

DOI 10.12737/2073-0462-2021-60-64  
УДК 630.181

## ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ЗАСУШЛИВОМ РЕГИОНЕ

А. Ш. Хужахметова, В. А. Семенютина, С. Е. Лазарев, М. В. Цой, К. А. Мельник

**Реферат.** Исследования проводили с целью изучения особенностей ростовых процессов древесных растений в засушливом регионе для определения перспективности их использования в защитном лесоразведении малолесных регионов. Эксперименты выполняли в 2015–2019 гг. в Волгоградской области. Объекты исследований – деревья, кустарники биоресурсных коллекций Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук. Выявлена структура дендрологических коллекций по формам роста древесных растений (6 групп: деревья; средние кустарники, высокие кустарники, высокие кустарники с шипами и колючками, средние кустарники с шипами, низкие кустарники). Активные ростовые процессы протекают в благоприятный весенний сезон (апрель) при содержании влаги в почве до 15...17 % к абсолютно сухой массе и среднесуточных температурах воздуха +15,1...17,6 °С. Выделены группы древесных растений по продолжительности и интенсивности ростовых процессов: I – с коротким и интенсивным моноциклическим ростом побегов (25...37 дней; *Quercus*, *Acer*, *Tilia*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Fraxinus* и др.) и II – с продолжительным периодом (40...63 дня; *Betula*, *Catalpa* и др.). Проведено ранжирование кустарников по 4 классам роста на примере семейства *Rosaceae*. При достаточном увлажнении в условиях сухой степи ростовые процессы интенсивно протекают в возрасте до 10...15 лет. Средняя долговечность древесных видов в искусственных насаждениях региона на каштановых почвах составляет 40...50 лет, на ее подтипах – 30...40 лет, при дополнительном увлажнении она увеличивается до 60...70 лет (*Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Acer platanoides*).

**Ключевые слова:** древесные растения, ростовые процессы, высота, класс роста, адаптация, долговечность, засушливый регион.

**Введение.** В Волгоградской области как в малолесном регионе (площадь древесной растительности около 4 %) со сложными агроклиматическими условиями остро стоит вопрос производства экологически безопасной продукции растениеводства [1, 2]. Значительная часть территории региона нуждается в создании дополнительных эффективно действующих систем защитных лесных насаждений [3, 4] с участием адаптированного генофонда древесных видов многоцелевого назначения, устойчивых к дефициту влаги, элементов минерального питания, воздействию экстремально высоких (+45 °С) и низких (-37 °С) температур [5].

Основные параметры, определяющие зону мелиоративного влияния многолетних насаждений, – высота и долговечность деревьев и кустарников. Таксационные характеристики роста – качественные показатели использования растений в различных типах насаждений, которые зависят от присущих каждому виду наследственных особенностей, условий произрастания и возраста [6, 7, 8]. Высоту растений включают во многие нормативные документы (стандартные таблицы площадей сечений и запасов, таблицы объемов и др.).

Многолетний опыт интродукции растений для защитного лесоразведения и озеленения показал возможность отдельных растительных организмов в стадии проростка и ювенильном периоде проявлять адаптивные свойства к ксеротермическим факторам среды [9].

Искусственные насаждения созданы преимущественно из интродуцентов, что определяет специфику прохождения у них жизненных циклов и интенсивность ростовых процессов в каждом возрастном периоде [10].

Цель исследования – изучить особенности ростовых процессов древесных растений в засушливом регионе для определения перспективности их использования в защитном лесоразведении малолесных регионов.

**Условия, материалы и методы.** Эксперименты выполняли в 2015–2019 гг. в Волгоградской области. Сухостепная и полупустынная зоны региона (Волгоградская область) исследований, включают три основных лесомелиоративных района. Они неоднородны по метеорологическим элементам (сумме осадков – СО, сумме эффективных температур – СЭТ, амплитуде температур – АТ), биоклиматическому индексу продуктивности (КИБ), коэффициентам континентальности (КК) и увлажнения (КУ), почвам. Биоресурсные коллекции располагаются на территории Волго-Донского лесомелиоративного района (рис. 1).

Анализ лимитирующих факторов, критических периодов роста, развития, определение долговечности базировались на изучении растений разных жизненных форм (деревья, кустарники), произрастающих в дендрологических коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН – Волгоградский участок (кадастровый номер 34:34:060061:10) и Камышинский участок (кадастровый номер 34:36:000014:178). Исследуемый генофонд включал 660 таксонов деревьев и кустарников (89 родов, 35 семейств) разного географического происхождения и возраста (от 15 до 80 лет) [5].

Фенологические наблюдения и изучение динамики ростовых реакций осуществляли на модельных экземплярах каждого таксона по общепринятым методикам [5, 10]. Линейный рост боковых и верхушечных побегов замеря-

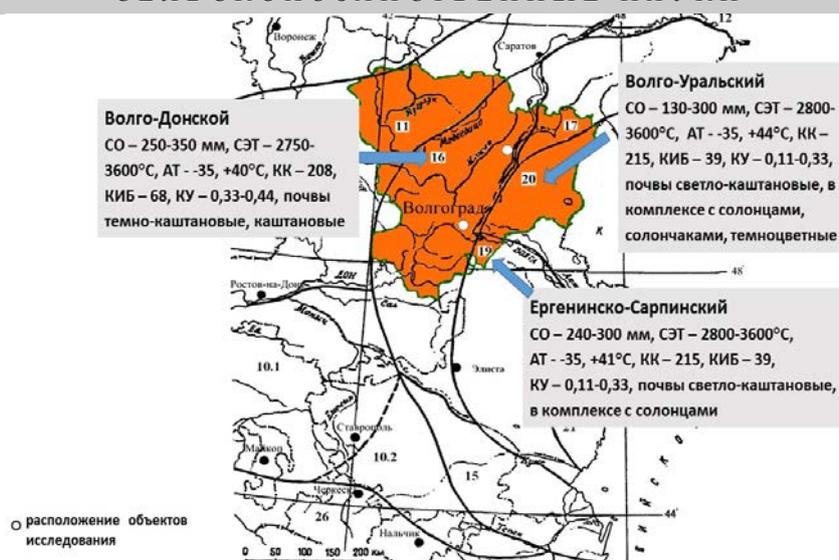


Рис. 1 – Карта-схема абиотических показателей по лесомелиоративным районам

ли каждые 5 дней в 10-кратной повторности. Высоту растений на коллекционных участках и в насаждениях фиксировали ежегодно в конце вегетации с последующим сравнением биометрических показателей этих таксонов в естественном ареале.

Статистическую обработку экспериментальных данных, полученных в полевых и лабораторных условиях, осуществляли с применением программ Excel и Statistica 8.0.

**Результаты и обсуждение.** Анализ структуры исследуемого генофонда древесных растений по формам роста показал, что на долю деревьев приходится от 43 % (Волгоградский) до 47,2 % (Камышинский), средних кустарников – соответственно 33,0 и 37,7 % от генофонда древесных растений (рис. 2).

У всех древесных видов в возрасте 10...15 лет активные ростовые процессы протекают в благоприятный весенний сезон (апрель) при влажности почвы до 15...17 % и среднесуточных температурах воздуха +15,1...17,6°C. Один критериев приспособительных особенностей древесных растений к засушливым условиям – средняя (за 5 лет) продолжительность роста побегов. Выделены две группы древесных растений по продолжительности ростовых процессов (рис. 3): I – с коротким и интен-

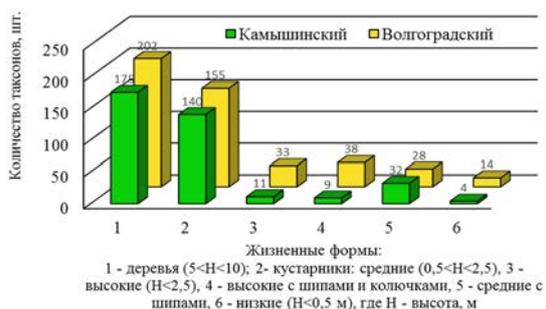


Рис. 2 – Структура дендрологических коллекций по формам роста древесных растений

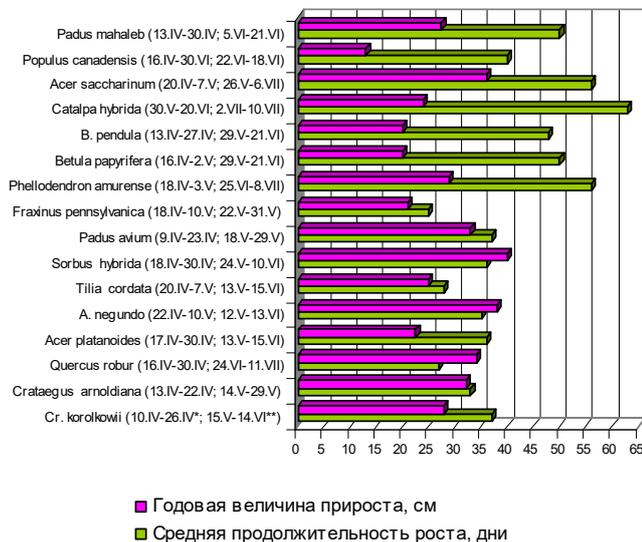


Рис. 3 – Период роста и показатели прироста у деревьев и кустарников (среднее за 2015–2019 гг.).

сивным моноциклическим ростом побегов (25...37 дней; *Quercus*, *Tilia*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Fraxinus*, виды *Acer* и др.); II – с продолжительным периодом (40...63 дня; *Betula*, *Catalpa* и др.). К первой группе отнесены бореальные виды, у которых кульминация прироста наступает в I...II декаде мая (средняя температура воздуха не более 15 °C). У второй группы кульминация прироста выпадает на III декаду мая – I декаду июня.

При достаточном увлажнении в условиях сухой степи ростовые процессы интенсивно протекают в возрасте до 10...15 лет, затем они снижаются (табл. 1).

Уже в возрасте 15 лет высота *Sambucus canadensis*, *S. racemosa*, *Amelanchier spicata* на каштановых почвах превышала 3,5 м при диаметре кроны 2,5...3,9 м, что соответствует таксационным показателям этих видов в естественном ареале. По высоте (H, м) и форме роста растений кустарники были разделены на 4 группы (рис. 4): I – древовидные (H > 3 м), II – высокорослые (2 < H < 3 м), III – среднерослые

Таблица 1 – Показатели роста кустарников в возрастной динамике (Волгоградский участок, 2015–2019 гг.)

Вид	Высота (y), м,	Диаметр кроны (y), м
	x – возраст (до 15 лет)	
<i>Ligustrum vulgare</i>	$y = 0,3086x + 0,5464$ $R^2 = 0,9794$	$y = 0,3202x + 0,3214$ $R^2 = 0,9532$
<i>Amelanchier spicata</i>	$y = 0,4586x - 0,0311$ $R^2 = 0,9957$	$y = 0,3012x + 0,5321$ $R^2 = 0,9184$
<i>Amygdalus nana</i>	$y = 0,0851x + 0,0457$ $R^2 = 0,9531$	$y = 0,1726x + 0,0357$ $R^2 = 0,9562$
<i>Sambucus canadensis</i>	$y = 0,3515x + 0,4593$ $R^2 = 0,9807$	$y = 0,3429x + 0,2821$ $R^2 = 0,9431$
<i>Sambucus racemosa</i>	$y = 0,4946x + 0,1579$ $R^2 = 0,9721$	$y = 0,4762x + 0,1321$ $R^2 = 0,9864$

(1 < H < 2 м), IV – низкорослые (H < 1 м).

Интродукционными исследованиями установлено, что в засушливых условиях Волгоградской области хорошими биометрическими показателями кроны (высота до 4,0...4,6 м) отличаются североамериканские виды кустарников (пузыреплодник калинолистный, ирга ольхолистная). Дальневосточные виды (рябинник Палласа, шиповник морщинистый, рябинник рябинолистный) отрицательно реагируют на дефицит влаги, что подтверждается таксационными показателями и их долговечностью.

А. В. Семенютина в своих исследованиях [11] указывает, что в условиях сухой степи высокие деревья не достигают размеров, свойственных им на родине, а низкорослые деревья и кустарники имеют высоту, как и в ареале естественного распространения. По ее мнению, предельный возраст в защитных лесных насаждениях у наиболее распространенных видов (вяз приземистый, берёза повислая, тополь белый) в зоне каштановых почв не превышает 40...50 лет, на ее разновидностях – 30...40 лет. В местообитаниях с дополнительным увлажнением некоторые виды (*Quercus robur*, *Acer plat-*

*anoides*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus sylvestris*) живут до 60...70 лет. Для этого возрастного периода у перечисленных видов отмечается суховершинность, у *A. platanoides* почти совсем прекращается прирост [11].

При выявлении механизмов адаптации видов рода *Robinia* L. в условиях интродукции было установлено [12], что в неблагоприятных условиях культивирования *Robinia pseudoacacia* способна менять форму роста. Такое приспособление, несомненно, важный фенотипический механизм адаптации к условиям среды, что согласуется с результатами других исследований [5, 10, 11].

Кустовидная форма формируется под воздействием каких-либо неблагоприятных факторов. Жизненную форму кустарника или многоствольного дерева обычно имеют растения, культивируемые у северных границ вторичных ареалов под воздействием низких зимних температур или в засушливых регионах, где гидрологический режим определяет формирование жизненной формы.

Уменьшение размеров растений может быть связано с комплексом факторов [12, 13]:

низкие зимние температуры, приводящие к повреждению невызревших побегов, в результате которого снимается апикальное доминирование и как следствие формируются более разветвленные невысокие кроны; высокие летние температуры, почвенная и атмосферная засуха, снижающие интенсивность фотосинтеза и темпы роста растений в целом; почвенное плодородие, которое положительно коррелирует с общей высотой и диаметром стволов отдельных растений и насаждений в целом.

Возраст снижения устойчивости древостоя зависит от лесорастительных условий. В регионе исследований лучшие величины показателей метеорологических элементов (сумма осадков – 250...350 мм; эффективных температур – 2750...3600 °С; коэффициент континентальности – 208, коэффициент увлажнения – 0,33...0,44), определяющих долговечность и устойчивость

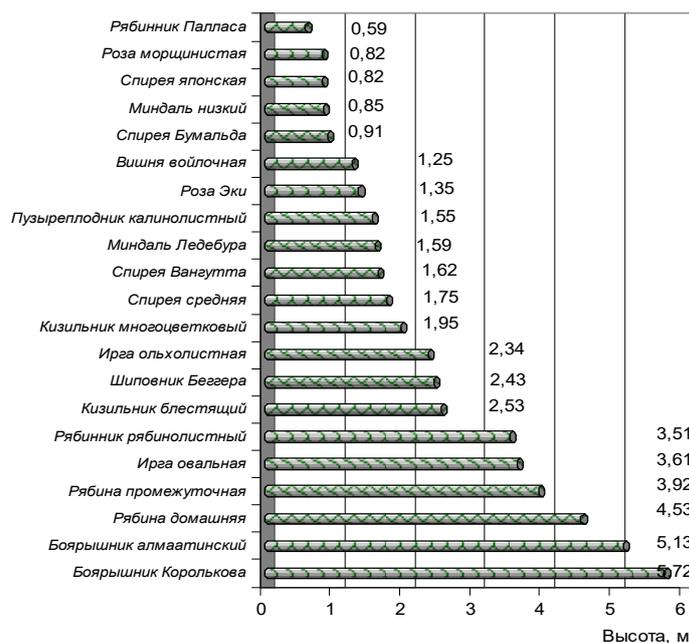


Рис. 4 – Кустарники семейства *Rosaceae* по классам роста (2015–2019 гг.)

деревьев и кустарников отмечены в Волго-Донском сухостепном лесомелиоративном районе.

**Выводы.** Выявленная специфика ростовых процессов позволила выделить группы древесных растений с коротким и интенсивным моноциклическим ростом побегов (25...37 дней; *Quercus*, *Acer*, *Tilia*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Fraxinus*, и др.) и с продолжительным периодом роста (40...63 дня; *Betula*, *Catalpa* и др.). Более устойчивы бореальные виды, у которых прирост не обрывается, а после интенсивного роста в начальном периоде закачивается.

Появление суховершинности служит критерием ослабления физиологических процессов и старения растительного организма. Возраст фиксации этого признака также зависит от видовой принадлежности и географического происхождения растений. Средняя долговечность

древесных видов в искусственных насаждениях региона в зоне каштановых почв составляет 40...50 лет, ее подтипов – 30...40 лет. При дополнительном увлажнении он может увеличиваться до 60...70 лет (*Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Acer platanoides*).

Наиболее благоприятным для развития древесной растительности признан Волго-Донской лесомелиоративный район.

При проектировании систем насаждений с достаточно высокой или определенной заданной долговечностью необходимо учитывать класс роста кустарников в конкретных условиях.

**Сведения об источнике финансирования.** Исследования выполнены по теме государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН (№ гос. регистрации 121041200197-8).

#### Литература

1. Природные условия и ресурсы Волгоградской области: монография / Е. И. Кравченко, Ю. П. Мухин, В. А. Брылев и др. Волгоград: Издательство Перемена, 1995. 264 с.
2. Манаенков А. С. Перспектива повышения эффективности использования низкопродуктивных сельскохозяйственных земель на юге России // Региональная экономика. Юг России. 2014. №2(4). С. 64–72.
3. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года / К. Н. Кулик, А. Л. Иванов, А. С. Рулев и др. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. 36 с.
4. Обоснование прогноза развития защитного лесоразведения в Волгоградской области / К. Н. Кулик, А. Т. Барабанов, А. С. Манаенков и др. // Проблемы прогнозирования. 2017. №6(165). С. 93–100.
5. Методология подбора адаптированного генофонда древесных растений для агролесоводства / А. В. Семенютина, И. П. Свинцов, А. Ш. Хужахметова и др. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2019. 139 с.
6. The relationship between 35 woody plant species' spring phenology to their heights and stem tissue densities on a campus / Y. Miao, A. Chen, M. Liu, et al. // Chinese Journal of Applied and Environmental Biology. 2017. Vol. 23. Iss. 5. P. 785–791. doi: 10.3724 / SP.J. 1145. 2016. 11020.
7. Renner S. S., Zohner C. M. Climate change and phenological mismatch in trophic interactions among plants, insects, and vertebrates // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2018. Vol. 49. P. 165–180. doi: 10.1146/annurev-ecolsys-110617-062535.
8. Flynn D. F. B., Wolkovich E. M. Temperature and photoperiod drive spring phenology across all species in a temperate forest community // New Phytologist. 2018. Vol. 219. Issue. P. 1353–1362. doi: 10.1111/nph.15232.
9. Engineering implementation of landscaping of low-forest regions / A. V. Semenyutina, G. V. Podkovyrova, A. Sh. Khuzhakhmetova, et al. // International journal of mechanical engineering and technology. 2018. Vol. 9. Issue 10. P. 1415–1422.
10. Рост и адаптация древесных интродуцентов в массивных насаждениях Нижнего Дона: монография / С. С. Таран, Е. Ю. Матвиенко, Кружилин С. Н. и др. Новочеркасск: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018. 255 с.
11. Семенютина А. В. Дендрофлора лесомелиоративных комплексов: монография. Волгоград: ВНИИЛМИ, 2013. 266 с.
12. Лазарев С. Е. Механизмы адаптации и жизненные стратегии видов рода *Robinia L.* в условиях интродукции // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2020. Т. 10. № 1. С. 48–67. doi: 10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.1.3.
13. Growth peculiarities and age dynamics of *Quercus robur L.* formation in steppe region conditions / S. N. Kruzhilin, S. S. Taran, A. V. Semenyutina, et al. // Kuwait Journal of Science. 2018. Vol. 45. No. 4. P. 52–58.

#### Сведения об авторах:

Хужахметова Алия Шамильевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений, e-mail: avfanc@yandex.ru

Семенютина Виктория Алексеевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений, e-mail: VSem89@mail.ru

Лазарев Сергей Евгеньевич – старший научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений, e-mail: lazarev-s@vfanc.ru

Цой Максим Вячеславович – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений, e-mail: tsoy-m@vfanc.ru

Мельник Кристина Андреевна – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений, e-mail: melnik-k@vfanc.ru

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 400062, Университетский проспект, 97, Волгоград, Россия

CHARACTERISTICS AND FEATURES OF GROWTH PROCESSES OF WOODY PLANTS  
IN ARID REGIONSA.Sh. Khuzhakhmetova, V.A. Semenyutina, S.E. Lazarev,  
M.V. Tsoy, K.A. Melnik

**Abstract.** The aim of the study is to study the features of the growth processes of woody plants in an arid region to determine the prospects of their use in protective afforestation of sparsely wooded regions. The objects of research are trees and shrubs of bioresource collections of the Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences. The structure of dendrological collections was revealed according to the growth forms of woody plants (6 groups: 1 - trees; 2 - medium shrubs, 3 - tall, 4 - tall shrubs with thorns, 5 - medium ones with thorns, 6 - low). It has been established that active growth processes take place in a favorable spring season (April) with moisture in the soil (up to 15 ... 17% to absolutely dry mass) and average daily air temperatures - + 15.1 ... 17.6 °C. The groups of woody plants were distinguished according to the duration and intensity of growth processes: I - with short and intense monocyclic shoot growth (25 ... 37 days; *Quercus*, *Acer*, *Tilia*, *Crataegus*, *Sorbus*, *Fraxinus*, *Amygdalus nana*) and II - with a long period (40 ... 63 days; *Betula*, *Gleditsia*, *Robinia*, *Juglans*, *Catalpa*, *Sumbucus*, *Cotoneaster*). The ranking of shrubs by 4 classes of growth was carried out using the example of the Rosaceae family. With sufficient moisture in a dry steppe, growth processes occur intensively at the age of up to 10 ... 15 years. The average longevity of tree species in artificial plantations of the region is 40 ... 50 years, in chestnut soils, and its subtypes - 30 ... 40, with additional moisture increases to 60 ... 70 years (*Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Acer platanoides*).

**Key words:** growth processes, height, growth class, adaptation, patterns, woody plants, longevity, arid region

**References**

1. Natural conditions and resources of the Volgograd region: monograph [Prirodnyye usloviya i resursy Volgogradskoy oblasti: monografiya] / E. I. Kravchenko, Yu. P. Mukhin, V. A. Brylev et al. Volgograd: Izdatel'stvo Peremena, 1995. 264 p.
2. Manaenkov A. S. Perspektiva povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya nizkoproduktivnykh sel'skokhozyaystvennykh zemel' na yuge Rossii // Regional'naya ekonomika. Yug Rossii. [Prospects for increasing the efficiency of the use of low-productive agricultural land in the south of Russia] // Regional economy. South of Russia. 2014. No. 2 (4). S. 64-72.
4. Kulik K. N., Barabanov A. T., Manaenkov A. S., Kulik A. K. Forecast assumption and analysis of the development of protective afforestation in the Volgograd region // Studies on Russian Economic Development. 2017. T. 28. №6. C. 641-647.
5. Semenyutina A.V. [et al.] Methodology for selecting of adapted gene fund of wood species for agroforestry. Volgograd: FNC of agroecology of RAN, 2019. 139 p.
6. Miao Y., Chen A., Liu M., Wang T., Zhao X., Song Z., Miao R., Liu Y. The relationship between 35 woody plant species' spring phenology to their heights and stem tissue densities on a campus // Chinese Journal of Applied and Environmental Biology. 2017. Vol. 23, Issue 5. Pp. 785-791. DOI: 10.3724 / SP.J. 1145. 2016. 11020.
7. Renner S. S., Zohner C. M. Climate change and phenological mismatch in trophic interactions among plants, insects, and vertebrates // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 2018. Vol. 49. Pp. 165-180. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-110617-062535.
8. Flynn D. F. B., Wolkovich E. M. Temperature and photoperiod drive spring phenology across all species in a temperate forest community // New Phytologist. 2018. Vol. 219. Issue. Pp. 1353-1362. DOI: 10.1111/nph.15232.
9. Semenyutina A. V., Podkovyrova G. V., Khuzhakhmetova A. Sh., Svintsov I. P., Semenyutina V. A., Podkovyrov I. Yu. Engineering implementation of landscaping of low-forest regions // International journal of mechanical engineering and technology. 2018. Vol. 9. Issue 10. pp. 1415-1422.
10. Taran S. S., Matvienko E. Yu., Kruzhilin S. N., Svintsov I. P. Growth and adaptation of tree introduced species in massive plantations of the Lower Don: monograph / Novochoerkasskiy inzhenerno-meliorativnyy institut im. A.K. Kortunova FGBOU VO Donskoj GAU. Novochoerkassk, 2018. 255 p.
11. Semenyutina A. V. Dendroflora lesomeliorativnykh kompleksov: monografiya. [Dendroflora of forest reclamation complexes: monograph]. Volgograd, VNIALMI, 2013.266 p.
12. Kruzhilin S. N., Taran S. S., Semenyutina A. V., Matvienko E. Yu. Growth peculiarities and age dynamics of *Quercus robur* L. formation in steppe region conditions // Kuwait Journal of Science. 2018. Vol. 45. № 4. P. 52-58.
13. Lazarev S. E. Mekhanizmy adaptatsii i zhiznennyye strategii vidov roda *Robinia* L. v usloviyakh introduktsii // Nauka. Mysl': elektronnyy periodicheskiy zhurnal [Adaptation mechanisms and life strategies of species of the *Robinia* L. genus under the conditions of introduction] // World ecology journal. 2020. т. 10. №1. Pp. 48-67. DOI: 10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2020.1.3.

**Authors:**

Aliya Khuzhakhmetova – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Bioecology of Woody Plants, e-mail: avfanc@yandex.ru  
 Semenyutina Victoria Alekseevna – Candidate of Biological Sciences, Researcher, Laboratory of Bioecology of Woody Plants, e-mail: VSem89@mail.ru  
 Lazarev Sergey Evgenievich – Senior Researcher, Laboratory of Bioecology of Woody Plants, e-mail: lazarev-s@vfanc.ru  
 Tsoy Maxim Vyacheslavovich – Post-graduate Student, Junior Researcher, Laboratory of Bioecology of Woody Plants, e-mail: tsoy-m@vfanc.ru  
 Melnik Kristina Andreevna – Post-graduate student, Junior Researcher, Laboratory of Bioecology of Woody Plants, e-mail: melnik-k@vfanc.ru  
 Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences", Volgograd, Volgograd Region, Russia

**Acknowledgements.**

The research was carried out on the topic of the state assignment of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (state registration No. 121041200197-8).