

УДК 582.47:634.0.56(476)

## ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОСНЫ НА ПОЛУГИДРОМОРФНОМ ЭДАФОТОПЕ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

*Е. В. МАТЮШЕВСКАЯ<sup>1)</sup>, В. Н. КИСЕЛЕВ<sup>2)</sup>, А. Е. ЯРОТОВ<sup>1)</sup>, В. А. ХВИНЕВИЧ<sup>1)</sup>*

<sup>1)</sup>Белорусский государственный университет,  
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

<sup>2)</sup>Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка,  
ул. Советская, 18, 220030, г. Минск, Беларусь

Приведены результаты исследования динамики радиального прироста сосны в региональных климатических условиях Белорусского Полесья на полугидроморфном эдафотопе. Показано, что потенциал стволовой продуктивности деревьев в сосняке черничном индивидуален. Максимальный индивидуальный радиальный прирост календарно не совпадает и не зависит от погодно-климатических условий, за исключением лет с метеорологическими аномалиями. Ресурсные возможности сосны для нарастания стволовой массы уменьшились во второй половине XX – начале XXI в. после понижения уровня грунтовых вод в результате осушительной мелиорации и при потеплении климата с относительной аридизацией.

**Ключевые слова:** Белорусское Полесье; сосна лесная; климатические условия; мелиорация; радиальный прирост; продукционный потенциал.

### Образец цитирования:

Матюшевская ЕВ, Киселев ВН, Яротав АЕ, Хвиневиц ВА. Продукционный потенциал сосны на полугидроморфном эдафотопе Белорусского Полесья в изменяющихся климатических условиях. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология.* 2020;1:36–44. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2020-1-36-44>

### For citation:

Matsiusheuskaya KV, Kisialiou VN, Yarotau AE, Khvinevich VA. Pine production potential on semihydromorphic edafotope of Belarusian Polesje under changing climatic conditions. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology.* 2020;1:36–44. Russian. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2020-1-36-44>

### Авторы:

**Екатерина Викторовна Матюшевская** – кандидат географических наук, доцент; заведующий кафедрой физической географии мира и образовательных технологий факультета географии и геоинформатики.

**Виктор Никифорович Киселев** – доктор географических наук, профессор; руководитель временного научного коллектива «Дендрэкология».

**Алексей Евгеньевич Яротав** – кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры физической географии мира и образовательных технологий факультета географии и геоинформатики.

**Виктория Андреевна Хвиневиц** – аспирантка кафедры физической географии мира и образовательных технологий факультета географии и геоинформатики. Научный руководитель – Е. В. Матюшевская.

### Authors:

**Katsiaryna V. Matsiusheuskaya**, PhD (geography), docent; head of the department of physical geography of the world and educational technologies, faculty of geography and geoinformatics.

[katerina.vm@gmail.com](mailto:katerina.vm@gmail.com)

**Viktar N. Kisialiou**, doctor of science (geography), full professor; head of the temporary scientific team «Dendroecology».

[kiselev-vn@yandex.ru](mailto:kiselev-vn@yandex.ru)

**Aliaxey E. Yarotau**, PhD (geography), docent; associate professor at the department of physical geography of the world and educational technologies, faculty of geography and geoinformatics.

[dehrono@mail.ru](mailto:dehrono@mail.ru)

**Victoria A. Khvinevich**, postgraduate student at the department of physical geography of the world and educational technologies, faculty of geography and geoinformatics.

[vikkhvinevich@gmail.com](mailto:vikkhvinevich@gmail.com)

# PINE PRODUCTION POTENTIAL ON SEMIHYDROMORPHIC EDAFOTOPE OF BELARUSIAN POLESJE UNDER CHANGING CLIMATIC CONDITIONS

*K. V. MATSIUSHEUSKAYA<sup>a</sup>, V. N. KISIALIOU<sup>b</sup>, A. E. YAROTAU<sup>a</sup>, V. A. KHVINEVICH<sup>a</sup>*

<sup>a</sup>*Belarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus*

<sup>b</sup>*Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank,  
18 Saveckaja Street, Minsk 220030, Belarus*

*Corresponding author: K. V. Matsiusheuskaya (katerina.vm@gmail.com)*

There are presented the results of the study of the pine tree-ring growth dynamics in the regional semidimorphic and climatic conditions of Belarusian Polesje. It has been shown that the production potential in the increase in stem mass of trees in a bilberry pine is individual. The maximum individual tree-ring growth does not coincide with the calendar and does not depend on weather and climate conditions, with the exception of years with meteorological anomalies. Resource capabilities of pine for the growth of stem mass decreased in the second half of the 20<sup>th</sup> century and the beginning of the 21<sup>st</sup> century after lowering the groundwater as a result of drainage reclamation and during climate warming with relative aridization.

**Keywords:** Belarusian Polesje; pine; climatic conditions; land reclamation; tree-ring growth; production potential.

## Введение

Сосняки черничные наряду с сосняками мшистыми выступают основным биогеоценозом в хронологической структуре лесного фонда Белорусского Полесья. Они являются неотъемлемым компонентом полесского ландшафта и, помимо того что имеют огромное природоохранное значение, играют большую роль в народном хозяйстве республики. Потенциал стволовой продуктивности сосняков, как и других растительных формаций, оказавшихся в искусственно созданных условиях понижения уровня грунтовых вод в результате крупномасштабных осушительно-мелиоративных работ, требует оценки на фоне изменения климата.

Если учесть исключительную роль леса в регуляции водного режима территории и формировании ландшафта такого своеобразного региона, как Полесье, то становится очевидным, насколько важно проследить реакцию лесных формаций, особенно сосновой, на достаточно длительное воздействие искусственного понижения уровня грунтовых вод. В зоне этого понижения в первую очередь оказались сосняки черничные, занимающие песчаные эдафотопы с приповерхностным (не глубже 0,5 м до осушения сопредельных болот и заболоченных земель) залеганием грунтовых вод.

Сосняки черничные служат индикаторами экологических последствий (изменение первичной продуктивности лесов на полугидроморфных почвах) влияния ведущего для Полесья антропогенного фактора – осушительной мелиорации – в изменяющихся климатических условиях. По этой причине представлялось необходимым оценить их ресурсный потенциал для нарастания стволовой массы на современном этапе постмелиоративного состояния природной среды региона.

## Материалы и методика исследования

Для выявления потенциала стволовой продуктивности сосняка черничного привлечены 75 образцов древесины, отобранных возрастным буровом на высоте 1,3 м у 65-, 75-, 95-, 115- и 145-летних деревьев на песчаных междуречьях канализированных рек Ипы, Виши, Тремли и Нератовки (Октябрьский и Светлогорский лесхозы) без привязки к одному лесоустроительному выделу. При этом взаимное влияние деревьев полностью исключалось.

Насаждение сосны с древостоем в возрасте 145 лет расположено в лесном массиве, равноудаленном на 3 км от аг. Великий Бор (к юго-востоку) и с. Загалье (к северо-востоку), на первой надпойменной террасе канализированной реки Ипы (Светлогорский лесхоз, Чирковичское лесничество, квартал № 90). Находясь в 0,8 км от торфяника на левобережье р. Ипы, оно оказалось в зоне снижения грунтовых вод на глубину до 1,6 м в результате мелиоративных работ, завершенных в 1952 г., и реконструкции осушительной сети в начале 1960-х гг.

Древостой в возрасте 95 и 115 лет, у которого отбирались образцы древесины, растет в лесном массиве между населенными пунктами Углы и Шкава, в 1 км и далее к западу от торфяника с осушитель-

ной сетью на мелиоративном объекте «Нератовка», южнее шоссе Паричи – Октябрьский (Октябрьский лесхоз, Шкавское лесничество, квартал № 10, урочище Каменский лес). Грунтовые воды залегают на глубине 2,1 м. Очевидное влияние на их снижение оказала осушительная мелиорация. Несмотря на то что канализованная река Нератовка с ее малой осушительной сетью в верхнем и среднем течении полностью пересыхала в первой половине 1960-х гг., коренная реконструкция осушительной системы с двусторонним регулированием стока завершена в 1969 г.

Отбор образцов древесины у деревьев в возрасте 65 и 75 лет выполнен в лесном массиве в 0,5 км севернее верхового болота в урочище Шапецкий мох (Октябрьский лесхоз, Любанское лесничество, квартал № 9). Болото занимает овальное понижение (поперечником до 1 км с запада на восток и 1,5 км с севера на юг) южнее с. Вяжны на песчаном междуречье канализованных рек Ипы и Тремли. На севере за водоотводящим каналом Речка к нему примыкает заброшенная площадка по добыче торфа с сохранившейся развитой осушительной сетью. В настоящее время торфоплощадка зарастает густым березовым мелколесьем с отдельными деревьями сосны. Образцы древесины отбирались на удалении более 1 км от канала Речка – правого притока канализованной реки Рудянки. Неглубокое (0,5–0,7 м) по сравнению с другими привлеченными к исследованию тест-участками залегание грунтовых вод с малоамплитудными колебаниями глубины, по всей видимости, обусловлено регуляцией их уровня режимом верховым болотом, вода в котором находится на уровне поверхности.

Березовое мелколесье на самом болоте не имеет признаков угнетения и отмирания (сухостоя), которое наступает при подъеме грунтовых вод, что указывает на неизменность гидрологического режима. Состояние осушительной сети при уровне воды в ней 1,2 м и глубже, включая канал Речка, обеспечивает сельскохозяйственное использование освоенных земель на мелиоративных объектах «Ипа» и «Тремля».

При определении ресурсного потенциала сосны учитывался только максимальный индивидуальный радиальный прирост каждого дерева во всех возрастных сериях. После дендрометрических измерений деревья были объединены в разновозрастные серии (группы) с точностью до 5 лет (по количеству годичных колец плюс 10 лет на рост дерева до высоты отбора образцов, возраст указан на 2018 г.) (табл. 1).

Таблица 1

**Основные сведения о тестируемых возрастных группах  
деревьев в сосняке черничном**

Table 1

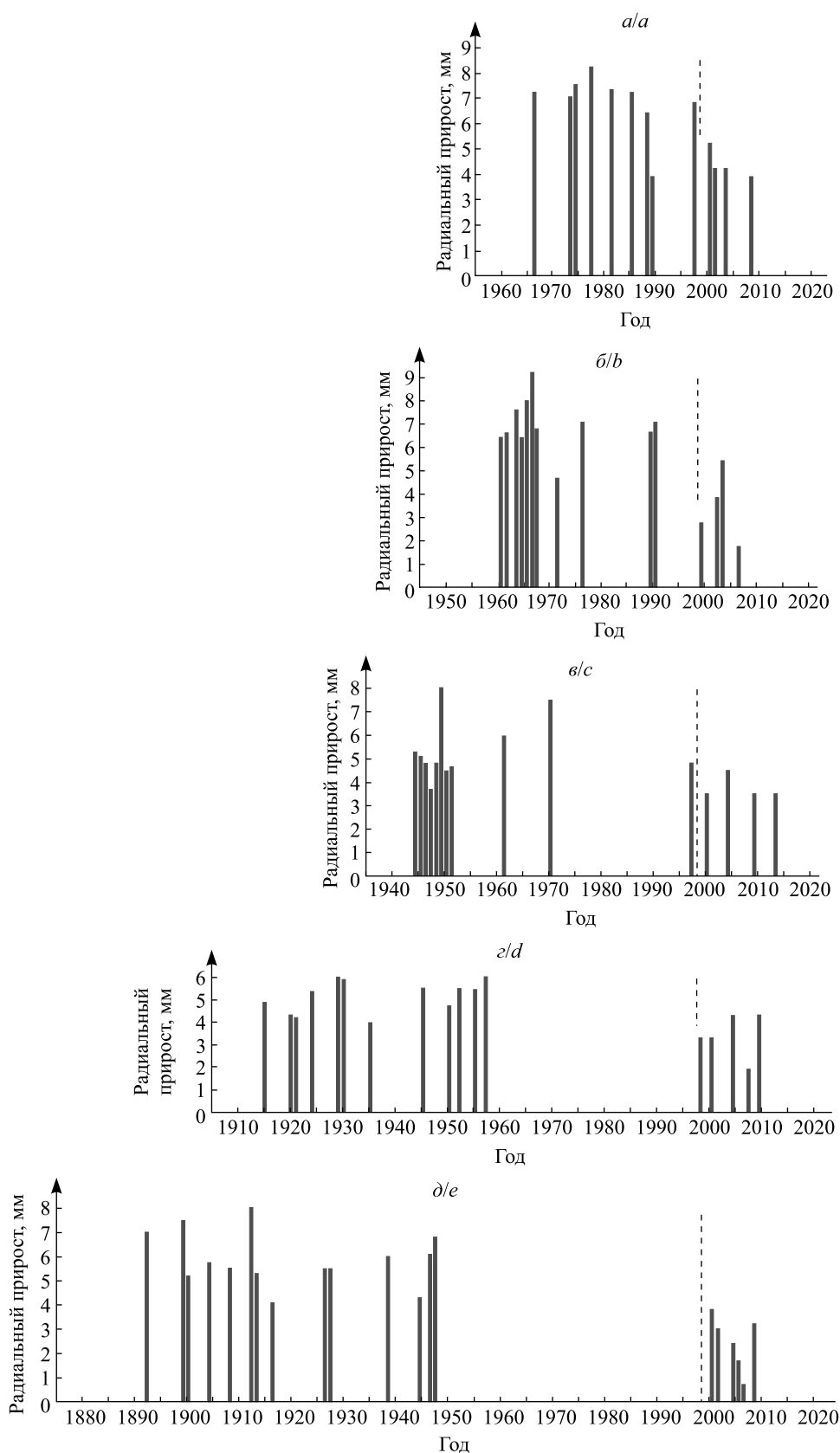
**Basic information about the tested age groups  
of trees in blueberry pinery**

Возраст, лет	Количество деревьев	Высота, м	Диаметр, см	Уровень грунтовых вод, м
65	12	18–20	34–40	0,6
75	16	18–22	34–40	0,6
95	10	20–28	36–42	2,1
115	20	20–30	40–52	2,1
145	17	22–26	56–72	1,6

Временной анализ изменчивости максимального индивидуального радиального прироста, отражающего биопродукционный потенциал сосны при разных климатических условиях (см. рисунок), нами выполнен до и после 1998 г., с которого началось ярко выраженное потепление, сопровождающееся ростом увлажненности [1].

**Результаты и их обсуждение**

Изменчивость радиального прироста на высоте отбора образцов (1,3 м) вызывается только климатическими факторами [2]. Основные положения дендроклиматического анализа представлены в работах [3; 4]. Позднее была предложена методика таких исследований [5] и разработаны методические основы организации системы дендроклиматического мониторинга на региональном уровне [6; 7]. Несмотря на то что факт влияния погодных-климатических условий на радиальный прирост известен с середины XIX в., а в XX в. появились сотни посвященных этому работ, сложность анализа их взаимосвязи такова, что до сих пор данная проблема не может считаться решенной [8]. Пробелы в знаниях определяют необходимость проведения подобных целенаправленных исследований в лесах умеренного региона [9], в особенности для выявления тревожных событий в них [10].



Многолетний ход изменчивости максимального индивидуального радиального прироста возрастных серий деревьев в сосняке черничном на территории Белорусского Полесья с осушительной сетью:  
*a* – 65 лет; *б* – 75 лет; *в* – 95 лет; *г* – 115 лет; *д* – 145 лет. Вертикальной штриховой линией показан 1998 г.

The long-term course of variability of the maximum tree-ring growth of age series of trees in the blueberry pinery on the territory of the Belarusian Polesje with a drainage network:  
*a* – 65 years; *b* – 75 years; *c* – 95 years; *d* – 115 years; *e* – 145 years. The vertical dashed line shows 1998

В Белорусском Полесье основное внимание уделялось изучению продуктивности лесных фитоценозов на почвах атмосферного увлажнения [11; 12]. В полугидроморфных эдафотопах произрастания она оказалась недостаточно исследованной, особенно в связи с влиянием осушительной мелиорации на условия их водного питания.

Хорологически сосняки черничные распространены в проточно-болотно-подзолистом и олиготрофно-подзолистом ландшафтно-мелиоративных комплексах [13]. Характерной особенностью первого из них является присутствие пойм малых рек и проточных ложбин, а второго – наличие блюдцеобразных микро- и мезопонижений, занятых верховыми и переходными болотами. Оба названных природных комплекса претерпели значительные изменения под влиянием крупномасштабной осушительной мелиорации и пополнили перечень природно-антропогенных ландшафтов Беларуси [14].

Подзолистая глеевая почва под 145-летним сосняком развита на рыхлых кварцевых песках. Она включает следующие морфологические горизонты:  $A_0$  (0–8 см) – подстилка и дернина;  $A_1$  (8–22 см) – песок серый с белесой присыпкой;  $A_2$  (22–39 см) – песок белесый, рыхлый;  $B_{1g}$  (39–51 см) – песок серовато-оранжевый с буроватыми пятнами, среднеуплотненный непрочный, влажный;  $B_{2g}$  (51–110 см) – песок светло-охристый с сизоватыми и буроватыми пятнами, рыхлый, влажный;  $C_g$  (110–210 см) – песок мелкозернистый, сизоватый с размытыми охристыми пятнами, сырой, внизу оплывает.

Почва под насаждениями в возрасте 95 и 115 лет подзолистая глеевая с иллювиально-железисто-гумусовым горизонтом со свойственным строением:  $A_0$  (0–6 см) – подстилка и дернина;  $A_1$  (6–29 см) – песок черный с белесой присыпкой, влажный;  $A_2$  (29–54 см) – песок белесый, рыхлый, влажный;  $B_{1th}$  (54–69 см) – песок ржаво-бурый, сплошной или фрагментарный, плотный, глыбистый, влажный;  $B_{2g}$  (69–100 см) – песок кварцевый, мелкозернистый, светло-охристый, рыхлый, влажный;  $C_g$  (100–210 см) – песок кварцевый, мелкозернистый, сизоватый с охристыми пятнами, сырой, внизу оплывает.

Почва под сосняком черничным в возрасте 65 и 75 лет также подзолистая глеевая с иллювиально-железисто-гумусовым горизонтом с тем же строением:  $A_0$  (0–4 см) – подстилка и дернина;  $A_1$  (4–12 см) – песок черный с белесой присыпкой;  $A_2$  (12–24 см) – песок белесый, рыхлый;  $B_{1th}$  (24–42 см) – песок ржаво-бурый, плотный, глыбистый;  $B_{2g}C_g$  (42–100 см) – песок кварцевый, мелкозернистый, сизоватый с охристыми пятнами, сырой, оплывает. Грунтовые воды залегают на глубине 0,5–0,7 м (в среднем 0,6 м по замерам в 2010 и 2018 гг.), т. е. несколько ниже, чем в сосняках черничных на территории без осушительной сети (0,3–0,5 м).

Индивидуальное нарастание стволовой массы происходило в течение всей жизни дерева (вне зависимости от возраста) до 1998 г. и имело свои отличительные особенности, определяемые гидрогеологическими условиями обводненности эдафотопы и возрастом древостоя. У поколений 95-, 115- и 145-летнего возраста максимальный размер годового кольца формировался до завершения осушительной мелиорации в 1952 г. После этого года продукционный потенциал сосны был подавлен, на что указывает отсутствие колец, размер которых был бы равен их наибольшей величине в предшествующий период. Только по два таких эпизода выявлено у 95-летних деревьев (в 1955 и 1957 гг., вскоре после рекордного (905 мм) выпадения осадков в 1953 г., что могло повлиять на уровень режим грунтовых вод и увлажнение эдафотопы и у 115-летних (в 1961 и влажном 1970 г. с 826 мм осадков).

У деревьев всех возрастных серий максимальный индивидуальный радиальный прирост, характеризующий продукционный потенциал для нарастания стволовой массы, значительно различался: его высшие значения были в пределах от 6,2 до 9,3 мм, низшие – от 3,8 до 4,7 мм, средние – от 5,3 до 6,9 мм (табл. 2).

В 65- и 75-летних сериях, у которых грунтовое водное питание можно рассматривать как оптимальное, реализация продукционного потенциала сосны для нарастания стволовой массы проявилась в предельных значениях максимального индивидуального радиального прироста 8,2 и 9,3 мм соответственно, хотя его наименьшая величина (4,0 и 4,7 мм) мало отличалась от таковой у возрастных групп 95, 115 и 145 лет, оказавшихся в зоне существенного понижения уровня грунтовых вод. Как результат, средние значения этого показателя стволовой продуктивности (6,8 и 6,9 мм) заметно (на 1,5 мм) превосходили значения у старших поколений.

Годы максимального индивидуального радиального прироста деревьев в пределах одной возрастной серии и между ними в сосняке черничном до 1952 г. календарно не совпадали. Подобное отмечено у 95-летнего поколения в 1945 и 1951 гг. и у 115-летних деревьев в 1929 и 1930 гг. Сосна реализовывала свой биопродукционный потенциал для нарастания стволовой массы при естественном режиме грунтовых вод до осушительной мелиорации в условиях неоднородности метеорологических показателей в разные годы (табл. 3). Сосновые древостои имеют большую инертность в накоплении запасов древесины, и существенных изменений в них из-за потепления климата не предвидится [15].

Диапазон изменчивости годовой температуры составлял от 5,1 до 7,5 °С, на протяжении безлиственного периода (октябрь – апрель) температура колебалась в пределах от –3,2 до +2,3 °С, в месяцы ак-

тивного роста (май и июнь) она варьировалась от 12,7 до 17,6 °С, а за вегетационный период в целом (май – сентябрь) – от 13,5 до 17,3 °С. Осадки также не отличались постоянством: за год выпадало от 355 до 821 мм, с октября по апрель – от 169 до 407 мм, за май и июнь – от 76 до 204 мм, с мая по сентябрь – от 192 до 539 мм.

Таблица 2

**Диапазон изменчивости и средние значения максимального индивидуального радиального прироста деревьев в возрастных сериях сосняка черничного до и после 1998 г. (за исключением 1952–1997 гг. для возраста 95, 115 и 145 лет)**

Table 2

**Range of variability and average values of maximum individual tree-ring growth in the age series of blueberry pinery before and after 1998 (except 1952–1997 for age 95, 115 and 145 years)**

Возраст, лет	Диапазон изменчивости, мм		Среднее значение, мм	
	До 1998 г.	После 1998 г.	До 1998 г.	После 1998 г.
65	4,0–8,2	2,3–4,2	6,8	4,3
75	4,7–9,3	1,8–5,7	6,9	3,4
95	3,8–8,0	2,4–4,5	5,4	3,7
115	4,2–6,2	2,0–4,3	5,3	3,4
145	4,2–8,0	0,6–3,8	5,9	2,5

Таблица 3

**Метеорологические условия лет с максимальным индивидуальным радиальным приростом сосны в Белорусском Полесье на территории с осушительной сетью (по наблюдениям на метеостанции Василевичи)**

Table 3

**Meteorological conditions of years with the maximum individual tree-ring growth of pine in the Belarusian Polesje on the territory with a drainage network (according to observations at the weather station Vasilevichi)**

Значение параметра	Температура, °С				Осадки, мм			
	Октябрь – апрель	Май – июнь	Май – сентябрь	В целом за год	Октябрь – апрель	Май – июнь	Май – сентябрь	В целом за год
До 1998 г.								
Среднее	–0,2	15,1	15,5	6,4	287	133	346	633
Минимальное	–3,2	12,7	13,5	5,1	169	76	192	355
Максимальное	2,3	17,6	17,3	7,5	407	204	539	821
После 1998 г.								
Среднее	1,4	15,5	16,6	7,7	345	116	332	677
Минимальное	–1,1	12,1	15,3	6,3	262	51	271	533
Максимальное	2,8	18,6	18,7	8,9	489	254	457	790

Для периода максимальной реализации сосной своего продукционного потенциала были характерны следующие климатические условия. Среднегодовая температура достигала 6,4 °С, средняя температура безлиственного периода равнялась –0,2 °С, средняя температура мая и июня составляла 15,1 °С, а всего вегетационного периода – 15,5 °С. В среднем за год выпадало 633 мм осадков, из них 287 мм за безлиственный период и 346 мм за вегетационный, в том числе 133 мм за май и июнь.

Позднее сосна не смогла реализовать свой продукционный потенциал не только по причине понижения уровня грунтовых вод в результате осушительной мелиорации, но и в связи с наступлением неустойчиво влажной эпохи с потеплением климата до 1998 г. [1], хотя среднегодовое количество осадков

в 1961–1998 гг. не уменьшилось (630 мм): оно не сократилось ни за вегетационный период в целом (345 мм), в том числе включая месяцы активного роста (136 мм), ни за безлиственный (285 мм). Климат несколько потеплел: среднегодовая температура возросла на 0,3 °С, в основном за счет безлиственного периода (на 0,5 °С).

Годичные эпизоды предельного значения максимального индивидуального радиального прироста сосны в сосняке черничном, указывающие на потенциал ее стволовой продуктивности до осушительной мелиорации, календарно не совпадали. У 145-летнего дерева (8,0 мм) это 1912 г., у 115-летнего (6,2 мм) – 1929 и 1957 гг., у 95-летнего (8,0 мм) – 1949 г., у 75-летнего (9,3 мм) – 1966 г., а у 65-летнего (8,2 мм) – 1977 г. Сосна в черничном типе на полугидроморфной почве в климатических условиях Белорусского Полесья смогла продемонстрировать свой продукционный потенциал для нарастания стволовой массы до осушительной мелиорации независимо от погодных условий (табл. 4).

Взаимное влияние деревьев в соответствии с примененной методикой исключалось: они не одновременно реагировали на один и тот же фактор сообразно своим биологическим особенностям и положению в фитоценозе.

Таблица 4

**Метеорологические условия лет с предельно высоким значением максимального радиального прироста сосняка черничного до 1998 г. (по наблюдениям на метеостанции Василевичи)**

Table 4

**Meteorological conditions of years with the highest value of the maximum tree-ring growth of blueberry pinery before 1998 (according to observations at the weather station Vasilevichi)**

Год	Радиальный прирост, мм	Температура, °С				Осадки, мм			
		Октябрь – апрель	Май – июнь	Май – сентябрь	В среднем за год	Октябрь – апрель	Май – июнь	Май – сентябрь	В среднем за год
1912	8,0	–0,7	14,6	14,7	5,7	407	140	414	821
1929	6,2	–3,2	15,2	16,0	4,8	301	137	317	618
1949	8,0	0,7	14,8	15,0	6,6	299	80	247	546
1957	6,2	0,3	15,4	15,7	6,7	226	111	396	622
1966	9,3	0,7	16,4	16,3	7,2	347	147	241	588
1977	8,2	0,3	15,6	15,0	6,4	258	164	449	707

После 1998 г., при заметном потеплении климата по сравнению с предыдущими годами, диапазон изменчивости максимального индивидуального радиального прироста в зависимости от возраста древостоя составлял от 0,6 до 5,7 мм – почти в 2 раза меньше этого показателя до 1952 г. Среднее значение максимального индивидуального радиального прироста (от 2,5 до 4,7 мм) оказалось в 1,5 раза меньшим. Календарное совпадение данного показателя стволовой продуктивности отмечалось в 1999–2009 гг. В эти годы среднегодовая температура воздуха была выше на 1,3 °С, средняя температура безлиственного периода – на 1,6 °С, а вегетационного – на 1,1 °С по сравнению с температурой в предшествующие годы. Наибольшее количество календарных совпадений максимального прироста у 65- и 75-летних деревьев наблюдалось в 2003 г. (6 и 11 эпизодов соответственно), у 95-, 115- и 145-летних – в 2004 г. (4, 8 и 3 эпизода соответственно). На фоне общего потепления климата 2003 г. оказался относительно холодным (среднегодовая температура 6,3 °С, средняя температура безлиственного периода –1,1 °С), с недобором осадков (617 мм за год, из них 285 мм за безлиственные месяцы). Гидрометеорологические условия 2003 г. могли стать синхронизирующим фактором возникшего максимального нарастания стволовой массы в сосняке черничном при неглубоком залегании грунтовых вод – 0,6 м (возрастные группы 65 и 75 лет). Для древостоя сосняка черничного с понизившимся до 1,6–2,1 м уровнем грунтовых вод после осушительной мелиорации (возрастные группы 95, 115 и 145 лет) наибольшее выпадение осадков в 2004 г. (790 мм за год, 371 мм за безлиственный период и 419 мм за вегетационный) в сочетании с положительной температурой безлиственных месяцев (1,2 °С) и несколько пониженной температурой месяцев активного роста (на 1,7 °С) и вегетационного периода в целом (на 1,1 °С) по сравнению с климатическим фоном потепления, очевидно, способствовало синхронизации максимального для этого периода нарастания стволовой массы.

## Заключение

Продукционный потенциал деревьев в сосняке черничном на полугидроморфном эдафотопе строго индивидуален. Его реализация в нарастании стволовой массы (радиальный прирост) не является ежегодно синхронной, календарно не совпадает и не зависит от погодно-климатических условий, за исключением лет с метеорологическими аномалиями. После завершения осушительной мелиорации реализация продукционного потенциала сосны во второй половине XX – начале XXI в. определялась суммацией возникших гидрогеологических и климатических условий. Его угнетение вызвано снижением грунтовых вод до глубины 1,6–2,1 м и уменьшением атмосферных осадков. Для максимального нарастания стволовой массы оптимальным является майский уровень грунтовых вод 0,6 м.

## Библиографические ссылки

1. Киселев ВН, Матюшевская ЕВ. Климатические условия периода мелиоративного освоения Белорусского Полесья. *Мелиорация*. 2015;1:150–159.
2. Демаков ЮП. *Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты)*. Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл; 2000. 415 с.
3. Douglass AE. *Climatic cycles and tree growth. Volume 3. A study of cycles*. Washington: Carnegie Institution of Washington; 1936. 171 p.
4. Fritts HC. *Tree rings and climate*. London: Academic Press; 1976. 567 p.
5. Битвинская ТТ. *Дендроклиматические исследования*. Ленинград: Гидрометеиздат; 1974. 172 с.
6. Шиятов СГ, Ваганов ЕА. Методические основы организации системы дендроклиматического мониторинга в лесах азиатской части России. *Сибирский экологический журнал*. 1998;5(1):31–38.
7. Ваганов ЕА, Плешиков ФИ. Система мониторинга лесов как основа их рационального использования и устойчивого развития. *Сибирский экологический журнал*. 1998;5(1):3–8.
8. Вишнякова ТВ. *Индикация теплолагообеспеченности по радиальному приросту деревьев применительно к исследованиям изменения климата отдельных регионов России* [автореферат диссертации]. Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет; 2005. 14 с.
9. Hüttl RF, Schneider BU, Farrell EP. Forests of the temperate region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*. 2000;132(1):83–96. DOI: 10.1016/S0378-1127(00)00381-9.
10. Rubino DL, McCarthyz BC. Comparative analysis of dendroecological methods used to assess disturbance events. *Dendrochronologia*. 2004;21(3):97–115. DOI: 10.1078/1125.7865.00047.
11. Петров ЕГ. *Водный режим и продуктивность лесных фитоценозов на почвах атмосферного увлажнения*. Минск: Наука и техника; 1983. 213 с.
12. Русаленко АИ. *Годичный прирост деревьев и влагообеспеченность*. Минск: Наука и техника; 1986. 236 с.
13. Киселев ВН. *Белорусское Полесье: экологические проблемы мелиоративного освоения*. Минск: Наука и техника; 1987. 150 с.
14. Скачкова АС, Курлович ДМ. Природно-антропогенные ландшафты Белорусской возвышенной провинции: классификация, пространственная структура, районирование. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология*. 2017;1:3–13.
15. Багинский ВФ. Динамика и продуктивность модальных сосновых древостоев в Белорусском Полесье. *Эко-потенциал*. 2015;3:14–23.

## References

1. Kiselev VN, Matushevskaia EV. Climatic conditions during the period of reclamation of Belarusian Polesye. *Melioratsiya*. 2015;1:150–159. Russian.
2. Demakov YuP. *Diagnostika ustoichivosti lesnykh ekosistem (metodologicheskie i metodicheskie aspekty)* [Diagnostics of the sustainability of forest ecosystems (methodological and methodological aspects)]. Yoshkar-Ola: Periodika Marii El; 2000. 415 p. Russian.
3. Douglass AE. *Climatic cycles and tree growth. Volume 3. A study of cycles*. Washington: Carnegie Institution of Washington; 1936. 171 p.
4. Fritts HC. *Tree rings and climate*. London: Academic Press; 1976. 567 p.
5. Bitvinskaya TT. *Dendroklimaticheskie issledovaniya* [Dendroclimatic studies]. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1974. 172 p. Russian.
6. Shiyatov SG, Vaganov EA. [Methodological basis for the organization of the dendroclimatic monitoring system in the forests of the Asian part of Russia]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*. 1998;5(1):31–38. Russian.
7. Vaganov EA, Pleshikov FI. [Forest monitoring system as the basis for their rational use and sustainable development]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*. 1998;5(1):3–8. Russian.
8. Vishnyakova TV. *Indikatsiya teplotlagoobespechennosti po radial'nomu prirostu derev'ev primenitel'no k issledovaniyam izmeneniya klimata otdel'nykh regionov Rossii* [Indication of heat and moisture supply by the radial growth of trees, as applied to studies of climate change in individual regions of Russia] [dissertation abstract]. Saint Petersburg: Russian State Hydrometeorological University; 2005. 14 p. Russian.
9. Hüttl RF, Schneider BU, Farrell EP. Forests of the temperate region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*. 2000;132(1):83–96. DOI: 10.1016/S0378-1127(00)00381-9.



10. Rubino DL, McCarthyz BC. Comparative analysis of dendroecological methods used to assess disturbance events. *Dendrochronologia*. 2004;21(3):97–115. DOI: 10.1078/1125.7865.00047.
11. Petrov EG. *Vodnyi rezhim i produktivnost' lesnykh fitotsenozov na pochvakh atmosfernogo uvlazhneniya* [Water regime and productivity of forest phytocenoses on soils of atmospheric moisture]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1983. 213 p. Russian.
12. Rusalenko AI. *Godichnyi prirost derev'ev i vlogoobespechennost'* [Annual growth of trees and moisture supply]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1986. 236 p. Russian.
13. Kiselev VN. *Belorusskoe Poles'e: ekologicheskie problemy meliorativnogo osvoeniya* [Belarusian Polesje: environmental problems of land reclamation]. Minsk: Nauka i tekhnika; 1987. 150 p. Russian.
14. Skachkova AS, Kurlovich DM. Natural-anthropogenic landscapes of Belarusian elevated province: classification, spatial structure, zoning. *Journal of the Belarusian State University. Geography. Geology*. 2017;1:3–13. Russian.
15. Baginskii VF. [Dynamics and productivity of modal pine stands in Belorussian Polesje]. *Eko-potentsial*. 2015;3:14–23. Russian.

Статья поступила в редакцию 17.01.2020.  
Received by editorial board 17.01.2020.