

УДК 58.02
AGRIS F02

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/04>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАДИАЛЬНЫЙ РОСТ ВИДА *Pinus eldarica* Medw.

©Мамедов Т. С., член-корр. НАН Азербайджана, д-р биол. наук, Институт дендрологии НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, samira.baqirova.2013@mail.ru
©Багирова С. Б., ORCID: 0000-0001-7972-1932, канд. биол. наук, Институт дендрологии НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, samira.baqirova.2013@mail.ru
©Искендеров С. М., Институт дендрологии НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, samira.baqirova.2013@mail.ru

RESEARCH OF THE EFFECT OF ABIOTIC FACTORS ON THE RADIAL GROWTH OF THE SPECIES *Pinus eldarica* Medw.

©Mammadov T., Corresponding Member of Azerbaijan NAS, Dr. habil., Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS, Baku, Azerbaijan, samira.baqirova.2013@mail.ru
©Bagirova S., ORCID: 0000-0001-7972-1932, Ph.D., Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS, Baku, Azerbaijan, samira.baqirova.2013@mail.ru
©Iskenderov S., Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS, Baku, Azerbaijan, samira.baqirova.2013@mail.ru

Аннотация. На основе дендрохронологических исследований проведенные в трех географических местностях имеющие разные почвенно-климатические условия в зоне Южное предгорье Большого Кавказа на территории Азербайджанской Республики была проанализировано динамика ширины колец ствола вида *Pinus eldarica* Medw. Эксперименты проводились на территориях в которых более ярко выражена климатическая изменчивость и в ходе исследований было выявлено, что роль климатической изменчивости в жизненном цикле выбранного вида *Pinus eldarica* Medw. в прослеженном временном интервале равным 40-а лет составляло 16,7%. В рамках применяемых модельных соображений также было выявлено, что моделей учитывающих только биотических факторов 1,48 раз ниже, чем моделей учитывающий биотических и абиотических факторов одновременно. Суммарная роль абиотических факторов в жизненном цикле выбранного вида составляло 29,4 %. Выбранная модель в ближайшие 10 лет учитывающие влияние одновременно биотических и абиотических факторов при постоянстве интегрального влияния на жизненный цикл и на радиальный рост вида *Pinus eldarica* Medw. флуктуационных процессов равным 16,7%-тов (климатическое изменчивость) на жизненный цикл периодом на 50 лет. На наш взгляд количественно оценить роль температурной изменчивости на общую динамику роста является элементом определенной новизны в этом направлении.

Abstract. On the basis of dendrochronological studies conducted in three geographical areas with different soil and climatic conditions in the Southern foothills of the Greater Caucasus zone in the territory of the Republic of Azerbaijan, the dynamics of the width of the trunk rings of the *Pinus eldarica* Medw. species was analyzed. The experiments were carried out in areas where climate variability is more pronounced, and during of the research it was revealed that the role of climate variability in the life cycle of the selected species *Pinus eldarica* Medw. in the tracked time interval equal to 40 years, it was 16.7%. Within the framework of the applied model considerations, it was

also revealed that models that take into account only biotic factors are 1.48 times lower than models that take into account biotic and abiotic factors simultaneously. The total role of abiotic factors in the life cycle of the selected species was 29.4 %. The chosen model in the next 10 years takes into account the influence of both biotic and abiotic factors with a constant integral influence on the life cycle and on the radial growth of the species *Pinus eldarica* Medw. fluctuation processes equal to 16.7% (climate variability) on the life cycle for a period of 50 years. In our opinion, quantifying the role of temperature variability on the overall growth dynamics is an element of a certain novelty in this direction.

Ключевые слова: Азербайджан, Большой Кавказ, *Pinus eldarica* Medw. радиальный рост, климатическая изменчивость, биотические и абиотические факторы, полиномиальная функция; экспоненциальная функция.

Keywords: Azerbaijan, Greater Caucasus, *Pinus eldarica* Medw., radial growth, climate variability, biotic and abiotic factors, the polynomial function, the exponential function.

Введение

Актуальность использования новых методов и технологий в лесном хозяйстве Азербайджана растет день ото дня. Среди таких методов и технологий играет большую роль методы дендрохронологических исследований. Эти методы позволяют наблюдать за динамикой роста разных пород, деревьев и составлять модели продуктивности [9]. Дендрохронологическое исследование, в частности определение радиального роста дерева и прослеживания динамики ширины колец по годам — это естественный архив, содержащей ценную информацию об изменениях окружающей среды. Серии годовых колец исключительно ценны как для реконструкции климата, так и для изучения воздействия климатических изменений на лесных экосистемах [3].

Цель исследования: В Институте Дендрологии Национальной Академии Наук Азербайджана (НАНА) в этом направлении проводятся исследования, охватывающих многие виды естественной флоры Азербайджана [1–2].

Надо отметить, что в последнее время в мире интенсивно стали проводиться исследования по динамике годовых колец разных видов. Например, исследованы годовые кольца 183 видов деревьев в центральной части Андах (Перу) [12]. На высоте 4000–4400 м над уровнем моря представлена первая хронология годовых колец для *Polylepis rodolfovasquezii* L. [13]. Было исследовано влияние месячной температуры и осадков с помощью множественного регрессионного анализа на рост вида *Pinus peuce* Griseb. и показана временная задержка климатических сигналов LW (лето) по сравнению CEW (весна), параметры годовых колец были чувствительны к засухе [15–16]. Выявлено, что высокая температура положительно влияет на рост указанного вида и воздействие окружающей среды моделируется как принцип ограничивающих факторов в росте годовых колец [10–11].

Параметры годовых колец используется для изучения температурных изменений по ширине колец [5]. Более точная методика определения роста древесины, связывая данные параметра с внутригодовой плотности древесины [6, 17]. Одним из важнейших применений дендрохронологических исследований, это параметрическое и непараметрическое моделирование для восстановления температурного распределения на основе набора ширины и плотности годовых колец [17].

В работах Ваганова [14–15] на основе динамической модели (VSM) исследовано

влияние температуры и влажности почв на радиальной рост.

Материалы и методы исследования

Для проведения дендрохронологического анализа были взяты образцы (керны) у древесных *Pinus eldarica* Medw. с помощью бура Suunto. Для точного определения годовых колец использовали микроскоп Lintab-6 [4]. Был определен степень совместимости между рядами годовых колец (Рисунок 1).

Для определения ложных и потерянных колец и прочитывание сведений на поверхности колец использована программа TSAP-win со статистической программой Crossdating [5].

Результаты качества у видов оценены на основе программы COFECOA [6].

Историческое внедрение и для получения сведений про глобальной изменении в природе проработаны с помощью с программой Resistograph с помощью статистической программы Descom [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Вид *Pinus eldarica* Medw. по систематике находится в порядке *Pinales* Gorozh., относится к семейству Pinaceae Lindley., к роду *Pinus* L. По ботаническому описанию у *Pinus eldarica* ствол прямой или искривленный, 12–15 м высотой (Рисунок 1).

Кора бурая или светло-серая, не расслаивающаяся, крона сверху широкая; листья жесткие, зеленые, 6–9 см длины. Чешуи мужских цветков кругловатые, с зубчиками по краям, шишки на ножках, одиночные или парные, изредка по 3–4, яйцевидно конические, около 6 см длины, светло-красно-коричневые. Чешуи неправильно ромбические, лоснящиеся, гладкие, щитки вдавленные, беловато серые, семена черноватые, 6–7 мм, с красновато-бурым крылом, 18–28 мм дл.



Рисунок 1. Вид *Pinus eldarica* Medw. (а), взятие образцов из древесины с помощью бура Suunto (б) сушка в контейнерах извлеченных образцов (с) и уточнение их хронологии (д)

Вид растет на южном предгорье Большого Кавказа рощами, занимая площадь около 50 га в расщелинах глинистого песчаника по северным склонам горы Эйляр-оюгу на высоте 450–600 м (Рисунок 2).

В процессе исследования и для сбора сведений по развитию, эндогенные и экзогенные факторы влияния видов дендрохронологическими анализами, были взяты образцы кернов у вида *Pinus eldarica* Medw. В результате была оценена динамика дендрохронологического роста изученного вида (Рисунок 1).

В течение основного вегетационного периода отмечены значительные различия в интегральной скорости роста после изменения количества осадков. Однако повышение температуры оказало лишь умеренное влияние на скорость радиального роста деревьев. 81%

радиального роста была обусловлено влажностью почвы, а 13% роста — контролировалось температурой.

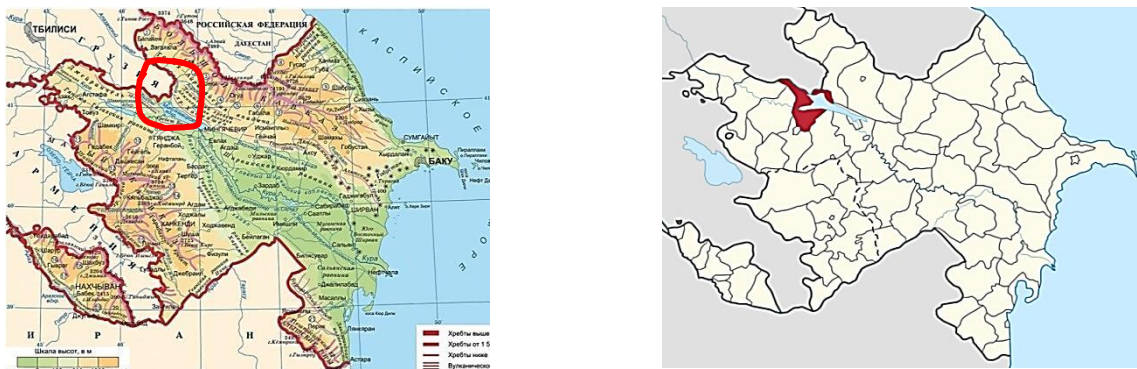


Рисунок 2. Ареал природного распространения вида *Pinus eldarica* Medw. в Азербайджане

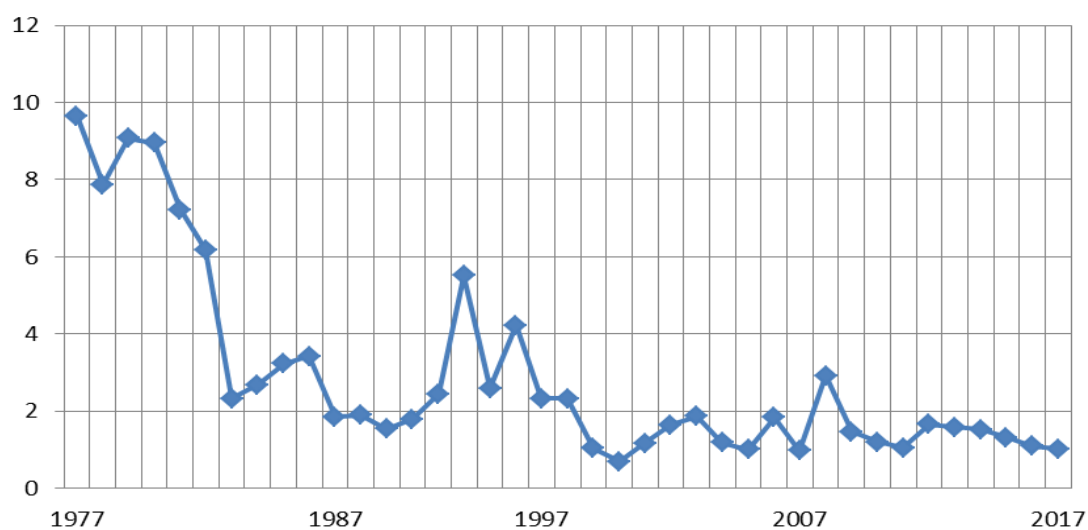


Рисунок 3. Радиальный прирост *Pinus eldarica* Medw. в лесопосадках по годам

Поскольку динамика радиального роста тесно связана с процессом старения данного биологического объекта, то характер этой динамики можно проанализировать с помощью некой кривой выживаемости:

$$H(t) = \exp(-bt) \quad (1)$$

$H(t)$ — ширина кольца t -ого года; t — годы; b — выживаемость биологического объекта.

Хаотичность распределения экспериментальных точек показывает сильное влияние внешних факторов на процесс «старения» в рамках примера по динамике ширине годичных колец на горизонтальном разрезе ствола дерева. Данный анализ требует более гибкого подхода к описанию экспериментальных данных основанных на полиномиальном подходе (использования многопараметричной полиномиальной функции одной переменной):

$$H_1(t) = \sum_{i=0}^n a_i t^i \quad (2)$$

Чтобы учесть распределение экспериментальных точек (в данном случае временная

зависимость ширины годичных колец в горизонтальном разрезе ствола) пологий спуск квази, а потом для анализа экспериментальных данных использован полиномиальное приближение экспоненциальной формы, в рамках данных исследований применена функция $H(t)$ (1, 2). Метод двойного подхода (или композитного подхода) в свое время широко использовано в ядерно-физических экспериментах [8].

Данный метод удачно применялся в планировании экономических и социально-экономических задач в аграрном секторе, также указанный метод использован в почвоведении и биологии [9].

В этом случае, все параметры, участвующие в этих функциях должны носить определенную конкретную информацию об описываемом «объекте». Учитывая это обстоятельство и объем набора экспериментальных данных, функция представленная во 2-й формуле, будет иметь более конкретную форму [10–11].

Учитывая накопленный опыт и априорное понимание в данном конкретном случае, параметры полиномиальной функции будет носить следующую конкретную информацию (3):

$$H_1(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 \quad (3)$$

(t — время как привычный аргумент x ; a_0 — максимальная (потенциальная) выживаемость в рамках данной выборки экспериментальных данных (априорная ширина колец предыдущего года); a_1 — самый весомый вклад внешнего воздействия (самый «инертный» параметр в данном случае) — почвенное плодородие; a_2 — относительно малый (по отношению к параметру a_1) весомый вклад внешнего воздействия (менее «инертный» параметр в данном случае) — уровень средне годовой температуры в весенне-летние периоды связанные с вкладом фотосинтетических реакции; a_3 — относительно малый (по отношению к параметру a_2) вклад внешнего воздействия (более динамичный параметр в данном случае) — уровень средне годовых осадков; a_4 — самый малый вклад внешнего воздействия (самый динамичный параметр в случае данной выборки) — показатель почвенной влагоемкости.

Результаты расчетов динамики радиального роста по годам на Рисунках 4–5 — графиках 1 и 2

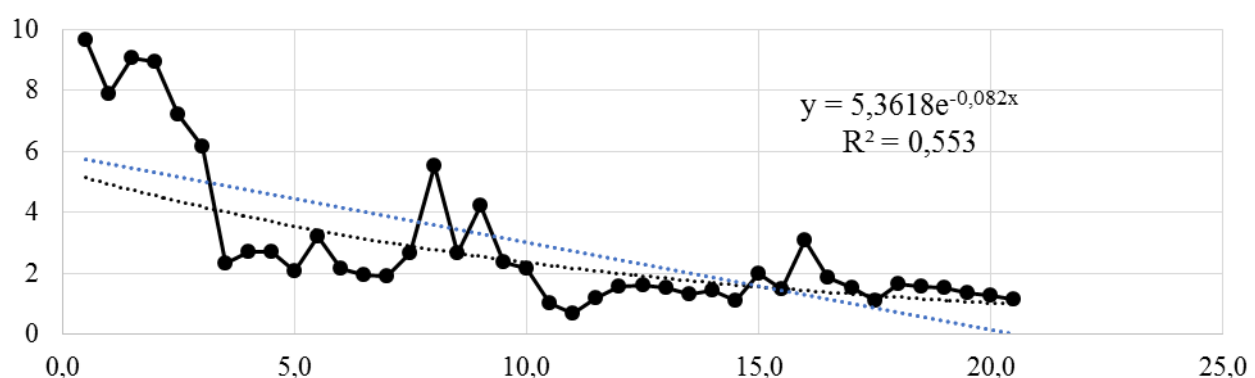


Рисунок 4. Экспоненциальная функция

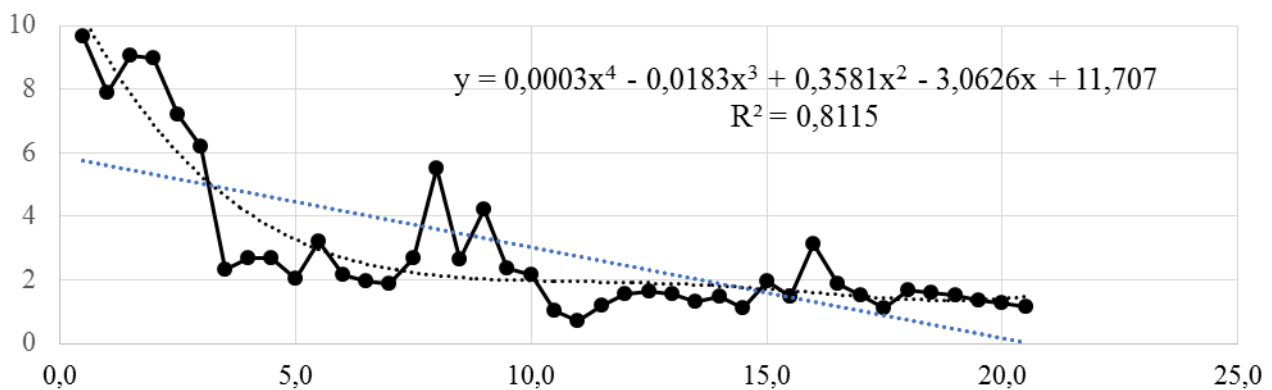


Рисунок 5. Полиномиальная функция

Надо отметить, что шкала по времени (аргумент x) представлена в относительных единицах, соизмеримыми с величинами дендрохронологических данных. Данный подход облегчит задачу параметрического поиска и усилит возможности более гибкого сближения расчетных данных к экспериментальным точкам, проводимых в рамках определенных модельных представлений. Для этой цели один год в относительной временной шкале представлен в безразмерной величине равным на 0,5 и относительная временная шкала начинала с 1977 года.

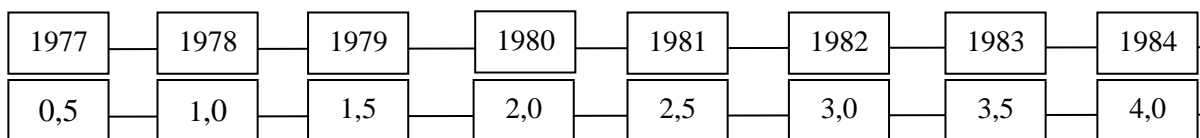


Рисунок 3. Временная шкала в относительных единицах

Надо отметить что, флуктуационная изменчивость (хаотичный разброс) ширины колец в горизонтальном разрезе связана с температурными флуктуациями (сильной изменчивости температуры), которые невозможно было описывать с помощью определенной функции параметров, предписанной биотической и абиотической значимостью. Для этой цели надо вводить в функциональную систему генераторов случайных чисел (метод Монте-Карло) и учитывать флуктуационные температурные изменения в динамике ширины колец (исследование в этом направлении будут проводится в будущем). Усредненный набор экспериментальных данных для нескольких аналогичных образцов была проанализирован с помощью экспоненциальной и полиномиальными функциями, параметром, которого предписана биотическая и абиотическая значимость. Было выявлено, что температура вегетационного периода видов является основным климатическим фактором, влияющим на межгодовые колебания.

В рамках данной работы была сделана попытка оценить роль флуктуационных процессов (климатическая изменчивость) радиального роста в заданном временном интервале. Для этой цели использован метод максимального правдоподобия с учетом величин, меняющихся в интервале 5%. С учетом этого, значение показателя максимального правдоподобия не будет более 0,95.

Как видно из графика 2 при описании набора экспериментальных данных с полиномом 4 степени, параметры которого имеют реальные биотические и абиотические значимости, показатель максимального правдоподобия (R^2) равнялся 0,815. Т. е. в рамках максимального

правдоподобия роли флуктуационных процессов. Климатическую изменчивость можно оценить с помощью следующего расчета (4):

$$\frac{R^2(max) - R^2(x4)}{R^2(x^4)} \times 100\% = \frac{0,95 - 0,815}{0,815} \times 100\% = 16,7 \quad (4)$$

Как видно из формулы 4, роль климатической изменчивости в общей динамике по ширине колец в заданном временном интервале (1977–2017 гг.) в рамках определенных модельных представлений — значительная (5):

$$y=0,0003 x4 - 0,0183 x3 + 0,3581 x2 - 3,06 x + 11,707 \quad (5)$$

Анализ экспериментальных данных (граф. 1 и граф. 2) позволяет делать следующий важный вывод — при описании экспериментальных данных с помощью функций, учитывающих биотические и абиотические факторы одновременно, показатель максимального правдоподобия равнялся 0,8115 (R2), а при описании экспериментальных данных с помощью функции (6):

$$y= 5,361 \exp(-0,082x) \quad (6)$$

учитывающего только биотические факторы, показатель максимального правдоподобия равнялся 0,553(R2). Модель, учитывающая внешние факторы (7):

$$\frac{0,8115}{0,553} = 1,48 \quad (7)$$

лучше, чем модель учитывающей собственной биологической выживаемости.

Дальнейшей анализ (5) позволил сделать следующий вывод (8):

$$\frac{(|a_1| + |a_2| + |a_3| + |a_4|)}{|a_0|} = \frac{(|-3,06| + |0,3581| + |0,0183| + |0,0003|)}{|11,707|} = 0,2936 \quad (8)$$

Процент отношений — 29,36%. Без учета относительно стационарных внешних факторов (абиотических факторов) анализировать и в дальнейшем прогнозировать динамику радиального роста дерева практически невозможно.

При применении анализа экспериментальных данных (временная зависимость ширину годовых колец) в рамках этой работы в отличие от других модельных подходов и особенно от модельного подхода четко разделена на две группы (Ваганова-Шашкина (VSM) параметры):

— первая группа этих параметров описывает внешнее воздействие и является стационарными или псевдостационарными — потенциальная выживаемость; почвенное плодородие; уровень средней температуры в вегетационном периоде по годам; уровень среднегодовых осадков; показатель почвенной влагоемкости.

— вторая группа этих параметров также является параметром внешнего воздействия, но они носят сильно изменчивый характер по времени (нестабильной температурный режим или температурная изменчивость; быстротечный хаотический процесс засухи, сезонные болезни и т. д.) и рассматривается отдельно.

В рамках представленного модельного подхода взаимосвязь (корреляция) между стационарными (псевдостационарными) и сильно изменчивыми (флуктуационными) параметрами внешнего воздействия — отсутствуют. Данный подход позволил определить что, в рамках применяемой модели нестабильный температурный режим никак не связан с

уровнем среднегодовой температуры. Итак, количественная оценка роли температурной изменчивости на общую динамику роста — это элемент определенной новизны в этом направлении.

Выводы

На основании дендрохронологических исследований удалось выявить связь между абиотическими факторами и ежегодным ростом древесины изученного вида и дан анализ эколого-климатической зависимости этого вида.

В рамках исследования было выявлено, что роль климатической изменчивости в жизненном цикле выбранного вида *Pinus eldarica* Medw. в прослеженном временном интервале равным 40 лет составляло 16,7%.

Из модельных вычислений было выявлено, что моделей, учитывающих только биотических факторов в 1,48 раз ниже, чем моделей учитывающих биотических и абиотических факторов одновременно.

Суммарная роль абиотических факторов в жизненном цикле выбранного вида — 29,4%.

Выбранная модель, в ближайшие 10 лет, учитывающая влияние одновременно биотических и абиотических факторов, при постоянстве интегрального влияния на жизненный цикл и на радиальный рост вида *Pinus eldarica* Medw. флуктуационных процессов равна 16,7% при жизненном цикле на 50 лет.

Список литературы:

1. Мамедов Т. С., Балапур Ш., Багирова С. Б. Анализ годичных колец адаптации *Pinus eldarica* на Апшеронском полуострове в Азербайджане // Международный исследовательский журнал наук об окружающей среде и токсикологии. 2015. №1. С. 1-10.
2. Багирова С. Б. Дендрохронологическое исследование некоторых видов эвкалиптов в Азербайджане // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. Ч. 1. №8. С. 57-61.
3. He M., Yang B., Rossi S., Bräuning A., Shishov V., Kang S. Simulated and predicted responses of tree stem radial growth to climate change - A case study in semi-arid north central China // Dendrochronologia. 2019. V. 58. P. 125632. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.125632>
4. Bitvinskas T., Briffa K., Cook E., Downing D. J., Dubinskaite J., Eckstein D., ... Worbes M. Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences. 1990. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7879-0>
5. Brookhouse M., Brack C. Crossdating and analysis of eucalypt tree rings exhibiting terminal and reverse latewood // Trees. 2006. V. 20. №6. P. 767. <https://doi.org/10.1007/s00468-006-0092-0>
6. Schweingruber F. H. Tree Rings and Environment-Dendrochronology. Bern: Haupt, 1996. 609 p.
7. Fritts H.C. Tree ring and climate. London: Academic Press, 1976.
8. Искендеров С. М. Исследование процесса самодиффузии в воде методом квазиупругого рассеяния медленных нейтронов. Обнинск: ФЭИ, 1979.
9. Садыгов В., Искендеров С., Гарибов Е. Экономико-правовое регулирование агробизнеса // «Азсея». Кн. II. 2007. С. 119-137.
10. Orudzheva N. I., Babayev M. P., Isgandarov S. M. Dependence of the plant productivity on optimal food regime and density // American Journal of Plant Sciences. 2014. V. 05. №04. P. 436-441. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.54057>

11. Alibala A. et al. Dependence of the Yield of Alfalfa on Plant Density and Diet // *American Journal of Plant Sciences*. 2017. V. 8. №11. P. 2722-2731. <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.811183>
12. Marcelo-Peña J. L., Santini Jr L., Tomazello Filho M. Wood anatomy and growth rate of seasonally dry tropical forest trees in the Marañón River Valley, northern Peru // *Dendrochronologia*. 2019. V. 55. P. 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.04.008>
13. Requena-Rojas E. J., Morales M., Villalba R. Dendroclimatological assessment of *Polylepis rodolfo-vasquezii*: A novel *Polylepis* species in the Peru highlands // *Dendrochronologia*. 2020. V. 62. P. 125722. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125722>
14. Ваганов Е. А., Шиятов С. Г., Мазепа В. С. (1996) Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука. 245 с.
15. Ваганов Е. А., Шашкин А. В (2000) Рост и структура годичных колец хвойных. Новосибирск: Наука. 232 с.
16. Babst F. et al. When tree rings go global: Challenges and opportunities for retro-and prospective insight // *Quaternary Science Reviews*. 2018. V. 197. P. 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.07.009>
17. Ljungqvist F. C. A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical Northern Hemisphere during the last two millennia // *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*. 2010. V. 92. №3. P. 339-351. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2010.00399.x>

References:

1. Mamedov, T. S., Balapur, Sh., & Bagirova, S. B. (2015). Analiz godichnykh kolets adaptatsii *Pinus eldarica* na Absheronском полуострове в Azerbaidzhane. *Mezhdunarodnyi issledovatel'skii zhurnal nauk ob okruzhayushchei srede i toksikologii*, (1), 1-10.
2. Bagirova, S. B. (2016). Dendrokronologicheskoe issledovanie nekotorykh vidov evkaliptov v Azerbaidzhane. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 1(8), 57-61.
3. He, M., Yang, B., Rossi, S., Bräuning, A., Shishov, V., & Kang, S. (2019). Simulated and predicted responses of tree stem radial growth to climate change - A case study in semi-arid north central China. *Dendrochronologia*, 58, 125632. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.125632>
4. Bitvinskas, T., Briffa, K., Cook, E., Downing, D. J., Dubinskaite, J., Eckstein, D., ... & Worbes, M. (1990). *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7879-0>
5. Brookhouse, M., & Brack, C. (2006). Crossdating and analysis of eucalypt tree rings exhibiting terminal and reverse latewood. *Trees*, 20(6), 767. <https://doi.org/10.1007/s00468-006-0092-0>
6. Schweingruber, F. H. (1996). *Tree Rings and Environment-Dendrochronology*. Bern, Haupt, 609.
7. Fritts, H. C. (1976). *Tree ring and climate*. London, Academic Press.
8. Iskenderov, S. M. (1979). Issledovanie protsessa samodiffuzii v vode metodom kvaziuprugogo rasseyaniya medlennykh neitronov. Obninsk.
9. Sadygov, V., Iskenderov, S., & Garibov, E. (2007). Ekonomiko-pravovoe regulirovanie agrobiznesa. "Azseya", Book II, 119-137.
10. Orudzheva, N. I., Babayev, M. P., & Isgandarov, S. M. (2014). (2014). Dependence of the Plant Productivity on Optimal Food Regime and Density. *American Journal of Plant Sciences*, 05(04), 436-441. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.54057>
11. Alibala, A., Pasha, Z., Azada, Z., & Subaxat, I. (2017). Dependence of the Yield of Alfalfa

on Plant Density and Diet. *American Journal of Plant Sciences*, 08(11), 2722-2731. <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.811183>

12. Marcelo-Peña, J. L., Santini Jr, L., & Tomazello Filho, M. (2019). Wood anatomy and growth rate of seasonally dry tropical forest trees in the Marañón River Valley, northern Peru. *Dendrochronologia*, 55, 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.04.008>

13. Requena-Rojas, E. J., Morales, M., & Villalba, R. (2020). Dendroclimatological assessment of *Polylepis rodolfo-vasquezii*: A novel *Polylepis* species in the Peru highlands. *Dendrochronologia*, 62, 125722. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125722>

14. Vaganov, E. A., Shiyatov, S. G., & Mazepa, V. S. (1996) Dendroklimaticheskie issledovaniya v Uralo-Sibirskoi Subarktike. Novosibirsk, Nauka, 245.

15. Vaganov, E. A., & Shashkin, A. V (2000) Rost i struktura godichnykh kolets khvoynykh. Novosibirsk, Nauka, 232.

16. Babst, F., Bodesheim, P., Charney, N., Friend, A. D., Girardin, M. P., Klesse, S., ... & Evans, M. E. (2018). When tree rings go global: Challenges and opportunities for retro-and prospective insight. *Quaternary Science Reviews*, 197, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.07.009>

17. Ljungqvist, F. C. (2010). A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical Northern Hemisphere during the last two millennia. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 92(3), 339-351. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2010.00399.x>

Работа поступила
в редакцию 23.03.2021 г.

Принята к публикации
29.03.2021 г.

Ссылка для цитирования:

Мамедов Т. С., Багирова С. Б., Искендеров С. М. Исследование влияния абиотических факторов на радиальный рост *Pinus eldarica* Medw. // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №5. С. 42-51. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/04>

Cite as (APA):

Mammadov, T., Bagirova, S., & Iskenderov, S. (2021). Abiotic Factors Effect Research on the Radial Growth of *Pinus eldarica* Medw. *Bulletin of Science and Practice*, 7(5), 42-51. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/66/04>