

Научная статья

УДК 581.166+581.55

DOI: 10.32516/2303-9922.2024.52.2

Особенности возрастной структуры можжевельниковых древостоев (*Juniperus deltoides* R. P. Adams, *Juniperus excelsa* M.-Bieb.) Крыма

Юрий Владимирович Плугатарь¹, Олеся Олеговна Коренькова²

¹ Никитский ботанический сад — Национальный научный центр Российской академии наук, Ялта, Россия, plugatar.y@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5262-8957>

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия, o.o.korenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6482-7312>

Аннотация. В статье представлены результаты изучения возрастной структуры популяций *J. deltoides* и *J. excelsa*, произрастающих в Горном Крыму. Возраст насаждений *J. deltoides* варьирует от 70 до 200 лет (средний возраст составляет 137 лет). Популяцию *J. deltoides* можно характеризовать как разновозрастную, преимущественно представленную прегенеративными и генеративными особями, что отражает раннее вступление в генеративную фазу. Преобладающим классом возраста в древостоях *J. deltoides* являются средневозрастные особи, на их долю приходится 43%. Средний возраст древостоев *J. excelsa* в пределах популяции варьирует от 137 до 500 лет. Подавляющее число особей *J. excelsa* являются перестойными (51%). Встречаются деревья, возраст которых оценивается в 900 лет. Характерной особенностью возрастной структуры высокоможжевельниковых древостоев является определенная цикличность, другими словами, популяционные волны. В среднем интервал между популяционными волнами составляет 130—150 лет. Обусловлена такая цикличность пиками семенного возобновления и коррелирует с максимумом репродуктивной активности большей части особей древостоя.

Ключевые слова: *Juniperus excelsa* M.-Bieb., *Juniperus deltoides* R. P. Adams, возрастная структура, популяционные волны, цикличность, факторы окружающей среды, Горный Крым.

Для цитирования: Плугатарь Ю. В., Коренькова О. О. Особенности возрастной структуры можжевельниковых древостоев (*Juniperus deltoides* R. P. Adams, *Juniperus excelsa* M.-Bieb.) Крыма // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2024. № 4 (52). С. 26—37. URL: http://vestospu.ru/archive/2024/articles/52/2_52_2024.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2024.52.2.

Original article

Features of the age structure of Juniper tree stands (*Juniperus deltoides* R. P. Adams, *Juniperus excelsa* M.-Bieb.) of the Crimea

Yury V. Plugatar¹, Olesya O. Korenkova²

¹ Nikita Botanical Gardens — National Scientific Center of the RAS, Yalta, Russia, plugatar.y@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5262-8957>

² Moscow State University Of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia, o.o.korenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6482-7312>

Abstract. The article presents the results of studying the age structure of populations of *J. deltoides* and *J. excelsa* growing in the Crimean Mountains. The age of *J. deltoides* stands varies from 70 to 200 years (average age is 137 years). The population of *J. deltoides* can be characterized as being of different ages, predominantly represented by pregenerative and generative individuals, which reflects the early entry into the generative phase. The predominant age class in *J. deltoides* stands are middle-aged individuals, accounting for 43%. The average age of *J. excelsa* stands within the population varies from 137 to 500 years. The overwhelming number of *J. excelsa*

© Плугатарь Ю. В., Коренькова О. О., 2024

individuals are overmature (51%). There are trees aged 900 years. A characteristic feature of the age structure of tall juniper tree stands is a certain cyclicity, in other words, population waves. On average, the interval between population waves is 130—150 years. This cyclicity is caused by peaks of seed regeneration and correlates with the maximum reproductive activity of most of the individuals in the tree stand.

Keywords: *Juniperus excelsa* M.-Bieb., *Juniperus deltooides* R. P. Adams, age structure, population waves, cyclicity, environmental factors, the Crimean Mountains.

For citation: Plugatar Yu. V., Korenkova O. O. Features of the age structure of Juniper tree stands (*Juniperus deltooides* R. P. Adams, *Juniperus excelsa* M.-Bieb.) of the Crimea. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2024, no. 4 (52), pp. 26—37. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2024.52.2>.

Введение

Изучение возрастной структуры древостоя направлено на мониторинг и прогнозирование развития популяции, что особенно важно в вопросах сохранения редких и исчезающих видов. Кроме того, возрастная структура позволяет описать историю развития лесных сообществ и способствует разработке мероприятий по их сохранению и восстановлению [12; 13; 16; 23; 27—31].

По данным Н. А. Амирхановой и Г. А. Садыковой [1], показателем стабильности популяции является уровень ее возрастного разнообразия, который в сочетании с численностью и площадью популяции характеризует состояние редких и уязвимых видов в природе.

В пределах Крымского полуострова в естественных условиях произрастает 19 древесно-кустарниковых видов, включенных в Красную книгу Республики Крым, 5 из которых относятся к роду *Juniperus* L. (*Juniperus communis* L., *J. deltooides* R. P. Adams, *J. excelsa* M.-Bieb., *J. foetidissima* Willd., *J. sabina* L.). *J. deltooides* и *J. excelsa* входят в число лесобразующих пород Крыма [11].

Можжевельниковые редколесья являются наиболее неприхотливыми и занимают территории, в пределах которых другие древесные породы произрастать не могут в силу почвенно-орографических условий. Именно в таких условиях можжевельники выполняют в Крыму свою ведущую противозерозионную роль. В результате сокращения площади их популяций может быть нарушен экологический баланс полуострова.

Цель работы — изучить особенности возрастной структуры можжевельниковых древостоев Крыма. Исходя из цели работы были поставлены следующие задачи: определить средний возраст насаждений *J. deltooides* и *J. excelsa*; оценить степень влияния абиотических и антропогенных факторов на исследуемый показатель.

Материалы и методы

В популяциях *J. deltooides* и *J. excelsa*, произрастающих в Горном Крыму, согласно методике В. Н. Сукачева [24] для разреженных горных лесов, были заложены 30 пробных площадей размером по 0,2 га (рис. 1). Пробные площади отличаются по своим почвенно-климатическим условиям.

Возраст можжевельниковых древостоев определяли, используя формулу, описывающую зависимость возраста дерева от диаметра его ствола на высоте 1,3 м [6]:

$$A = 0,0005d^3 - 0,0696d^2 + 10,536d,$$

где A — возраст дерева (лет), d — диаметр его ствола (см) на высоте 1,3 м.

Кроме того, определяли соотношение классов возраста в популяциях исследуемых видов. Согласно литературным данным, класс возраста для можжевельников составляет 40 лет [1]. Всего выделяют 5 классов [6; 17]: 1—40 лет — молодняки; 41—80 лет — средневозрастные; 81—100 лет — приспевающие; 101—140 лет — спелые; 141 и более лет — перестойные.

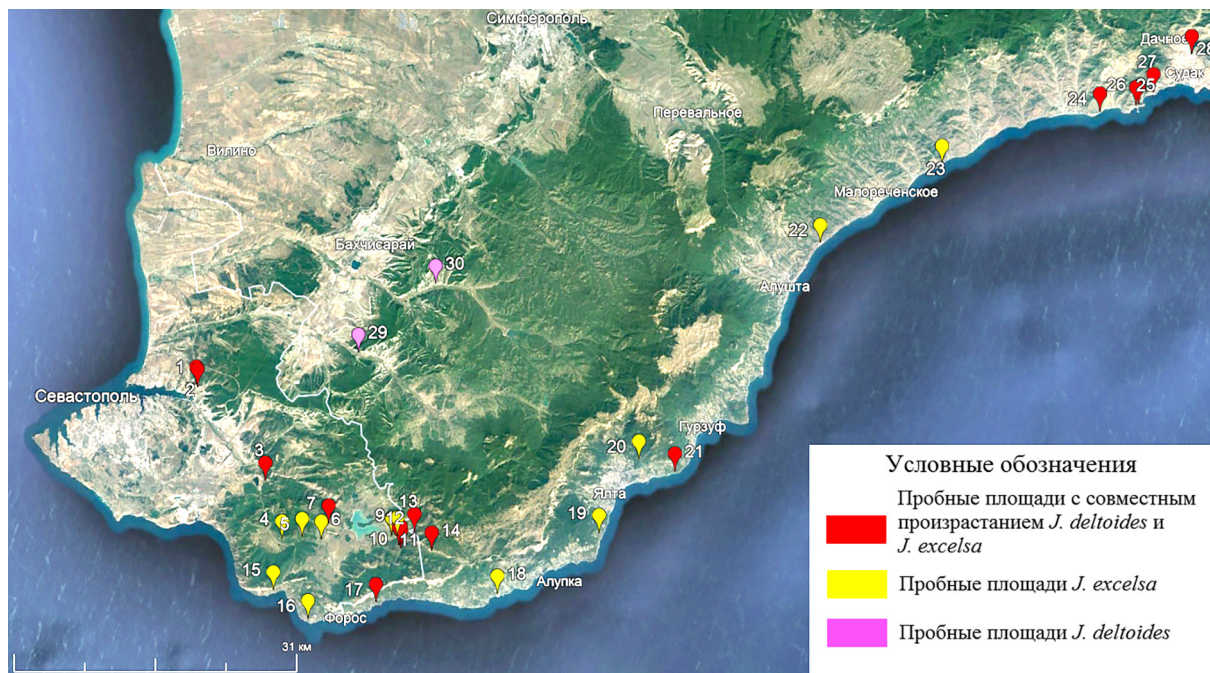


Рис. 1. Схема расположения пробных площадей в популяциях *J. excelsa* и *J. deltooides* в Горном Крыму: 1—2 — окрестности г. Инкерман; 3 — г. Чирка-Каясы; 4 — г. Каяташ; 5 — г. Кучук-Коль-Бурун; 6 — окрестности с. Широкое; 7 — г. Самналых; 8—9 — г. Курт-Кая; 10—12 — г. Кара-Даг; 13 — г. Толака-Баир; 14 — Тарпан-Баир; 15 — ур. Батилиман; 16 — г. Сарыч; 17 — г. Дракон; 18 — г. Кошка; 19 — г. Крестовая; 20 — окрестности пгт Массандра; 21 — м. Мартьян; 22 — б. Семидворская; 23 — г. Япул-Бурун; 24 — г. Папая-Кая; 25—26 — г. Коба-Кая; 27 — г. Сокол; 28 — г. Каршитерс; 29 — ск. Куллю-Кая; 30 — окрестности с. Кудрино

Кроме возраста отдельных деревьев, устанавливали средний возраст всего древостоя ($A_{др.}$) по формуле:

$$A = \frac{A_1 \sum g_1 + A_2 \sum g_2 + \dots + A_n \sum g_n}{\sum g_{общ.}}$$

где A_1, A_2, \dots, A_n — возрасты отдельных групп деревьев (лет); $\sum g_1, \sum g_2, \dots, \sum g_n$ — суммы площадей поперечных сечений отдельных ступеней толщины ($см^2$); $\sum g_{общ.}$ — сумма площадей сечения древостоя ($см^2$).

Для определения степени воздействия факторов окружающей среды на возраст можжевеловых сообществ Крыма проводили однофакторный дисперсионный анализ. С помощью статистических методов, приведенных в учебном пособии Г. Ф. Лакина [14], выполняли обработку полученных в ходе исследования результатов. При дисперсионном анализе учитывали воздействие таких абиотических факторов, как климатические и эдафические условия местности, экспозиция склона, высотный диапазон произрастания. Кроме того, по пятибалльной шкале оценки рекреационной дигрессии определяли степень антропогенной нагрузки [6].

В силу значительной неоднородности почвенно-климатических условий Горного Крыма (табл. 1) все пробные площади были разделены на четыре группы (экотопа): западную (с 1 по 14), южнобережную (с 15 по 23), восточную (с 24 по 28) и северную (29 и 30). Для каждой группы использовали данные различных метеорологических станций: № 33991 (Севастополь); № 33976 (Феодосия); № 33990 (Ялта) и № 339555u (Симферополь) соответственно.

Характеристика групп пробных площадей

Группа	Н, м	t, °С	Среднегодовое количество осадков, мм	Тип почв
Западная	1094	13,7	349	бурые горно-лесные
Южнобережная	415	14,3	736	коричневые
Восточная	100	13,4	500	коричневые
Северная	240	11,3	457	бурые горные остепненные

Примечание: Н — максимальная высота над ур. м.; t — среднегодовая температура.

Результаты исследования

В ходе проведенных исследований установлено, что возраст насаждений *J. deltoides* в Горном Крыму варьирует от 70—80 до 200 лет (рис. 2). Средний возраст составляет 137 лет.

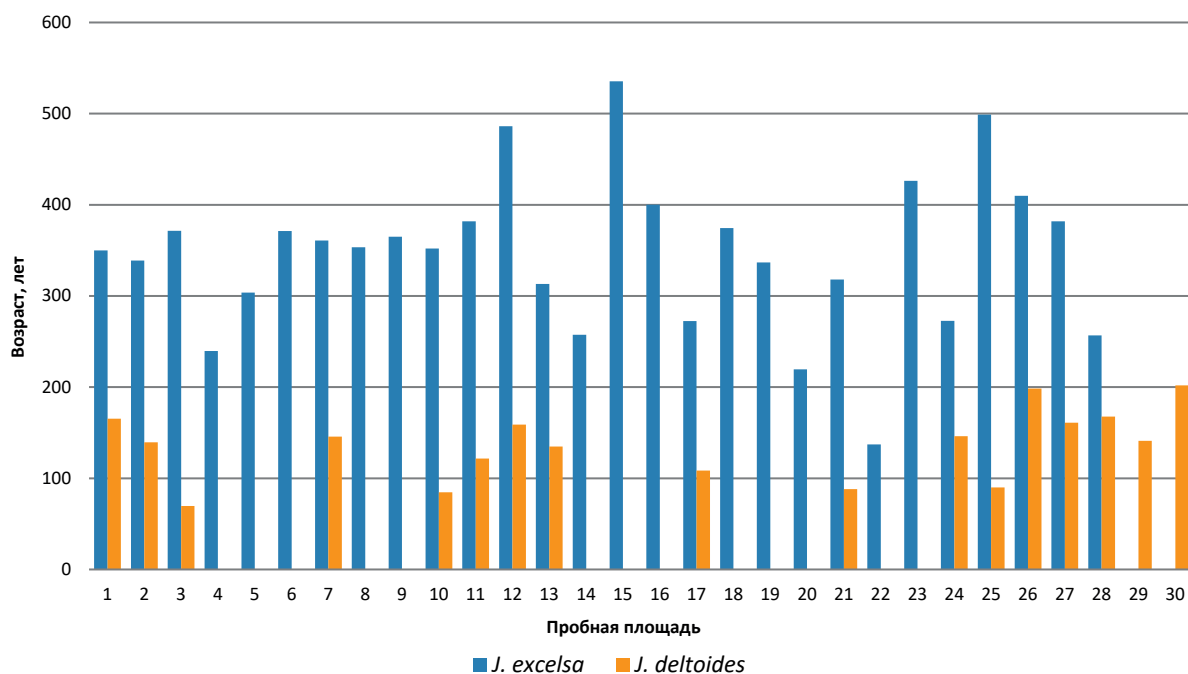


Рис. 2. Возраст можжевельниковых древостоев в Горном Крыму

Необходимо отметить, что минимальным значением возраста характеризуются особи, произрастающие на г. Чирка-Каясы. Однако достоверно установить их возраст не представляется возможным. Отдельные деревья растут в расщелинах скал, в результате чего их ростовые процессы могут замедляться.

В результате проведения однофакторного дисперсионного анализа выявлено, что наибольшее воздействие на возраст древостоев *J. deltoides* в Горном Крыму оказывает высотный фактор — 4,99%, что выражается в приуроченности особей различных возрастных групп к определенной высоте над уровнем моря. Установлено, что в нижних высотных поясах средний возраст насаждений составляет $66,2 \pm 4,6$ года, а на высоте свыше 600 м над ур. м. этот показатель — $108,5 \pm 7,4$ года.

Подобное явление можно объяснить тем, что нижний высотный пояс распространения *J. deltoides* в Горном Крыму приходится на непосредственную близость его насаждений к селитебной зоне, в результате чего увеличивается вероятность прямого физического уничтожения можжевельниковых древостоев. Кроме того, прямая зависимость возраста

насаждений от высоты мест произрастания над уровнем моря ранее была описана и для других пород хвойных [2].

Еще одним из ведущих факторов можно назвать регион произрастания (сила его влияния составляет 3,85%). На Южном берегу Крыма возраст насаждений *J. deltoides* ($52,1 \pm 3,3$ года) меньше по сравнению с другими частями полуострова. В Байдарской долине этот показатель в 1,62 раза выше ($84,3 \pm 6,9$ года), что также подтверждает выявленную ранее зависимость возраста от деятельности человека. Необходимо отметить, что в данном случае антропогенное воздействие проявляется не в единичных рубках и значительной рекреации, а в уничтожении мест произрастания вида. За последние десятилетия увеличилась плотность застройки Южного берега Крыма, в результате чего ареал вида здесь значительно сократился [7; 22].

Кроме того, в пределах пробных площадей отмечались участки можжевеловых древостоев, практически полностью уничтоженные в результате пожара. Например, на г. Кучук-Коль-Бурун, вблизи несанкционированного места отдыха в 2020 г. выгорело около 5 га леса. Сохранившиеся деревья находятся в крайне неудовлетворительном состоянии, семеношение у них не отмечается, подрост отсутствует. В результате резко сокращается доля молодняков, что в дальнейшем приводит к разрыву поколений и отсутствию естественного возобновления можжевеловых насаждений.

Методом однофакторного дисперсионного анализа установлено незначительное влияние эдафических условий мест произрастания на скорость ростовых процессов (1,31%). В сложных почвенных условиях сухого можжевелового бора (щебнистые слаборазвитые почвы меловых отложений, местами с выходами материнских пород и отсутствием плодородного слоя) возраст деревьев оценивается в $67,7 \pm 4,5$ года. В других почвенных условиях он отличается в пределах ошибки. Поэтому наверняка утверждать его зависимость от эдафических условий не представляется возможным. Достоверного влияния экспозиционного и антропогенных факторов на возраст также не установлено.

Если рассматривать кривую распределения исследованных деревьев *J. deltoides* по возрасту (рис. 3), то можно увидеть, что она, как и в случае с другими таксационными показателями [10], имеет положительную асимметрию и логистическое распределение (асимметрия — 1,36; эксцесс — 1,14).

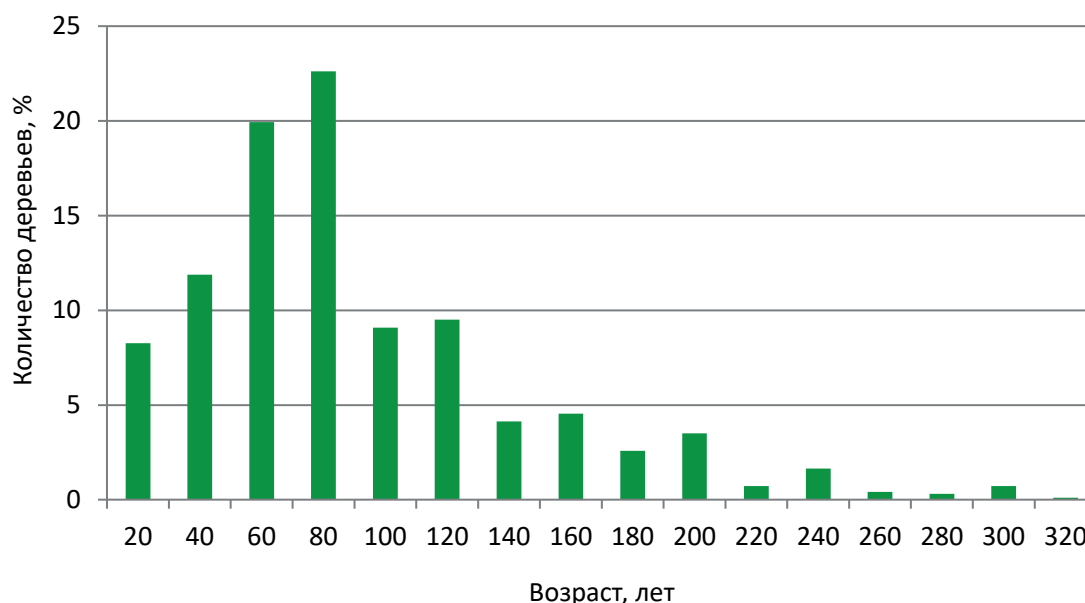


Рис. 3. Возрастная структура популяции *J. deltoides* в Горном Крыму

По оценке общей возрастной структуры *J. deltoides* в Горном Крыму популяцию можно характеризовать как разновозрастную (коэффициент вариации больше 23%) [3; 15; 20]. Ряд ученых выделяют несколько типов популяций, основываясь на возрастных спектрах: инвазионный, нормальный, регрессивный и инвазионно-регрессивный [19; 21]. Популяцию *J. deltoides* в Горном Крыму можно отнести к нормальному типу, включающему деревья всех возрастных групп.

Среди нормальных популяций выделяют следующие шесть классов: молодые, зрелые, старые, стареющие, зреющие и переходные [4; 5; 25]. Согласно описанной классификации, популяцию *J. deltoides* в Горном Крыму можно охарактеризовать как молодую. Левосторонняя асимметрия свидетельствует о преобладании в популяции прегенеративных и генеративных особей.

Преобладающим классом возраста в древостоях *J. deltoides* являются средневозрастные особи, на их долю приходится 43,4% (рис. 4), практически в два раза меньше молодых (20,6%).

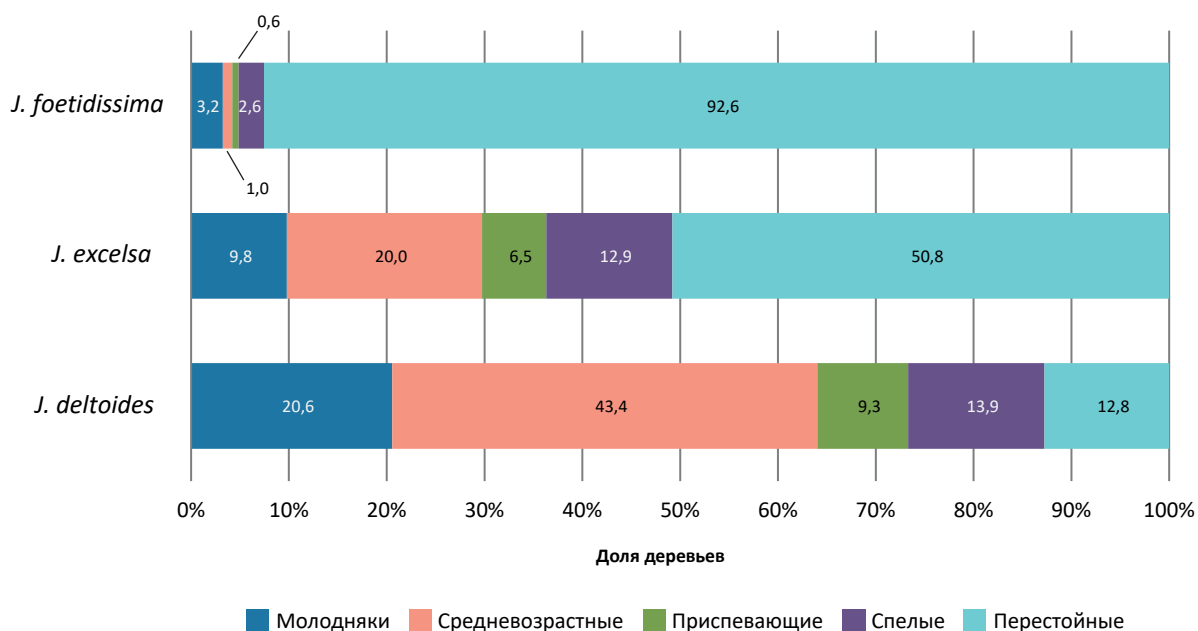


Рис. 4. Соотношение классов возраста в популяциях древесных можжевельников Крыма

Из рисунка 4 видно, что на долю перестойных особей приходится всего 12,8%, что почти в 7 раз меньше, чем было описано ранее для *J. foetidissima* [9]. Это свидетельствует о достаточно хорошем уровне развития популяции *J. deltoides* в Горном Крыму. Однако небольшой средний возраст популяции и низкое количество особей в возрасте свыше 140 лет могут косвенно свидетельствовать о том, что в условиях полуострова у *J. deltoides* не вырабатывается принцип долголетия, что, в свою очередь, приводит к сокращению численности вида в Крыму [26].

Насаждения *J. excelsa* имеют другую возрастную структуру, нежели *J. deltoides*. Средний возраст древостоев в пределах популяции варьирует от 137 до 500 лет (рис. 2). Наиболее молодыми являются особи, произрастающие в балке Семидворская, подавляющее их число находятся в отличном жизненном состоянии, отмечается обильное семеношение.

К ведущим факторам, оказывающим воздействие на возраст древостоев *J. excelsa*, можно отнести высоту над уровнем моря и эдафические условия их мест произрастания.

Установлено, что насаждения с максимальным средним возрастом ($223,6 \pm 12,6$ года) приурочены к высоте до 200 м над ур. м., на остальных высотах возраст в среднем составляет $174,5 \pm 13,3$ года.

Сила влияния эдафических условий мест произрастания на скорость ростовых процессов древостоев *J. excelsa* составляет 4,61%. С увеличением плодородия и увлажненности почвы данный показатель возрастает с $139,1 \pm 9,4$ года до $212,5 \pm 18,6$ года. Средний возраст популяции *J. excelsa* в Горном Крыму — 346 лет.

Кроме того, прослеживается незначительная зависимость (1,68%) возраста насаждений от региона их произрастания (немного больший возраст на востоке полуострова). Однако полученные результаты находятся в пределах ошибки и наверняка судить о влиянии регионального фактора сложно. Достоверного воздействия других абиотических и антропогенных факторов на возраст популяции *J. excelsa* в Горном Крыму не установлено.

Кривая, отражающая распределение исследованных деревьев *J. excelsa* по возрасту, так же, как и в случае с *J. deltoides*, логистически распределена и имеет положительную асимметрию (рис. 5). Асимметрия — 1,33, эксцесс — 1,26.

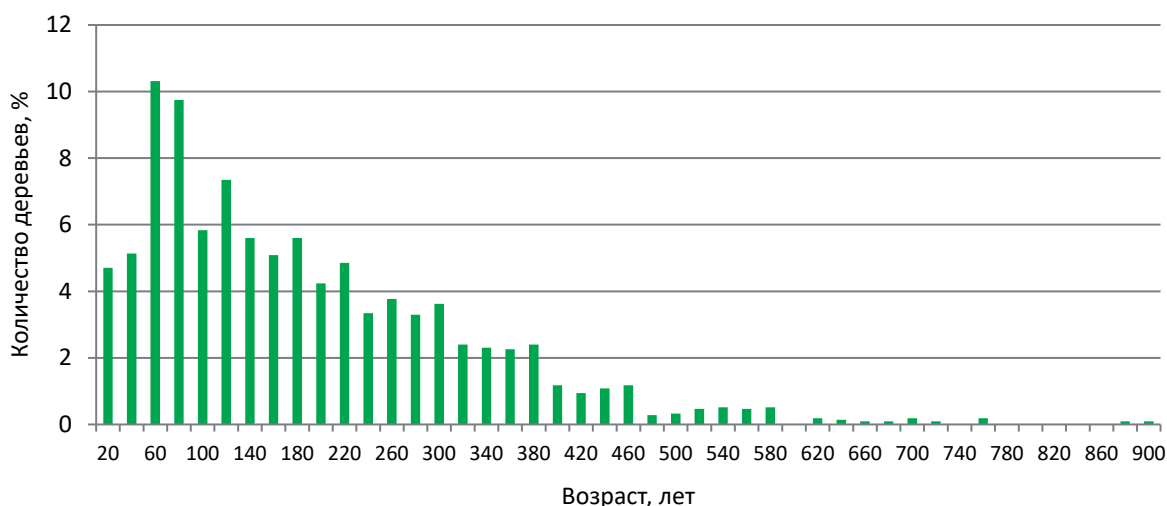


Рис. 5. Возрастная структура популяции *J. excelsa* в Горном Крыму

Так как популяция *J. excelsa* является разновозрастной (коэффициент вариации больше 23%) [3; 15; 20], то ее можно оценить как нормальную. Левосторонняя асимметрия свидетельствует о смещении в сторону молодых особей и в целом позволяет охарактеризовать ее как молодую. Однако для более детального понимания возрастной структуры насаждений *J. excelsa* в Горном Крыму необходимо рассмотреть древостои отдельных пробных площадей.

В ходе проведенных исследований установлена неоднородность возрастных спектров в пределах популяции. Большая часть пробных площадей (82,14%) может быть охарактеризована как нормальная молодая популяция. Также встречаются бимодальные популяции, на их долю приходится 17,86%. Одна пробная площадь (г. Чирка-Каясы) характеризуется практически полным отсутствием особей старше 220 лет. Кроме того, на некоторых пробных площадях прослеживаются возрастные выпадки, которые коррелируют с катаклизмами техногенного, гуманитарного и природного характера, возникшими на полуострове в прошлые века.

В силу большой продолжительности жизни *J. excelsa* при рассмотрении графиков возрастных структур пробных площадей можно проследить определенную цикличность,

другими словами, популяционные волны. В зависимости от пробной площади достоверно можно выделить от 3 до 5 таких волн (рис. 6). Реализация процессов репродукции в виде успешного семенного возобновления сопоставима с отдельными этапами онтогенеза. Пик первой волны приходится на возраст в 60—100 лет; второй — 220—240 лет; третьей — 340—380 лет; четвертой — 440—460 лет и пятой — 580—600 лет. В среднем интервал между популяционными волнами составляет 130—150 лет. Около 60 лет назад И. П. Коваль [8; 18] отметил подобную закономерность для высокоможжевеловых лесов Черноморского побережья Кавказа. При этом продолжительность циклов составляла 80—110 лет, что в 1,47 раза меньше, чем для *J. excelsa* в Горном Крыму. В условиях Крыма у *J. excelsa* единичное семеношение выявлено в возрасте 15—20 лет, а активное семеношение отмечается в пределах 60—80 лет. Можно предположить, что популяционные волны коррелируют с максимумом репродуктивной активности большей части особей древостоя. Для крымской популяции *J. deltoides* подобных популяционных волн не выявлено.

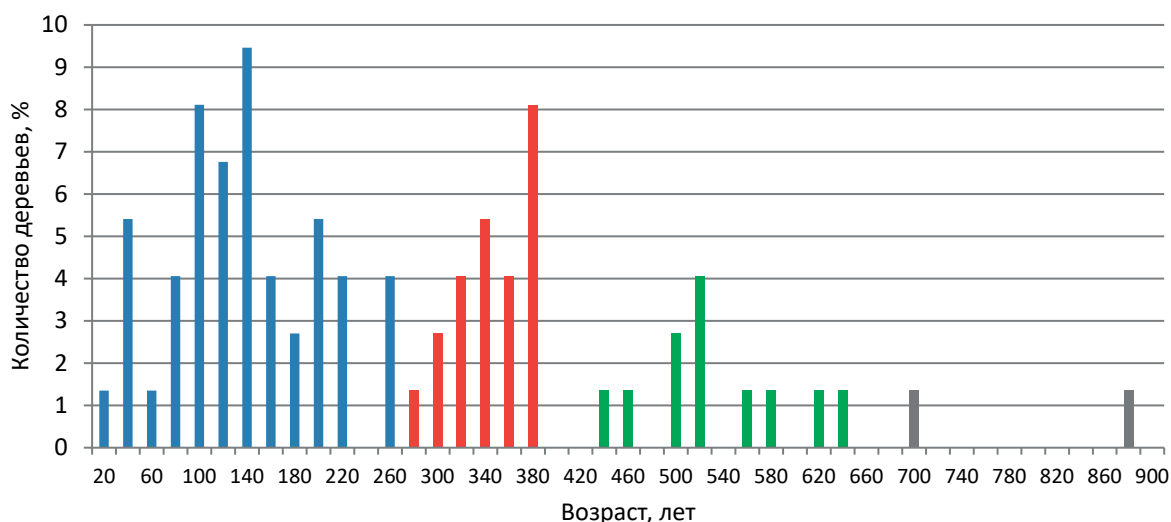


Рис. 6. Возрастная структура древостоев *J. excelsa*, произрастающих на г. Кара-Даг
Примечание: цветом выделены популяционные волны

В ходе оценки классов возраста популяции *J. excelsa* в Горном Крыму установлено, что 51% особей вида являются перестойными, то есть их возраст превышает 140 лет (рис. 3), что, в свою очередь, выше, чем в популяции *J. deltoides*, но при этом значительно ниже, чем у *J. foetidissima*.

На долю молодняка в популяции приходится крайне мало деревьев. Если учитывать тот факт, что с увеличением возраста древостоя снижается его жизненное состояние, то можно предположить, что с течением времени численность насаждений *J. excelsa* в Крыму будет сокращаться еще сильнее.

При сопоставлении среднего возраста популяций исследуемых видов выявлено, что наиболее молодыми являются древостои *J. deltoides*, а самыми великовозрастными — насаждения *J. excelsa*. При этом именно популяция *J. foetidissima* характеризуется крайне низким уровнем естественного возобновления и максимальной долей перестойных особей.

Заключение

В ходе проведенных таксационных исследований установлено, что возраст древостоев *J. deltoides* в Горном Крыму — 70—200 лет, средний возраст составляет 137 лет. Популяцию *J. deltoides* можно характеризовать как разновозрастную нормального типа.

Левосторонняя асимметрия свидетельствует о преобладании в популяции прегенеративных и генеративных особей, что отражает раннее вступление в генеративную фазу. Преобладающим классом возраста в древостоях *J. deltoides* являются средневозрастные особи, на их долю приходится 43%.

Насаждения *J. excelsa* имеют другую возрастную структуру по сравнению с *J. deltoides*. Средний возраст древостоев в пределах популяции варьирует от 137 до 500 лет. Подавляющее число особей *J. excelsa* являются перестойными. Встречаются особи, возраст которых оценивается в 900 лет.

Установлено, что реализация процессов репродукции *J. excelsa* в виде успешного семенного возобновления происходит раз в 130—150 лет и сопоставима с отдельными этапами онтогенеза. Популяционные волны коррелируют с максимумом репродуктивной активности большей части особей древостоя. После перехода этой части популяции в фазу старовозрастных их репродуктивный потенциал снижается, в результате чего происходит замедление процессов естественного возобновления. Материнский полог тормозит возможности реализации следующих поколений, когда он начинает сходить на нет, генерация вступает в фазу популяционного роста.

Список источников

1. Амирханова Н. А., Садыкова Г. А. Возрастная структура *Juniperus polycarpus* С. Koch высокогорной ценопопуляции Дагестана // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2023. № 149. С. 81—88. DOI: 10.25684/0513-1634-2023-149-81-88.
2. Бочаров А. Ю., Савчук Д. А. Дендрэкология лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.) на лесостепной границе (Центральный Алтай) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии : сб. науч. ст. по материалам Двенадцатой междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 28—30 октября 2013 г.). Барнаул : ИП Колмогоров, 2013. С. 218—221.
3. Гончарова О. А., Кузьмин А. В., Полоскова Е. Ю. Оценка динамики радиального прироста и особенности возрастной структуры сосновых древостоев в южном секторе Кольского полуострова // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 2. С. 58—65.
4. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 21. С. 3—7.
5. Жукова Л. А. Изменение возрастного состава популяций луговика дернистого на окских лугах при разной продолжительности выпаса // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. М. : Наука, 1967. С. 114—131.
6. Исиков В. П., Плугатарь Ю. В., Коба В. П. Методы исследований лесных экосистем Крыма. Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2014. 252 с.
7. Карагодин А. В. Малоизвестные страницы архитектурной истории Южного берега Крыма в XX веке: Находки источниковеда // Научный вестник Крыма. 2022. № 2 (37). С. 1—14.
8. Коваль И. П. Состояние и естественное возобновление можжевельниковых лесов Черноморского побережья Кавказа // Труды СочНИЛОС. 1968. Вып. 5. С. 58—75.
9. Коренькова О. О. Биолого-экологические особенности роста и развития *Juniperus foetidissima* Willd. в Горном Крыму : дис. ... канд. биол. наук. Ялта, 2017. 169 с.
10. Коренькова О. О. Влияние факторов окружающей среды на биометрические характеристики насаждений *Juniperus deltoides* R. P. Adams в Горном Крыму // Естественные и технические науки. 2024. № 1 (188). С. 130—133.
11. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / отв. ред. д-р биол. наук, проф. А. В. Ена и канд. биол. наук А. В. Фатерыга. Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2015. 480 с.
12. Кутявин И. Н., Манов А. В. Возрастная структура древостоев под воздействием пожаров в сосняках Северного Приуралья (Республика Коми) // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2020. № 3. С. 47—59. DOI: 10.34078/1814-0998-2020-3-47-59.
13. Кутявин И. Н., Манов А. В. Динамика размерной и возрастной структуры древостоев коренных сосняков Северного Предуралья // Лесоведение. 2022. № 5. С. 504—519. DOI: 10.31857/S0024114822040064.
14. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высшая школа, 1990. 350 с.

15. Манов А. В., Кутявин И. Н. Структура древостоя в старовозрастном постпирогенном сосняке бруснично-лишайниковом в бассейне реки Печоры // Лесоведение. 2018. № 6. С. 434—443. DOI: 10.1134/S0024114818050054.
16. Матвеева А. С., Беляева Н. В., Данилов Д. А. Возрастная структура подроста ели разных фенологических форм в зависимости от состава и строения древостоя // Лесной журнал. 2018. № 1. С. 47—60. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.47.
17. Методы изучения лесных сообществ / отв. ред. В. Т. Ярмишко, И. В. Лянгузова. СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
18. Мухамедшин К. Д., Таланцев Н. К. Можжевеловые леса. М. : Лесная промышленность, 1982. 184 с.
19. Османова Г. О., Животовский Л. А. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия РАН. Серия биологическая. 2020. № 2. С. 144—152. DOI: 10.31857/S0002332920020058.
20. Полоскова Е. Ю., Гончарова О. А., Кузьмин А. В. Возрастные особенности и динамика радиального роста сосны обыкновенной на Кольском полуострове // Вестник МГТУ. 2013. № 3. С. 519—525. URL: http://vestnik.mstu.edu.ru/v16_3_n53/519_525_polos.pdf.
21. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. Сер. 3, Геоботаника. М. : Л., 1950. Вып. 6. С. 7—204.
22. Сидорова В. В., Мосякин Д. С. Вызовы градостроительного развития приморских территорий в Республике Крым // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2022. № 1. С. 77—83. DOI: 10.24412/cl-35672-2022-1-0013.
23. Стороженко В. Г. Эволюционные принципы устойчивости лесных сообществ // Сибирский лесной журнал. 2020. № 4. С. 87—96. DOI: 10.15372/SJFS202004010.
24. Сукачев В. Н., Зонн С. В., Мотовилов Г. П. Методические указания к изучению типов леса. М. : Изд-во АН СССР, 1957. 114 с.
25. Уранов А. А., Смирнова О. В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 1969. Т. 74, вып. 1. С. 119—134.
26. Царалунга В. В., Царалунга А. В. Долголетие деревьев дуба и дубовых древостоев // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7, № 1 (25). С. 25—33.
27. Garet J., Raulier F., Pothier D., Cumming S. G. Forest age class structures as indicators of sustainability in boreal forest: Are we measuring them correctly? // Ecological Indicators. 2012. Vol. 23. P. 202—210. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.03.032.
28. Gupta R., Garkoti S. Ch., Borgaonkar H. P. Composition, age-structure and dendroecology of high altitude treeline forest in the Western Himalaya, India // Forest Ecology and Management. 2023. Vol. 549. Art. 121494. DOI: 10.1016/j.foreco.2023.121494.
29. Hiltunen M., Strandman H., Kilpeläinen A. Optimizing forest management for climate impact and economic profitability under alternative initial stand age structures // Biomass and Bioenergy. 2021. Vol. 147. Art. 106027. DOI: 10.1016/j.biombioe.2021.106027.
30. Reyes-Palomeque G., Dupuy J. M., Portillo-Quintero C. A., Andrade J. L., Tun-Dzul F. J., Hernández-Stefanoni J. L. Mapping forest age and characterizing vegetation structure and species composition in tropical dry forests // Ecological Indicators. 2021. Vol. 120. Art. 106955. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106955.
31. Ticse-Otarola G., Vidal O. D., Andreu-Hayles L., Quispe-Melgar H. R., Amoroso M. M., Santos G. M., Requena-Rojas E. J. Age structure and climate sensitivity of a high Andean relict forest of *Polylepis rodolfovasquezii* in central Peru // Dendrochronologia. 2023. Vol. 79. Art. 126071. DOI: 10.1016/j.dendro.2023.126071.

References

1. Amirkhanova N. A., Sadykova G. A. Vozrastnaya struktura *Juniperus polycarpus* C. Koch vysokogornoi tsenopopulyatsii Dagestana [Age structure of *Juniperus polycarpus* C. Koch in the high-mountain cenopopulation of Dagestan]. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada — Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens*, 2023, no. 149, pp. 81—88. DOI: 10.25684/0513-1634-2023-149-81-88. (In Russian)
2. Bocharov A. Yu., Savchuk D. A. Dendroekologiya listvennitsy (*Larix sibirica* Ledeb.) na lesostepnoi granitse (Tsentral'nyi Altai) [Dendroecology of larch (*Larix sibirica* Ledeb.) on the forest-steppe border (Central Altai)]. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii: sbornik nauch. st. po materialam Dvenadtsatoi mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Barnaul, 28—30 oktyabrya 2013 g.)* [Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia. Proceed. of the Twelfth Internat. sci.-pract. conf. (Barnaul, Oct. 28—30, 2013)]. Barnaul, IP Kolmogorov Publ., 2013, pp. 218—221. (In Russian)

3. Goncharova O. A., Kuz'min A. V., Poloskova E. Yu. Otsenka dinamiki radial'nogo prirosta i osobnosti vozrastnoi struktury osnovnykh drevostoev v yuzhnom sektore Kol'skogo poluostrova [Estimation of Radial Gain Dynamics and Age Structure of Pine Forest Stands in the Southern Sector of the Kola Peninsula]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya — Theoretical and Applied Ecology*, 2009, no. 2, pp. 58—65. (In Russian)
4. Zhivotovskii L. A. Ontogeneticheskie sostoyaniya, effektivnaya plotnost' i klassifikatsiya populyatsii rastenii [Ontogenetic States, Effective Density, and Classification of Plant Populations]. *Ekologiya — Russian Journal of Ecology*, 2001, no. 21, pp. 3—7. (In Russian)
5. Zhukova L. A. Izmenenie vozrastnogo sostava populyatsii lugovika dernistogo na okskikh lugakh pri raznoi prodolzhitel'nosti vypasa [Changes in the age composition of the populations of the tussock grass on the Oka meadows with different duration of grazing]. *Ontogenez i vozrastnoi sostav populyatsii tsvetkovykh rastenii* [Ontogenesis and age composition of populations of flowering plants]. Moscow, Nauka Publ., 1967, pp. 114—131. (In Russian)
6. Isikov V. P., Plugatar' Yu. V., Koba V. P. *Metody issledovaniy lesnykh ekosistem Kryma* [Methods of research of forest ecosystems of the Crimea]. Simferopol, IT "ARIAL" Publ., 2014. 252 p. (In Russian)
7. Karagodin A. V. Maloizvestnye stranitsy arkhitekturnoi istorii Yuzhnogo berega Kryma v XX veke: Nakhodka istochnikoveda [Little-known architectural history pages South coast of the Crimea in the 20th century: source scientist's findings]. *Nauchnyi vestnik Kryma*, 2022, no. 2 (37), pp. 1—14. (In Russian)
8. Koval' I. P. Sostoyanie i estestvennoe vozobnovlenie mozhzhevelovykh lesov Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza [The state and natural regeneration of juniper forests of the Black Sea coast of the Caucasus]. *Trudy SochNILOS*, 1968, is. 5, pp. 58—75. (In Russian)
9. Koren'kova O. O. *Biologo-ekologicheskoe osobnosti rosta i razvitiya Juniperus foetidissima Willd. v Gornom Krymu: dis. ... kand. biol. nauk* [Biological and ecological features of growth and development of *Juniperus foetidissima* Willd. in Mountainous Crimea. Cand. Dis.]. Yalta, 2017. 169 p. (In Russian)
10. Koren'kova O. O. Vliyaniye faktorov okruzhayushchei sredy na biometricheskie kharakteristiki nasazhdenii *Juniperus deltoides* R. P. Adams v Gornom Krymu [The influence of environmental factors on the biometric characteristics of *Juniperus deltoides* R. P. Adams plantings in the Mountain Crimea]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2024, no. 1 (188), pp. 130—133. (In Russian)
11. *Krasnaya kniga Respubliki Krym. Rasteniya, vodorosli i griby* [Red Book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi]. Simferopol, IT "ARIAL" Publ., 2015. 480 p. (In Russian)
12. Kutyavin I. N., Manov A. V. Vozrastnaya struktura drevostoev pod vozdeistviem pozharov v sosnyakakh Severnogo Priural'ya (Respublika Komi) [Age Structure of Pine Forest Stands in the Northern Cis-Urals under Fires]. *Vestnik Severo-Vostochnogo nauchnogo tsentra DVO RAN — Bulletin of the North-East Scientific Center, Russia Academy of Sciences Far East Branch*, 2020, no. 3, pp. 47—59. DOI: 10.34078/1814-0998-2020-3-47-59. (In Russian)
13. Kutyavin I. N., Manov A. V. Dinamika razmernoi i vozrastnoi struktury drevostoev korennykh sosnyakov Severnogo Predural'ya [Size and age structure dynamics in native pine forests of the Northern Cis-Ural region]. *Lesovedenie*, 2022, no. 5, pp. 504—519. DOI: 10.31857/S0024114822040064. (In Russian)
14. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 350 p. (In Russian)
15. Manov A. V., Kutyavin I. N. Struktura drevostoya v starovozrastnom postpirogenom sosnyake brusnichno-lishainikovom v basseine reki Pechory [Stand structure of the old-growth postfire cowberry-lichen pine forest in Pechora basin]. *Lesovedenie*, 2018, no. 6, pp. 434—443. DOI: 10.1134/S0024114818050054. (In Russian)
16. Matveeva A. S., Belyaeva N. V., Danilov D. A. Vozrastnaya struktura podrosta eli raznykh fenologicheskikh form v zavisimosti ot sostava i stroeniya drevostoya [Age-Class Composition of Spruce Undergrowth of Different Phenological Forms Depending on the Stand Composition and Structure]. *Lesnoi zhurnal — Russian Forestry Journal*, 2018, no. 1, pp. 47—60. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.47. (In Russian)
17. *Metody izucheniya lesnykh soobshchestv* [Methods of studying forest communities]. St. Petersburg, NIIKhimii SPbGU Publ., 2002. 240 p. (In Russian)
18. Mukhamedshin K. D., Talantsev N. K. *Mozhzhelovye lesa* [Juniper forests]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 184 p. (In Russian)
19. Osmanova G. O., Zhivotovskii L. A. Ontogeneticheskiy spektr kak indikator sostoyaniya tsenopopulyatsii rastenii [Ontogenetic Spectrum as an Indicator of the Status of Plant Populations]. *Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya*, 2020, no. 2, pp. 144—152. DOI: 10.31857/S0002332920020058. (In Russian)
20. Poloskova E. Yu., Goncharova O. A., Kuz'min A. V. Vozrastnye osobennosti i dinamika radial'nogo rosta sosny obyknovЕННОI na Kol'skom poluostrove [Age features and dynamics of radial growth of the pine ordinary on the Kola Peninsula]. *Vestnik MGTU — Vestnik of MSTU*, 2013, no. 3, pp. 519—525. URL: http://vestnik.mstu.edu.ru/v16_3_n53/519_525_polos.pdf. (In Russian)

21. Rabotnov T. A. Zhiznennyi tsikl mnogoletnikh travyanistykh rastenii v lugovykh tsenozakh [Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses]. *Trudy BIN AN SSSR. Ser. 3, Geobotanika* [Proceedings of the Botanical Institute of the USSR Academy of Sciences. Ser. 3, Geobotany]. Moscow, Leningrad, 1950, is. 6, pp. 7—204. (In Russian)
22. Sidorova V. V., Mosyakin D. S. Vyzovy gradostroitel'nogo razvitiya primorskikh territorii v Respublike Krym [Challenges of urban development of coastal territories in the Republic of Crimea]. *Nauka, obrazovanie i eksperimental'noe proektirovanie*, 2022, no. 1, pp. 77—83. DOI: 10.24412/cl-35672-2022-1-0013. (In Russian)
23. Storozhenko V. G. Evolyutsionnye printsipy ustoychivosti lesnykh soobshchestv [The Evolutionary Principles of Sustainability of Forest Communities]. *Sibirskii lesnoi zhurnal — Siberian Journal of Forest Science*, 2020, no. 4, pp. 87—96. DOI: 10.15372/SJFS202004010. (In Russian)
24. Sukachev V. N., Zonn S. V., Motovilov G. P. *Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu tipov lesa* [Methodological guidelines for studying forest types]. Moscow, AN SSSR Publ., 1957. 114 p. (In Russian)
25. Uranov A. A., Smirnova O. V. Klassifikatsiya i osnovnye cherty razvitiya populyatsii mnogoletnikh rastenii [Classification and main features of development of populations of perennial plants]. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel biologicheskii*, 1969, vol. 74, is. 1, pp. 119—134. (In Russian)
26. Tsaralunga V. V., Tsaralunga A. V. Dolgoletie derev'ev duba i dubovykh drevostoev [The longevity of oak trees and oak forest]. *Lesotekhnicheskii zhurnal — Forestry Engineering Journal*, 2017, vol. 7, no. 1 (25), pp. 25—33. (In Russian)
27. Garet J., Raulier F., Pothier D., Cumming S. G. Forest age class structures as indicators of sustainability in boreal forest: Are we measuring them correctly? *Ecological Indicators*, 2012, vol. 23, pp. 202—210. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.03.032.
28. Gupta R., Garkoti S. Ch., Borgaonkar H. P. Composition, age-structure and dendroecology of high altitude treeline forest in the Western Himalaya, India. *Forest Ecology and Management*, 2023, vol. 549, art. 121494. DOI: 10.1016/j.foreco.2023.121494.
29. Hiltunen M., Strandman H., Kilpeläinen A. Optimizing forest management for climate impact and economic profitability under alternative initial stand age structures. *Biomass and Bioenergy*, 2021, vol. 147, art. 106027. DOI: 10.1016/j.biombioe.2021.106027.
30. Reyes-Palomeque G., Dupuy J. M., Portillo-Quintero C. A., Andrade J. L., Tun-Dzul F. J., Hernández-Stefanoni J. L. Mapping forest age and characterizing vegetation structure and species composition in tropical dry forests. *Ecological Indicators*, 2021, vol. 120, art. 106955. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106955.
31. Ticse-Otarola G., Vidal O. D., Andreu-Hayles L., Quispe-Melgar H. R., Amoroso M. M., Santos G. M., Requena-Rojas E. J. Age structure and climate sensitivity of a high Andean relict forest of *Polylepis rodolfovasquezii* in central Peru. *Dendrochronologia*, 2023, vol. 79, art. 126071. DOI: 10.1016/j.dendro.2023.126071.

Информация об авторах

Ю. В. Плугатарь — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук

О. О. Коренькова — кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors

Yu. V. Plugatar — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

O. O. Korenkova — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Статья поступила в редакцию 11.06.2024; одобрена после рецензирования 28.10.2024; принята к публикации 20.11.2024

The article was submitted 11.06.2024; approved after reviewing 28.10.2024; accepted for publication 20.11.2024