

УДК 630\*187

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.3.17

## МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗАБОЛАЧИВАЮЩИХСЯ СОСНЯКОВ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА

*А.К. Мухин, науч. сотр.; ResearcherID: G-8006-2019, ORCID: 0000-0002-5269-1566*

Дарвинский государственный природный биосферный заповедник, д. 44, дер. Борок, Череповецкий р-н, Вологодская обл., Россия, 162723; e-mail: akm.ru@yandex.ru

Изложены результаты изучения многолетней динамики лесов Дарвинского государственного природного биосферного заповедника, оказавшихся вследствие влияния Рыбинского водохранилища в измененных условиях природной среды. Многолетнее влияние водохранилища существенно изменило экологию прибрежных территорий, что вызвало необходимость изучения состояния прибрежных лесов. Исследования их динамики строились на принципах динамической типологии, проверенной И.С. Мелеховым при изучении ранних этапов жизни антропогенных лесов. Полученные нами данные для спелых и перестойных лесов вносят существенные изменения в понятие устойчивости типа леса в стадии спелого древостоя или сформировавшегося типа леса. Изучаемые леса не сохраняют свою однотипность даже на протяжении одного поколения. Объектом настоящего исследования стал тип леса сосняк ягодно-зеленомошный заболачивающийся, произрастающий в зоне косвенного влияния водохранилища. В целях изучения направления и скорости процессов роста и развития проведены подробное описание и анализ разных компонентов изучаемого типа леса. Основное внимание уделялось изменениям живого напочвенного покрова, как индикатора почвенно-гидрологических условий, древостоя, подроста и подлеска. На основании анализа данных, полученных за 70-летний период, по динамике разных компонентов сосняка ягодно-зеленомошного заболачивающегося на начальной стадии сделаны выводы о направлении и скорости изменений в почвах, их гидрологическом режиме, в фитоценозе. С позиций динамической типологии изучаемый тип леса необходимо рассматривать как этап относительно ускоренного формирования нового типа леса сосняка-черничника зеленомошно-сфагнового на средней стадии заболачивания с четко выраженной тенденцией смены сосны елью в новом поколении. Данные выводы подтверждают положение динамической типологии И.С. Мелехова и имеют важное значение как для лесной науки и практики, так и при проведении мониторинговых исследований в заповеднике.

**Для цитирования:** Мухин А.К. Многолетняя динамика заболачивающихся сосняков в условиях влияния водохранилища // Лесн. журн. 2019. № 3. С. 17–31. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.3.17

**Ключевые слова:** влияние водохранилища, динамическая типология леса, тип-этап, заболачивание леса, сосняк.

### *Введение*

Растительность Дарвинского заповедника, расположенного в северо-западной части Рыбинского водохранилища, характеризуется преобладанием заболоченных сфагновых сосняков и верховых болот. На долю суходольных лесов, в основном зеленомошных сосняков, приходится менее 20 % покрытой лесом площади.

Заболачивание зеленомошных типов лесов в изучаемом районе – это многовековой естественный процесс, зависящий от природно-климатических условий. До создания водохранилища скорость заболачивания лесов была незначительной и составляла около 1 % территории за 100 лет [2]. После сооружения водохранилища, проектный уровень которого (102,0 м (абс.)) был

достигнут в 1947 г., скорость наступления сфагновых болот на суходолы ускорилась как минимум на порядок.

Зеленомошные типы сосновых лесов растут по высоким берегам водохранилища, полого опускающимся к болоту, и на нешироких вытянутых участках – «гривах», высотная отметка которых на 0,5...1,0 м выше болот, последние в изучаемом районе являются водораздельной территорией. На процесс заболачивания зеленомошных типов лесов, граничащих с болотом, водохранилище оказывает опосредованное влияние через подпор естественных водотоков, по которым происходит сток избыточной влаги с болот. В периоды снеготаяния и обильных затяжных дождей пониженные участки между гривой и болотом испытывают значительное переувлажнение, в периоды высокого уровня водохранилища водотоки подпираются и не функционируют, вода в них не движется и длительное время стоит на поверхности в понижениях микрорельефа. Это вызывает подъем грунтовых вод и подтопление корневой системы деревьев, что активизирует весь комплекс процессов, связанных с заболачиванием почв, и как реакция на это в напочвенном покрове происходят существенные изменения. Как показывают ранее проведенные исследования, заболачивание зеленомошных типов лесов происходит очень быстро. Так, за короткие для жизни леса периоды (10–20 лет) в живом напочвенном покрове происходят очевидные изменения, выраженные вытеснением зеленых мхов сфагнумами [6–8].

Заболачивающиеся сосновые леса характеризуются разной степенью заболачивания зеленомошных типов леса. Физиономическим отличием группы заболачивающихся сосняков от зеленомошных является наличие в моховом покрове сфагнума, который служит надежным индикатором процесса. На начальной стадии заболачивания доля сфагнума в напочвенном покрове составляет до 30 %, на глубокой – до 90 %.

Среди заболачивающихся сосняков выделены типы, в напочвенном покрове которых отмечено обилие кукушкина льна. Однако такие леса в заповеднике встречаются редко, что объясняется преобладанием кислых пылеватопесчаных почв в этом районе.

Выводы, сделанные на основе многолетних исследований динамики лесов, произрастающих в условиях влияния водохранилища, важны как для прогноза последствий антропогенных воздействий и моделирования климатических изменений, так и для устойчивого лесопользования [12–15]. Это в полной мере соотносится с изучением закономерностей динамики лесов Дарвинского заповедника.

Цель исследования – изучение влияния водохранилища на фактические таксационные показатели древостоев, произрастающих в измененных условиях природной среды.

#### *Объекты и методы исследования*

Исследование проводилось на постоянной пробной площади (ППП) 22, заложенной и описанной в 1947 г. в сосняке ягодно-зеленомошном заболачивающемся. Стационар площадью 0,5 га расположен на пологом склоне невысокой (до 103,0 м (абс.)) гривы среди заболоченных сфагновых сосняков и удален от водохранилища на 0,5 км, находясь в зоне его косвенного влияния [1]. Почва описана в год заложения ППП и названа торфянисто-подзолисто-глеевой.

В связи с избыточной влажностью соседних участков (переходное и верховое болото), особенно в период обильных дождей, участок гривы испытывает переувлажнение. Однако особенности рельефа, выраженные соседством с долиной ручья и старой дренажной канавой, способствуют незначительному снижению переувлажнения ППП.

Необходимо отметить, что летом 1947 г. в районе расположения ППП произошел низовой пожар, который затронул значительную часть площади пробы. Поэтому были выделены два участка: без пирогенного воздействия (40 %) и пройденный низовым пожаром (60 %).

В период с 1947 по 2017 г. проводилось 8 пересчетов древостоя с интервалом 10–15 лет. По материалам пересчетов рассчитывались таксационные показатели древостоя согласно общепринятой методике. Далее полученные фактические таксационные показатели, характеризующие конкретный древостой, приводились к стандартной полноте (1,0) и сравнивались с аналогичными показателями из стандартных таблиц хода роста для соответствующего возраста и класса бонитета [9].

Для оценки роли водохранилища в изменении фактических таксационных показателей древостоя проводился расчет показателя комплекса факторов, связанных с влиянием водохранилища, по методике [6].

Описание нижних ярусов фитоценоза выполнено с использованием общепринятых методик [11]. При изучении напочвенного покрова определялся видовой состав, а также оценивались обилие видов по 6-балльной системе, соответствующей шкале Друде, и проективное покрытие фоновыми видами травяно-кустарничкового и мохового ярусов.

В названиях типов-этапов включались виды напочвенного покрова, имевшие проективное покрытие не менее 5 %, с указанием стадии заболоченности по степени проективного покрытия сфагновыми мхами в соответствии с принятой градацией: I стадия – от 5 до 30 %; II – до 50 %; III – до 70 %; IV – до 100 % [6]. Эта же градация применялась и в случае присутствия кукушкина льна в моховом покрове.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Основной причиной происходящих изменений в изучаемых лесах является изменение гидрологического режима почв. Водоохранилище вызывает подъем уровня грунтовых вод (УГВ), и в этом исследователи едины. Однако их мнения расходятся при оценке расстояния от водохранилища, на которое данное явление распространяется [2].

Нами это вопрос изучен в ходе анализа многолетних данных по гидрологическому колодцу № 38, расположенному на ППП. Анализ проводился по трем годам, которые различаются гидрологическими и метеорологическими характеристиками:

1996 г. – самый низкий уровень водохранилища условно принят в качестве эталонного, имитирующего условия до создания водохранилища (за вегетационный период выпало 401 мм осадков (Н), средний за тот же период уровень водохранилища (УВ) составил 99,5 м (абс.));

2005 г. – засушливый (Н = 276 мм, УВ = 101,1 м (абс.));

2017 г. – влажный (Н = 414 мм, УВ = 101,8 м (абс.)).

Связь УГВ с УВ и количеством осадков во влажный и эталонный годы иллюстрирует рис. 1.

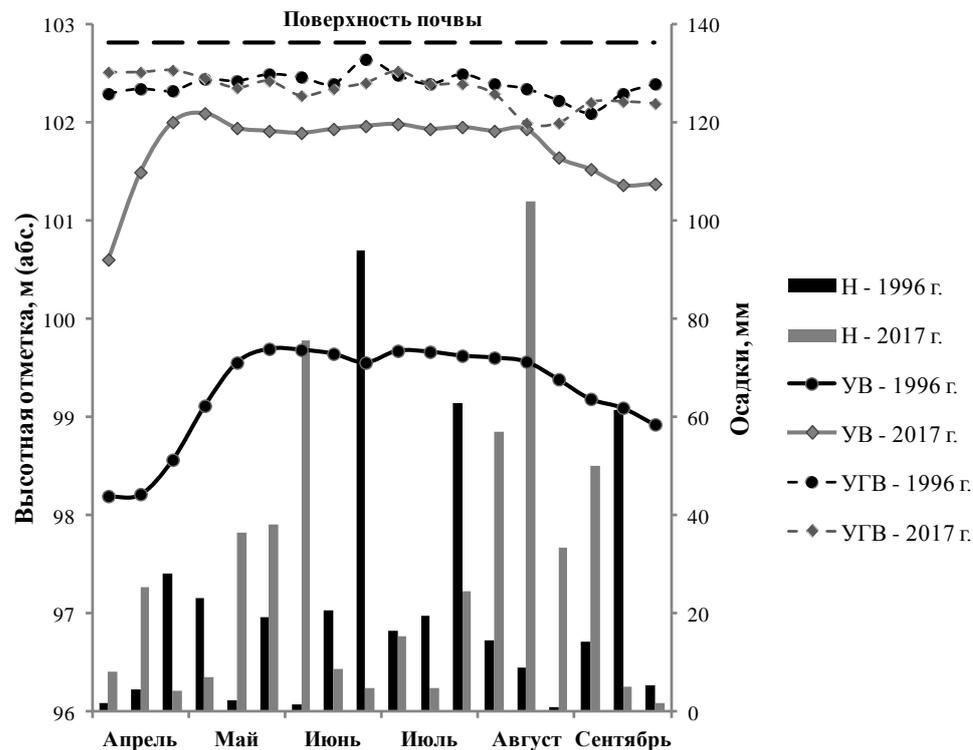


Рис. 1. Связь УГВ с УВ и количеством осадков во влажный и эталонный годы  
 Fig. 1. Correlation between groundwater level (УГВ) and reservoir level (УВ), precipitation (H) in wet and reference years

Прослеживается наличие связи УГВ с количеством осадков и отсутствие ее с колебаниями УВ. Учитываем то, что УВ в сравниваемые годы имели различие на 2,3 м, грунтовые воды (ГВ) на протяжении всего вегетационного периода держались на практически одинаковой глубине (0,3...0,8 м от поверхности), и видимые колебания их уровня связаны лишь с осадками.

На рис. 2 показана связь УГВ с УВ и количеством осадков в относительно засушливый и эталонный годы. Здесь также не наблюдается связи УГВ с УВ. В засушливый год УВ был выше, чем в эталонный, однако в июле-августе ГВ опустились до 1,2 м. Более глубокое залегание ГВ в засушливый год вызвано интенсивной транспирацией и испарением.

Анализируя изменения УГВ на исследуемом участке гривы, можно сделать вывод о наличии связи УГВ с количеством осадков и ее отсутствии с УВ в сравниваемые годы. Подтверждаются сделанные ранее выводы о том, что водохранилище не оказывает непосредственного влияния на динамику УГВ на территориях, удаленных от него [2, 5].

Почва при повторном описании, выполненном в 1960 г., названа торфянистой среднеподзолистой иллювиально-гумусовой среднеоглееной пылевато-песчаной [10]. Основная масса корней отмечена в торфянистом и подзолистом горизонтах на глубине до 30 см, реже на глубине 50 см. В момент описания они залегали на глубине 170 см, что для данных условий произрастания бывает очень редко, в основном в засушливые периоды.

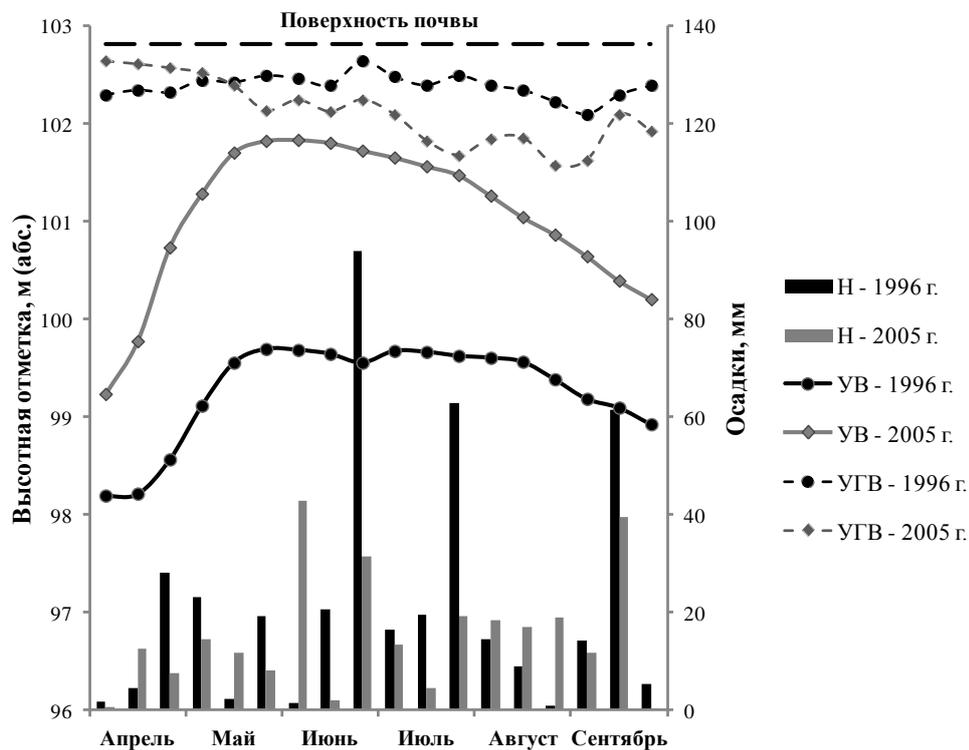


Рис. 2. Связь УГВ с УВ и количеством осадков в засушливый и эталонный годы

Fig. 2. Correlation between groundwater level (УГВ) and reservoir level (УВ), precipitation (Н) in dry and reference years

Обычно на протяжении всего вегетационного периода в зависимости от количества выпавших осадков ГВ держатся близко к поверхности (25...30 см), заполняя капилляры, и корневая система функционирует в напряженных гидрологических условиях, то отмирая при высоком УГВ, то регенерируя при его снижении.

Последнее описание почвы было выполнено в 1977 г. [3]. Почва названа гидроморфно-торфянистой среднеподзолистой иллювиально-гумусовой глеевой пылевато-песчаной. Это название несколько отличается от данных предыдущего описания, хотя почвенные разрезы делались на ППП вблизи старых разрезов. Отмечено увеличение в почве за 30-летний период мощности лесной подстилки (с 8 до 16 см) и оглеения нижних горизонтов. Переувлажнение почвы способствует подавлению микробиологической активности в нижнем слое подстилки и активизирует процесс торфонакопления. Усиление оглеения может быть связано с влажными (по сравнению с 1960 г., когда делалось предыдущее описание) условиями 1977 г. Процесс оглеения почвы довольно динамичен и даже в течение года может варьировать в связи с изменением положения ГВ.

Отмечается, что капиллярная кайма обычно достигает поверхности почвы в течение всего вегетационного периода, за исключением очень засушливых лет. В условиях затрудненного воздухообмена в почве развиваются анаэробные процессы, что повышает содержание закисного железа и снижает ее окислительно-восстановительный потенциал.

Динамику древесного яруса рассматриваемого типа леса охарактеризуем изменением основных таксационных показателей древостоя за 70-летний период.

По данным первого описания, выполненного в 1947 г., сосновый древостой был чистым с единичной примесью ели. В период наблюдений с 1947 по 2017 г. было выполнено 8 переучетов древостоя, его средние таксационные показатели за это время приведены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика средних таксационных показателей древостоя на ППП 22

Год переучета	Состав	Средние *		Возраст, лет	Полнота	Бонитет	Количество деревьев, %		Запас, м <sup>3</sup> /га		
		диаметр, см	высота, м				здоровых	сухотойных	живых	сухотойных	валежника
1947	10С ед. Е	20,6	22,4	74	1,04	I,6	98,0	2,3	402	9	0
1960	10С ед. Е	23,4	23,8	87	1,01	I,8	81,0	8,1	410	36	2
1971	10С ед. Е	24,6	24,3	98	1,00	II,1	87,5	10,6	410	49	28
1976	10С ед. Е	25,7	24,5	103	0,98	II,2	90,0	13,2	411	63	42
1981	10С ед. Е	26,5	24,9	108	0,96	II,2	88,8	13,0	409	61	65
1991	10С+Е	25,7	23,1	118	1,01	II,8	92,9	8,9	446	44	104
		28,4	26,4								
2001	10С+Е	25,0	21,7	128	0,94	III,4	91,3	15,4	415	76	116
		29,1	26,6								
2017	10С+Е	28,7	23,6	144	1,00	III,1	90,7	11,2	478	58	185
		32,1	27,4								

\* В числителе приведены данные для всего древостоя, в знаменателе – для его первого яруса.

Рассматривая динамику древостоя за исследуемый 70-летний период, отмечаем, что он, пройдя стадию спелости, достиг перестойного возраста, состав практически не изменился. Произошло существенное снижение бонитета (с I,6 до III,1), что свидетельствует о неблагоприятных условиях роста древостоя в спелом возрасте. За исследуемый период произошло увеличение среднего диаметра на 11,5 см и средней высоты на 5,0 м. Запас живого древостоя повысился на 76 м<sup>3</sup>/га, отпад (в основном валежник) составил 243 м<sup>3</sup>/га.

Темпы разрушения древостоя следует считать значительными, но не нарушающими структуру, о чем свидетельствуют увеличение запаса живого древостоя и сохранение высокой полноты в возрасте 144 лет. Успешно развивающаяся ель формирует второй ярус (средний диаметр – 16,4 см, средняя высота – 16,8 м) с полнотой 0,13 и запасом 22 м<sup>3</sup>/га.

Водохранилище в данных условиях произрастания оказывает опосредованное влияние на почвенно-грунтовые воды, удлиняя период переувлажнения почв тальными и дождевыми водами из-за подпора естественных водотоков при высоком уровне водохранилища.

В ходе расчета показателя комплекса факторов, связанных с опосредованным влиянием водохранилища, за 70-летний период установлено, что оно было положительным на радиальный прирост (+15 %), средний прирост (+125 %) и средний отпад (+22 %) и отрицательным на апикальный прирост (–36 %), запас (–2 %) и текущий наличный прирост (–57 %).

Сравнивая таксационные показатели сосны ППП с соответствующими показателями из стандартных таблиц хода роста, можно отметить, что средние приросты сравниваемых древостоев по динамике отличаются незначительно. Это свидетельствует о примерном равенстве изменения запаса древостоя на протяжении всей его жизни. Текущий прирост характеризует изменение запаса древостоя в течение определенных периодов и более чутко реагирует на климатические особенности таких периодов. Так, резкий подъем текущего прироста древостоя сосны на ППП совпадает с периодом, когда преобладали умеренно влажные годы, а резкий спад соответствует периоду очень засушливых лет.

Необходимо отметить, что на ППП, пройденной низовым пожаром, был уничтожен обильно росший еловый подрост (>1,0 тыс. шт./га). На участке без пирогенного воздействия насчитывалось 0,5 тыс. шт./га елей и 0,2 тыс. шт./га берез с преобладающей высотой до 0,5 м удовлетворительного состояния. В табл. 2 приведены таксационные показатели подроста в годы учетов.

Таблица 2

## Динамика таксационных показателей подроста на ППП 22

Название растения	Показатель	Значение показателя в год учета			
		1947	1976	2001	2017
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	<i>N</i>	–	–	–	Единично
	<i>h</i>	–	–	–	0,2...0,3
	<i>C</i>	–	–	–	Удовлетворительное
Ель европейская ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	<i>N</i>	0,5	2,2	2,0	1,5
	<i>h</i>	≥0,5	0,5...6,0	1,0...8,0	2,5...5,0
	<i>C</i>	Удовлетворительное	Хорошее	Хорошее	Хорошее
Береза бородавчатая ( <i>Betula pendula</i> Roth.)	<i>N</i>	0,2	1,5	1,0	0,5
	<i>h</i>	≥0,5	0,5...5,0	1,0...8,0	1,0...6,0
	<i>C</i>	Удовлетворительное	Удовлетворительное	Удовлетворительное	Удовлетворительное
Дуб черешчатый ( <i>Quercus robur</i> L.)	<i>N</i>	–	–	–	Единично
	<i>h</i>	–	–	–	0,3
	<i>C</i>	–	–	–	Удовлетворительное

Примечание. Здесь и далее, в табл. 3, *N* – общая численность, тыс. шт./га; *h* – высота, м; *C* – состояние древостоя.

Через 30 лет (1976 г.) на участке, пройденном сильным пожаром, насчитывалось 0,3 тыс. шт./га елей высотой от 0,3 до 2,0 м хорошего состояния и 1,0 тыс. шт./га берез высотой от 1,0 до 3,0 м удовлетворительного состояния. На участке, пройденном слабым пожаром, густыми куртинами (до 100 шт./0,1 га) разросся обильный еловый подрост высотой от 0,5 до 7,0 м, преобладали ели высотой около 2,0 м хорошего состояния. Появилось очень много куртин (до 200 шт./0,1 га) березового подроста высотой от 1,0 до 5,0 м, преобладали березки высотой 2,0 м удовлетворительного состояния. На участке без пирогенного воздействия насчитывалось 0,2 тыс. шт./га елей разной высоты (2,0...5,0 м) удовлетворительного состояния. В целом на ППП в ярусе подроста отмечено 2,2 тыс. шт./га елей и 1,5 тыс. шт./га берез.

Еще через 15 лет (2001 г.) картина распределения подроста существенно изменилась. На участке, пройденном сильным пожаром, ель по-прежнему росла куртинами (до 40...50 шт./0,1 га), ель была высотой от 1,0 до 7,0 м (преобладающая высота 3,0 м) хорошего состояния. Береза почти исчезла. На участке без пирогенного воздействия численность подроста ели и березы не изменилась. На участке, пройденном слабым пожаром, существенно поредел подрост березы, ель здесь была по-прежнему обильна. В целом на ППП в ярусе подроста насчитывалось 2,0 тыс. шт./га елей высотой от 1,0 до 8,0 м (преобладающая высота 1,0...3,0 м) хорошего состояния и 1,0 тыс. шт./га берез высотой от 1,0 до 8,0 м (преобладающая высота 3,0...4,0 м) удовлетворительного состояния.

При последнем описании яруса подроста (2017 г.) учтено 1,5 тыс. шт./га елей высотой от 1,0 до 5,0 м (преобладающая высота 3,0...4,0 м) хорошего состояния. Подрост ели на ППП распределен не равномерно и более обильн на части пробы, пройденной слабым пожаром, где растет куртинами до 25 шт./0,1 га. Численность подроста березы существенно сократилась, насчитывалось 0,5 тыс. шт./га берез высотой от 1,0 до 6,0 м (преобладающая высота 2,5...3,0 м) удовлетворительного состояния. Отмечены единичные экземпляры сосны обыкновенной и дуба черешчатого высотой 0,2...0,3 м удовлетворительного состояния.

Ярус подлеска на ППП не выражен, его таксационные показатели в годы проводимых учетов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Динамика таксационных показателей подлеска на ППП 22

Название растения	Показатель	Значение показателя в год учета			
		1947	1976	2001	2017
Можжевельник обыкновенный ( <i>Juniperus communis</i> L.)	N	Единично	–	–	–
	h	≥0,5	–	–	–
	C	Удовлетворительное	–	–	–
Рябина обыкновенная ( <i>Sorbus aucuparia</i> L.)	N	–	–	–	Единично
	h	–	–	–	≥0,4
	C	–	–	–	Удовлетворительное
Ива ушастая ( <i>Salix aurita</i> L.)	N	–	Единично	–	–
	h	–	≥0,7	–	–
	C	–	Удовлетворительное	–	–
Ива пепельная ( <i>S. cinerea</i> L.)	N	–	Единично	–	–
	h	–	≥0,7	–	–
	C	–	Удовлетворительное	–	–

В 1947 г. на участке без пирогенного воздействия встречались единичные кустики можжевельника обыкновенного высотой до 0,5 м, которые к следующему переучету (1976 г.) исчезли.

На протяжении 70-летнего периода ярус подлеска на ППП менялся, появлялись и исчезали единичные кустики ивы ушастой и пепельной высотой до 0,7 м удовлетворительного состояния.

При последнем описании (2017 г.) подлесок был представлен лишь единичными деревцами рябины обыкновенной высотой до 0,4 м удовлетворительного состояния.

Показатели изменения живого напочвенного покрова в годы учетов приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Динамика живого напочвенного покрова на ППП 22

Название растения	Год учета							
	1947		1976		2001		2017	
	Балл	%	Балл	%	Балл	%	Балл	%
<i>Травяно-кустарничковый ярус</i>								
Черника ( <i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	3...4	40	3...4	35	4	40	3, м. 4	25
Брусника ( <i>V. vitisidaea</i> L.)	2...3	10	м. 1...3	–	1	–	2, м. 3	–
Голубика ( <i>V. uliginosum</i> L.)	1	–	м. 1...2	–	м. 1	–	ед.	–
Багульник ( <i>Ledum palustre</i> L.)	–	–	1...2	–	un	–	м. 3	–
Кассандра ( <i>Chamaedaphne calyculata</i> L.)	1	–	м. 1	–	un	–	–	–
Гудайера ползучая ( <i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.)	–	–	м. 1	–	м. 1	–	м. 1...2	–
Фиалка болотная ( <i>Viola palustris</i> L.)	1	–	–	–	–	–	–	–
Седмичник европейский ( <i>Trientalis europaea</i> L.)	1	–	–	–	–	–	м. 1	–
Вербейник обыкновенный ( <i>Lysimachia vulgaris</i> L.)	un	–	–	–	–	–	–	–
Ожика волосистая ( <i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.)	1	–	м. 1	–	м. 1	–	м. 1...2	–
Щитовник игольчатый ( <i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H. P. Fuchs)	1	–	1	–	м. 1	–	м. 1	–
Плаун годовой ( <i>Lycopodium annotinum</i> L.)	1	–	–	–	–	–	–	–
Хвощ лесной ( <i>Equisetum sylvaticum</i> L.)	–	–	м. 1	–	un	–	un	–
Марьянник луговой ( <i>Melampyrum pratense</i> L.)	–	–	–	–	un	–	м. 1	–
Пушица влагалищная ( <i>Eriophorum vaginatum</i> L.)	–	–	м. 1	–	–	–	–	–
Осока шаровидная ( <i>Carex globularis</i> L.)	2...3	5	3...4	15	–	10	3, м. 4	–
Осока бледноватая ( <i>C. pallescens</i> L.)	4	5	–	–	–	–	–	–
Осока черная ( <i>C. nigra</i> (L.) Reichard)	–	–	м. 1	–	м. 1	–	м. 1	–
Лапчатка прямостоячая ( <i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch)	un	–	–	–	–	–	–	–
<i>Моховой покров</i>								
Плеуроциум Шребера ( <i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.)	4	45	м. 3...4	25	5	40	4...5	40
Дикран волнистый ( <i>Dicranum polysetum</i> Sw.)	2...3	5	3	5	м. 3	–	2, м. 3	–

Окончание табл. 4

Название растения	Год учета							
	1947		1976		2001		2017	
	Балл	%	Балл	%	Балл	%	Балл	%
Гилокомий блестящий ( <i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) B. S. G.)	3	10	м. 2	–	1	–	1...2	–
Кукушкин лен обыкновенный ( <i>Polytrichum commune</i> Hedw.)	3	30	3...4	10	м. 3	–	2, м. 3	–
Кукушкин лен можжевельниковый ( <i>P. juniperum</i> Willd.)	–	–	м. 1	–	м. 1	–	м. 1	–
Сфагнум Гиргензона ( <i>Sphagnum girgensohnii</i> Russ.)	3	5	–	–	–	–	м. 1	–
Сфагнум узколистый ( <i>S. angustifolium</i> (Russ.) C. Jens.)	2...3	5	5	60	5	40	4...5	45
Сфагнум гладкий ( <i>S. teres</i> Schimp.)	–	–	1...2	–	–	–	–	–
Сфагнум дубравный ( <i>S. nemoreum</i> Scop.)	–	–	1	–	1	–	1	–
Сфагнум магелланский ( <i>S. magellanicum</i> Brid.)	–	–	м. 1	–	м. 1	–	м. 2	–

Примечание: м. – местами; un – единично.

Первое описание живого напочвенного покрова проводилось в 1947 г. На участке, пройденном низовым пожаром, травяно-кустарничковый ярус полностью погиб. На участке без пирогенного воздействия флористический состав был довольно разнообразен. Фоновыми видами были черника (40 %), брусника (10 %), осоки шаровидная и бледноватая (10 %). В небольшом обилии встречались растения, типичные для зеленомошных типов лесов, например щитовник игольчатый, фиалка болотная, седмичник европейский, ожика волосистая и плаун годовалый. Также встречались и болотные кустарнички: голубика и кассандра. Единично отмечались вербейник обыкновенный и лапчатка прямостоячая.

В моховом покрове преобладали зеленые мхи: плеуроциум Шребера (45 %), гилокомий блестящий (10 %) и дикран волнистый (5 %). В пониженной части пробы господствовали кукушкин лен обыкновенный (30 %), на фоне которого выделялись пятна сфагнома Гиргензона (5 %) и сфагнома узколистого.

Учитывая наличие фоновых видов напочвенного покрова, тип-этап можно назвать сосняк бруснично-черничный сфагново-долгомошно-зеленомошный, или сосняк ягодно-зеленомошный заболачивающийся на стадии I по сфагновому и стадии I по долгомошному способу.

Через 30 лет после пожара (1976 г.) в травяно-кустарничковом ярусе черника сохранила долю своего участия в напочвенном покрове (35 %), существенно разрослась осока шаровидная (15 %). Появились в небольшом обилии багульник, гудайера ползучая, хвощ лесной, пушица влагилищная и осока черная. Исчезли фиалка болотная, седмичник европейский, вербейник обыкновенный, плаун годовалый, осока бледноватая и лапчатка прямостоячая.

Моховой покров изменился существенно. Снизилась доля плеуроциума Шребера (25 %), гилокомий блестящий сохранился лишь в виде небольших пятен. Меньше стало кукушкина льна обыкновенного (10 %).

Существенно разросся сфагнум узколистый (60 %), на его фоне выделялись редкие пятна сфагнумов гладкого, дубравного и магелланского.

Этот тип-этап можно назвать сосняк осоково-черничный долгомошно-зеленомошно-сфагновый, или сосняк-черничный заболачивающийся на стадии III по сфагновому и стадии I по долгомошному способу.

Еще через 25 лет (2001 г.) в травяно-кустарничковом ярусе по-прежнему преобладали черника (40 %) и осока шаровидная (10 %). Остальные виды встречались в небольшом обилии.

В моховом покрове, в связи с чередой засушливых лет в 1990-е годы, разросся плеуроциум Шребера (40 %), потеснив сфагнум узколистый (40 %). Существенно снизилась доля кукушкина льна обыкновенного, который перестал быть фоновым видом. Очевидно, что на предшествующее разрастание кукушкина льна в первые десятилетия после низового пожара повлиял пирогенный фактор. Появились мертвопокровные участки (20 %).

Этот тип-этап можно назвать сосняк осоково-черничный зеленомошно-сфагновый, или сосняк-черничник заболачивающийся на стадии II по сфагновому способу.

Еще через 15 лет (2017 г.), при последнем описании травяно-кустарничкового яруса, отмечено существенное снижение доли черники, но она по-прежнему оставалась фоновым видом напочвенного покрова (25 %). Доля осоки шаровидной не изменилась (10 %). В небольшом обилии сохранились брусника, гудайера ползучая, седмичник европейский, ожика волосистая, щитовник игольчатый, марьянник луговой и осока черная. Единично встречались голубика и хвощ лесной.

Облик мохового покрова остался прежним. Доли участия в проективном покрытии плеуроциума Шребера и сфагнума узколистого практически не изменились (40 и 45 % соответственно). Сохранились черты выделенного в 2001 г. типа-этапа сосняка осоково-черничного зеленомошно-сфагнового, или сосняка-черничника заболачивающегося на стадии II по сфагновому способу.

### *Заключение*

Анализ изменений разных компонентов сосняка ягодно-зеленомошного заболачивающегося, растущего на пологом склоне гривы, примыкающем к массивам заболоченных сфагновых сосняков в зоне косвенного влияния водохранилища, позволяет констатировать следующее.

Водохранилище не оказывает непосредственного влияния на глубину залегания и режим сезонной динамики почвенно-грунтовых вод. Гидрологические характеристики почвы зависят от количества выпавших осадков, интенсивности транспирации и испарения с ее поверхности. Однако на исследуемых участках отмечается избыточное переувлажнение почвы в периоды снеготаяния и обильных дождей, что связано с подпором естественных водотоков при высоком уровне водохранилища, как результат опосредованного влияния последнего.

На пологих склонах грив, граничащих с болотом, отмечается увеличение мощности лесной подстилки и усиление процесса торфонакопления, как результат переувлажнения и подавления микробиологической активности в нижнем ее слое. В годы с избыточным увлажнением в почве усиливается процесс оглеения, что связано с ее переувлажнением, усилением процесса восстановления и образованием закисного железа – основного компонента в процессе оглеения.

Как результат комплекса факторов, связанных с опосредованным влиянием водохранилища, в динамике древостоя отмечено положительное влияние на радиальный и средний приросты, средний отпад древостоя и отрицательное влияние на апикальный прирост, запас и текущий прирост. Выявлена связь текущего прироста древостоя с климатическими особенностями периодов, так его резкое снижение наблюдалось в периоды с очень засушливыми годами.

Динамика подроста выразилась в обильном возобновлении березы в первые три десятилетия после пожара (1,5 тыс. шт./га), но в последующие годы численность ее подроста сократилась из-за неблагоприятных световых условий.

Подрост ели успешно поселился на ППП, особенно на участке, пройденном слабым пожаром. Максимальная численность подроста достигала 2,2 тыс. шт./га, к настоящему времени она снизилась до 1,5 тыс. шт./га. За 70-летний период из подроста перешли во второй ярус древостоя более 0,5 тыс. шт./га елей. По темпам возобновления и состоянию подроста просматривается тенденция смены сосны елью в новом поколении леса.

Изменения, произошедшие в живом напочвенном покрове, как индикаторе почвенно-гидрологических условий [17] и важном компоненте лесных экосистем [16], проявились в снижении доли в травяно-кустарничковом ярусе черники и брусники, причем последняя перестала быть фоновым видом. В динамике мохового покрова отмечено интенсивное разрастание кукушкина льна обыкновенного за счет вытеснения зеленых мхов в первые десятилетия после пожара. В это время четко была выражена долгомошная стадия заболачивания. В последующие десятилетия произошло вытеснение кукушкина льна отчасти зелеными мхами и в основном сфагнумом узколистным – типичным обитателем верховых болот.

Таким образом, скорость и направление изменений, произошедших за 70-летний период, позволяют с позиции динамической типологии И.С. Мелехова [4] рассматривать сосняк ягодно-зеленомошный заболачивающийся на начальной стадии как этап относительно ускоренного формирования нового типа сосняка-черничника зеленомошно-сфагнового на средней стадии заболачивания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяконов К.Н. Влияние крупных равнинных водохранилищ на леса прибрежной зоны. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 126 с.
2. Леонтьев А.М. Из материалов изучения режима почвенно-грунтовых вод в характерных типах лесов Дарвинского государственного заповедника // Тр. Дарвинского государственн. заповед. Вологда: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1968. Вып. 9. Природные ресурсы Молого-Шекснинской низменности. С. 5–42.
3. Манькова Т.С. Современные процессы в подзолистых почвах, находящихся под влиянием Рыбинского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1985. 15 с.
4. Мелехов И.С. Лесоведение: учеб. для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 408 с.
5. Мухин А.К. Влияние Рыбинского водохранилища на положение уровня грунтовых вод на примере Мшичинского экологического профиля Дарвинского заповедника // Материалы Вологод. обл. науч.-практ. конф. 2015. Вып. 11. С. 102–109.
6. Писанов В.С. Динамика заболачивающихся сосняков в условиях подтопления Рыбинским водохранилищем // Лесоведение. 1996. № 4. С. 20–28.

7. Писанов В.С., Мухин А.К. Динамика зеленомошных сосняков в зоне косвенного влияния Рыбинского водохранилища // Лесн. журн. 2013. № 1. С. 16–21. (Изв. высш. учеб. заведений).

8. Писанов В.С., Ульянов И.Н. Динамика ягодниково-зеленомошного сосняка в условиях влияния водохранилища // Лесн. журн. 2002. № 1. С. 38–43. (Изв. высш. учеб. заведений).

9. Тюрин А.В., Науменко И.М., Воропанов П.В. Лесная вспомогательная книжка: (По таксации леса). М.; Л.: Гослесбумиздат, 1956. 532 с.

10. Успенская А.А. Материалы к изучению почвенного покрова основных типов лесов Дарвинского государственного заповедника // Тр. Дарвин. гос. заповед. Вологда: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1968. Вып. 9. Природные ресурсы Молого-Шекснинской низменности. С. 123–181.

11. Шенников А.П. Введение в геоботанику: учеб. для биол. фак. ун-тов. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1964. 447 с.

12. Eggers J., Lindner M., Zudin S., Zaehle S., Liski J. Impact of Changing Wood Demand, Climate and Land Use on European Forest Resources and Carbon Stocks during the 21st Century // *Global Change Biology*. 2008. Vol. 14, iss. 10. Pp. 2288–2303. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2008.01653.x

13. Groffman P.M., Rustad L.E., Templer P.H., Campbell J.L., Christenson L.M., Lany N.K., Socoli A.M., Vadeboncoeur M.A., Schaberg P.G., Wilson G.F., Driscoll Ch.T., Fahey T.J., Fisk M.C., Goodale C.L., Green M.B., Hamburg S.P., Johnson C.E., Mitchell M.J., Morse J.L., Pardo L.H., Rodenhouse N.L. Long-Term Integrated Studies Show Complex and Surprising Effects of Climate Change in the Northern Hardwood Forest // *BioScience*. 2012. Vol. 62, iss. 12. Pp. 1056–1066. DOI: 10.1525/bio.2012.62.12.7

14. Hurmekoski E., Hetemäki L. Studying the Future of the Forest Sector: Review and Implications for Long-Term Outlook Studies // *Forest Policy and Economics*. 2013. Vol. 34. Pp. 17–29. DOI: 10.1016/j.forpol.2013.05.005

15. Mohammadi Limaie S., Lohmander P., Olsson L. Dynamic Growth Models for Continuous Cover Multi-Species Forestry in Iranian Caspian Forests // *Journal of Forest Science*. 2017. Vol. 63, no. 11. Pp. 519–529. DOI: 10.17221/32/2017-JFS

16. Pitkänen S. Effect of Tree Stand and Site Variables on Alpha Diversity of Ground Vegetation in the Forests of Northern Karelia // *Journal of Environmental Management*. 2000. Vol. 58, iss. 4. Pp. 289–295. DOI: 10.1006/jema.2000.0332

17. Rodenkirchen H. Nutrient Pools and Fluxes of the Ground Vegetation in Coniferous Forests Due to Fertilizing, Liming and Amelioration // *Plant and Soil*. 1995. Vol. 168, iss. 1. Pp. 383–390.

Поступила 28.08.18

UDC 630\*187

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.3.17

### Long-Term Dynamics of Waterlogging Pine Forests under the Reservoir Influence

**A.K. Mukhin**, Research Scientist; ResearcherID: [G-8006-2019](#), ORCID: [0000-0002-5269-1566](#)  
Darwin State Nature Biosphere Reserve, 44, der. Borok, Cherepovets district,  
Vologda region, 162723, Russian Federation; e-mail: [akm.ru@yandex.ru](mailto:akm.ru@yandex.ru)

The results of studying long-term dynamics of the Darwin State Nature Biosphere Reserve forests happened to be in changed environmental conditions due to the influence of the Rybinsk reservoir are presented. Multi-year reservoir influence has significantly changed the environment of coastal areas, which resulted in necessity of studying the state of coastal forests. Dynamics studies of the forests were based on the principles of dynamic typology tested by I.S. Melekhov under study of early stages of anthropogenic forest life. The data we

have obtained for mature and old growth forests bring in the significant changes to a concept of forest type stability at a stage of mature forest stand or formed type of forest. The studied forests do not remain their uniformity even throughout a single generation. The study object was waterlogging berry green moss pine forest growing in the indirect reservoir influence zone. Detailed description and analysis of various components of the studied forest type have been carried out for the purposes of studying the direction and speed of growth and development processes. The main attention was paid to the changes of forest live cover as an indicator of soil and hydrological conditions, forest stand, undergrowth and understorey. Conclusions on the direction and speed of changes in soils, their hydrological regime, the phytocenosis were drawn on the basis of data analysis obtained for the 70-year period on dynamics of different components of waterlogging berry green moss pine forest at the initial stage. It is essential in terms of dynamic typology to consider the studied forest type as a stage of relatively accelerated formation of blueberry green moss sphagnum pine forest at the middle waterlogging stage with a well-defined tendency to replacement of pine with spruce in new generation. These conclusions confirm the principles of I.S. Melekhov's dynamic typology and have a significant meaning for forest science and practice, as well as carrying out the monitoring researches in the reserve.

**For citation:** Mukhin A.K. Long-Term Dynamics of Waterlogging Pine Forests under the Reservoir Influence. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2019, no. 3, pp. 17–31. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.3.17

**Keywords:** reservoir influence, dynamic forest typology, type-stage, forest waterlogging, pine forest.

#### REFERENCES

1. D'yakonov K.N. *Influence of Large Plain Reservoirs on the Coastal Zone Forests*. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1975. 126 p.
2. Leont'yev A.M. From the Materials of Studying the Regime of Soil and Ground Waters in Typical Forests of the Darwin State Reserve. *Proceedings of the Darwin State Reserve*. Vologda, Severo-Zapadnoye knizhnoye izdatel'stvo, 1968, iss. 9, pp. 5–42.
3. Man'kova T.S. *Modern Processes in Ash Gray Soils Influenced by the Rybinsk Reservoir*: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs. Moscow, 1985. 15 p.
4. Melekhov I.S. *Sylviculture: Textbook for Universities*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1980. 408 p.
5. Muhin A.K. Influence of the Rybinsk Reservoir on the Groundwater Level on the Example of the Mshichin Ecological Profile of the Darwin Reserve. *Proceedings of the Vologda Regional Scientific Practical Conference*. 2015, iss. 11. pp. 102–109.
6. Pisanov V.S. Dynamics of Eutrophic Pine Forests under Conditions of Flooding by the Rybinsk Reservoir. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 1996, no. 4, pp. 20–28.
7. Pisanov V.S., Mukhin A.K. Dynamics of Moss Pine Stands in the Area of Indirect Impact of Rybinsk Reservoir. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2013, no. 1, pp. 16–21.
8. Pisanov V.S., Uljanov I.N. Dynamics of Berry-shaped True Moss Pine Stands under Influence of Water Storage Basin. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2002, no. 1, pp. 38–43.
9. Tyurin A.V., Naumenko I.M., Voroponov P.V. *Forest Supplementary Book: (On Forest Valuation)*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1956. 532 p.
10. Uspenskaya A.A. Materials for the Soil Cover Studying of the Main Forest Types of the Darwin State Reserve. *Proceedings of the Darwin State Reserve*. Vologda, Severo-Zapadnoye knizhnoye izdatel'stvo, 1968, iss. 9, Natural Resources of Mologa-Sheksna Lowland, pp. 123–181.

---

11. Shennikov A.P. *Introduction to Geobotany*: Textbook for Biological Faculties of Universities. Leningrad, LSU Publ., 1964. p. 447.

12. Eggers J., Lindner M., Zudin S., Zaehle S., Liski J. Impact of Changing Wood Demand, Climate and Land Use on European Forest Resources and Carbon Stocks during the 21st Century. *Global Change Biology*, 2008, vol. 14, iss. 10, pp. 2288–2303. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2008.01653.x

13. Groffman P.M., Rustad L.E., Templer P.H., Campbell J.L., Christenson L.M., Lany N.K., Soggi A.M., Vadeboncoeur M.A., Schaberg P.G., Wilson G.F., Driscoll Ch.T., Fahey T.J., Fisk M.C., Goodale C.L., Green M.B., Hamburg S.P., Johnson C.E., Mitchell M.J., Morse J.L., Pardo L.H., Rodenhouse N.L. Long-Term Integrated Studies Show Complex and Surprising Effects of Climate Change in the Northern Hardwood Forest. *BioScience*, 2012, vol. 62, iss. 12, pp. 1056–1066. DOI: 10.1525/bio.2012.62.12.7

14. Hurmekoski E., Hetemäki L. Studying the Future of the Forest Sector: Review and Implications for Long-Term Outlook Studies. *Forest Policy and Economics*, 2013, vol. 34, pp. 17–29. DOI: 10.1016/j.forpol.2013.05.005

15. Mohammadi Limaei S., Lohmander P., Olsson L. Dynamic Growth Models for Continuous Cover Multi-Species Forestry in Iranian Caspian Forests. *Journal of Forest Science*, 2017, vol. 63, no. 11, pp. 519–529. DOI: 10.17221/32/2017-JFS

16. Pitkänen S. Effect of Tree Stand and Site Variables on Alpha Diversity of Ground Vegetation in the Forests of Northern Karelia. *Journal of Environmental Management*, 2000, vol. 58, iss. 4, pp. 289–295. DOI: 10.1006/jema.2000.0332

17. Rodenkirchen H. Nutrient Pools and Fluxes of the Ground Vegetation in Coniferous Forests Due to Fertilizing, Liming and Amelioration. *Plant and Soil*, 1995, vol. 168, iss. 1, pp. 383–390.

Received on August 28, 2018

---