

## ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОМОЖЖЕВЕЛОВЫХ ЛЕСОВ КРЫМА

О.О. Koren`kova

### THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF HIGH JUNIPER FORESTS OF THE CRIMEA

**Аннотация.** Высокоможжевеловые леса являются важнейшим компонентом экологической устойчивости Крымского полуострова. Однако, в настоящее время площадь популяции *J. excelsa* в Крыму сокращается. В результате чего возникает угроза необратимого изменения облика полуострова в будущем. Целью проведенных исследований явилось определение биометрических характеристик высокоможжевеловых древостоев Крыма и особенностей влияния на них факторов окружающей среды. Исходя из цели работы, были поставлены следующие задачи: установить основные таксационные характеристики насаждений; выявить степень влияния абиотических и антропогенных факторов на изучаемые параметры. Согласно общепринятым в лесоводстве и геоботанике методикам, в пределах древостоев *J. excelsa* заложено 28 пробных площадей размером по 0,2 га на высоте от 40 до 1020 м н.у.м., в различных эдафо-орографических условиях. Посредством однофакторного дисперсионного анализа выявляли степень влияния абиотических и антропогенных факторов на биометрические характеристики высокоможжевеловых лесов Крыма. В результате проведенных исследований, установлено, что средний диаметр ствола древостоев *J. excelsa* –  $27,1 \pm 1,3$  см (при минимальных и максимальных значениях в 11 и 41 см, соответственно). Среди факторов, оказывающих наибольшее влияние на диаметр стволов, можно выделить: эдафические условия и годовое количество осадков. Кроме того, выявлено, что деревья *J. excelsa* не достигают описанных в литературе высот, свойственных основной средиземноморской части ареала, что, в свою очередь, свидетельствует о неблагоприятных условиях существования вида на северной границе его распространения. В среднем, высота деревьев *J. excelsa* в Горном Крыму составляет  $5,4 \pm 0,2$  м. Уникальным элементом крымской популяции *J. excelsa* выступают насаждения, произрастающие на г. Крестовая, их высота достигает 16 м, что в 3 раза

**Abstract.** High-juniper forests are a critical component of the sustainability of the Crimean Peninsula. However, the area visited by *J. excelsa* in Crimea is currently increasing. As a result, there is a threat of irreversible changes in the appearance of the peninsula in the future. As

a result of the research, the biometric characteristics of the high-juniper forests of the Crimea and the characteristics of the ancient environmental factors existing on them were determined. Based on the goals of the work, the following tasks were set: to establish the main taxation characteristics of hopes; the degree of influence of abiotic and anthropogenic factors according to the studied parameters. According to methods generally accepted in forestry and geobotany, 28 sample plots of 0.2 hectares in size were established within *J. excelsa* stands at an altitude of 40 to 1020 m above sea level, in various edapho-orographic conditions. Using one-way analysis of variance, the degree of biometric characteristics of abiotic and anthropogenic factors in the high-juniper forests of Crimea was revealed. As a result of the studies, it was established that the average diameter of *J. excelsa* stands is  $27.1 \pm 1.3$  cm (with minimum and maximum values of 11 cm and 41 cm, respectively). Among the factors that have the greatest influence on trunk diameter are: edaphic conditions and regional growth. In addition, it was established that *J. excelsa* trees are not described in the alphabetical heights characteristic of the main ones among the Mediterranean part of the range, which, in turn, indicates stable conditions of existence on its northern border. On average, the height of *J. excelsa* individuals in the Crimean Mountains is  $5.4 \pm 0.2$  m. A unique element of the Crimean culture, *J. excelsa* is being studied growing on the town of Krestovaya, their height reaches 16 m, which is

больше, чем средняя высота высокоможжевельниковых лесов Крыма.

**Ключевые слова:** высокоможжевельниковые леса; *J. excelsa*; таксационные показатели; абиотические факторы; Крым; гора Крестовая.

**Сведения об авторе:** Коренькова Олеся Олеговна, ORCID: 0000-0001-6482-7312, канд. биол. наук, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, o.o.korenkova@mail.ru

3 times higher than the average height of the area.

**Keywords:** high-juniper forests; *J. excelsa*; taxation indicators; abiotic factors; the Crimea; Mount Krestovaya.

**About the author:** Olesya O. Koren`kova, ORCID: 0000-0001-6482-7312, Candidate of Biological Sciences, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia, o.o.korenkova@mail.ru

Коренькова О.О. Особенности воздействия факторов окружающей среды на биометрические характеристики высокоможжевельниковых лесов Крыма // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2024. № 2(66). С. 111-122. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/24-2/10>

Korenkova, O.O. (2024). The Impact of Environmental Factors on the Biometric Characteristics of High Juniper Forests of the Crimea. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, 2(66), 111-122. (in Russ.). <https://doi.org/10.36906/2311-4444/24-2/10>

**Введение.** Реликтовые высокоможжевельниковые леса Крыма играют важную роль в процессах формирования экологической устойчивости полуострова. Произрастая на сухих каменистых участках, мало пригодных для других древесных пород, насаждения можжевельника высокого (*Juniperus excelsa* М.-Bieb.) защищают эти места обитания от эрозии, способствуют сохранению и формированию напочвенного покрова, а также осуществляют водорегулирующую и средообразующую роль. Кроме того, высокоможжевельниковые древостои выполняют важную эстетическую и санитарно-гигиеническую функции. Последнее возможно благодаря выделению большого количества эфирных масел, обладающих антисептическими свойствами [10; 16; 21-23].

Однако, в настоящее время площадь популяции *J. excelsa* в Крыму сокращается. На основании чего вид был включен в Красные книги Республики Крым и города Севастополя. Среди основных причин, приведших к изменению площади высокоможжевельниковых лесов, исследователи выделяют снижение уровня естественного возобновления, поражение вредителями и болезнями, а также прямое уничтожение в результате антропогенной деятельности [5; 6]. При этом, комплексных исследований высокоможжевельниковых древостоев и определения их качественных характеристик практически не проводилось.

Важная роль древостоев *J. excelsa* в экологическом балансе Крыма, позволяет предположить, что значительное сокращение их площади может в ближайшем будущем привести к необратимым последствиям и изменению облика полуострова. В результате чего, возникает острая необходимость в оценке текущего состояния популяции *J. excelsa* [12; 18].

Целью проведенных исследований явилось определение биометрических характеристик высокоможжевельниковых древостоев Крыма и особенностей влияния на них

факторов окружающей среды. Исходя из цели работы, были поставлены следующие задачи: установить основные таксационных характеристики насаждений; выявить степень влияния абиотических и антропогенных факторов на изучаемые параметры.

**Материалы и методы исследования.** Определение биометрических характеристик насаждений *J. excelsa* проводили на 28 пробных площадях, закладку которых осуществляли по общепринятым в лесоводстве и геоботанике методикам, размером по 0,2 га [8; 9]. Закладывали пробные площади в природных популяциях на высоте от 40 до 1020 м н.у.м., в различных эдафо-орографических условиях (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения пробных площадей в популяциях *J. excelsa* 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 – г. Тарпан-Баир; 15 – ур. Батилиман; 16 – г. Сарыч; 17 – г. Дракон; 18 – г. Кошка; 19 – г. Крестовая; 20 – окрестности пгт. Массандра; 21 – м. Мартыян; 22 – б. Семидворская; 23 – г. Япул-Бурун; 24 – г. Папая-Кая; 25–26 – г. Коба-Кая; 27 – г. Сокол; 28 – г. Каршитерс)

Диаметр ствола замеряли мерной вилкой на высоте 1,3 м от корневой шейки. Шаг ступеней толщины принимали в 4 см. Также подсчитывали 2 средних диаметра древостоя: средневзвешенный через площадь сечения и средний арифметический. Высоту деревьев в насаждениях определяли с помощью высотомера Suunto PM-5. С помощью формулы Лорея подсчитывали среднюю высоту древостоя [15].

Для оценки влияния погодных условий на развитие древостоев *J. excelsa*, пробные площади были разделены на три географических группы: западную, южнобережную и восточную. В западную группу вошли пробные площади № 1–14; в южнобережную – № 15–23, а в восточную – № 24–28. Для западной группы использовали данные осадков метеорологической станции № 33991 (Севастополь); для восточной и южнобережной групп

– № 33976 (Феодосия) и № 33990 (Ялта) соответственно. Для выделенных групп подсчитывалось годовое количество осадков [13]. Кроме годового количества осадков, выделенные регионы характеризуются различными типами почв. Западная часть Главной гряды крымских гор отличается бурыми горно-лесными почвами. В восточной и южной частях преобладают коричневые горно-щебнистые почвы [10; 12].

Кроме того, пробные площади объединяли в группы в зависимости от экспозиции склона. Всего было выделено 6 экспозиций: северо-восточная (ПП № 10 и № 24); восточная (ПП № 11, № 12 и № 25); юго-восточная (ПП № 5, № 17, № 22, № 23 и № 27); южная (ПП № 1, № 3, № 4, № 7, № 15 и № 21); юго-западная (ПП № 8, № 9, № 14, № 16, № 19 и № 20); западная (ПП № 2, № 6, № 13, № 18, № 26, № 28).

Эдафический фактор определялся по уровню плодородия почвы и ее увлажненности [14]. По методике П.С. Погребняка (1968) устанавливали типы условий местопроизрастания (эдафические условия) [14]. Всего на территории произрастания *J. excelsa* в Горном Крыму выделено 4 типа леса. Пробные площади группировали согласно типам леса, к которым они относятся: сухой можжевельновый бор (ПП № 3, № 20 и № 23), очень сухая можжевельная суборь (ПП № 6, № 10–12, № 14, № 22 и № 25–26), сухая можжевельная суборь (ПП № 4–9, № 13, № 18, № 24), сухой можжевельный сугрудок (ПП № 1–2, № 15–17, № 19, № 21, № 27, № 28).

Степень антропогенной нагрузки определялась по 5-бальной шкале путем оценки рекреационной дигрессии, согласно которой 1 балл – деятельность человека не внесла в лесной комплекс никаких заметных изменений; 2 балла – рекреационное воздействие человека выражается в установлении редкой сети тропинок (не более 5% исследуемой площади); 3 балла – тропиночная сеть сравнительно густа (занимает 10–15% всей площади); 4 балла – густая тропиночная сеть (занимают 20–30% площади); 5 баллов – тропиночная сеть очень густая (ее площадь увеличивается до 60–100% территории) [2]. Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики [7].

**Результаты и обсуждение.** При определении среднего взвешенного через площадь сечения диаметра древостоев установлено, что данный показатель в популяции *J. excelsa* варьирует достаточно широко в пределах от 11 см (б. Семидворская) до 41 см (ур. Батилиман) (табл.). Коэффициент вариации 26,2%. В целом, для *J. excelsa* в Горном Крыму этот показатель равен 27 см.

В первую очередь диаметр стволов *J. excelsa* в Горном Крыму отражает возраст насаждений. Максимальным средним диаметром ствола характеризуются насаждения, произрастающие на территории урочища Батилиман, входящего в состав Государственного природного ландшафтного заказника регионального значения «Мыс Айя» (создан в 1974 году) [11]. Отдельные деревья здесь достигают 102 см в диаметре. При этом жизненное состояние таких деревьев оценивается как удовлетворительное. Регенеративные функции у них сохраняются на незначительном уровне (образуют единичные шишкягоды и микростробилы).



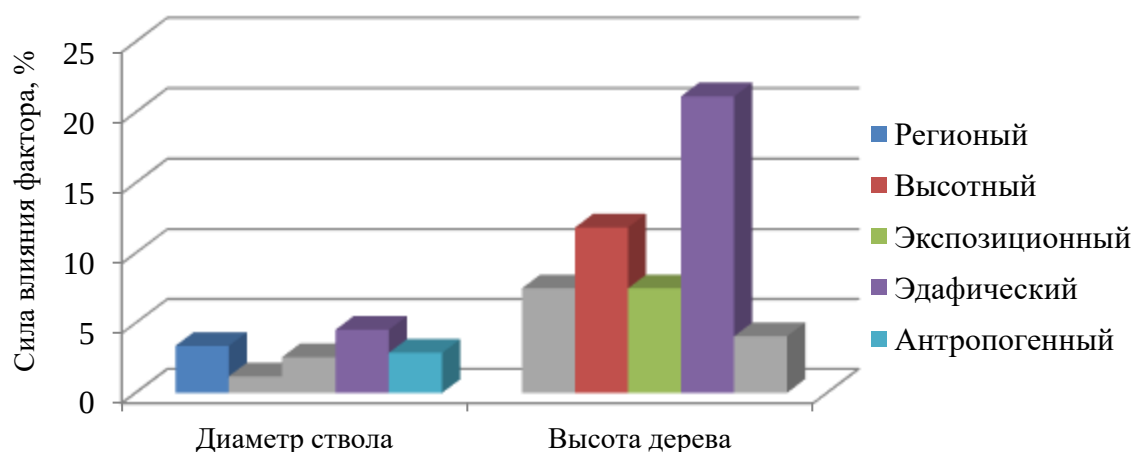
Таблица

**Биометрические характеристики высокоможевеловых лесов Крыма**

| № ПП | D <sub>1</sub> , см | D <sub>2</sub> , см |      | H, м    |      |
|------|---------------------|---------------------|------|---------|------|
|      |                     | M±m                 | V    | M±m     | V    |
| 1    | 24                  | 17,4±1,9            | 66,5 | 4,4±0,3 | 28,7 |
| 2    | 31                  | 26,6±2,7            | 51,6 | 4,8±0,2 | 24,3 |
| 3    | 27                  | 25,1±4,1            | 44,8 | 3,8±0,2 | 16,7 |
| 4    | 18                  | 15,1±1,1            | 48,5 | 4,3±0,2 | 36,7 |
| 5    | 26                  | 21,6±1,5            | 59,3 | 4,7±0,1 | 25,8 |
| 6    | 24                  | 18,2±1,5            | 45,4 | 3,8±0,1 | 34,3 |
| 7    | 25                  | 18,7±1,3            | 61,1 | 3,7±0,2 | 34,9 |
| 8    | 28                  | 20,9±2,0            | 57,0 | 4,6±0,2 | 38,5 |
| 9    | 27                  | 16,2±2,1            | 72,9 | 4,3±0,2 | 28,4 |
| 10   | 31                  | 25,0±1,7            | 43,8 | 4,6±0,2 | 39,7 |
| 11   | 32                  | 26,6±1,9            | 53,1 | 5,0±0,2 | 29,9 |
| 12   | 39                  | 30,6±2,6            | 44,0 | 4,7±0,2 | 25,8 |
| 13   | 22                  | 17,2±1,6            | 53,0 | 4,6±0,2 | 26,7 |
| 14   | 25                  | 20,9±2,2            | 40,0 | 3,8±0,2 | 27,8 |
| 15   | 41                  | 30,8±2,8            | 64,3 | 5,7±0,3 | 32,9 |
| 16   | 30                  | 22,6±1,6            | 58,7 | 4,9±0,2 | 30,6 |
| 17   | 24                  | 18,4±1,7            | 47,5 | 5,0±0,3 | 32,8 |
| 18   | 34                  | 27,5±1,9            | 59,1 | 5,5±0,2 | 23,9 |
| 19   | 33                  | 28,1±1,1            | 38,9 | 7,6±0,2 | 34,6 |
| 20   | 17                  | 13,0±0,9            | 51,3 | 3,3±0,1 | 24,4 |
| 21   | 28                  | 22,1±1,6            | 55,8 | 5,4±0,2 | 30,8 |
| 22   | 11                  | 9,2±0,5             | 49,7 | 3,2±0,1 | 34,2 |
| 23   | 23                  | 15,8±1,7            | 76,7 | 3,5±0,2 | 32,9 |
| 24   | 20                  | 14,4±1,3            | 63,8 | 3,4±0,3 | 35,5 |
| 25   | 40                  | 31,4±2,7            | 63,3 | 3,5±0,2 | 39,4 |
| 26   | 34                  | 26,0±2,4            | 64,4 | 2,8±0,2 | 34,9 |
| 27   | 26                  | 18,7±1,6            | 67,2 | 3,6±0,1 | 32,7 |
| 28   | 17                  | 13,7±1,3            | 58,9 | 3,6±0,2 | 33,0 |

Примечание: D<sub>1</sub> – средневзвешенный через площадь сечения диаметр ствола; D<sub>2</sub> – средний арифметический диаметр ствола; H – высота деревьев.

В ходе проведенного однофакторного дифференциального анализа установлено, что степень влияния внешних факторов среды на развитие деревьев *J. excelsa* практически такая же, как и на особи *J. deltoides* [4]. Максимальное воздействие на диаметр ствола оказывают эдафические условия мест произрастания (степень влияния фактора составляет 4,52 %) (рис. 2). В условиях сухого бора рост деревьев замедляется и диаметр их ствола в среднем составляет 15,00±1,43 см. Тогда как в условиях сухой субори этот показатель в 1,57 раза выше – 23,56±1,97 см.



**Рис. 2. Степень влияния внешних факторов на биометрические показатели высокоможжевеловых лесов Крыма**

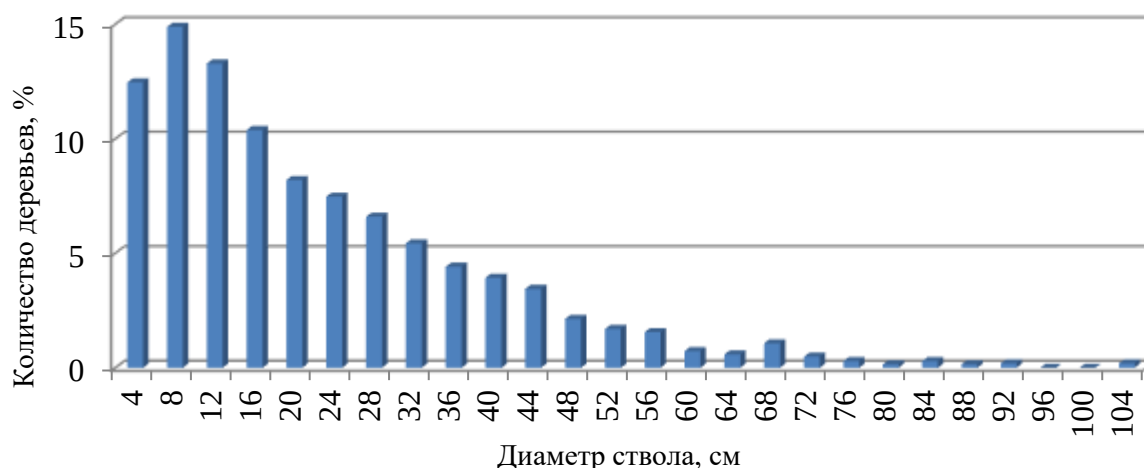
*Примечание:* серым цветом обозначены факторы, влияние которых достоверно не установлено

В меньшей степени (сила воздействия – 3,36 %) на биометрические характеристики высокоможжевеловых лесов влияет годовое количество осадков (региональный фактор). Наибольший средний диаметр ствола отмечен у особей, произрастающих в восточной части Крымского полуострова. Именно эта территория максимально схожа с центральной Средиземноморской частью ареала *J. excelsa*. Кроме того, древостои здесь отличаются наибольшей интенсивностью естественного возобновления. Сомкнутость их крон в среднем составляет 0,6 [3].

Еще одним фактором, оказывающим воздействие на диаметр древостоев *J. excelsa* в Горном Крыму, выступает антропогенная деятельность – 2,87%. На территориях, подвергающихся интенсивной рекреационной нагрузке, отмечены деревья с большим диаметром стволов ( $24,8 \pm 2,23$  см), тогда как на участках мало подверженных антропогенной деятельности или не затронутых ею вовсе, этот показатель составляет  $18,9 \pm 1,56$  см. Это связано, в первую очередь, с тем, что антропогенная нагрузка больше в старовозрастных насаждениях, привлекающих значительное внимание туристов, отдающих предпочтение «отдыху» в высокодекоративных можжевеловых насаждениях. Достоверного влияния на средний взвешенный через площадь сечения стволов диаметр древостоев других абиотических факторов выявлено не было.

При определении среднего арифметического диаметра установлено, что он составляет 20 см. Отличия между средним взвешенным через площадь сечения стволов диаметром и средним арифметическим диаметром выше, чем у *J. deltooides* [4], и составляют 5–7 см, что так же находится в пределах допустимых значений, что, в свою очередь, говорит о достоверности полученных результатов.

При рассмотрении кривой распределения деревьев по толщине стволов (рис. 3) видно, что она имеет левостороннюю положительную асимметрию с нормальным распределением (асимметричность – 1,20; эксцесс – 0,28).



**Рис. 3. Распределение стволов деревьев *J. excelsa* по диаметру**

На рисунке 3 видно, что подавляющее большинство деревьев характеризуется диаметром ствола до 20 см. Однако в пределах популяции *J. excelsa* в Горном Крыму встречаются особи, диаметр ствола которых достигает 104 см. Возраст дерева оценивается в 900 лет. При этом, его жизненное состояние – удовлетворительное со средним уровнем семенной продуктивности, под кроной дерева произрастет подрост различного возраста, что говорит о высоком репродуктивном потенциале не только отдельного дерева, но и вида в целом. Присутствует раздвоение ствола, что свидетельствует о повреждении верхушечной почки на ранних этапах развития, в результате чего, возможно, было замедление роста ствола как в ширину, так и в высоту. Можно предположить, что возраст данного дерева выше установленного значения.

Средняя высота древостоев *J. excelsa* превышает высоту *J. deltooides* в 1,67 раза [4] и составляет 5 м. В целом этот показатель варьирует от 4 до 8 м (рис. 4). Коэффициент вариации 20,3 %.

Из литературных источников известно, что в Средиземноморье высота деревьев *J. excelsa* составляет 20–25 м [19, 20, 23], что 4–5 раз больше, чем в Крыму. Таким образом, можно видеть какие морфологические изменения претерпевают особи в сложных почвенно-климатических условиях полуострова. Эти преобразования, в свою очередь, выступают адаптивным механизмом, направленным на выживаемость вида в пределах северной границы его ареала.

При проведении однофакторного дифференциального анализа из расчета были исключены показатели деревьев, произрастающих на пробной площади № 19 (г. Крестовая), т. к. их высота значительно превышает высоту остальной части популяции *J. excelsa* в Горном Крыму.

Влияние факторов окружающей среды на высоту деревьев *J. excelsa* проявляется значительно сильнее, чем на диаметр их стволов. Установлено, что наибольшее воздействие оказывают эдафические условия мест произрастания древостоев (сила фактора – 21,13%).

С улучшением почвенных условий возрастает высота деревьев *J. excelsa*. В условиях сухого можжевельного бора средняя высота составляет  $3,41 \pm 0,26$  м, тогда как в пределах сухой можжевельной субори этот показатель выше –  $5,40 \pm 0,37$  м.

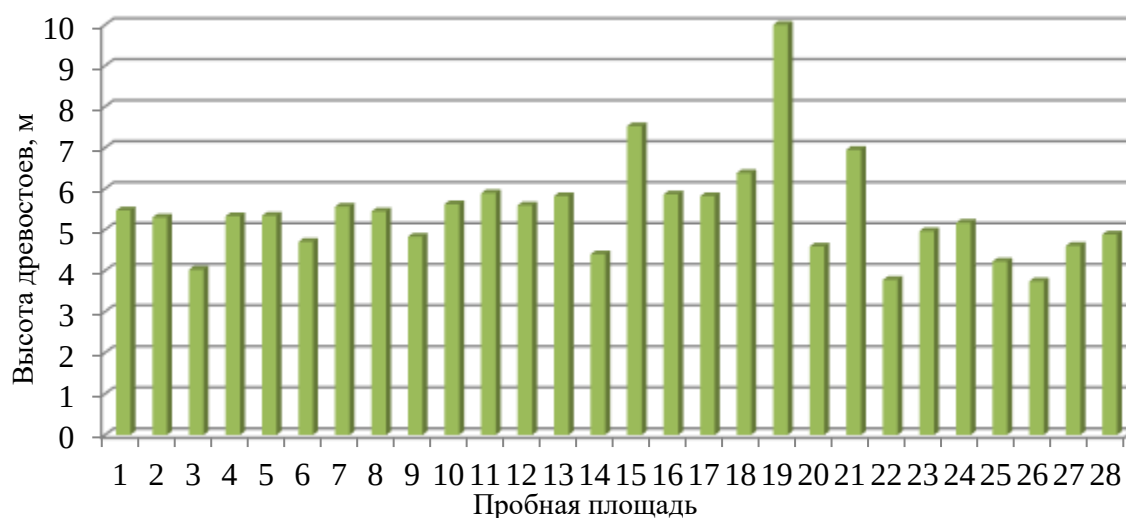


Рис. 4. Высота древостоев *J. excelsa* в Горном Крыму

В немного меньшей степени на высоту особей оказывает воздействие высотный фактор – 11,83%. На высоте 200–300 м н.у.м. произрастают самые высокие деревья. Их высота, в среднем, составляет  $5,86 \pm 0,24$  м, тогда как в других высотных поясах этот показатель равен  $4,22 \pm 0,38$  м. Можно предположить, что данный высотный пояс является оптимумом произрастания в условиях Крымского полуострова.

Еще одним фактором, оказывающим влияние на высоту древостоев, является экспозиция склона (7,48%). Установлено, что на слабо прогреваемых участках высота деревьев составляет  $3,84 \pm 0,25$  м, тогда как на склонах с южной и юго-восточной экспозициями этот показатель составляет  $5,22 \pm 0,46$  м. Достоверного влияния регионального и антропогенного факторов на высоту древостоев *J. excelsa* в Горном Крыму установлено не было.

При рассмотрении распределения деревьев *J. excelsa* по высоте (рис. 5), можно отметить, что кривая также имеет положительную асимметрию, с распределением повышенного косинуса (асимметричность – 0,97; эксцесс – -0,75). Подавляющее большинство деревьев имеет высоту 4–6 м.

Отдельно необходимо обратить внимание на древостой *J. excelsa*, произрастающий на горе Крестовая. Кривая, отражающая распределение деревьев данной пробной площади по высоте, практически не имеет асимметрии и очень близка к кривой нормального распределения (рис. 6). Данные насаждения являются уникальными по своей высоте. Именно они максимально близки к высотным показателям, описанным для вида в литературных источниках.



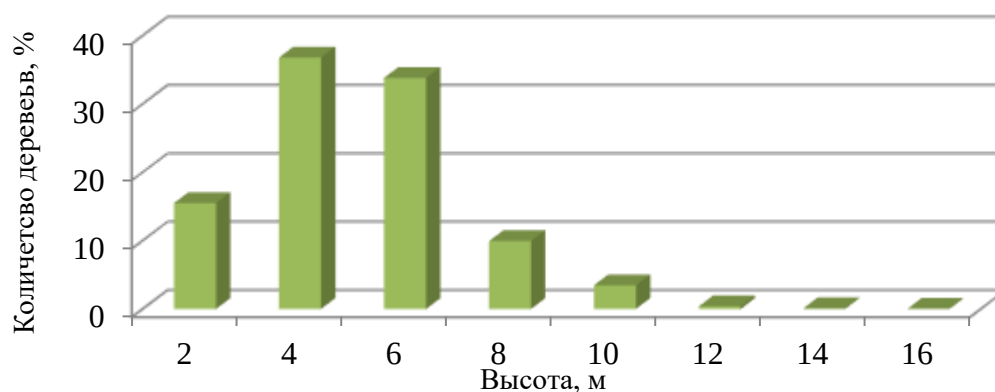


Рис. 5. Распределение деревьев *J. excelsa* по высоте

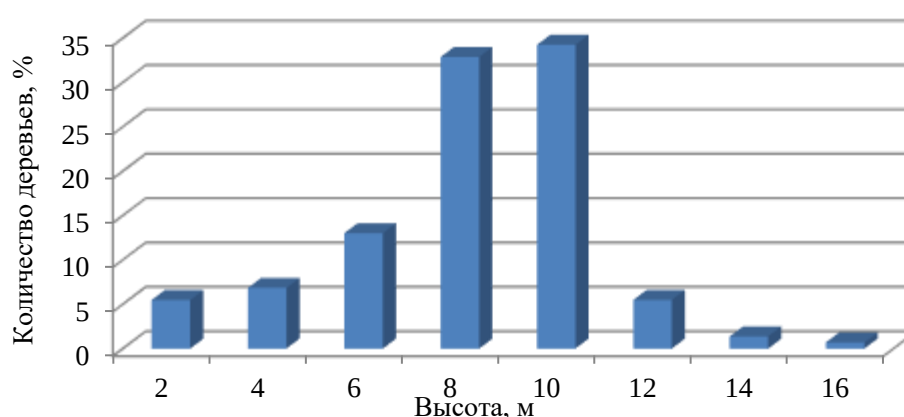


Рис. 6. Распределение деревьев *J. excelsa* по высоте (г. Крестовая)

Гора Крестовая (Урьянда-Исар) – памятник природы регионального значения, созданный 22.09.1969 года, площадь которого составляет 7 га [1]. Сложена она верхнеюрскими известняками и является отторженцем, отколовшимся от Главной гряды Крымских гор [17]. Имеет форму купола с большим количеством утесов. С трех сторон у нее скалистые склоны и только с северная сторона – пологая. Вероятно, именно форма горы и ее неприступность определили, в свою очередь, сохранность можжевельниковых древостоев. В XIII–XV веках здесь существовала крепость генуэзцев, остатки которой сохранились до наших дней. В период Османской империи активная хозяйственная деятельность завершилась и гору стали использовать как кладбище. Возраст самых старых деревьев, произрастающих на горе Крестовая совпадает с началом господствования здесь Османской империи [17].

Только древостои *J. excelsa*, произрастающие на горе Крестовая и в урочище Батилиман, характеризуются классом бонитета V, остальные можжевельниковые насаждения являются крайне низко бонитетными.

Корреляционные зависимости таксационных параметров *J. excelsa* выглядят иначе, чем у *J. deltoides*. Выявлена прямая зависимость между высотой дерева и диаметром его ствола ( $r = 0,39$ ). Кроме того, установлена прямая зависимость между высотой дерева и

сомкнутостью древостоев, а также диаметром ствола и сомкнутостью крон ( $r = 0,66$  и  $r = 0,32$  соответственно). Для *J. deltoides* эти зависимости были крайне малы [4].

При сопоставлении распределения высоты деревьев и диаметров их стволов установлено, что линия тренда – восходящая. Подавляющее количество деревьев имеет высоту до 8 м и диаметр ствола до 60 см. В целом, диапазон варьирования диаметров стволов при одной высоте максимально широк. Так, например, при высоте 6 м диаметр ствола бывает от 4 до 102 см. Подобное явление можно объяснить большим количеством поврежденных деревьев. Многие имеют по несколько стволов, что свидетельствует о нарушении развития верхушечной почки и, как следствие, замедление роста дерева в целом.

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлено, что средний диаметр древостоев *J. excelsa* –  $27 \pm 1,3$  см. Среди факторов, оказывающих наибольшее влияние на диаметр стволов, можно выделить: эдафические условия и годовое количество осадков (регион произрастания).

Кроме того, выявлено, что деревья *J. excelsa* не достигают описанных в литературе высот, свойственных основной средиземноморской части ареала, что, в свою очередь, свидетельствует о неблагоприятных условиях существования вида на северной границе его распространения. В среднем, высота особей *J. excelsa* в Горном Крыму составляет  $5,4 \pm 0,2$  м.

Однако обнаружены высокоможевеловые насаждения, произрастающие на горе Крестовая и являющиеся уникальным элементом крымской популяции *J. excelsa*, которые характеризуются лучшим бонитетом, максимальной сомкнутостью крон и высотой деревьев. Можно говорить о значительном потенциале вида в условиях Крымского полуострова.

### Литература

1. Гора Крестовая // ООПТ России. 2023. <http://www.oopt.aari.ru/oopt>
2. Исигов В.П., Плугатарь Ю.В., Коба В.П. Методы исследований лесных экосистем Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2014. 252 с.
3. Коренькова О.О. Влияние факторов окружающей среды на развитие особей подроста древовидных можжевельников Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. 2023. Т. 9 (75). № 3. С. 96-109.
4. Коренькова О.О. Влияния 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.
5. Красная книга города Севастополя. Калининград; Севастополь: РОСТ-ДООАФК, 2018. 432 с.
6. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / отв. ред. д.б.н., проф. А. В. Ена и к.б.н. А. В. Фатерыга. Симферополь: АРИАЛ, 2015. 480 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 350 с.

8. Лесная энциклопедия: В 2-х т., т.2 / Гл. ред. Г.И. Воробьев. М.: Сов. энциклопедия, 1986. 631 с.
9. Методы изучения лесных сообществ / отв. ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузова. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
10. Молчанов Е.Ф., Григоров А.Н., Голубева И.В., Ларина Т.Г., Щербатюк Л.К., Ругузов И.А., Склонная Л.У., Бескаравайный М.М. Высокоможжевеловые леса Крыма и проблема их охраны. Ялта: Гос. Никитск. ботан. сад, 1992. 296 с.
11. Особо охраняемые природные территории Севастополя / под редакцией Е.И. Голубевой, Е.А. Позаченюк. Симферополь: АРИАЛ, 2020. 140 с.
12. Плугатарь Ю.В. Леса Крыма. Симферополь: АРИАЛ, 2015. 385 с.
13. Погода в мире. 2023. <https://rp5.ru>
14. Погребняк П.С. Общее лесоводство. М.: Колос, 1968. 440 с.
15. Сергеев П.Н. Лесная таксация. М.: Гослесбумиздат, 1953. 311 с.
16. Склонная Л.У., Ругузов И.А. Методические рекомендации по элитному семеноводству тиса ягодного и можжевельника высокого. Ялта: ГНБС, 1982. 13 с.
17. Якобсон А.Л., Конопацкий А.К. Исары – очерки истории средневековых крепостей Южного берега Крыма. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1990. 472 с.
18. Adams R.P. The Junipers of the world: The genus *Juniperus*. 4sd ed. Trafford Publ., Victoria, BC, 2014. 422 p.
19. Farjon A., Filer D. In: An Atlas of the World's conifers. An analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status. Brill: Leiden & Boston, 2013. 512 p.
20. Farjon A. A Handbook of the World's Conifers. Brill: Leiden & Boston, 2017. 1154 p.
21. Kafi I., Calvão T., Yah, N. What happens to species at the rear-edge of their distribution in arid regions? The case of *Juniperus thurifera* L. in the Aurès Mountains (Algeria) // Land Degradation & Development. 2022. Vol. 33 (13). P. 2231-2245. <https://doi.org/10.1002/ldr.4268>
22. Rajcevic N., Dodos T., Novakovic J. Epicuticular wax variability of *Juniperus deltoides* R.P. Adams from the central Balkan // Ecology and chemophenetics. 2020. Vol. 89. P. 104008. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2020.104008>
23. Yousefi S., Avand M., Yariyan P. Identification of the most suitable afforestation sites by *Juniperus excels* specie using machine learning models: Firuzkuh semi-arid region, Iran // Ecological Informatics. 2021. Vol. 65. P. 101427.

## References

1. Gora Krestovaya. (2023). *ООПТ России*. Retrieved February 25, 2024, from <http://www.oopt.aari.ru/oopt>
2. Isikov, V.P., Plugatar`, Yu.V., & Koba, V.P. (2014). *Metody` issledovaniy lesny`x e`kosistem Kry`ma*. Simferopol`: ARIAL. (in Russ.).
3. Koren`kova, O.O. (2023). Vliyanie faktorov okruzhayushhej sredy` na razvitie osobej podrosta drevovidny`x mozhzhevel`nikov Kry`ma. *Ucheny`e zapiski Kry`mskogo federal`nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya: Biologiya, ximiya*, 9(75), 3, 96-109. (in Russ.).

4. Koren`kova, O.O. (2024). Vliyaniya faktorov okruzhayushhej sredy` na biometricheskie xarakteristiki nasazhdenij *Juniperus deltoides* R.P. Adams v Gornom Kry`mu. *Estestvenny`e i texnicheskie nauki*, 1(188), 130-133. (in Russ.).
5. *Krasnaya kniga goroda Sevastopolya*. (2018). Kaliningrad; Sevastopol`: ROST-DOAFK. (in Russ.).
6. *Krasnaya kniga Respubliki Kry`m. Rasteniya, vodorosli i griby`*. (2015). Simferopol`: ARIAL. (in Russ.).
7. Lakin, G.F. (1990). *Biometriya*. M.: Vy`sshaya shkola. (in Russ.).
8. *Lesnaya e`nciklopediya*. (1986). (Vol.2). M.: Sov. e`nciklopediya. (in Russ.).
9. *Metody` izucheniya lesny`x soobshhestv*. (2002). SPb.: NIIKhimii SPbGU. (in Russ.).
10. Molchanov, E.F., Grigorov, A.N., Golubeva, I.V., Larina, T.G., Shherbatyuk, L.K., Ruguzov, I.A., Sklonnaya, L.U., & Beskaravajny`j, M.M. (1992). *Vy`sokomozhzhelovy`e lesa Kry`ma i problema ix oxrany`*. Yalta: Gos. Nikitsk. botan. Sad. (in Russ.).
11. *Osobo oxranyaemy`e prirodny`e territorii Sevastopolya*. (2020) Simferopol`: IT ARIAL. (in Russ.).
12. Plugatar`, Yu.V. (2015). *Lesa Kry`ma*. Simferopol`: ARIAL. (in Russ.).
13. *Pogoda v mire*. (2023). Retrieved August 29, 2023, from <https://rp5.ru>. (in Russ.).
14. Pogrebnyak, P.S. (1968). *Obshhee lesovodstvo*. M.: Kolos. (in Russ.).
15. Sergeev, P.N. (1953). *Lesnaya taksaciya*. M.: Goslesbumizdat. (in Russ.).
16. Sklonnaya, L.U., & Ruguzov, I.A. (1982). *Metodicheskie rekomendacii po e`litnomu semenovodstvu tisa yagodnogo i mozhzhevel`nika vy`sokogo*. Yalta: GNBS. (in Russ.).
17. Yakobson, A.L., & Konopaczkiy, A.K. (1990). *Isary` – ocherki istorii srednevekovy`x krepostej Yuzhnogo berega Kry`ma*. Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie. (in Russ.).
18. Adams, R.P. (2014). *The Junipers of the world: The genus Juniperus*. (4th ed). Trafford Publ., Victoria, BC.
19. Farjon, A., & Filer, D. (2013). An analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status. In: *An Atlas of the World's conifers*. Brill: Leiden & Boston.
20. Farjon, A. (2017). *A Handbook of the World's Conifers*. Brill: Leiden & Boston.
21. Kafi, I., Calvão, T., & Yah, N. (2022). What happens to species at the rear-edge of their distribution in arid regions? The case of *Juniperus thurifera* L. in the Aurès Mountains (Algeria). *Land Degradation & Development*, 33(13), 2231-2245. <https://doi.org/10.1002/ldr.4268>
22. Rajcevic, N., Dodos, T., & Novakovic, J. (2020). Epicuticular wax variability of *Juniperus deltoides* R.P. Adams from the central Balkan. *Ecology and chemophenetics*, 89, 104008. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2020.104008>
23. Yousefi, S., Avand, M., & Yariyan, P. (2021). Identification of the most suitable afforestation sites by *Juniperus excels* specie using machine-learning models: Firuzkuh semi-arid region, Iran. *Ecological Informatics*, 65, 101427. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101427>

дата поступления: 28.02.2024

дата принятия: 27.04.2024

© Коренькова О.О., 2024