



УДК 582.47:634.0.56(476)

О ПРИЧИНАХ УСЫХАНИЯ СОСНЫ В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ

Е. В. МАТЮШЕВСКАЯ¹⁾, В. Н. КИСЕЛЕВ¹⁾, А. Е. ЯРОТОВ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Приведены результаты выявления причин массового усыхания сосны в Белорусском Полесье. Объектом исследования выступили современные ее поколения на бывших истощенных песчаных пашнях и в естественных условиях произрастания. Установлено, что на фоне понижения грунтовых вод после осушительной мелиорации в текущих климатических условиях увеличение притока прямой солнечной радиации в XXI в. явилось лимитирующим фактором для стволовой продуктивности сосны, угнетение которой привело к отмиранию древостоя.

Ключевые слова: Белорусское Полесье; сосна обыкновенная; климатические условия; солнечная радиация; осушительная мелиорация; радиальный прирост; продукционный потенциал.

ABOUT THE CAUSES OF PINE DRYING IN THE BELARUSIAN POLESJE

K. V. MATSIUSHEUSKAYA^a, V. N. KISIALIOU^a, A. E. YAROTAU^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

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

The results of identifying the causes of mass drying of pine trees in the Belarusian Polesje are presented. The object of the study is its modern generations on the former depleted sandy arable land and in natural conditions of growth. It is revealed that in the conditions of groundwater reduction after drainage reclamation in modern climatic conditions, the increase in the inflow of direct solar radiation in the 21st century was the limiting factor for the suppression of the stem productivity of pine, which led to the death of the stand.

Keywords: Belarusian Polesje; pine; climatic conditions; solar radiation; land reclamation; tree ring; production potential.

Образец цитирования:

Матюшевская ЕВ, Киселев ВН, Яротов АЕ. О причинах усыхания сосны в Белорусском Полесье. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология.* 2021;2:82–90.

<https://doi.org/10.33581/2521-6740-2021-2-82-90>

For citation:

Matsiusheuskaya KV, Kisialiou VN, Yarotau AE. About the causes of pine drying in the Belarusian Polesje. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology.* 2021;2:82–90. Russian.

<https://doi.org/10.33581/2521-6740-2021-2-82-90>

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; научный консультант кафедры физической географии мира и образовательных технологий факультета географии и геоинформатики.

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

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

Viktar N. Kisialiou, doctor of science (geography), full professor; scientific consultant at the department of physical geography of the world and educational technologies, faculty of geography and geoinformatics. 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





Введение

В Белорусском Полесье – одном из важнейших лесопромышленных регионов – периодически возникают и возникают проблемы ресурсного и экологического порядка, связанные с восстановлением леса после сплошных рубок и сохранением его ресурсов после крупномасштабной осушительной мелиорации, особенно в XX и XXI вв. Ключевая роль в этом отношении принадлежит формации сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), на долю которой приходится более половины лесной площади [1; 2]. Массовое усыхание ее древостоя в XXI в. приобрело характер экологического бедствия и определило необходимость поиска причин данного явления.

Международная научно-практическая конференция по вопросам деревообработки и антропогенного воздействия на лесные ресурсы, состоявшаяся в Могилёве и Горках в 2017 г., констатировала, что накопленный опыт в сфере рекультивации леса позволяет разрабатывать и применять на практике эффективные методы сохранения и воспроизводства здоровых и продуктивных лесных массивов. При усиливающемся антропогенном воздействии на окружающую среду, которое зачастую носит невосполнимый, необратимый характер, вопрос совершенствования, использования и воспроизводства лесных ресурсов приобретает особую актуальность. В условиях сложной экологической обстановки роль леса в природе как ее основного компонента возрастает. Ввиду этого целесообразно расширить спектр научных исследований, связанных с экологическими и экономическими аспектами лесовыращивания [3].

Во втором десятилетии наступившего столетия в России, Украине, Польше, Германии и других странах отмечено массовое усыхание сосны [4]. Современная напряженная экологическая ситуация с лесами в Белорусском Полесье – самом южном лесоболотном сегменте европейских полесий, которая отражена в состоянии его лесного фонда, имеет достаточно длительную историю возникновения. Она является следствием почти трехвековой крупномасштабной вырубке лесов и осушительной мелиорации [5] и представляет собой промежуточный этап воспроизводства и использования лесных ресурсов данного региона.

Материалы и методика исследования

Цель и задачи исследования заключались в выявлении причин усыхания сосны в Белорусском Полесье. Одновременно происходит массовое отмирание ели в островных локалитетах [6]. Исследование экологического кризиса с сосновыми лесами позволяет уточнить, являются ли причинами угнетения этих двух основных лесобразующих пород одни и те же факторы.

На территории Беларуси были выделены три полосы по санитарному состоянию насаждений ели – северная, средняя и южная [6]. В северной полосе (Поозерье) с богатыми по минералогическому составу молодыми послеледниковыми почвами не наблюдается массового усыхания ели. Периодическое ее отмирание свойственно средней полосе республики с широким распространением лёссовидных суглинков, залегающих как покровный чехол на моренных супесях и суглинках. Их микроморфологические свойства затрудняют вертикальную миграцию выпавших атмосферных осадков по причине закупорки пор плазмой (глинистой массой) [7], что приводит к неустойчивому водному режиму верхней части профиля этих почв, в котором сосредоточена приповерхностная корневая система ели, не проникающая в подстилающие плотные моренные супеси и суглинки. Отмирание древостоя происходит при возмущениях погодно-климатической обстановки с определенной регулярностью по причине литологических и водно-физических особенностей данной литофациальной основы. В южной полосе (Полесье) усыхание ели возникло в ее островных локалитетах среди формации сосны, которая использована как объект выявления причин усыхания древостоя.

Исследования выполнялись в лесных массивах ГЛХУ «Светлогорский лесхоз» и ГЛХУ «Октябрьский лесхоз» на песчаных междуречьях малых рек Ипы, Виши и Нератовки, канализированных Западной экспедицией по осушению болот под руководством И. И. Жилинского в последней четверти XIX в. [5]. Тип леса – сосняк мшистый. Почва дерново-подзолистая слаборазвитая на кварцевых песках. Лесная подстилка является маломощной (до 2 см) или отсутствует. Грунтовые воды залегают глубже 2 м (подробное местоположение и описание тест-участков приведены в монографии [8]). Для получения продолжительных мастер-хронологий в 2016 г. возрастным буровом на высоте 1,3 м были отобраны образцы древесины у 43 наиболее крупных здоровых деревьев. После дендрометрических измерений они объединены в разновозрастные серии: 155 лет (16 стволов диаметром 52–58 см), 120 лет (13 стволов диаметром 40–54 см) и 105 лет (14 стволов диаметром 32–40 см). Для дендроэкологического анализа и обобщений использован максимальный индивидуальный (каждого дерева) радиальный прирост как реализованный потенциал стволовой продуктивности сосны в текущий год. Коэффициент чувствительности к климатическим факторам рассчитан по Дугласу [9]. Для характеристики метеоусловий



привлечены наблюдения на ближайшей длиннорядной станции Василевичи. Исторические сведения о ходе выполнения мелиоративных работ почерпнуты из монографии [5]. Зонирование территории Беларуси по максимальному усыханию сосны к 2018 г. выполнено на основании данных Государственного учреждения по защите и мониторингу леса «Беллесозащита» (<https://bellesozaschita.by>) с дополнением собственными наблюдениями (рис. 1).

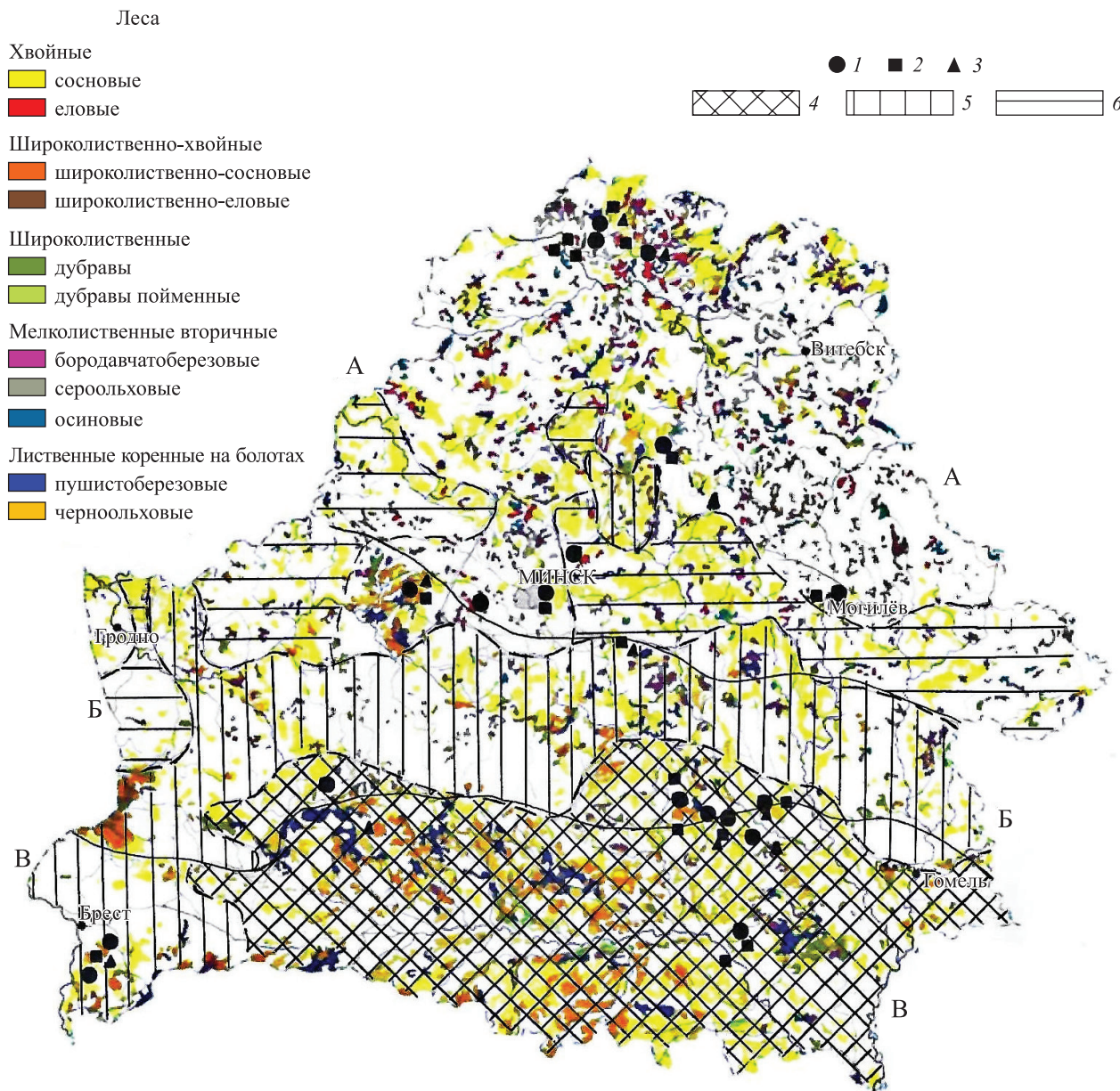


Рис. 1. Зонирование территории Беларуси по усыханию сосны к 2018 г. (по данным Государственного учреждения по защите и мониторингу леса «Беллесозащита»).

Тест-участки: 1 – ели; 2 – сосны; 3 – сосны на верховых болотах.

Формация сосны выделена желтым фоном. Зоны усыхания сосны: 4 – максимального; 5 – среднего; 6 – минимального. Геоботанические подзоны:

А – дубово-темнохвойных лесов; Б – грабово-дубово-темнохвойных лесов; В – широколиственно-сосновых лесов

Fig. 1. Zoning of the territory of Belarus by pine desiccation by 2018 (according to the data of the State institution for forest protection and monitoring «Bellesozashchita»).

Test sites: 1 – spruces; 2 – pines; 3 – pines in upland bogs. Pine formation is highlighted by a yellow background. Zones of pine desiccation:

4 – maximum; 5 – average; 6 – minimum.

Geobotanical sub-zones: А – oak-dark coniferous forests; Б – hornbeam-oak-dark coniferous forests; В – broad-leaved pine forests



Результаты и их обсуждение

Усыхание сосны на юге Беларуси полностью охватывает геоботаническую подзону широколиственно-сосновых лесов, где широко представлены болота и заболоченные земли, подвергшиеся крупномасштабной осушительной мелиорации. За пределами Полесья оно распространилось на юг Центрально-Березинской равнины (Брожскую лесную дачу также с повсеместной осушительной мелиорацией). Севернее в малолесной подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов отмирание древостоя сокращается и достигает наименьших значений в подзоне дубово-темнохвойных лесов.

Все без исключения сосновые леса Беларуси оказались подвержены этому экологическому бедствию, хотя территориально в разной степени. По данным Государственного учреждения по защите и мониторингу леса «Беллесозащита» на 1 января 2018 г., можно выделить три дендрозоологические зоны (см. рис. 1), отражающие его масштабы: максимального (с потерей 120,1–240,1 тыс. м³ и более), среднего (30,1–120,0 тыс. м³) и минимального (10,1–30,0 тыс. м³) усыхания сосны. Наибольшее усыхание этой древесной породы охватило Белорусское Полесье, хотя его проявление зафиксировано практически на всей территории Беларуси с данной лесной формацией.

Особенность литологических отложений, на которых сформировались биогеоценозы сосны в этом регионе, – кварцевые пески, перемытые талыми ледниковыми водами. По причине сплошных рубок в течение длительного времени и культуры сосны на бросовых песчаных сельскохозяйственных угодьях преобладают насаждения I–II классов возраста, занимая более половины площади (60,7 %) под сосновой формацией [1; 2].

К настоящему времени сложилась следующая приуроченность сосновой формации к двум взаимодополняющим экотопическим образованиям: монокультура сосны на бывших в основном старопахотных истощенных угодьях и естественные массивы, постоянно возобновляемые после рубок на почвах, исторически не использовавшихся в сельском хозяйстве.

В 1960–70-х гг. облесение бросовых малопродуктивных пашен на кварцевых песках (бывших «сырых песках») широко практиковалось вблизи осушаемых и осваиваемых болот и заболоченных земель. На площади около 600 тыс. га были проведены лесные посадки [10]. Включенная в лесной фонд, именно монокультура сосны на бросовых старопахотных угодьях явилась наиболее вероятным очагом поражения и массового расселения энтомовредителей [11].

Одновозрастные насаждения на этих истощенных землях с первых лет развивались в условиях существенного понижения грунтовых вод в результате осушительной мелиорации сопредельных болот и заболоченных земель. При неустойчивом увлажнении атмосферными осадками это понижение создало неблагоприятные условия для роста и развития культуры сосны и молодняков, что стало основной причиной массового поражения их энтомовредителями на междуречьях Ипы, Виши, Неначи, Нератовки, Желони и многих других канализированных малых рек в Светлогорском, Калинковичском, Октябрьском, Петриковском, Житковичском, Наровлянском и иных лесхозах [5].

Наиболее масштабное по сравнению с другими регионами Беларуси отмирание древостоя сосны в возрасте 35–40 лет и старше в 2015–2016 гг. при нарастающем за последние два десятилетия угнетении [4] обострило задачу сохранения ее насаждений в сложившихся после осушительной мелиорации почвенно-гидрогеологических условиях и изменяющихся климатических условиях.

В отличие от формирующихся насаждений на бросовых истощенных землях естественные биогеоценозы сосны представляют собой саморегулирующие системы, приспособленные к изменчивости природно-климатических условий и непостоянному уровню грунтовых вод. Высокая фильтрационная способность и низкая влагоемкость песчаных почв препятствуют созданию необходимых запасов влаги в корнеобитаемом слое. В таких условиях сосна имеет низкую чувствительность к динамике климатических факторов (температура и осадки) в Белорусском Полесье, как и на всей территории Беларуси, которые оказались неответственными за изменчивость, включая угнетение, продукционного процесса у данной древесной породы [8]. Исходя из этого, изменение климата не следует напрямую рассматривать как нарушение равновесного состояния лесных экосистем с участием сосны. Ухудшение их жизненного состояния вплоть до отмирания древостоя не может быть вызвано только изменяющимся климатом по причине неустойчивой связи нарастания стволовой массы (радиального прироста) с гидротермическими величинами.

На рост и развитие современных лесных массивов оказывают влияние различные естественные и антропогенные факторы, для выявления которых могут оказаться полезными дендрохронологические исследования, позволяющие проследить временную динамику реализации древостоем продукционных возможностей в нарастании стволовой массы – основного ресурсного потенциала экономического значения лесов.

Временной анализ хода изменчивости максимального радиального прироста, отражающего биопродукционный потенциал сосны при разных погодно-климатических условиях (рис. 2), выполнен до и после 1998 г., с которого началось выраженное потепление климата (см. таблицу). Среднегодовая температура



увеличилась на 1,1 °С. Заметно потеплели месяцы безлиственного периода (октябрь – апрель) – на 1,6 °С. Потепление вегетационных месяцев (май – сентябрь) оказалось менее выраженным – только на 0,7 °С. Температура мая и июня с активным ростом древесных растений практически не изменялась.

Максимальное нарастание стволовой массы (максимальный радиальный прирост) у деревьев происходило в течение всей их жизни (при этом возраст не имел значения), не отличаясь постоянством и характеризуясь значительной календарной изменчивостью при широком диапазоне метеорологических величин как до, так и после 1998 г. Однако в климатических условиях до 1998 г. оно было более значимым, чем при потеплении в последующие годы. После 1998 г. при более высоких значениях температуры и почти равнозначном выпадении осадков (рис. 3) максимальный радиальный прирост у всех возрастных групп существенно (в 2–3 раза) сократился.

Годы максимальной стволовой продуктивности внутри всех возрастных серий и между ними до 1998 г. не совпадали, за исключением единичных случаев. Совпадение отмечено только у двух 120-летних деревьев в засушливом 1959 г. (457 мм при температуре 7,6 °С за год, 1,6 °С за безлиственный период) и у двух 155-летних деревьев в 1970 г. с обильными осадками (826 мм за год, в том числе 422 мм за безлиственный период и 404 мм за вегетационный) и умеренными температурными условиями (6,1 °С за год, –0,8 °С за безлиственный период). После 1998 г. этот показатель стволовой продуктивности стал календарно совпадать.

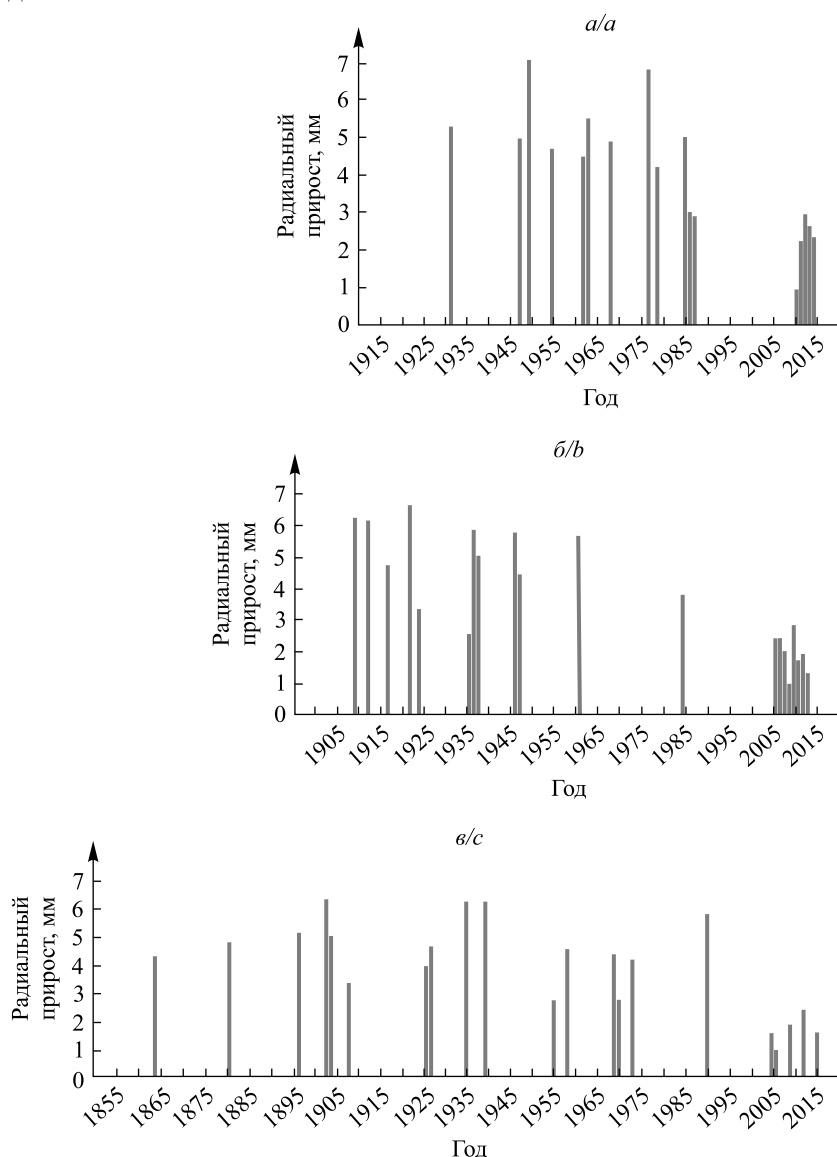


Рис. 2. Многолетний ход изменчивости внутрисериального максимального радиального прироста сосны:
 а – 105 лет; б – 120 лет; в – 155 лет

Fig. 2. Multiyear variability of intraseries maximum tree-ring growth of pine trees:
 a – 105 years; b – 120 years; c – 155 years



Метеорологические величины в годы с максимальным радиальным приростом сосны на кварцево-песчаных почвах в Белорусском Полесье (по наблюдениям на метеостанции Василевичи)

Meteorological values in the years with the maximum radial growth of pine on quartz-sandy soils in the Belarusian Polesje (according to observations at the meteorological station Vasilevichi)

Значение величины	Температура, °С				Осадки, мм			
	Октябрь – апрель	Май – июнь	Май – сентябрь	Год	Октябрь – апрель	Май – июнь	Май – сентябрь	Год
До 1998 г.								
Среднее	-0,2	15,6	15,9	6,6	297	129	343	629
Минимальное	-2,9	12,7	14,8	5,1	176	73	189	362
Максимальное	1,6	17,5	17,3	8,0	452	245	468	826
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	254	271	533
Максимальное	2,8	18,1	18,7	8,9	489	514	457	790

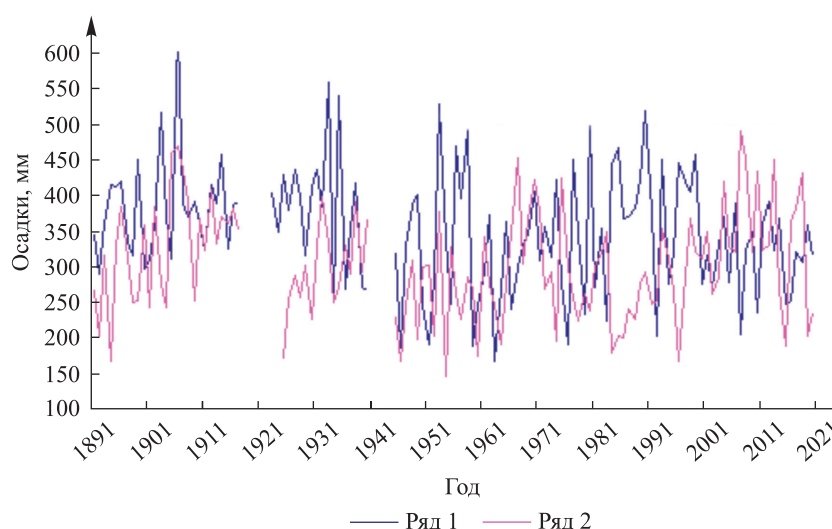


Рис. 3. Многолетний ход изменчивости количества осадков за месяцы безлиственного (октябрь – апрель, ряд 1) и вегетационного (май – сентябрь, ряд 2) периодов (по наблюдениям на метеостанции Василевичи)

Fig. 3. Multiyear course of variability in precipitation for months of the deciduous (October – April, row 1) and vegetative (May – September, row 2) periods (based on observations at the meteorological station Vasilevichi)

Годичные эпизоды предельного значения максимального радиального прироста сосны, указывающие на ее потенциал стволовой продуктивности, также календарно не совпадали: у 155-летних деревьев (6,3 мм) – 1903 г., у 120-летних (6,6 мм) – 1923 г., а у 105-летних (7,5 мм) – 1966 г. Сосна смогла проявить свой продукционный потенциал в нарастании стволовой массы в предельном значении на автоморфных кварцевых песках в климатических условиях Белорусского Полесья независимо от погодных условий.

При потеплении климата наиболее благоприятным для нарастания стволовой массы у сосны оказался 2004 г. с наибольшим количеством осадков (790 мм), обильным их выпадением в безлиственный период (419 мм) и относительно холодными месяцами вегетации (13,8 °С).

Учитывая неустойчивую связь радиального прироста с гидротермическими величинами [8] и широкий их диапазон, при котором реализуется максимальная стволовая продуктивность древостоя, невозможно объяснить угнетение сосны, приведшее к ее массовому усыханию, только ростом температуры



при потеплении климата после 1998 г. Ведущая роль в энергетическом обеспечении продукционного процесса принадлежит прямой солнечной радиации [12], поступление которой в Белорусском Полесье изменялось в значительных пределах (рис. 4).

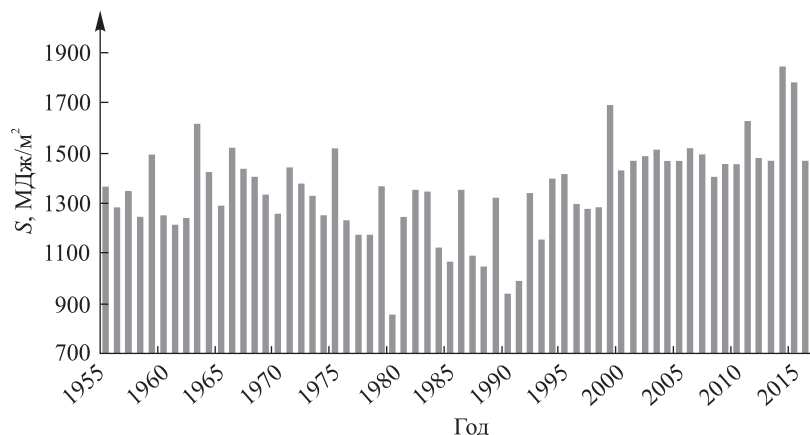


Рис. 4. Динамика поступления прямой солнечной радиации в Белорусском Полесье (по наблюдениям на метеостанции Василевичи)

Fig. 4. Dynamics of direct solar radiation in the Belarusian Polesje (based on observations at the meteorological station Vasilevichi)

Увеличение притока прямой солнечной радиации после 1998 г. на 319 МДж/м² (или 26 %) за вегетационные месяцы, по сравнению с уровнем предыдущих лет, было одновременным с потеплением климата. Ее интенсивность особенно возросла в 2014–2015 гг. при недоборе осадков (за эти годы их выпало 543 и 534 мм соответственно). Возникла последовательная цепь явлений, повлиявших на состояние и стволовую продуктивность сосны: поступление солнечной радиации → рост температуры воздушной среды и хвои → неполная обеспеченность транспирационным потоком эвапотранспирации из-за низкого положения грунтовых вод (глубже 2 м) и недобора осадков → лимитирующее действие прямой солнечной радиации на продукционный процесс нарастания стволовой массы как начальное звено этой цепи.

Хвоя сосны к августу приобрела бурую окраску в качестве индикатора солнечного ожога (по аналогии с весенним ожогом у светочувствительных хвойных). Ослабленный древостой стал легкой добычей верхушечного короеда. Появление нового лимитирующего фактора, такого как увеличение притока прямой солнечной радиации, стало причиной массового усыхания сосны в сложившихся в Белорусском Полесье после крупномасштабной осушительной мелиорации почвенно-гидрологических условиях на фоне изменяющегося климата.

Следует подчеркнуть, что усыхание древостоя сосняка мшистого охватило не только его насаждения I–II классов возраста на почвах (бывших «сырых песках») с кварцево-песчаным литологическим профилем и глубоким залеганием грунтовых вод (глубже 2 м) вследствие крупномасштабного осушения болот и заболоченных земель в сельскохозяйственных целях. Очаги короедов также возникли в сосняках мшистых, орляковых и кисличных с древостоями естественного происхождения, сократившимися после 2018 г. [13].

Прогноз долгосрочной динамики климата по данным дендрохронологических рядов в пределах лесной зоны принципиально невозможен [14]. Однако это не исключает изменений погодно-климатических условий для роста и развития лесных ценозов, особо чувствительных к ним после крупномасштабной осушительной мелиорации в Белорусском Полесье [15].

Заключение

Крупномасштабная осушительная мелиорация, в результате которой произошло снижение уровня приповерхностных грунтовых вод на сопредельных с освоенными болотами и заболоченными землями кварцево-песчаных территориях, обострила лимитирующее значение естественных экологических факторов (солнечной радиации, температуры и осадков) в их влиянии на состояние и продукционный потенциал сосны, вызвав массовое усыхание древостоя. Не исключены погодно-климатические аномалии в ближайшей и отдаленной перспективе, которые могут приводить к кризисным явлениям в лесоценозах, особенно в искусственно создаваемых на истощенных землях. Повторение кризисных ситуаций будет особенно чувствительно в лесных ландшафтах Белорусского Полесья, которые находятся в постоянном экологическом напряжении.



Библиографические ссылки

1. Лабоха КВ, Луферов АО, Карась АН. Современное состояние сосновых лесов Беларуси. *Труды БГТУ. Серия 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов*. 2020;1:28–38.
2. Багинский ВФ, Лапицкая ОВ. Ведение хозяйства в сосновых лесах Белорусского Полесья. *Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины*. 2016;3:16–20.
3. Резолюция Международной научно-практической конференции по вопросам деревообработки и антропогенного воздействия на лесные ресурсы. В: Саскевич ПА, Тибец ЮЛ, Миранков СВ, редакторы. *Материалы Международной научно-практической конференции по вопросам деревообработки и антропогенного воздействия на лесные ресурсы; 14–15 сентября 2017 г.; Могилев – Горки, Беларусь*. Горки: БГСХА; 2017. с. 8–15.
4. Сазонов АА, Звягинцев ВБ, Кухта ВН, Тупик ПВ. *Ведение лесного хозяйства в условиях короedного усыхания сосны. Практическое руководство № 1*. Минск: БГТУ; 2017. 11 с.
5. Киселев ВН. *Белорусское Полесье: экологические проблемы мелиоративного освоения*. Минск: Наука и техника; 1987. 151 с.
6. Киселев ВН, Матюшевская ЕВ. *Экология ели*. Минск: БГУ; 2004. 217 с.
7. Черныш АФ, Сергеенко ВТ, Цырибко ВБ. Сравнительная оценка агрофизических, микроморфологических свойств и минералогического состава, отражающих степень устойчивости дерново-подзолистых почв на лёссовидных и моренных суглинках к эрозионной деградации. *Почвоведение и агрохимия*. 2014;1:32–39.
8. Матюшевская ЕВ. *Факторы изменчивости радиального прироста деревьев*. Киселев ВН, редактор. Минск: БГУ; 2017. 231 с.
9. Douglass AE. A method of estimating rainfall by the growth of trees. *Bulletin of the American Geographical Society*. 1914; 46(5):321–335.
10. Ермоленко ВВ, Шкабаро ЛС. О некоторых вопросах охраны окружающей среды при мелиорации земель Белорусского Полесья. В: Стрелец БИ, редактор. *Мелиорация земель Полесья и охрана окружающей среды*. Киев: УкрНИИГиМ; 1978. с. 13–21.
11. Киселев ВН. Лесные ландшафты на кварцевых песках Белорусского Полесья. *Лесное и охотничье хозяйство*. 2009; 3:21–23.
12. Тимирязев КА. *Жизнь растения*. Москва: Сельхозгиз; 1936. 329 с.
13. Бабуль ДА, Сазонов АА, Кухта ВН, Уколова ЕА. Состояние сосновых насаждений и анализ встречаемости короedного усыхания в отдельных лесхозах Гомельского Полесья в 2017–2020 гг. *Труды БГТУ. Серия 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов*. 2021;2:112–120. DOI: 10.52065/2519-402X-2021-246-14-112-120.
14. Демаков ЮП. *Диагностика устойчивости лесных экосистем: методологические и методические аспекты*. Йошкар-Ола: МарГТУ; 2000. 416 с.
15. Матюшевская ЕВ. *Ель и сосна в экологически напряженных лесных ландшафтах Беларуси*. Киселев ВН, редактор. Минск: БГУ; 2021. 191 с.

References

1. Labokha KV, Lufarov OA, Karas' AN. Current state of the pine forests of Belarus. *Trudy BGTU. Seriya 1. Lesnoe khozyaistvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyаемых resursov*. 2020;1:28–38. Russian.
2. Baginsky VF, Lapitskaya OV. Management activities in the pine forests of the Belarusian Polesie. *Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny*. 2016;3:16–20. Russian.
3. [Resolution of the International scientific and practical conference on woodworking and anthropogenic impact on forest resources]. In: Saskevich PA, Tibets YuL, Mirankov SV, editors. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii po voprosam derevoobrabotki i antropogennogo vozdeistviya na lesnye resursy; 14–15 sentyabrya 2017 g.; Mogilev – Gorki, Belarus* [Materials of the International scientific and practical conference on woodworking and anthropogenic impact on forest resources; 2017 September 14–15; Mogilev – Gorki, Belarus]. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy; 2017. p. 8–15. Russian.
4. Sazonov AA, Zvyagintsev VB, Kukhta VN, Tupik PV. *Vedenie lesnogo khozyaistva v usloviyakh koroednogo usykhaniya sosny. Prakticheskoe rukovodstvo № 1* [Forestry under conditions of pine bark beetle drying. Practical guide No. 1]. Минск: Belarusian State Technological University; 2017. 11 p. Russian.
5. Kisialiou VN. *Belorusskoe Poles'e: ekologicheskie problemy meliorativnogo osvoeniya* [Belarusian Polesje: environmental problems of land reclamation]. Минск: Nauka i tekhnika; 1987. 151 p. Russian.
6. Kisialiou VN, Matsiusheuskaya KV. *Ekologiya eli* [Ecology of spruce]. Минск: Belarusian State University; 2004. 217 p. Russian.
7. Chernysh AF, Sergeenko VT, Tsyribko VB. Comparative assessment of agrophysical, micromorphological properties and mineralogical structure, reflecting the degree of resistance to erosion degradation of sod-podzolic soils on loesslike and moraine loams. *Pochvovedenie i agrokimiya*. 2014;1:32–39. Russian.
8. Matsiusheuskaya KV. *Faktory izmenchivosti radial'nogo prirosta derev'ev* [Factors of variability of radial growth of trees]. Kisialiou VN, editor. Минск: Belarusian State University; 2017. 231 p. Russian.
9. Douglass AE. A method of estimating rainfall by the growth of trees. *Bulletin of the American Geographical Society*. 1914; 46(5):321–335.
10. Ermolenko VV, Shkabaro LS. [On some issues of environmental protection during land reclamation of the Belarusian Polesje]. In: Strelets BI, editor. *Melioratsiya zemel' Poles'ya i okhrana okruzhayushchei sredy* [Land reclamation of Polesje and environmental protection]. Kyiv: Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation of Ukrainian Academy of Agrarian Sciences; 1978. p. 13–21. Russian.
11. Kisialiou VN. [Forest landscapes on the quartz sands of the Belarusian Polesje]. *Lesnoe i okhotnich'e khozyaistvo*. 2009;3: 21–23. Russian.
12. Timiryazev KA. *Zhizn' rasteniya* [Plant life]. Moscow: Sel'khozgiz; 1936. 329 p. Russian.



13. Babul' DA, Sazonov AA, Kukhta VN, Ukolova EA. State of pine stands and analysis of the incidence of pine drying in separate forestry enterprises of the Gomel Polesia in 2017–2020. *Trudy BGTU. Seriya 1. Lesnoe khozyaistvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyaemykh resursov*. 2021;2:112–120. Russian. DOI: 10.52065/2519-402X-2021-246-14-112-120.

14. Demakov YuP. *Diagnostika ustoichivosti lesnykh ekosistem: metodologicheskie i metodicheskie aspekty* [Diagnostics of the stability of forest ecosystems: methodological and methodological aspects]. Yoshkar-Ola: Mariiskii Gosudarstvennyi Tekhnicheskii Universitet; 2000. 416 p. Russian.

15. Matsiusheuskaya KV. *El' i sosna v ekologicheski napryazhennykh lesnykh landshaftakh Belarusi* [Spruce and pine in ecologically stressed forest landscapes of Belarus]. Kisialiou VN, editor. Minsk: Belarusian State University; 2021. 191 p. Russian.

Получена 25.05.2021 / исправлена 28.05.2021 / принята 01.10.2021.
Received 25.05.2021 / revised 28.05.2021 / accepted 01.10.2021.