

УДК [911.2 : 551.58] : [630 : 502.1]

ФАКТОРЫ УГНЕТЕНИЯ СОСНЫ НА ПОЛУГИДРОМОРФНОМ ЭДАФОТОПЕ ПОСЛЕ ОСУШИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ

Е. В. Матюшевская,
кандидат географических наук, заведующий кафедрой физической географии мира и образовательных технологий БГУ;

В. Н. Киселев,
доктор географических наук, профессор Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка;

А. Е. Яротов,
кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии мира и образовательных технологий БГУ;

В. А. Хвиневич,
аспирант кафедры физической географии мира и образовательных технологий БГУ

Поступила в редакцию 10.01.20.

В статье представлены результаты исследования причин угнетения сосны в полугидроморфных условиях произрастания в Белорусском Полесье. В качестве индикатора привлечен минимальный радиальный прирост древостоя. Рассмотрены варианты строения корневой системы сосны при разных уровнях грунтовых вод. Выявлено, что состояние и стволовая продуктивность сосны после завершения осушительной мелиорации в изменяющихся климатических условиях определяются результативностью снижения питающих грунтовых вод.

Ключевые слова: Белорусское Полесье, сосна, климат, мелиорация, радиальный прирост.

The article presents the results of the researching the reasons of oppression of pine in half-hydromorphic conditions of growing in Belarusian Polesye. As an indicator the minimal radial increase of forest stand is used. Variants of the structure of root system of pine on different levels of ground waters are considered. It is revealed that the state and trunk productivity of pine after the completion of drainage melioration in the changing climatic conditions are defined by effectiveness of decreasing of the feeding ground waters.

Keywords: Belarusian Polesye, pine, climate, melioration, radial increase.

Введение. Лесные ландшафты Белорусского Полесья являются неотъемлемым компонентом этого своеобразного по природным условиям региона с более чем двухвековой историей мелиоративного освоения болот и заболоченных земель. Крупномасштабная мелиорация породила необходимость выяснения условий роста и развития лесных экосистем при измененном уровненом режиме

UDC [911.2 : 551.58] : [630 : 502.1]

FACTORS OF OPPRESSION OF PINE IN HALF-HYDROMORPIC EDAPHOTOPE AFTER THE DRAINAGE MELIORATION IN BELARUSIAN POLESYE

K. Matsiusheuskaya,
PhD in Geography, Head of the Department of Physical Geography of the World and Educational Technologies, BSU;

V. Kisialiou,
Doctor of Geography, Professor, Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank;

A. Jarotau,
PhD in Geography, Associate Professor of the Department of Physical Geography of the World and Educational Technologies, BSU;

V. Khvinevich,
Postgraduate Student of the Department of Physical Geography of the World and Educational Technologies, BSU

Received on 10.01.20.

грунтовых вод, обеспечивающих увлажненность песчаных почв, от которой зависит состояние и первичная продуктивность древостоя. В этой проблеме особая роль принадлежит доминирующей в регионе формации сосны (*Pinus sylvestris* L.).

Сосновые ценозы занимают кварцево-песчаные эдафотопы, различающиеся по гидрометрическим уровням: автоморфные

(с глубоким залеганием грунтовых вод, не вызывающих переувлажнение почвы), полугидроморфные (с нахождением майского уровня грунтовых вод в полуметре от поверхности почвы, приводящих к ее периодическому переувлажнению – заболоченности) и гидроморфные с постоянным нахождением вод у поверхности или выше – торфяно-болотные почвы.

Цель исследования заключалась в выяснении причин угнетения важнейшей лесообразующей породы на Белорусском Полесье – сосны при измененном уровне грунтовых вод после водно-земельной мелиорации. Доминирующим ценозом является сосняк черничный, имеющий огромное экологическое и экономическое значение. В регионе он занимает полугидроморфный иллювиально-гумусово-железистый подзол на кварцевых песках с майским уровнем грунтовых вод 0,3–0,5 м до осушительной мелиорации сопредельных болот и заболоченных земель и потому наиболее чувствительным к их понижению.

Для выявления причин угнетения и ресурсного потенциала в нарастании стволовой массы сосняка черничного привлечены 75 образцов (кернов) древесины, отобранных возрастным буровом на высоте 1,3 м у деревьев на песчаных междуречьях канализированных рек Ипы, Виши, Тремли и Нератовки (Октябрьский и Светлогорский лесхозы) с удалением от них до 1,0 км и объединенных в разновозрастные серии. Из них: в возрасте 65 лет – 12 образцов (диаметр 34–40 см), 75 лет – 16 (34–40 см), 95 лет – 10 (20–28 см), 115 лет – 20 (40–52 см) и 145 лет – 17 (56–72 см). При отборе взаимное влияние деревьев исключалось. Мелиоративные работы в слабо выраженных долинах названных малых рек завершены в 1952 г., повторная реконструкция осушительных систем осуществлена в 1960-е гг. Майский уровень грунтовых вод (по замерам в 2010 и 2018 гг.) в сериях 95 и 115 лет – 2,1 м, 145 лет – 1,6 м, 65 и 75 лет – 0,6 м (соседство верхового болота в 200 м в овальном понижении диаметром 0,9 км). Климатические условия роста и развития насаждения определены с использованием данных ближайшей длиннорядной станции Василевичи. Метеовеличины рассчитаны для гидрологического года (начало 1 октября), октября – апреля (осенне-зимне-ранневесеннее пополнение грунтовых вод, в лесоведении – безлиственный период), мая – июня (активный рост древесных растений) и мая – сентября (месяцы вегетационного периода).

Для выяснения причин угнетения сосны и экологических обобщений использован факти-

ческий (в мм) минимальный радиальный прирост всех определенных возрастных серий.

Обсуждение результатов. Хорологически сосняки черничные распространены в проточно-болотно-подзолистом и олиготрофно-подзолистом ландшафтно-мелиоративных комплексах [1]. Характерной особенностью их экотопа является присутствие пойм малых рек и проточных ложбин (в первом из названных комплексов) и блюдцеобразных микро- и мезопонижений, занятых верховыми и переходными болотами (во втором).

Эдафотопом служит подзол на кварцевых песках с иллювиально-гумусово-железистым горизонтом (иллювиально-гумусово-железистый подзол) разной степени выраженности в зависимости от присутствия проточных долин малых рек или замкнутых понижений и подзолисто-заболоченные почвы (глеевые и глееватые разности в соответствии с глубиной залегания грунтовых вод). Первопричина образования этого эдафотопа заключена в близком от поверхности залегании грунтовых вод, обогащенных железом в результате горизонтальной миграции железосодержащих растворов от Черноморско-Балтийского водораздела к базису подземного стока в низовьях Припяти [2].

В бессточных условиях влияние ожелезненных приповерхностных грунтовых вод на почвообразовательный процесс усиливается, вследствие чего не только возрастает образование железистого конкреционного комплекса (вплоть до рудякового горизонта), но и элювирование песчаной гидроморфной почвы. Генетически это проявляется в образовании мощных подзолистых и иллювиально-гумусово-железистых горизонтов. Изучение корневой системы сосны в этих своеобразных условиях проводилось только во второй половине 1970-х гг. в связи с оценкой влияния осушительной мелиорации на лесные ценозы [3].

Морфологически генетический профиль таких почв начинается с темно-серого до черного с белесой кремнеземистой присыпкой рыхлого гумусово-эллювиального горизонта A_1A_2 мощностью до 20–24 см под отмершей иглицей и дерниной A_0 (6–12 см). Ниже следует белесый до белого эллювиальный (подзолистый) рыхлый горизонт A_2 мощностью до 30 см, резко сменяемый очень плотным вишневым до ржаво-бурого иллювиально-гумусово-железистым слоем B_n (такой же толщины и более) над иллювиальным с сизоватыми и охристыми пятнами рыхлым горизонтом B_g и оглееными (сизоватыми или сизыми) песками C_g (рисунок 1 а).

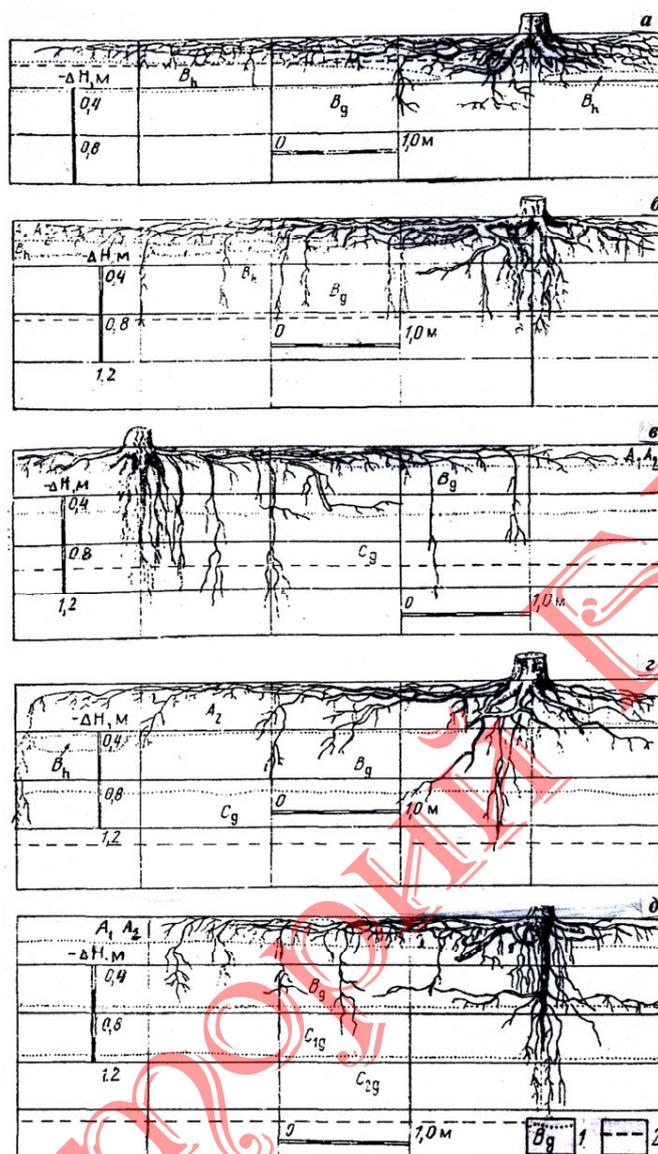


Рисунок 1 – Структура корневой системы деревьев в сосняке черничном при разной глубине грунтовых вод (1 – почвенные горизонты, 2 – уровень грунтовых вод) [2]

Основная масса проводящих горизонтальных и физиологически активных корней сосны сосредоточена в верхнем гумусово-элювиальном горизонте и незначительно в элювиальном. Ниже корни наталкиваются на непроницаемый для них иллювиально-гумусово-железистый горизонт и оказываются оторванными от водоносного слоя, который после осушительной мелиорации может оказаться на глубине 1,3–2,0 м. Проникновение проводящих корней происходит только в местах разрушения этого горизонта [4].

У сосняков черничных в таких возникших гидрогеологических условиях эдафотоп наблюдается усыхание отдельных деревьев, а также крушины ломкой, багульника и черники. Снижается жизнеспособность естественного возобновления осины и березы пушистой, которые формируют подлесочный

ярус. Нежизнеспособным становится подрост сосны обыкновенной [4].

В подзолисто-заболоченных почвах без плотного иллювиально-гумусово-железистого горизонта вертикальные проводящие корни сосны после понижения грунтовых вод проникают через рыхлый светло-буроватый с охристыми пятнами иллювиальный горизонт B_g до материнских оглееных песков C_g и могут быть ниже их уровня, то есть оказываются в самой воде или в зоне ее капиллярного поднятия, в которой разветвляются физиологически активные окончания (рисунок 1 б–д).

Фрагментарное положение иллювиально-гумусово-железистого горизонта непосредственно под корневой системой (рисунок 1 б) или у границы площади питания (рисунок 1 а) не препятствует развитию корневой системы при снижении грунтовых вод. Од-

ним из вариантов развития корневой системы сосны при понижении грунтовых вод является ее горизонтальное ветвление с образованием вторичного яруса над оглееными песками, не исключая ее проникновения в эти пески (рисунок 1 д).

Развитие корневой системы деревьев в сосняках черничных при изменившихся условиях водного питания эдафотопы свидетельствует о ее высокой чувствительности к флуктуациям водных условий среды и больших адаптационных возможностях. Выявленные варианты строения корневой системы сосны в полугидроморфном эдафотопе указывают также на ее уязвимость не только при снижении, но и при повышении уровня грунтовых вод по естественным (обильные осадки и др.) и антропогенным причинам (гидротехническое и автодорожное строительство, старение осушительной сети). В этом случае усыхание древостоя в результате подтопления корневой системы – неизбежное последствие. Сосна может переносить подтопление не более чем на один месяц [5].

Лесные ландшафты Белорусского Полесья существуют в свойственной этому региону южной полосе зональных климатических условий лесной зоны умеренного климатического пояса. Современная динамика климата может отразиться на их состоянии, в частности исследуемого сосняка черничного в полугидроморфных условиях увлажнения, изменение которого возможно не только водно-земельной мелиорацией, но и атмосферными процессами.

Согласно типизации форм атмосферной циркуляции Б. Л. Дзердзеевского с 1899 г. над Северным полушарием сменились три циркуляционные эпохи: две меридиональные (с 1899 по 1915 г. и с 1957 г. по настоящее время) и одна зональная (1916–1956 гг.) [6]. Внутри меридиональной южной циркуляционной эпохи (с 1957 г. по настоящее время) выделяются следующие циркуляционные периоды [7]:

- 1957–1969 гг. – повышенная продолжительность меридиональной северной циркуляции;
- 1970–1980 гг. – рост продолжительности зональной циркуляции;
- 1981–1997 гг. – быстрый рост меридиональной южной циркуляции;
- 1998–2012 гг. – уменьшение продолжительности меридиональной южной циркуляции и рост меридиональной северной.

Климатические условия циркуляционных эпох и периодов в последней из них характеризуются на Белорусском Полесье следующими метеорологическими величинами (таблица 1). До 1981 г. рост и развитие исследованного насаждения проходило в относительно холодных безлиственных месяцах – средняя температура изменялась от $-0,5$ до $-0,1$ °С при сравнительно однородных по температурному режиму вегетационных месяцев ($15,3$ – $15,9$ °С) и года в целом ($6,2$ – $6,5$ °С). Последовавший быстрый рост меридиональной южной циркуляции привел к заметному потеплению безлиственного периода и года без заметного изменения в осадках.

Таблица 1 – Средние метеорологические величины циркуляционных эпох и периодов в них (по наблюдениям на метеостанции Василевичи)

Годы	Месяцы							Год	
	X–IV	V–VI	V–IX	Год	X–IV	V–VI	V–IX		Год
	t °С				Осадки, мм				
1899–1915	-0,2	15,3	15,3	6,4	348	151	392	740	
1916–1956	-0,6	15,1	15,7	6,2	285	154	361	646	
1957–1969	-0,5	15,6	15,9	6,4	289	124	308	597	
1970–1980	-0,1	15,3	15,6	6,5	297	139	345	642	
1981–1997	0,4	15,6	15,9	6,9	263	145	371	634	
1998–2018	1,5	16,1	16,7	7,9	352	133	323	667	

После 1998 г. при росте северной меридиональной циркуляции приток прямой солнечной радиации в экосистемы лесов Полесья за месяцы вегетационного периода увеличился на 319 МДж / m^2 (или $25,7$ %) по сравнению с предыдущими 1977–1998 гг. (1276 МДж / m^2) [8]. Сухой арктический воздух, поступая на континенты, летом быстро прогревается при ясном небе, удаляясь от состояния насыщения. Устанавливается жаркая сухая погода с холодными ночами [7]. Увлажненность Полесья значительно увеличилась в 1998–2018 гг. – за год до 667 мм (самый высокий показатель после 1915 г. и особенно за октябрь – апрель (352 мм, что на 89 мм больше, чем в предшествующие годы). Однако возник недобор осадков за месяцы вегетационного периода (на 48 мм).

В многолетней погодичной изменчивости минимального индивидуального радиально-го прироста деревьев серий 145, 115 и 95 лет,

оказавшихся на территории с наиболее глубоким понижением грунтовых вод, отражены особенности его динамики до и после осушительной мелиорации при разных климатических условиях (рисунок 2). Для сравнения

привлечены дендрошкалы возрастных групп 75 и 65 лет при наименьшем снижении вод, одновременно развивающиеся с ними только после 1955 г.

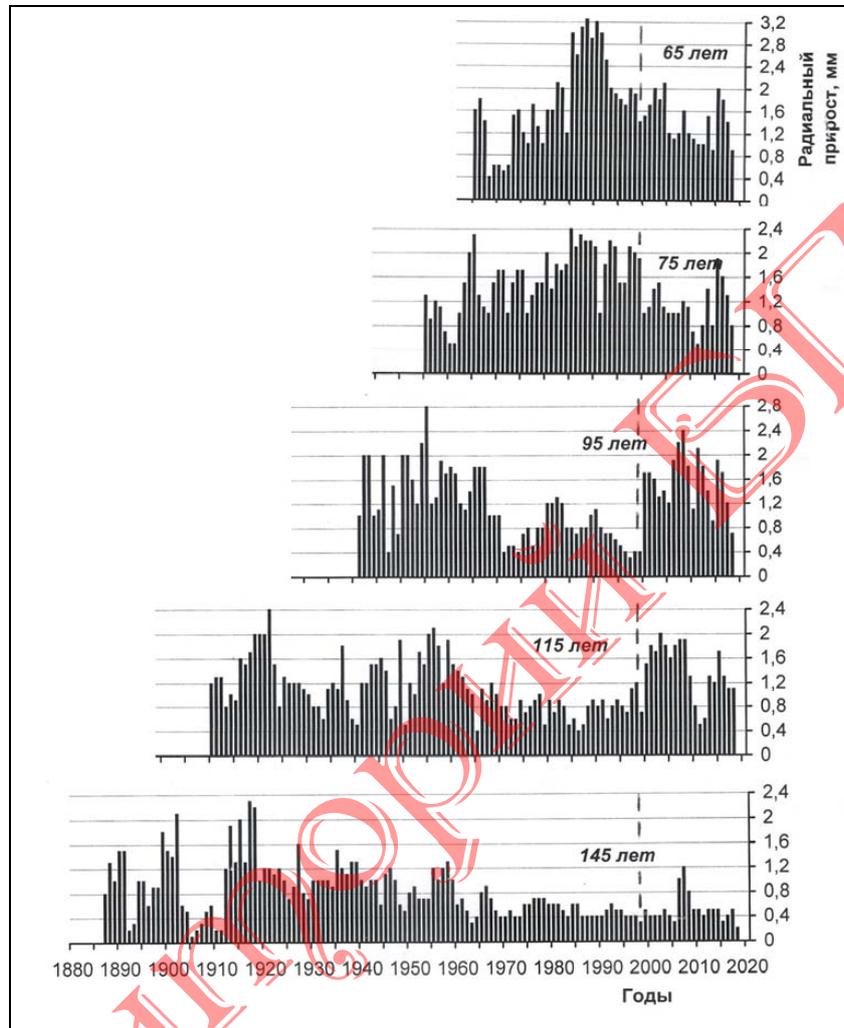


Рисунок 2 – Многолетний погодичный ход изменчивости минимального радиального прироста возрастных серий деревьев сосняка черничного до и после осушительной мелиорации в Белорусском Полесье. Вертикальной штриховой линией показан 1998 г.

Как показывает многолетний ход изменчивости минимального радиального прироста старейшей возрастной серии (145 лет), наиболее неблагоприятные условия для сосны в исследуемом ценозе были при первой из перечисленных циркуляционных меридиональных эпох, определивших наибольшую увлажненность региона (см. таблицу 1). Предельное угнетение древостоя в 1906–1912 гг. с низким приростом до 0,1 мм началось в самом сыром 1906 г. с рекордным выпадением осадков (1097 мм, из них в месяцы безлиственного периода 468 мм и вегетационного 629 мм), приведших к затоплению обширных низменных территорий.

При всех циркуляционных эпохах с разными климатическими условиями отсутствовала синхронность в погодичном угнетении древостоя – минимальный радиальный прирост у 145-, 115- и 95-летних серий был строго индивидуален и календарно не совпадал: коэффициент корреляции оказался статистически недостоверным для этих возрастов ($0,06 < r < 0,20$). Только 75- и 65-летние поколения продемонстрировали синхронность в изменчивости минимального радиального прироста со значимой статистической связью после 1970 г. ($r = 0,56$).

Наибольшее угнетение минимального прироста у сосен старших возрастов (145,

115 и 95 лет) в погодичной изменчивости после осушительной мелиорации наступало в разные годы. Наиболее контрастно выраженным оно оказалось у 95-летнего поколения в 1970 г. Следует указать, что до этого года у всех серий отмечено только несколько эпизодов минимального индивидуально радиального прироста, за которыми не последовало постоянное его угнетение до 1998 г. Именно во временном отрезке от 1970 г. до 1998 г. средний погодичный минимальный радиальный прирост деревьев этих серий опустился до предельно низких значений (0,5–0,8 мм) в уже указанных погодно-климатических условиях после осушительной мелиорации по сравнению с предшествовавшими годами (0,8–1,5 мм) (таблица 2).

Таблица 2 – Средний погодичный минимальный радиальный прирост деревьев сосняка черничного после 1943 г.

Годы	Возраст, лет				
	145	115	95	75	65
	Средний минимальный прирост, мм				
1943–1970	0,8	1,3	1,5	1,2	1,1
1970–1998	0,5	0,8	0,8	1,7	1,9
1999–2018	0,5	1,4	1,5	1,2	1,4

У 75- и 65-летнего поколений он, наоборот, увеличился до 1,7–1,9 мм и имел большее значение как до (1,1–1,2 мм), так и после (1,2–1,4 мм) этих лет. В данном случае неглубокое залегание грунтовых вод (0,6 м) явилось оптимальным по сравнению с понизившимися до 1,6–2,1 м в результате осушительной мелиорации у более возрастных насаждений для реализации сосной потенциала стволовой продуктивности, оказавшейся под воздействием естественных (климатических) и антропогенного (осушительная мелиорация) факторов.

Альтернативность в динамике годичного сериального минимального радиального прироста в возникших условиях грунтового водного питания сохранилась при увеличении осадков при потеплении климата после 1998 г. с увеличением осадков за безлиственный период на 89 мм. У 115- и 95-летнего поколений он увеличился до значений 1943–1970-х гг. (1,4–1,5 мм), оставаясь неизменным у 145-летних деревьев (0,5 мм). Угнетенность возникла у средневозрастных 75- и 65-летних деревьев (1,2–1,4 мм) как следствие подтопления корневой системы в результате пополнения грунтовых вод в позднеосенне-зимне-ранневесенние месяцы.

Во всех случаях депрессия минимального индивидуального радиального прироста у деревьев сосняка черничного на полугидроморфном эдафотопе в исследованных возрастных сериях не достигала предельно низкого значения, как у сосняка мшистого на автоморфной почве (0,3 мм) [8], указывая на меньшую его подверженность снижению грунтовых вод в результате осушительной мелиорации. При этом не исключается его реакция (отрицательная или положительная) на этот антропогенный фактор в изменяющихся климатических условиях в соответствии с результативностью снижения питающих грунтовых вод. В изменчивости радиального прироста сосны при измененных водных условиях питания отсутствует четко выраженная цикличность, свойственная ее насаждениям при естественном режиме грунтовых вод [9].

Заключение. Привлечение минимального радиального прироста древостоя оказалось надежным индикатором причин угнетения сосны в полугидроморфных условиях произрастания. Эдафотопом сосняка черничного в этих условиях увлажнения служит иллювиально-гумусово-железистый подзол на кварцевых песках с майским уровнем грунтовых вод в 0,35–0,5 м до осушительной мелиорации сопредельных болот и заболоченных земель. Корневая система сосны продемонстрировала свою адаптивность к изменяющемуся уровню питающих грунтовых вод. Состояние и стволовая продуктивность сосны после завершения осушительной мелиорации при различных климатических условиях определяются возникшими гидрогеологическими условиями. Угнетение радиального прироста во второй половине XX в. вызвано снижением грунтовых вод до глубины 1,6–2,1 м в результате осушительной мелиорации и уменьшения атмосферных осадков. Для максимального нарастания стволовой массы оптимальным является майский уровень грунтовых вод – 0,6 м. Увеличение увлажненности Полесья при потеплении климата после 1998 г. положительно отразилось только на состоянии древостоя с глубоким залеганием грунтовых вод (1,6–2,1 м), увеличив его минимальный радиальный прирост до значений, существовавших до осушительной мелиорации. Таким образом, реакция (отрицательная или положительная) сосняка черничного на изменяющиеся климатические условия определяется результативностью снижения питающих грунтовых вод в результате осушительной мелиорации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев, В. Н. Белорусское Полесье: экологические проблемы мелиоративного освоения / В. Н. Киселев. – Минск : Наука и техника, 1987. – 151 с.
2. Лавров, А. П. Гидрохимические особенности подземного стока в южных частях Беларуси / А. П. Лавров // Геология и гидрогеология Припятского прогиба. – Минск : Наука и техника, 1963. – С. 160–170.
3. Хвойные леса Беларуси в современных климатических условиях (дендроклиматический анализ) / В. Н. Киселев [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2010. – 202 с.
4. Киселев, В. Н. Ландшафтно-экологические исследования Белорусского Полесья / В. Н. Киселев, К. Д. Чубанов. – Минск : Наука и техника, 1979. – 104 с.
5. Бойко, А. В. Бягучы прыраст лясных цэнозаў на прылягаючых да асушанага балота мінеральных землях Палесся / А. А. Бойко, Л. П. Смоляк // Весці АН БССР, сeryя біял. навук. – 1971. – № 3. – С. 37–42.6.
6. Дзердзеевский, Б. Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере северного полушария в XX столетии / Б. Л. Дзердзеевский // Материалы метеорологических исследований, изд. ИГ АН СССР и Междувед. Геофиз. Комитета при Президиуме АН СССР. – М., 1968. – 240 с.
7. Кононова, Н. К. Особенности циркуляции атмосферы северного полушария в конце XX – начале XXI века и их отражение в климате / Н. К. Кононова [Электронный ресурс]. – Институт географии РАН, Москва. Режим доступа : www.atmospheric-circulation.ru. – Дата доступа : 15.02.2018 г.
8. Продукционный потенциал сосны для нарастания стволовой массы на автоморфных песчаных почвах Белорусского Полесья / Е. В. Матюшевская [и др.] // Экология. – 2017. – № 1. – С. 57 – 65.
9. Циклическая изменчивость радиального прироста сосны при естественном режиме грунтовых вод в Белорусском Полесье / В. Н. Киселев [и др.] // Весці БДПУ. Сeryя 3. – 2012. – № 3 – С. 23–29.

REFERENCES

1. Kiselev, V. N. Belorusskoe Poles'e: ekologicheskie problemy meliorativnogo osvoeniya / V. N. Kiselev. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1987. – 151 s.
2. Lavrov, A. P. Gidrohimiicheskie osobennosti podzemnogo stoka v yuzhnyh chastyah Belarusi / A. P. Lavrov // Geologiya i gidrogeologiya Pripyatskogo progiba. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1963. – S. 160–170.
3. Hvojnye lesa Belarusi v sovremennyh klimaticheskikh usloviyah (dendroklimaticheskij analiz) / V. N. Kiselev [i dr.]. – Minsk : Pravo i ekonomika, 2010. – 202 s.
4. Kiselev, V. N. Landshaftno-ekologicheskie issledovaniya Belorusskogo Poles'ya / V. N. Kiselev, K. D. Chubananov. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1979. – 104 s.
5. Bojko, A. V. Byaguchy pry rast l'iasnyh cenozay na prylyagayuchykh da asushanaga balota mineral'nyh zemlyah Palessya / A. A. Bojko, L. P. Smolyak // Vesci AN BSSR, seryya biyal. navuk. – 1971. – № 3. – S. 37–42.
6. Dzerdzeevskij, B. L. Cirkulyacionnye mekhanizmy v atmosfere severnogo polushariya v HH stoletii / B. L. Dzerdzeevskij // Materialy meteorologicheskikh issledovanij, izd. IG AN SSSR i Mezhdved. Geofiz. Komiteta pri Prezidiume AN SSSR. – M., 1968. – 240 s.
7. Kononova, N. K. Osobennosti cirkulyacii atmosfery severnogo polushariya v konce HH – nachale XXI veka i ih otrazhenie v klimate / N. K. Kononova [Elektronnyj resurs]. – Institut geografii RAN, Moskva. Rezhim dostupa : www.atmospheric-circulation.ru. – Data dostupa : 15.02.2018 g.
8. Produkcionnyj potencial sosny dlya narastaniya stvolovoj massy na avtomorfnyh peschanyh pochvah Belorusskogo Poles'ya / E. V. Matyushevskaya [i dr.] // Ekologiya. – 2017. – № 1. – S. 57 – 65.
9. Ciklicheskaya izmenchivost' radial'nogo prirosta sosny pri estestvennom rezhime gruntovyh vod v Belorusskom Poles'e / V. N. Kiselev [i dr.] // Vesci BDPU. Seryya 3 – 2012. – № 3. – S. 23–29.