого и ясеня ланцетного), применяемых в защитном лесоразведении сухостепной и полупустынной зон РФ. Авторы представили аналитический обзор, согласно которому положительное влияние на рост, повышение устойчивости лесных полос к болезням (где графиоз – главная причина, сдерживающая широкое использование вяза) и вредителям оказывает улучшение водного режима почвы. Целью исследований было установление закономерностей роста вяза приземистого и ясеня ланцетного в полезащитных лесных полосах орошаемого сухостепного Заволжья, расположенных по периметру орошаемого участка. В основе исследований был опыт на 4 пробных площадях лесных полос, размещенных в зависимости от их удаленности относительно оросительного канала, где из-за изношенности облицовки наблюдаются значительные потери воды на фильтрацию через дно и стенки канала, оказывающие влияние на рост и развитие древесных пород. Насаждения изучались методами лесной таксации согласно ОСТ 56-69–83, методике ВНИАЛМИ и учебному пособию Санкт-Петербургского лесотехнического университета. Отдельные таксационные показатели изучались по К.К. Высоцкому, С.С. Пятницкому. Экспериментами выявлен опережающий рост вяза и ясеня в лесных полосах по мере приближения к

оросительному каналу. На расстоянии 50 и 150 м от канала корнедоступные почвенные влагозапасы, за многолетний период исследования, составили 75–70% наименьшей влагоемкости (НВ), соответственно 750 и 1300 м – 55–50%, при значении влажности завядания 48% НВ. Снижение влажности почвы – результат меньшего поступления воды с фильтрационными потерями из оросительного канала в виде верховодки. В зависимости от расстояния до канала показатель напряженности роста у вяза ниже чем у ясеня до 59,5%, а продуктивность камбиальной ткани выше до 26,5%. Бонитет вяза и ясеня увеличивается на класс и более при приближении лесной полосы к каналу. При улучшении водного питания у вяза было отмечено отсутствие графиоза. Коэффициенты детерминации связи роста в высоту вяза и ясеня, произрастающих в лесных полосах, показателями возраста, напряженности роста, продуктивности камбия составили 0,96–0,97, что указывает на тесную взаимосвязь. Авторы рекомендуют использовать вяз приземистый и ясень ланцетный (в качестве главной породы) в защитных лесных насаждениях сухостепной зоны, особенно на орошаемых землях по схеме смешения Ял-Вп-Вп-Ял, вместо существующей Вп-Ял-Вп-Ял-Вп-Ял.

Ключевые слова: сухостепное Заволжье, темно-каштановая почва, орошение, лесные полосы, вяз приземистый, ясень ланцетный, лесоводственно-таксационные показатели, моделирование.

Proezdov P.N., Tarbaev V.A., Tarasenko P.V., Rozanov A.V. Patterns of growth of *Ulmus pumila* L. and *Fraxinus lanceolata* Borkh. in protective forest strips in the irrigated dry-steppe Zavolzhye. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoj Akademii*, 2024, iss. 249, pp. 6–21 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.6-21

The article is devoted to topical studies of the state and growth patterns of the main tree species (62-year-old squat elm and lanceolate ash) used in protective afforestation of the dry-steppe and semi-desert zones of the Russian Federation. The authors presented an analytical review, according to which the improvement of the soil water regime has a positive effect on growth, increasing the resistance of forest strips to diseases (where graphiosis is the main reason constraining the widespread use of elm) and pests. The purpose of the research was to establish the growth patterns of squat elm and lanceolate ash in the protective forest strips of the irrigated dry-steppe Volga region located along the perimeter of the irrigated area. The research was based on the experience on 4 trial sites of forest strips, placed depending on their distance from the irrigation canal, where due to the deterioration of the lining, significant water losses are observed for filtration through the bottom and walls of the canal and affecting the growth and development of tree species. The plantings were studied by forest taxation methods according to OST 56-69–83, the VNIALMI methodology and the textbook of the St. Petersburg Forestry University. Individual taxation indicators were studied according to K.K. Vysotsky, S.S. Pyatnitsky. Experiments have revealed the

outstripping growth of elm and ash in forest strips as they approach the irrigation canal. At a distance of 50 and 150 m from the canal, the root-accessible soil moisture reserves, over the long-term study period, amounted to 75–70% of the lowest moisture capacity (HB), respectively 750 and 1300 m – 55–50%, with a wilting humidity value of 48% HB. The decrease in soil moisture is the result of less water intake with filtration losses from the irrigation channel in the form of a headwater. Depending on the distance to the canal, the growth intensity index of elm is lower than that of ash by up to 59.5%, and the productivity of cambial tissue is higher by up to 26.5%. The bonus of elm and ash is ahead by a class or more when approaching the forest strip to the channel. With the improvement of water nutrition, the absence of graphiosis was noted in the elm. The coefficients of determination of the relationship between the height of elm and ash growing in forest strips from the indicators of age, growth intensity, productivity of cambium were 0.96–0.97, which indicates a close relationship. The authors recommend using squat elm and lanceolate ash (as the main species) in protective forest plantations of the dry steppe zone, especially on irrigated lands in the following mixing scheme: Yal-Vp-Vp-Yal – instead of the existing one: Vp-Yal-Vp-Yal-Vp-Yal.

K e y w o r d s : dry-steppe Zavolzhye, dark chestnut soil, irrigation, forest strips, squat elm, lanceolate ash, forestry and taxation indicators, modeling.

ПРОЕЗДОВ Петр Николаевич – профессор кафедры лесное хозяйство и ландшафтное строительство Вавиловского университета, профессор, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 8889-6020. ORCID: 0000-0003-3541-3174.

410012, пр. им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, г. Саратов, Россия. E-mail: toxa_19@mil.ru

PROEZDOV Petr N. – DSc (Agriculture), Professor of the Department of Forestry and Landscape Construction at Vavilov University, Professor. SPIN-code: 8889-6020. ORCID: 0000-0003-3541-3174.

410012. Petr Stolypin av. 4. Build. 3. Saratov. Russia. E-mail: toxa_19@mil.ru

ТАРБАЕВ Владимир Александрович – заведующий кафедрой землеустройство и кадастры Вавиловского университета, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. SPIN-код: 1468-9468. ORCID: 0000-0002-0388-7706

410012, пр. им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, г. Саратов, Россия. E-mail: tarbaev1@mail.ru

TARBAEV Vladimir A. – PhD (Agriculture), Head of the Department «Land Management and Cadasters» of Vavilov University, Associate Professor. SPIN-code: 1468-9468. ORCID: 0000-0002-0388-7706

410012. Petr Stolypin av. 4. Build. 3. Saratov. Russia. E-mail: tarbaev1@mail.ru

ТАРАСЕНКО Петр Владимирович – профессор кафедры землеустройство и кадастры Вавиловского университета, доктор сельскохозяйственных наук, доцент. SPIN-код: 1577-2603. ORCID: 0009-0004-8586

410012, пр. им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, г. Саратов, Россия. E-mail: petrvt60@gmail.com

TARASENKO Petr V. – DSc (Agriculture), Professor of the Department of Land Management and Cadasters of Vavilov University, Associate Professor. SPIN-code: 1577-2603. ORCID: 0009-0004-8586

410012. Petr Stolypin av. Build. 4. Build. 3. Saratov. Russia. E-mail: petrvt60@gmail.com

РОЗАНОВ Александр Владимирович – доцент кафедры цифровое управление процессами в АПК Вавиловского университета, кандидат физико-математических наук, доцент. SPIN-code: 5330-6012. ORCID: 0000-0002-2144-4255.

410012, пр. им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, г. Саратов, Россия. E-mail: arosanov@yandex.ru

ROZANOV Alexander V. – PhD (Physical and Mathematical), Associate Professor of the Department of Digital Process Control in the Agro-Industrial Complex of Vavilov University, Associate Professor. SPIN-code: 5330-6012. ORCID: 0000-0002-2144-4255.

410012. Petra Stolypin av. 4. Build. 3. Saratov. Russia. E-mail: arosanov@yandex.ru