

Особенности территориального распределения *Juniperus excelsa* M. Bieb в Горном Крыму

Features of the territorial distribution of *Juniperus excelsa* M. Bieb in the Crimean Mountains

Коренькова О. О.

Korenkova O. O.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия
E-mail: o.o.korenkova@mail.ru
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia

Реферат. Среди крымских можжевельников наиболее широко распространен *Juniperus excelsa* M. Bieb. Древостои *J. excelsa* занимают участки с наиболее сложными эдафо-орографическими условиями, в пределах которых другие древесные породы практически не встречаются. Однако в настоящее время площадь высокоможжевеловых древостоев сокращается, в результате чего вид был включен в Красную книгу Республики Крым. Целью проведенных исследований явилось определение особенностей территориального распределения *J. excelsa* в Горном Крыму. Исходя из цели работы, были поставлены следующие задачи: выявить экологическую приуроченность изучаемого вида и установить основные абиотические факторы, оказывающие воздействие на развитие его популяции. С помощью ГИС-технологий определяли особенности территориального распространения *J. excelsa* в пределах Байдарской долины (где произрастает более 73 % всех древостоев *J. excelsa* Крыма). Установлено, что биолого-экологические характеристики *J. excelsa* в Горном Крыму жестко лимитируются орографическими условиями, а именно экспозицией склона и высотой над уровнем моря. Выявлена приуроченность высокоможжевеловых древостоев к склонам, уклон которых выше 25 °. На их долю приходится 83 % всех насаждений вида. Наиболее оптимальными для произрастания являются теплые хорошо прогреваемые участки с южной и юго-западной экспозициями. Высотный оптимум для вида находится в диапазоне от 200 до 500 м над ур. м. В пределах высотного оптимума произрастают 77 % высокоможжевеловых древостоев.

Ключевые слова. Высокоможжевеловые насаждения, высотный диапазон, ГИС-технологии, Крым, популяция, территориальное распределение, *Juniperus excelsa*.

Summary. Among the Crimean junipers, the most widespread is *Juniperus excelsa* M. Bieb. *J. excelsa* tree stands occupy areas with the most complex edapho-orographic conditions, within which other tree species are practically not found. However, currently the area of tall juniper stands is declining, as a result of which the species was included in the Red Book of the Republic of Crimea. The purpose of the research was to determine the characteristics of the territorial distribution of *J. excelsa* in the Crimean Mountains. Based on the purpose of the work, the following tasks were set: to identify the ecological location of the species under study and to establish the main abiotic factors that influence the development of its population. Using GIS technologies, we determined the features of the territorial distribution of *J. excelsa* within the Baydar Valley (where more than 73 % of all *J. excelsa* stands in Crimea grow). It has been established that the biological and ecological characteristics of *J. excelsa* in the Crimean Mountains are strictly limited by orographic conditions, namely slope exposure and altitude above sea level. It was revealed that tall juniper tree stands are confined to slopes whose slope is higher than 25 °. They account for 83 % of all plantings of the species. The most optimal for growth are warm, well-heated areas with young and southwestern exposures. The altitudinal optimum for the species is in the range from 200 to 500 m above sea level. 77 % of tall juniper stands grow within the altitudinal optimum.

Key words. Altitudinal range, Crimea, GIS technologies, high-juniper plantations, *Juniperus excelsa*, population, territorial distribution.

Введение. Флора Крыма насчитывает 190 видов деревьев и кустарников. К роду *Juniperus* L. относятся 5 из них – *J. communis* L., *J. excelsa* M. Bieb., *J. foetidissima* Willd., *J. deltoides* R.P. Adams, *J. sabina* L. Все они включены в Красную Книгу Крыма (Фатерыга, 2015). Наиболее многочисленным является

J. excelsa – это реликтовый вид третичного периода. Распространен *J. excelsa* в Албании, Болгарии, Греции, России, Азербайджане, Грузии, Кипре, Иране, Ираке, Ливане, Сирии, Турции (Mao, et al., 2010; Mao, et al., 2012; Farjon, 2017; Yousefi, et al., 2021). Площадь его популяции в Крыму составляет около 3500 га (Farjon, Filer, 2013; Плугатарь, 2015).

Распространен *J. excelsa* от г. Севастополя до г. Феодосия, однако более 73 % всех древостоев *J. excelsa* произрастают в Байдарской долине. Чаще всего образует чистые можжевеловые редколесья. Древостои *J. excelsa* занимают участки с наиболее сложными эдафо-орографическими условиями, в пределах которых другие древесные породы практически не встречаются. Кроме того, они выполняют важные рекреационные функции. Однако значительное сокращение площади редколесий *J. excelsa* может в ближайшем будущем привести к необратимым последствиям и изменению облика полуострова (Садыкова, Нешатаева, 2020; Коренькова, 2023).

Целью проведенных исследований явилось определение особенностей территориального распределения *J. excelsa* в Горном Крыму. Исходя из цели работы, были поставлены следующие задачи: выявить экологическую приуроченность изучаемого вида и установить основные абиотические факторы, оказывающие воздействие на развитие его популяции.

Материал и методика. Исследование территориального распределения популяции *J. excelsa* в Горном Крыму проводилось в пределах Байдарской долины. Именно там сосредоточена не только подавляющая доля высокоможжевеловых насаждений, но представлен весь высотный диапазон вида, что позволяет оценить не только территориальную приуроченность, но и выделить высотный оптимум произрастания *J. excelsa* в Горном Крыму (Ларина, 2008).

В качестве источника дистанционной информации, были выбраны данные, открытые для свободного доступа: спутниковый снимок Sentinel 2A, 15 июля 2021 года, пространственное разрешение 10 м/пиксель и цифровая модель рельефа (ЦМР) SRTM 1 arc-seconds (30 м). Для обработки данных дистанционного зондирования (ДДЗ) в качестве основного программного обеспечения использовалась программа Quantum GIS (QGIS 2.18), которая относится к категории свободного программного обеспечения General Public License (GNU). На первом этапе классификация спутникового снимка проводилась с использованием плагина Semi-Automatic Classification Plugin для QGIS (SCP), в результате была создана тематическая карта растительного покрова Байдарской долины (Тагиров, Шаймухаметов, 2010; Терехин, 2013).

На втором этапе с использованием модуля Зональная статистика в программе QGIS из выделенного полигонального слоя «Можжевельник» по ЦМР были получены данные высотного распределения в интервале 100 м над ур. м. С помощью плагина Морфометрический анализ созданы растровые изображения – Уклоны и Экспозиция, добавлен векторный слой «Можжевельник», для которого построены центроиды полигонов с последующим разделением по румбам экспозиций и градациям крутизны склонов.

Результаты. В ходе проведенных исследований установлено, что можжевеловые редколесья встречаются в диапазоне от 40 до 1094 м над ур. м. (рис. 1). В пределах Байдарской долины отмечена максимальная высота распространения *J. excelsa* в Горном Крыму. Наивысшей точкой выступает г. Тарпан-Баир, высота которой составляет 1094 м.

Подавляющее число особей *J. excelsa* произрастают в высотном диапазоне 200–500 м над ур. м. (рис. 2). Необходимо отметить, что на данной высоте встречается максимальное естественное возобновление, а также высокие таксационные показатели и качество развития генеративной сферы особей. В результате чего косвенно можно судить о высотном экологическом оптимуме вида в Крыму. Кривая, представленная на рисунке 2, имеет вид кривой нормального распределения (эксцесс – 0,63; асимметричность – 1,29).

Кроме того, в пределах Байдарской долины определяли экспозиционную приуроченность *J. excelsa*. В ходе чего установлено, что 63 % древостоев приурочены к теплым южным и юго-западным склонам. Практически в равном количестве представлены насаждения западного и северо-западного, а также восточного и юго-восточного склонов, на их долю приходится 18 % и 17 % соответственно (рис. 3). Крайне мало особей *J. excelsa* произрастают на слабо прогреваемых склонах с северной и северо-восточной экспозициями. Общая их площадь в Байдарской долине – 91,22 га.

Выявленная закономерность свидетельствует о жесткой привязке вида к орографическим условиям мест произрастания. Можно предположить, что такая высокая зависимость от внешних факторов является одним из определяющих факторов развития популяции *J. excelsa* в Горном Крыму.

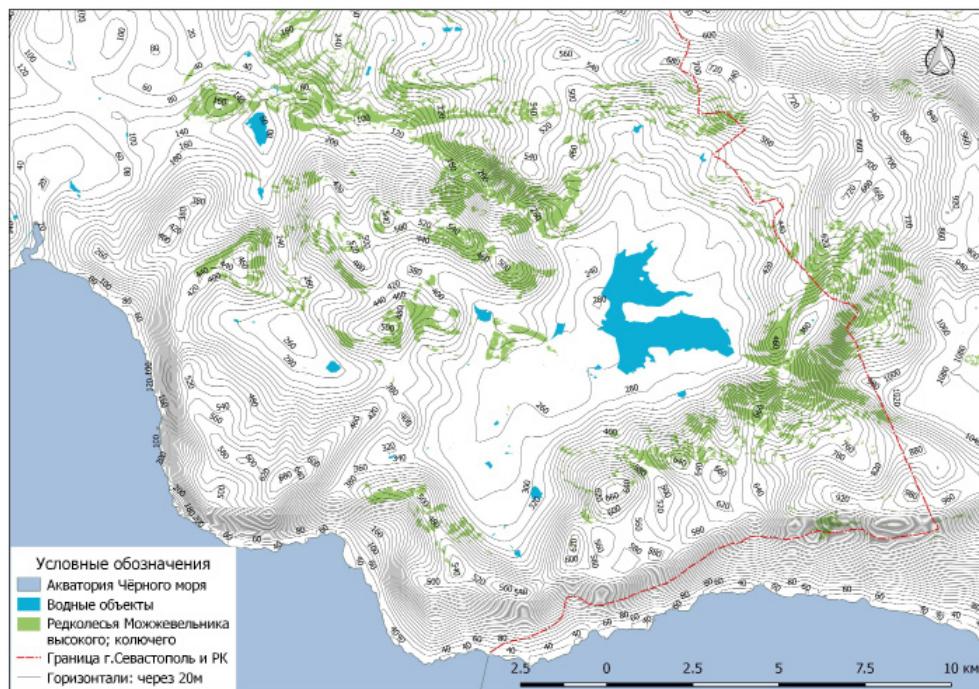


Рис. 1. Схема высотного распределения высокоможжевеловых насаждений в Байдарской долине.



Рис. 2. Высотное распределение *Juniperus excelsa* в Байдарской долине.

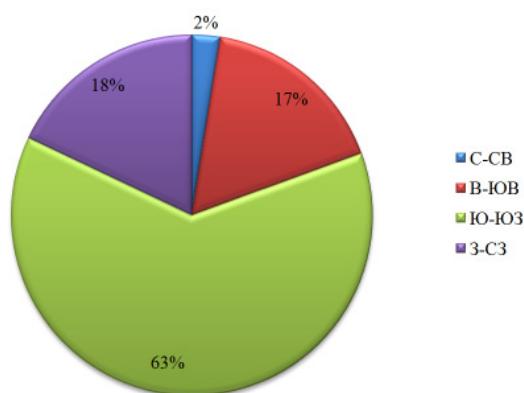


Рис. 3. Соотношение площади древостоев *Juniperus excelsa* в зависимости от экспозиции склона.

Кроме того, установлено, что в пределах хорошо прогреваемых участков отмечается лучшее жизненное состояние древостоев, уровень естественного возобновления, а также развития вегетативных и генеративных органов.

Однако, наибольшая зависимость *J. excelsa* в Горном Крыму выявлена от крутизны склона. Практически все можжевеловые древостои произрастают на участках с уклоном от 25° (рис. 4).

Подобное явление можно объяснить низкой конкурентной способностью вида. Можжевеловые древостои в Горном Крыму занимают наиболее непригодные для других хвойных и лиственных древесных пород места произрастания, в результате чего приобретают собственную экологическую нишу. В пределах этой экологической ниши, они могут существовать на северной границе своего ареала. Именно значительная удаленность от основной Средиземноморской части ареала, отличие почвенно-климатических условий Крыма, а также жесткие орографические условия экологической ниши в совокупности приводят к снижению численности популяции, замедлению процессов роста и развития, а также высокой подверженности воздействию антропогенных факторов.

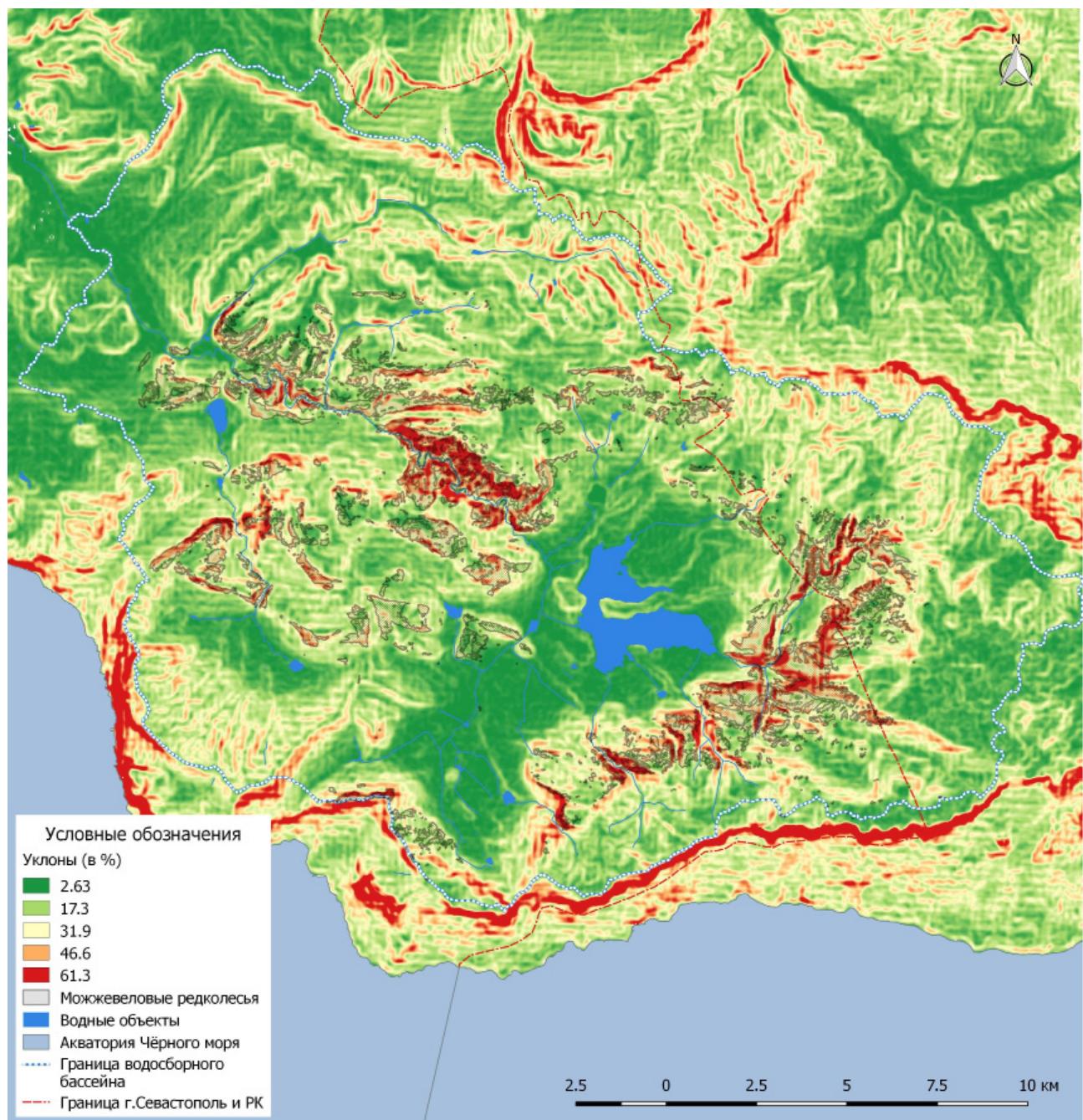


Рис. 4. Схема экспозиционной приуроченности высокоможжевеловых насаждений в Байдарской долине.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено, что биолого-экологические характеристики *J. excelsa* в Горном Крыму жестко лимитируются орографическими условиями, а именно экспозицией склона и высотой над уровнем моря. Установлена приуроченность высокоможжевеловых древостоев к склонам, уклон которых выше 25°. На их долю приходится 83 % всех редколесий вида. Высотный оптимум, в пределах которого отмечен максимальный уровень естественного возобновления, а также высокие таксационные показатели и качество развития генеративной сферы особей составляет 200–500 м над ур. м. В его пределах произрастает более 77 % древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

- Коренькова О. О.** Изменчивость морфологических признаков хвои *Juniperus excelsa* M. Bieb. в Горном Крыму // Наука юга России, 2023. – Т. 19, № 4. – С. 74–84. DOI: 10.7868/S25000640230407
- Ларина Т. Г.** Природно-антропогенный комплекс заказника «Байдарский». – Симферополь: Н. Орианда, 2008. – 56 с.
- Плугатарь Ю. В.** Леса Крыма: Монография. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 385 с.
- Садыкова Г. А., Нешатаева В. Ю.** Редколесья *Juniperus excelsa* subsp. *polycarpos* в предгорном Дагестане // Ботанический журнал, 2020. – Т. 105, № 2. – С. 179–195. DOI: 10.31857/S0006813619110164
- Тагиров Р. Р., Шаймухаметов Р. Р.** Геоинформационные системы: методическое пособие. – Казань: Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, 2010. – 51 с.
- Терехин Э. А.** Способ картографирования многолетних изменений в лесах на основе анализа их спектральных характеристик по рядам разновременных спутниковых данных // Исследование земли из космоса, 2013. – № 5. – С. 62–69.
- Фатерыга В. В.** Можжевельник высокий // Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – С. 64.
- Farjon A., Filer D.** An analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status // An Atlas of the World's conifers. – Brill: Leiden & Boston, 2013. – 512 p.
- Farjon A.** A Handbook of the World's Conifers. – Brill: Leiden & Boston, 2017. – 1154 p.
- Mao K., Milne R.I., Zhang L.** Distribution of living Cupressaceae reflects the breakup of Pangea // Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012. – Vol.109, iss. 20. – P. 7793–7798. DOI: 10.1073/pnas.1114319109
- Mao K., Hao G., Liu J., Adams R. P.** Diversification and biogeography of *Juniperus* (Cupressaceae): variable diversification rates and multiple intercontinental dispersals // New Phytologist, 2010. – Vol. 188. – P. 254–272. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2010.03351
- Yousefi S., Avand M., Yariyan P.** Identification of the most suitable afforestation sites by *Juniperus excelsa* specie using machine learning models: Firuzkuh semi-arid region, Iran // Ecological Informatics, 2021. – Vol. 65. – P. 101427. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2021.101427