

Обзорная статья


УДК 630*385.114

DOI: 10.37482/0536-1036-2022-3-103-118


Гидромелиорация в лесном хозяйстве: история научных исследований

Б.В. Бабиков, д-р с.-х. наук, проф.; ResearcherID: [AAM-9500-2020](https://orcid.org/0000-0003-3280-572X),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3280-572X>

М.Б. Субота , канд. с.-х. наук, доц.; ResearcherID: [AAM-9484-2020](https://orcid.org/0000-0003-3721-8604),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3721-8604>

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия, 194064; babikov_boris32@mail.ru, subota_m@mail.ru 

Поступила в редакцию 27.05.20 / Одобрена после рецензирования 03.09.20 / Принята к печати 05.09.20

Аннотация. В лесах России заболоченные земли занимают более 220 млн га. Только на болота приходится более 100 млн из них. На переувлажненных территориях произрастают низкобонитетные, малопродуктивные древостои. Значительная часть таких земель безлесна. Многолетний опыт гидромелиорации показал возможность выращивания здесь высокобонитетных древостоев естественного или искусственного происхождения. Примером служит Лисинский учебно-опытный лесхоз. Ранее в Лисино из 28 тыс. га нормальные древостои занимали 25–30 % площади; болота – более 30 %, значительная часть их была безлесна. В настоящее время, после проведения гидромелиорации, на болота приходится немногим более 4 % территории. В практике лесного хозяйства есть значительные, но в большей степени разовые исследования эффективности осушения. В данной статье рассмотрены многолетние исследования, проведенные одновременно в древостоях различного состава и возраста, что позволило установить особенности, определяющие лесоводственный эффект осушения. Лесоводственная эффективность осушения в значительной степени зависит от нормы осушения – степени понижения уровня грунтовых вод осушительными каналами. После гидромелиорации всегда наблюдается увеличение прироста древостоев, однако эффективность осушения и объем прироста определяются богатством торфа, типом болота, что предсказуемо по зольности торфа. Многолетние исследования на стационарных землях выявили, что на богатых евтрофных болотах можно вырастить древостой I класса бонитета с запасом до 500–600 м³/га. Установлено, эффективность осушения зависит и от исходного состава древостоя. В богатых по составу относительно разновозрастных древостоях более высок и прирост; в разновозрастных древостоях возможен отпад старых деревьев, и, следовательно, вероятно временное снижение прироста. Исследования показали, в смешанных по составу древостоях эффективность осушения повышается за счет регулирования состава древостоя рубками ухода.

Ключевые слова: гидромелиорация, болото, эффективность осушения, стационарные исследования, бонитет, базисная плотность древостоя, Лисино

Для цитирования: Бабиков Б.В., Субота М.Б. Гидромелиорация в лесном хозяйстве: история научных исследований // Изв. вузов. Лесн. журн. 2022. № 3. С. 103–118. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-3-103-118>

Review article

Hydromelioration in Forestry: History of Research

Boris V. Babikov, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [AAM-9500-2020](https://orcid.org/0000-0003-3280-572X),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3280-572X>

Marina B. Subota[✉], Candidate of Agriculture, Assoc. Prof.;

ResearcherID: [AAM-9484-2020](https://orcid.org/0000-0003-3721-8604), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3721-8604>

Saint Petersburg State Forest Technical University, Institutskiy per., 5, Saint Petersburg, 194064, Russian Federation; babikov_boris32@mail.ru, subota_m@mail.ru[✉]

Received on May 27, 2020 / Approved after reviewing on September 3, 2020 / Accepted on September 5, 2020

Abstract. Wetlands cover more than 220 mln ha of Russia's forests. Swamps alone represent more than 100 mln of them. There are low-quality and low-yield stands on waterlogged areas. Much of such land is treeless. Many years of hydromelioration have shown the possibility of growing here high-quality stands of natural or artificial origin. The Lisino Training and Experimental Forest serves as an example. Earlier in Lisino out of 28 ths ha normal stands covered 25–30% of the area; swamps – more than 30 %, a significant part of them was treeless. Currently, after hydromelioration, swamps represent slightly more than 4 % of the territory. There are significant, but largely ad hoc, studies of drainage efficiency in forestry practice. This article considers multi-year studies carried out simultaneously in stands of different composition and age, which allowed defining the features that determine the silvicultural effect of drainage. The forestry efficiency of drainage largely depends on the drainage rate – the degree of lowering of the groundwater level by drainage channels. After hydromelioration, there is always an increase in stand growth, however, the efficiency of drainage and the volume of stand growth is determined by the abundance of peat, the type of swamp, which is predictable by the ash content of peat. Multi-year studies on stationary lands have shown that it is possible to grow stands of the I quality class with a stock of up to 500–600 m³/ha on abundant eutrophic swamps. It was found that the drainage efficiency also depends on the stand initial composition. In relatively single-age stands, which are rich in composition, growth is also higher; in mixed-age stands, old trees may fall off and, therefore, growth is likely to decrease temporarily. Studies have shown that in mixed stands the efficiency of drainage is increased by regulating the stand composition by improvement thinning.

Keywords: hydromelioration, swamp, drainage efficiency, stationary studies, quality class, basic stand density, Lisino

For citation: Babikov B.V., Subota M.B. Hydromelioration in Forestry: History of Research. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2022, no. 3, pp. 103–118. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-3-103-118>

Площадь избыточно увлажненных земель в лесах России превышает 220 млн га, или составляет около 12 % общей площади лесных земель страны. В некоторых районах европейской части России – Псковской, Архангельской,



Вологодской и Ленинградской областях на заболоченные земли приходится до 40–45 % территории. В Новосибирской и Омской областях болота и заболоченные земли занимают до 47–55 % территории.

Гидромелиорация лесных земель развивалась по мере организации лесного хозяйства и подготовки специалистов в этой отрасли. В 1803 г. был образован Санкт-Петербургский лесной институт, первоначально находившийся в Царском селе. Лисинские леса являлись ближайшим ненарушенным лесным участком. С 1805 г. воспитанники института проходили здесь практику «по лесным наукам». Организованного хозяйства в Лисино тогда не было. В 1805 г. «Лисинская дача» из Управления уделов была передана в распоряжение Министерства финансов, определена необходимость создания специализированного лесного хозяйства. По указу министра финансов графа Е.Ф. Канкринна начали готовить специалистов по лесному делу. В 1830 г. принято решение о создании Лисинского учебного лесничества и лесной школы при нем [12].

Леса в Лисино были не нарушены цивилизацией, но не очень хороши по состоянию. Как писал в 1833 г. первый лисинский лесничий А. Малышев, лесная школа основана в лесной глуши, на смрадных болотах и сразу была осознана необходимость осушения земель – с 1834 по 1841 г. проложили 32 км осушительных каналов. Эффективность проявилась на общей осушенности территории Лисино и на росте леса [12]. Однако, так как осушительные работы осуществлялись без проектного обоснования, выявились недостатки. Осушительные каналы устраивались в виде траншей без откосов, не выдерживались продольные уклоны канав, что приводило к заболачиванию пониженных мест, где собиралась вода из переполняемых канав.

В 1841 г. в Лисино на площади около 28 400 га проведено первое лесоустройство (возможно, первое и в России). Болота и заболоченные земли на тот момент занимали в лесничестве 31,3 % территории. Значительны были размеры крупных болот: Хейновское – более 2000 га, Рамболовское – 763 га, Кузнецовское – 675 га, Кауштинское – 270 га, Суланда – около 200 га (и даже 350 га с прилегающими заболоченными землями), а также др. Лесная территория была разделена на участки, создана сеть с кварталами размером 1×1 версту (1080 м). Квартальная сеть с того времени не менялась и сейчас можно оценить динамику состояния леса в кварталах на всей территории лесничества в разных лесорастительных условиях.

С 1841 г. осушительные работы расширились и проводились более организованно. В числе первых было осушено болото Суланда и прилегающие территории. Осушительные каналы проведены на расстоянии 180–250 м друг от друга и более [4]. Работы по осушению велись постепенно и начинались с расчистки ручьев. На Суланде выкопано около 15 км канав, хотя работы и проводились вручную, они выполнены в кратчайший срок (1841–1843 гг.). Специального проекта по осушению Суланды не составлялось, действовали «интуитивно». В результате в 1842–1845 гг. в Лисино расчищено ручьев и вырыто новых каналов – 640 км. Осушенная площадь составила около 5 тыс. га.

В Лисино впервые проведено осушение и по проекту – осушение Хейновского болота (рис. 1). Предварительно проведена тщательная нивелировка, на основании чего составлен и опубликован [13] проект осушения («отводнения»).



Рис. 1. План осушительной сети Хейновского болота (оттиск из [13] 1847 г.)

Fig. 1. Plan of the drainage network of the Kheynovskoye swamp (reprint from [13] 1847)

Проект подготовлен капитаном корпуса лесничих, выпускником Петербургского лесного института И.Г. Войнюковым. Проект включал строительство главного канала протяженностью более 3 км, впадающего в него большого канала длиной более 8 км. В эти каналы вводилась сеть побочных каналов, общая протяженность которых составила около 66 км. Если использовать современную терминологию, то можно сказать, что были запроектированы магистральный канал, собирательные каналы (собиратели) и осушители. Предварительно тщательно изучено состояние почв торфяной залежи.

С 1879 по 1900 г. в Лисинском лесничестве проводились работы по осушению Рамболовского, Кауштинского, Кузнецовского болот и др. Всего за 70-летний период в Лисино осушено около 7 тыс. га болот и заболоченных земель.

Оценивая в 1931 г. результаты осушения, П. Орлов отмечал [10], что площадь заболоченных земель к этому времени составила 1732 га, или 6,3 % от площади лесничества.

Первые оценки эффективности осушения даны на основе визуальных наблюдений. Значительная часть Суланды до проведения гидромелиорации характеризовалась как территория, покрытая низкобонитетным древостоем, частично пригодным для заготовки дров. Встречались и безлесные участки.

Экспериментальные данные по 114-му кварталу осушенной Суланды впервые приведены в дипломной работе П.М. Шиндина [15], где говорилось, что на исследуемом участке до осушения произрастал 70-летний еловый древостой IV класса бонитета (табл. 1).

Таблица 1

Изменение древостоя в 114-м квартале Лисинского лесничества (болото Суланда и прилегающие территории) после осушения

Table 1

Changes in the forest stand in the 114th quarter of the Lisino Forestry (Sulanda swamp and adjacent areas) after drainage

Год	Состав	Возраст, лет	Высота, м	Полнота	Класс бонитета
1841	6Е2С2Б	70	–	0,6	IV
1856	7С2Б1Е	10	–	0,7	II
1896	7С2Б1Е	45	17	0,7	I
1935	8С1Е1Б	85	21	0,9	I–II

По-видимому, после осушения старый древостой был вырублен. Через 10 лет сформировался новый древостой. С 1896 г. преобладающей породой становится сосна. Осушение в большей степени проявилось вблизи осушительных каналов. Запас древостоя здесь в 1935 г. достигал 370 м³/га, в 110 м от осушительных каналов – примерно 300 м³/га.

По мере формирования сомкнутого высокобонитетного древостоя увеличивался расход влаги на транспирацию, водный режим почв несколько выравнивался по всей площади между каналами. Выровнялось и состояние древостоя. По данным В.В. Пахучего [11], в 1983 г. на Суланде произрастает древостой I–II классов бонитета с запасом 400–500 м³/га. На определенных участках он превышает 620 м³/га. Безлесных участков нет.

С 1879 по 1900 г. в Лисино работала экспедиция по исследованию и осушению болот под руководством И.К. Августиновича. Осушение проводилось на Рамболовском, Кудровском, Кауштинском и Рубецком болотах. Было устроено 292 км новых каналов и отремонтировано 62 км существующих каналов и ручьев.

Оценивая результаты осушения лесных земель в Лисино, лисинский лесничий Д.М. Кравчинский в очерке «Лисинская казенная лесная дача» [8] (1911 г.) отмечал, что моховые болота и заболоченные земли, занимавшие в 1841 г. около 30 % территории лесничества, сократились почти в 2 раза и теперь на их площадь приходится только около 17 %.

На Рамболовском болоте, которое Д.М. Кравчинским отнесено к неудачно осушенным, по данным настоящего времени, результаты осушения различны. Исследования, проведенные кафедрой почвоведения и гидромелиорации Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета [3], показали, что после осушения ранее безлесное Рамболовское болото к 1980 г. покрылось лесом II–V классов бонитета (табл. 2).

Из приведенных данных видно, что после осушения на болоте произрастает древостой достаточно высокого класса бонитета, встречающийся там, где сохранилась действующая старая осушительная сеть. В настоящее время из 763 га Рамболовского болота, ранее не покрытого лесом, только около 100 га представлено мозаично расположенными безлесными участками.

Таблица 2

Характеристика древостоя на Рамболовском болоте в 1980 г.

Table 2

Characteristics of the forest stand at the Rambolovskoye swamp in 1980

Состав	Средние		Полнота	Запас, м ³ /га	Класс бонитета	Зольность почвы
	высота, м	диаметр, см				
10С50	10	10	0,52	70	IV	2,8
10С140	8	12	0,61	92	V	2,9
10С130+Е	23	24	0,85	322	III	3,1
6С1304Е+Б	26	28	0,81	340	II	4,8
10С80+Б	8	12	0,40	64	V	3,5

Исследования осушенной части Кауштинского болота [3] показали, что и здесь есть участки с достаточно высокими показателями осушения (табл. 3). Лучший рост наблюдается в условиях, где сохранилась действующая сеть осушительных каналов, преимущественно в периферийной части болота.

Таблица 3

Характеристика древостоя на Кауштинском болоте в 1980 г.

Table 3

Characteristics of the forest stand at the Kaushtinskoye swamp in 1980

Состав древостоя	Средние		Полнота	Запас, м ³ /га	Класс бонитета	Зольность почвы
	высота, м	диаметр, см				
10С80+Б	19	20	0,85	224	II	3,8
10С80	5	10	0,32	13	Va	2,3
10С70+Б	9	10	0,42	65	V	3,8
9С80+1Б	17	14	0,86	178	II	7,5
10С120	14	20	0,63	145	V	2,8

Особенно удачным оказалось осушение Хейновского болота. Здесь после осушения повсеместно сформировался высокобонитетный древостой. Однако в 40–60 гг. прошлого столетия лес по большей части вырубил, так как торфяная залежь была использована для изготовления торфяных отопительных брикетов. На территории Хейновского болота, не затронутой торфоразработкой, и в настоящее время произрастает высокобонитетный хвойный древостой (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика древостоя на Хейновском болоте в 1983 г.

Table 4

Characteristics of the forest stand at the Kheynovskoye swamp in 1983

Мощность торфа, м	Состав	Средние		Полнота	Запас, м ³ /га	Класс бонитета
		высота, м	диаметр, см			
1,3	5С135 4Е125 1Б120+Е40	26,7	29,8	1,1	540	II
1,4	10С140	24,6	29,3	0,6	290	II
	7Е130 3Б120	17,0	18,8	0,3	120	

За 70-летний период до 1935 г. в Лисино было осушено более 7 тыс. га болот и заболоченных земель, что составляет около 25 % территории лесхоза. Последние осушительные работы проведены в 1972–1973 гг. на площади более 1300 га. В настоящее время площадь неосушенных болот и заболоченных территорий составляет около 4,2 %. Безлесных болот практически нет [2]. Заболочивание может происходить на вырубках [7]. Однако в Лисинском лесничестве отсутствуют крупные лесосеки, а на узких лесосеках за счет естественного возобновления в течение 3–5 лет древостой восстанавливается.

Гидромелиорация принципиально изменила лесорастительные условия на месте «смердных болот», как отмечал А. Малышев, сформировала богатую растительность. Флора Лисинского лесничества в настоящее время представлена более чем 500 видами травянистой, кустарниковой, кустарничковой и древесной растительности [6]. Встречаются древостои практически всех типов леса [16], свойственных данной лесорастительной зоне.

Многолетние наблюдения за изменением состояния древостоев и осушительной сети позволили разработать параметры каналов осушительной сети и интенсивности осушения, профили каналов, что учитывается при проектировании осушительной системы и в настоящее время.

Объекты, где проводится гидромелиорация, как правило, различны по составу и возрасту древостоев. Различны и лесорастительные условия: богатство почвы, вид и характер сложения обычно осушаемой торфяной залежи – определяющие условия формирования древостоев после осушения. Гидромелиорация требует финансовых затрат, поэтому важны сроки окупаемости работ, что связано с состоянием осушаемых древостоев и периодом возможности их использования после осушения.

Для проведения комплексных многолетних исследований по изучению роста леса и изменения торфяной залежи на объектах гидромелиорации кафедрой почвоведения и гидромелиорации в Лисино в 1973 г. заложен специальный стационар Малиновский [4], включенный в перечень «Мелиоративно-болотные стационары России» [9]. Стационар расположен на Туровском болоте и прилегающих к нему заболоченных землях Малиновского лесничества Лисинского учебно-опытного лесхоза (рис. 2). На землях стационара проводятся лесоводственные, гидрологические (включая изучение водного баланса), геоботанические, почвенные и другие исследования.

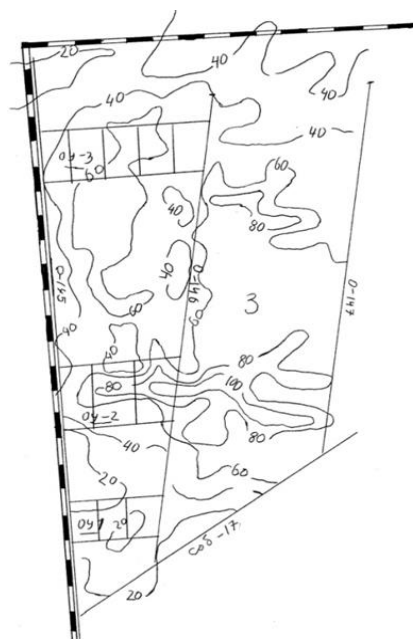



Рис. 2. Стационар Малиновский

Fig. 2. Malinovskiy station

- | | |
|---|-------------------------|
| ~40~ | Изолиния мощности торфа |
|  | Квартальная просека |
| 3 | Номер квартала |
| ОУ | Опытный участок |
| 0-145... | Осушительный канал |
| Соб | Собирательный канал |

Основной целью гидромелиорации переувлажненных земель является максимально возможное увеличение прироста древостоя [20] при минимальном воздействии на окружающую среду. Для изучения особенностей роста древостоя на торфяных почвах стационара было создано 3 опытных участка. Они располагались на всей полосе между каналами, разделяясь на пробные площади (ПП) для изучения прироста по мере удаления от канавы. Расстояние между каналами на опытных участках составляло соответственно 93, 100 и 156 м. При расстоянии между каналами до 100 м участок разделялся на 3 ПП, при больших расстояниях – на 5.

Болотная часть стационара до осушения 1973 г. была представлена маломощными торфяно-болотными почвами с глубиной торфа 0,2–0,9 м. На торфяно-глеевые почвы приходилось 28,7 %; на болотно-подзолистые – 24,5 %; на подзолистые – 23,4 %.

В первые годы после осушения при понижении уровня грунтовых вод торф осел и уплотнился. Осадка торфа способствует его разложению выделяющимся CO_2 [5]. Величина осадки зависит от мощности торфа и интенсивности осушения. На интенсивно осушенном участке 1 при исходной глубине торфа 0,2–0,3 м осадка за первые 5 лет составила 6–10 см, на слабоосушенном участке 3 при глубине торфа 0,5–0,9 м – 11–22 см. На экстенсивно осушенном участке 2 глубина торфа была, как на 1-м, – 0,2–0,3 м.

Со временем интенсивность осадки торфа снизилась. За следующие 15 лет на участке 1 она составила 3–9 см, т. е. менее 1 см в год. На участке 2 – 1–4 см за 15 лет. Далее мощность торфяного горизонта менялась мало [14], поскольку сработка торфа восполняется ежегодным опадом листвы и хвои. На осушенном в 1841 г. болоте Суланда образовавшийся слой торфа 0,3–0,4 м сохраняется до настоящего времени.

Мало меняется с годами и зольность торфа. Изменились морфологическое строение торфяной почвы и тип почвы. Торфяно-глеевые и торфяно-болотные маломощные почвы в 1974 г. занимали 52 % территории. Через 20 лет, в 2004 г., они встречались на 44 % площади. Торфянисто-подзолисто-глеевые и торфяно-подзолисто-глеевые в 1974 г. составляли 25 % стационарных земель. В 2004 г. образовались перегнойно-подзолистые почвы, занимавшие 10 % территории. С 5 до 7 % увеличилась доля подзолистых почв.

После гидромелиорации изменились условия почвенного питания. Актуальная кислотность почвы увеличилась с 3,0–3,8 до 3,6–4,0. Существенно снизилась гидролитическая кислотность почвы в корнеобитаемой зоне – с 125,0–136,5 до 65,4–114,5.

Таксационные характеристики древостоев по участкам существенно различались. Состояние древостоя в год осушения приведено в табл. 5.

Наиболее сложный состав древостоя был на участке 1. Основная порода, сосна II–III классов возраста, сформировала здесь 1-й ярус, занимая от 12 до 48 % состава. 2-й ярус представлен березой – 80–90 % в составе.

Участок 2 характеризовался практически чистым по составу сосновым древостоем III–IV классов бонитета достаточно высокой полноты и разного возраста.

Таблица 5

Таксационные характеристики древостоев в 1974 г.

Table 5

Inventory characteristics of forest stands in 1974

ПП	Ярус	Порода	Средние		Полнота	Запас, м ³ /га	Состав	Класс бонитета	
			высота, м	диаметр, см					
<i>Участок 1</i>									
1	I	С	8,8	10,1	0,08	9,7	32,3	8Б2С	IV
	II	Б	6,3	4,8	0,52	22,6			
2	I	С	15,2	17,6	0,21	46,7	66,7	8С2Б	IV
	II	Б	6,6	4,4	0,41	20,0			
3	I	С	11,9	15,1	0,32	19,7	33,2	6С4Б	IV
	II	Б	5,8	4,0	0,11	13,5			
<i>Участок 2</i>									
4	I	С	13,6	17,8	0,53	105,0	113,0	9С1Б	IV
	II	Б	6,0	5,5	0,17	7,5			

Окончание табл. 5

ПП	Ярус	Порода	Средние		Полнота	Запас, м ³ /га		Состав	Класс бонитета
			высота, м	диаметр, см					
5	I	С	15,4	18,1	0,67	153,0	162,0	10С+Б	IV
	II	Б	9,3	6,3	0,12	8,6			
6	I	С	13,1	17,2	0,53	102,0	108,0	10С+Б	III
	II	Б	6,2	4,1	0,13	6,0			
Участок 3									
7	I	С	3,1	4,1	0,06	1,8	2,0	9С1Б	Va
	II	Б	2,6	1,7	0,20	0,2			
8	I	С	3,4	4,1	0,14	4,4	4,6	10С+Б	Va
	II	Б	2,8	1,8	0,01	0,2			
9	I	С	4,1	5,0	0,19	7,6	8,2	10С+Б	Va
	II	Б	3,3	2,9	0,03	0,6			
10	I	С	4,3	5,2	0,18	7,7	8,7	10С+Б	Va
	II	Б	4,0	3,3	0,04	1,0			
11	I	С	5,3	6,8	0,18	0,3	1,3	9С1Б	Va
	II	Б	4,0	3,4	0,04	1,0			

Участок 3 характеризовался низкополнотным, небольшим по высоте, преимущественно сосновым древостоем классов бонитета V–Va. Внешне участок представлял собой болото, покрытое редкостойным сосновым лесом, просматривавшимся вдаль на сотни метров (рис. 3).



Рис. 3. Верховое болото на опытном участке 3 (1974 г.)

Fig. 3. Oligotrophic swamp on the experimental area 3 (1974)

После гидромелиорации за счет действия каналов и транспирации произошло снижение уровня грунтовых вод. В первый год осушения на участках 1 и 2 грунтовые воды располагались на глубине 26–32 см, на участке 3 – на глубине 18–19 см. Со временем сформировался высокобонитетный древостой (рис. 4), через 30 лет рост его оценивался I–II классом бонитета.



Рис. 4. Сосновый древостой на опытном участке 3 через 30 лет после осушения

Fig. 4. Pine forest 30 years after drainage on the experimental area

В табл. 3 приведена таксационная характеристика древостоя через 30 лет после осушения. К этому времени на участке 1 и 2 сформировались древостой I–Ia классов бонитета с запасом до 400–500 м³/га. В высокобонитетном древостое увеличились транспирационный расход влаги и суммарное испарение. Грунтовые воды понизились в среднем за период вегетации до 50–60 см. В отдельные летние периоды грунтовые воды располагались ниже уровня дна осушительных каналов.

Отмечено понижение уровня грунтовых вод и на слабоосушенном участке 3, где сформировался древостой I–II классов бонитета. Здесь в отдельные летние периоды грунтовые воды понижались до глубины 49–56 см.

Многолетние стационарные исследования [2, 3] показали, что темпы прироста в разных древостоях неодинаковы. Обычно улучшение водного режима после гидромелиорации сопровождается увеличением прироста. Однако в разновозрастных древостоях есть свои особенности. Вначале увеличивается общий прирост, но за счет отпада разновозрастных деревьев возможно его снижение, что и было отмечено в наших исследованиях (см. табл. 3).

На участке 1 до осушения преобладающей породой была береза I–II классов возраста, IV класса бонитета. Здесь на 1-й ПП доля сосны в составе немного превышала единицу (8Б2С). Сосна на торфяной почве в данном случае более отзывчива на осушение, чем другие породы, потому после гидромелиорации состояние древостоя изменилось. Определяющее место в составе заняла сосна – 30–40 % по запасу. При проведении лесоводственного ухода в виде прореживания в таких условиях можно создать преимущественно сосновый древостой. Запас древостоя через 40 лет после осушения достиг 300–400 м³/га (см. табл. 3), при том что до осушения он был лишь 30–60 м³/га.

На участке 2 до осушения преобладала сосна V класса возраста. Общий запас древостоя в год осушения равнялся 115–150 м³/га, класс бонитета – IV. Через 40 лет запас древостоя составил 430–490 м³/га; годичный прирост – 7–8 м³/га; класс бонитета – I–Ia. За 1-е десятилетие прирост оказался 7,6 м³/га в год, во второе снизился – 7,4 м³/га в год. Затем, в 4-м десятилетии, увеличился до 7,9–9,9 м³/га в год.

На участке 3, до осушения имевшем вид болота, поросшего редкостойной сосной класса бонитета Va с запасом древесины 1–3 м³/га, после гидромелиорации через 40 лет сформировался сосновый древостой I–II класса бонитета [8] с запасом древесины 121–320 м³/га (табл. 6).

Таблица 6

Таксационные характеристики древостоев в 2014 г.

Table 6

Inventory characteristics of forest stands in 2014

ПП	Ярус	Средние		Полнота	Запас, м ³ /га	Состав	Класс бонитета	
		высота, м	диаметр, см					
<i>Участок 1</i>								
1	I	25,4	32,7	0,31	132	32,3	10С90	Ia
	II	19,1	–	1,05	274		5Б603Е2Ос	
2	I	26,4	36,9	0,40	174	66,7	10С100	I–Ia
	II	18,2	–	0,51	131		6Б704Е	
3	I	23,3	34,3	0,20	76	33,2	10С90	I
	II	17,4	–	0,98	225		8Б702Е+С+Ос	
<i>Участок 2</i>								
4	I	24,7	29,0	0,80	337	113,0	10С130	I
	II	12,7	–	0,56	91		5Б805Е30	
5	I	28,3	28,4	0,84	443	162,0	10С130	Ia
	II	12,0	–	0,36	51		6Б804Е30	
6	I	21,6	28,5	0,88	315	108,0	10С130	II
	II	13,1	–	0,24	37		8Б802Е30	
<i>Участок 3</i>								
7	I	20,2	19,7	0,94	327	2,0	9С1001Б+Е	I–Ia
8	I	18,7	17,2	0,76	258	4,6	9С1001Б+Е	I
9	I	16,9	16,7	0,74	212	8,2	9С1001Б+Е	II
10	I	19,2	16,4	0,52	175	8,7	10С100+Б	I
11	I	20,2	18,2	0,63	227	1,3	9С1001Б+Е	I–Ia

После осушения интенсивно увеличиваются рост древостоя в высоту и прирост по диаметру [17]. Последнее обуславливает изменение базисной плотности стволовой части древостоя [1]. Осушение способствует увеличению годовичного кольца. Исследования показали, что базисная плотность действительно снизилась на 1–2 %, но при этом биомасса древесины на участке 1

стала больше в 4 раза, на участке 2 – в 2,4 раза, на участке 3 древостоя не было. Биомасса на землях стационара в целом увеличилась в 60 раз, особенно на участке 3. Наибольшую плотность имеют вновь сформировавшиеся молодые древостои.

Воднобалансовые исследования позволяют установить влияние осушения на водное питание рек [18]. Годовой сток по каналам осушительной сети на территории стационара составляет 27–35 % от количества осадков. Коэффициент стока – 0,39. При этом доля летнего стока (май–сентябрь) составила 16–23 % от годовой величины, что на 20–30 % выше по сравнению с рекой-водоприемником. Большая часть летнего стока – от 33 до 44 % – приходится на май, когда осуществляется сброс паводковых вод. На болотах после гидромелиорации сток равномерный, доля весеннего стока [19] меньше, чем в реках.

Наименьшая величина стока, вплоть до его остановки, наблюдается в июле. Следует отметить, что прекращение стока с небольших внутренних болотных естественных водотоков отмечается постоянно и в течение длительного времени.

При осушении значительных территорий, как было в Лисинском лесничестве, осушительные каналы можно использовать и для сплава древесины, заготавливаемой при рубках спелых древостоев в зоне осушения. В Лисино в 1937 г. построен крупный Кузнецовский осушительно-сплавной канал (рис. 5).



Рис. 5. Кузнецовский осушительно-сплавной канал

Fig. 5. Kuznetsovskiy drainage and rafting channel

Канал выполнял роль магистрального канала при осушении Кузнецовского болота, по этому каналу сплавлялась на территорию ее переработки заготавливаемая древесина. Канал подпитывался, кроме болотных вод, водами озера и обеспечивал водой пруды лесных питомников, а также поселок Лисино-Корпус.

Заключение

В настоящее время Лисинский учебно-опытный лесхоз с его почти двухвековым опытом осушения заболоченных лесов является уникальной площадкой для изучения эффективности гидромелиорации и ведения лесного хозяйства. Особенностью осушения лесных земель в отличие от сельскохозяйственных является то, что лес растет долго и результаты осушения поддаются оценке только спустя десятилетия и более. На примере многолетнего ведения лесного хозяйства на осушенных землях в Лисинском лесхозе можно судить о формировании и стабилизации новых почвенных условий, особенностях роста вновь созданных после вырубki спелых древостоев. После гидромелиорации переувлажненных земель изменились условия почвообразования, увеличилось число видов почв и типов леса. На ранее заболоченных землях удалось вырастить лес I–II классов бонитета.

В Лисино ведутся и почвенные исследования, начатые И.В. Тюриным и И.В. Пономаревой в 30-х гг. прошлого века и продолженные в 50-х Н.Л. Благовидовым с учениками. Исследование почв проводится сотрудниками кафедры почвоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета и сегодня. В 2011 г. издана монография «Почвы Лисинского лесничества». В Лисино изучают практику ведения лесного хозяйства студенты Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета, а также учащиеся Лисинского лесного техникума. Произрастают коренные леса, местами измененные в результате хозяйственной деятельности, в частности при выборочных рубках. Есть леса созданные (Н.И. Рубцовым) предварительными посадками леса до вырубki спелого древостоя. Сохранились посадки лесных культур с закрытой корневой системой, заложенные в 1970 г. А.В. Преображенским.

Лисино – место проведения крупных совещаний. В 1996 г. Российская академия наук организовала здесь экскурсию для участников II съезда почвоведов, посвященного 150-летию В.В. Докучаева. Кроме того, в 1995 г. в Лисино проведена экскурсия для участников Мирового конгресса ИЮФРО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Алексеев А.С., Бабиков Б.В., Соловьев В.А., Шурыгин С.Г. Влияние лесосошения на прирост древостоев // Изв. СПбЛТА. 2007. № 179. С. 4–14.
Alekseev A.S., Babikov B.V., Solovjev V.A., Shurjigin S.G. The Influence of Forest Bogs Drainage on Scots Pine Tree Stands Growth. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotekhniceskoj akademii*, 2007, no. 179, pp. 4–14. (In Russ.).
2. Бабиков Б.В. Водный режим почв осушенных лесных болот // Почвоведение. 1980. № 2. С. 80–85.
Babikov B.V. Water Regime of Soils of Drained Forest Swamps. *Pochvovedenie*, 1980, no. 2, pp. 80–85. (In Russ.).
3. Бабиков Б.В., Шурыгин С.Г. Почвенно-гидрологические исследования в Лисинском учебно-опытном лесхозе. СПб.: СПбЛТА, 2006. 60 с.
Babikov B.V., Shurygin S.G. *Soil and Hydrological Research in the Lisino Training and Experimental Forest*. Saint Petersburg, SPbSFTU Publ., 2006. 60 p. (In Russ.).

4. Бабиков Б.В., Косарев В.П., Тимофеев А.И. Рост сосновых насаждений на осушенном болоте почвенно-гидромелиративного стационара Малиновский // Изв. СПбЛТА. 1996. № 3. С. 46–54.

Babikov B.V., Kosarev V.P., Timofeev A.I. Growth of Pine Plantations in the Drained Swamp of the Malinovskiy Soil-Hydromelioration Station. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*, 1996, no. 3, pp. 46–54. (In Russ.).

5. Вомперский С.Э., Иванов А.И. Влияние гидромелиорации на осадку торфа и выделение CO₂ // Гидролесомелиорация и ведение лесного хозяйства на осушенных землях. СПб., 1993. С. 57–60.

Vomperskiy S.E., Ivanov A.I. Effect of Hydromelioration on Peat Sedimentation and CO₂ Release. *Forest Hydromelioration and Forest Management on Drained Lands*. Saint Petersburg, 1993, pp. 57–60. (In Russ.).

6. Егоров А.А., Титов Ю.В. Флора Лисинского учебного опытного лесхоза. СПб.: ЛТА, 1997. 93 с.

Egorov A.A., Titov Yu.V. *Flora of the Lisino Training and Experimental Forest*. Saint Petersburg, LTA Publ., 1997. 93 p. (In Russ.).

7. Кошечев А.Л. Заболочивание вырубок и меры борьбы с ним. М.: АН СССР, 1955. 167 с.

Koshcheyev A.L. *Waterlogging of Clearcuts and Control Measures*. Moscow, AN SSSR Publ., 1955. (In Russ.).

8. Кравчинский Д.М. Лисинская казенная лесная дача. СПб., 1911. 24 с.

Kravchinskiy D.M. *Lisino State Forest Dacha*. Saint Petersburg, 1911. 24 p. (In Russ.).

9. Маслов Б.С., Константинов В.К., Бабиков Б.В., Ахти Э. Мелиоративно-болотные стационары России. Вантаа: Науч. центр Вантаа МЕТЛА, 2006. 397 с.

Maslov B.S., Konstantinov V.K., Babikov B.V., Akhti E. *Meliorative and Wetland Stations of Russia*. Vantaa, METLA Publ., 2006. 397 p. (In Russ.).

10. Орлов П. Осушительные работы в Лисинском учебном леспромхозе // Природа и хозяйство учебных леспромхозов Лесотехнической академии. Л., 1931. С. 207–211.

Orlov P. Drainage Works at the Lisino Training Lespromkhoz. *Nature and Economy of Educational Lespromkhpzes of the Forest Engineering Academy*. Leningrad, 1931, pp. 207–211. (In Russ.).

11. Пахучий В.В. Водный режим в хвойных древостоях на староосушенных торфяниках. Л.: Наука, 1985. 72 с.

Pakhuchiy V.V. *Water Regime in Coniferous Stands on Old-Drained Peatlands*. Leningrad, Nauka Publ., 1985. 72 p. (In Russ.).

12. Преображенский А.В. Вековой опыт ведения лесного хозяйства в Лисинском и Охтинском лесхозах. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1953. 116 с.

Preobrazhenskiy A.V. *A Century of Forest Management Experience in the Lisino and Okhta State Forestries*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1953. 116 p. (In Russ.).

13. Проект отводнения первого хозяйственного отделения Лисинской дачи // Изв. вузов. Лесн. журн. 1847. № 6.

Draft of the Water Drainage of the First Household Department of the Lisino Dacha. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 1847, no. 6. (In Russ.).

14. Тимофеев А.И., Савицкая С.Н. Почвы Лисинского лесхоза. СПб.: СПбПУ, 2011. 126 с.

Timofeev A.I., Savitskaya S.N. *The Soil of the Lisino Forestry*. Saint Petersburg, SPbSTU Publ., 2011. 126 p. (In Russ.).

15. Шиндин П.М. Влияние осушительной мелиорации на рост сосны в Суланде: диплом. работа. 1935. 98 с.

Shindin P.M. *Effect of Drainage Reclamation on Pine Growth in Sulanda*. Thesis. 1935. 98 p. (In Russ.).

16. Шишков И.И., Докудовский И.Е. Типы леса Лисинского учебно-опытного лесхоза и их хозяйственное использование. М.: Гослесбумиздат, 1963. 111 с.

Shishkov I.I., Dokudovskiy E.E. *Types of Forest of the Lisino Training and Experimental Forest and Their Use*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1963. 111 p. (In Russ.).

17. Heikuzainon L. The Influence of Forest Drainage on Growth and Removal in Finland. *Acta Forestalia Fennica*, 1961, vol. 71, no. 8. 74 p. (In Fin.).

18. Huikari O., Paarlahti K., Paavilainen E., Ravela H. On the Effect of Stripwidth and Ditch Depth on the Water Economy and Runoff on Peat Soil. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*, 1966, vol. 61(8). 39 p. (In Fin.).

19. Seuna P. Influence of Forestry Draining on Runoff and Sediment Discharge in the Ylijoki Basin, North Finland. *Aqua Fennica*, 1982, no. 12, pp. 3–16. (In Fin.).

20. Zalitis P. *Meskopilas piteksnasa – cisumi*. Riga, 2006. 218 p. (In Latv.).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest

Вклад авторов: Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article