

**ОЛЬГА ИВАНОВНА ГАВРИЛОВА**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесного хозяйства и ландшафтной архитектуры Института лесных, инженерных и строительных наук, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)  
*ogavril@mail.ru*

**ВИКТОР НИКОЛАЕВИЧ ГАВРИЛОВ**

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории динамики и продуктивности таежных лесов, Институт леса Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)  
*gavrilov@krc.karelia.ru*

### РОСТ И СОСТОЯНИЕ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ОСУШЕННОМ ПЕРЕХОДНОМ БОЛОТЕ\*

Приведены данные по росту сосновых молодняков искусственного происхождения, созданных по осушенному переходному болоту в условиях среднетаежной подзоны. Культуры созданы в 1972 году. Использованы двухлетние сеянцы сосны обыкновенной. К возрасту 20 лет сформировался древостой составом  $9C_{иск}1C(40)$ . Были проведены рубки ухода разной интенсивности и выборки. В возрасте от 28 до 42 лет проводились исследования культур по стандартным методам, принятым в таксации. Выращивание сосновых культур на осушаемых бедных переходных болотах оказалось высокоэффективным мероприятием с лесохозяйственной точки зрения. На участках лесных культур сформировались высокополнотные молодняки продуктивностью не ниже третьего класса бонитета. Несмотря на естественный отпад в молодняках и проведенные рубки различной интенсивности выборки при первоначальной густоте посадки 5,5 тысячи экземпляров на гектаре, к концу второго класса возраста остается достаточное число стволов для образования в будущем полноценного высокополнотного древостоя. По категориям крупности в сорокалетнем возрасте деревья отнесены к группам мелких (56–78 %) и средних (22–45 %). Таким образом, сформировавшийся на участке лесных культур древостой характеризуется не только высокой продуктивностью, но и хорошим качеством.

Ключевые слова: среднетаежная подзона, осушенное болото, культуры сосны обыкновенной, рост, сохранность, качество

Несмотря на изменение в России в конце прошлого столетия отношения к гидролесомелиорации как к лесохозяйственному мероприятию, когда работы по осушению в лесном фонде были практически прекращены, многие исследователи по-прежнему считают, что в условиях Северо-Запада альтернативы данному мероприятию, способному в относительно короткие сроки повысить продуктивность древостоев, увеличить лесистость территории, нет [1], [6], [8].

Отличительной особенностью гидролесомелиорации в Карелии является высокая доля открытых болот, охваченных осушением (почти половина мелиорированных площадей). Вопросы изучения особенностей формирования и роста молодняков ценных древесных пород на осушенных болотах уделялось большое внимание в различных регионах с целью повышения лесоводственной эффективности проводимых мероприятий. Несмотря на накопленный опыт, эта проблема остается актуальной и в последние годы. Особенно это касается молодняков, сформировавшихся при искусственном облесении осушаемых площадей, как первоочередных объектов лесохозяйственной деятельности при пла-

нировании мероприятий по ведению хозяйства [3], [5].

Исследования проводились в южной части Карелии (среднетаежная подзона) на территории участкового Киндасовского лесничества Пряжинского центрального лесничества (61° 50' с. ш., 33° 30' в. д.). Гидролесомелиорация в лесничестве проведена в период 1969–1971 годов.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Опытные участки заложены в 1999 году в чистом сосновом древостое в возрасте культур 28 лет с целью изучения их роста и проведения экспериментального разреживания. Мелиоративные работы выполнены в 1969 году открытыми каналами. Расстояние между осушителями 200 метров. В момент закладки пробных площадей состояние осушителей оценивалось как удовлетворительное.

Торфяная залежь мощностью 0,7–1,0 м переходного типа сложена осоково-сфагновым и осоковым торфами. Анализ образцов торфа в 1999 году дал следующие результаты. Степень разложения с глубиной возрастает с 5 до 20 %. Корнеобитаемый слой почвы (0–30 см) характе-

ризуется следующими показателями: зольность торфа – 3,9–4,3 %, кислотность (рН в KCl) – 3,5, содержание общего азота 1,4–1,9 %, калия 32–119 мг, фосфора 7–10 мг на 100 г почвы. Общее покрытие травяно-кустарничкового яруса – 60 %, в составе доминируют пушица влагалищная и болотные кустарнички – кассандра, подбел, береза карликовая, единично – папоротник, седмичник, по заросшим лесокультурным бороздам – осоки. Существенных различий в развитии напочвенного покрова на разном удалении от осушителей не отмечено. Общее проективное покрытие мхами составляет 100 %. По всей межканальной полосе доминируют сфагновые мхи (*Sph. angustifolium*, *Sph. magellanicum*), на микроповышениях (пласты, кочки) – зеленые мхи (*Dicranum*).

Обработка почвы проведена в 1971 году способом бороздования поверхности двухотвальным плугом ПКЛН-500А перпендикулярно осушителям с образованием микроповышений (пластов). В следующем году работниками местного лесхоза под руководством сотрудников Института леса КарНЦ РАН (тогда Карельского филиала (АН СССР)) вручную были высажены двухлетние сеянцы сосны обыкновенной. Первоначальная густота посадки довольно высокая, около 5,5 тысячи экземпляров на гектаре, при шаге посадки 0,6 м. К настоящему времени состояние борозд удовлетворительное. До осушения на болотном массиве древесная растительность практически отсутствовала за исключением редкой сосны и небольшого количества подроста этой породы. В итоге к концу первого класса возраста культур сформировался молодняк составом по запасу  $9C_{иск} 1C(40)$ .

Для выявления последствий проведенного разреживания в рядах культур на участке заложено три пробные площади. Рубка высокой интенсивности – выборка 34 % по запасу (1); рубка по состоянию – 17 % (2); контрольный вариант – 3. Площадь пробных площадей, где проведены рубки, 0,1 га, контроль – 0,2 га. В обоих случаях рубка производилась в основном по низовому методу. Выбирались деревья поврежденные, отставшие в росте, с кривизной ствола, наклонные, все сухостойные. Кроме этого, в варианте 1 деревья также выбирались таким образом, чтобы расстояние между оставшимися составляло около 1,5 м. Сосна естественного происхождения, произрастающая в междурядьях, не вырубалась.

В исследованиях использованы общепринятые широко распространенные методы из практики лесной таксации. Измерения в древостоях на постоянных пробных площадях ведутся путем сплошного перечета, как по двухсантиметровым ступеням толщины, так и с измерением диаметров с точностью до 0,1 см. В последнем случае при камеральной обработке измеренные диаметры группировались по двухсантиметровым ступе-

ням толщины. Средние высоты определялись по графикам высот. При обработке данных использовались местные лесотаксационные таблицы [4]. При оценке качества древостоев и невозможности использования обычных товарных таблиц из-за малых размеров деревьев при выборе категорий крупности использовались ранговые коэффициенты: менее  $0,8d_{ср}$  – отставшие в росте;  $1,2d_{ср}$  и более – лидеры. При перечете отдельно учитываются деловые, полуделовые и дровяные деревья и сухостой. Обработка данных натурных измерений производилась с использованием компьютерных пользовательских программ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты многолетних исследований по изучению особенностей формирования и роста молодняков при искусственном облесении осушаемых осоково-кустарничково-сфагновых болот в южной Карелии показывают, что при соблюдении агротехники создания и выращивания сосновых культур в этих условиях местопроизрастания образуются чистые хвойные или смешанные с преобладанием хвойных в составе высокопродуктивные древостои.

Отпад в лесных культурах происходит, как и в естественных молодняках. Изреживание, обусловленное различиями в темпах роста различных деревьев, начинается в посадках с раннего возраста (табл. 1).

Однако, как показывают полученные результаты, в течение первого класса возраста оно идет замедленными темпами. Сохранность культур к тридцати годам достигает 60 %, к сорока – 43 %. Отпад в древостое идет, как видно из табл. 2, за счет отставших в росте деревьев низших ступеней толщины. Даже максимальный диаметр сухостоя ниже величины среднего диаметра нормально растущих деревьев. Закономерно снижаются темпы отпада на объектах, где проведены рубки ухода, в основном по низовому способу. Доля сухостойных деревьев в вариантах рубки через 15 лет после проведения разреживания не превышает 6 %, в контроле она увеличилась за тот же период почти в 10 раз, до 20 % от растущих (см. табл. 2). Несмотря на снижение, сохранность культур на объектах остается благодаря высокой первоначальной густоте, здесь достаточно стволов сосны для образования в будущем полноценного хвойного древостоя.

Как уже отмечалось выше, на участках лесных культур сосны продуктивность молодняков в условиях осушаемых бедных переходных болот в южной Карелии высокая. Это видно и по данным, представленным в табл. 3. Ежегодное текущее среднепериодическое накопление запаса за весь период наблюдений (15 лет) колеблется от 4,3 до 7,9 м<sup>3</sup>/га. При этом на собственно лесные культу-

**Таблица 1**

Показатели роста сосновых молодняков на участке лесных культур на осушаемом  
осоково-кустарничково-сфагновом болоте

Состав по запасу	Возраст, лет	Число стволов, экз./га	Средние		Сумма площадей сечения, м²/га	Запас, м³/га	Относит. полнота	Бонитет
			диаметр, см	высота, м				
1-й вариант, 5–60 м от осушителя; 30 лет после осушения								
4,2С <sub>иск</sub>	28	1592	9,4	9,1	10,95	55	0,5	II,2
1,6С		414	10,4	9,1	3,66	18,3		
Итого		2040			14,61	73,3	0,7	
1-й вариант, 5–60 м от осушителя; 45 лет после осушения								
8,4С <sub>иск</sub>	42	1402	13,8	14,2	21,92	155,7	0,8	II,0
1,8С		287	13,1	14,1	4,91	28,7		
Итого		1689			26,83	184,4	0,9	
2-й вариант, 5–60 м от осушителя; 30 лет после осушения								
4,5С <sub>иск</sub>	28	1785	9,1	8,9	11,72	58	0,6	II,0
2,8С		575	11,2	9,2	6,39	27,9		
Итого		2360			18,11	85,9	0,9	
2-й вариант, 5–60 м от осушителя; 45 лет после осушения								
5,7С <sub>иск</sub>	42	1515	13,2	14,1	21,09	148,5	0,8	II,0
2,8С		475	14,4	14,4	7,76	56,1		
Итого		1990			28,85	204,6	1,0	
3-й вариант, 5–60 м от осушителя; 30 лет после осушения								
8,6С <sub>иск</sub>	28	3322	8,0	8,3	16,91	81,5	0,7	II,7
1,4С		402	9,2	8,5	2,67	12,9		
Итого		3724			19,58	94,4	0,8	
3-й вариант, 5–60 м от осушителя; 45 лет после осушения								
8,6С <sub>иск</sub>	42	2339	11,7	13,7	25,31	176,7	0,9	II
1,4С		306	12,4	14,0	3,96	28,4		
		2650			29,27	194,4	1,1	

**Таблица 2**

Количество сухостоя в культурах сосны обыкновенной на осушенном  
переходном болоте

Возраст культур, лет	Выборка по запасу 34 %, 1-й вариант			Выборка по запасу 17 %, 2-й вариант			Контроль, 3-й вариант		
	Количество сухостоя, %	Средний диаметр, см		Количество сухостоя, %	Средний диаметр, см		Количество сухостоя, %	Средний диаметр, см	
		растущие	сухостой		растущие	сухостой		растущие	сухостой
34	1,5	11,5	6,0	4,3	11,2	5,2	16,2	9,8	5,3
37	6,0	12,5	7,2	4,4	11,9	6,6	20,8	10,5	5,7

**Таблица 3**

Годовое накопление запаса стволовой древесины на участках лесных культур

Показатели	Вариант					
	1-й вариант, выборка 34 %		2-й вариант, выборка 17 %		3-й вариант, контроль	
	за последние лет		за последние лет		за последние лет	
	15	3	15	3	15	3
Возраст культур, лет	42		42		42	
Δ, м <sup>3</sup> /га в год	4,4		4,9		4,9	
Z, м <sup>3</sup> /га в год, в т. ч. культуры	7,4	6,2	7,9	4,9	6,7	3,5
	6,7	5,4	6,0	4,4	6,3	2,8

ры приходится 75–90 %. На всех пробных площадях текущее накопление запаса к сорокалетнему возрасту культур выше среднего, за исключением контрольного варианта.

В последние годы при оценке успешности лесообразовательного процесса при искусственном заселении осушаемых болот нами больше внимания уделялось качеству формирующихся древостоев. Это в основном касалось главной породы, то есть непосредственно лесных культур. Товарная структура приспевающих, спелых и

перестойных древостоев определяется по доле деловой древесины и ее крупности. При измерениях на пробных площадях, несмотря на то что древостои еще не достигли возраста этих категорий, деревья также подразделялись на деловые, полуделовые и дрова. Оценка производилась на основе наличия повреждений стволов, развития ассимиляционного аппарата. К деловым относились особи, не имеющие видимых повреждений стволов, прямостоящие, с хорошо развитой кроной, очищенные от сучьев, наличием апи-

кального прироста. К повреждениям относились: сильный изгиб ствола, наличие пасынков, двухвершинность, поражение раком-серянкой. Все деревья, имеющие повреждения, отнесены к полуделовым, сильно угнетенные, отстающие в росте и сухостойные – к дровяным. При учетах выяснилось, что количество поврежденных деревьев незначительно – 2–3 %. Ежегодный отпад за последние три года составляет в вариантах рубки 22–28 экз./га, в контроле – 26 экз./га. Тем самым при учетах к категории «деловые» было отнесено 93–95 % из общего числа растущих деревьев. По требованиям технических условий [2] к первому классу товарности относят древостои, в которых доля деловых стволов составляет 91 % и выше. Безусловно, полученные результаты нужно рассматривать как прогноз, до достижения возраста главной рубки ситуация может измениться. По накоплению запаса в возрасте 40 лет на деловую часть древостоев приходится 95–98 %.

По категориям крупности в возрасте культур 40 лет составляющие насаждения деревья в вариантах, где проведено разреживание, можно отнести к группам мелких (56–62 %) и средних (38–44 %) лесоматериалов. В контрольном варианте соответственно – 78 и 22 %.

Дифференциация деревьев в культурах сосны по темпам роста проявляется уже в раннем возрасте. Это дает возможность подразделения деревьев на категории: лидирующие, средние и отстающие. Основу будущего древостоя составят особи из первых двух категорий. По мнению Е. Л. Маслакова [7], деревья, составившие группу лидеров в первые годы роста, не теряют своего преимущества и в дальнейшем. Кроме того, результаты такого деления применимы при организации рубок ухода в молодняках. Статистическая обработка данных измерений показала, что распределение деревьев по диаметру близко к нормальному. По теории нормального распределения в пределах стандартного отклонения в ту и другую сторону от среднего значения ( $M \pm \sigma$ , где  $M$  – среднее значение,  $\sigma$  – стандартное отклонение) расположено 68,3 % всех единиц совокупности. В нашем случае в контрольном варианте (пробная площадь 3) к концу второго класса возраста этот показатель достигает 69 %. В то же время при статистической обработке данных измерений выявлена умеренная положительная (правосторонняя) асимметрия со значениями менее 0,5. Также кривые распределения деревьев по диаметрам обладают слабым эксцессом (значения менее 0,5).

Это позволяет при подразделении деревьев по группам роста применять ранговые коэффициенты. При этом в основу были положены значения диаметров, которые были измерены с точностью до 0,1 см, с применением ранговых коэффициен-

тов распределения по диаметрам: менее  $0,8d_{cp}$  – отстающие в росте;  $1,2d_{cp}$  и более – лидеры.

Таблица 4

Доля по числу стволов и запасу различных категорий по темпам роста (%) в сорокалетних культурах сосны на осоково-кустарничково-сфагновых болотах в южной Карелии

Номер пробной площади	Средний диаметр, см	Доля (%) по	Отстающие, $0,8 d$ и менее	Средние, $> 0,8 d_{cp}$ и $< 1,2 d_{cp}$	Лидеры, $1,2 d_{cp}$ и более
1	12,6	числу стволов	17	65	18
		запасу	12	55	33
2	12,2	числу стволов	22	58	20
		запасу	19	44	37
3	10,6	числу стволов	26	52	22
		запасу	12	48	40

Если по числу стволов, как показано в табл. 4, в процентном отношении величины у лидеров и отстающих в росте отличаются незначительно, то доля запаса от общего по культурам закономерно выше в группе лидеров – 35–40 %. Все деревья-лидеры можно отнести к категории средние по крупности в 40 лет. Тем самым к возрасту главной рубки класс товарности в выращиваемых древостоях может быть высоким.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выращивание сосновых культур на осушаемых бедных переходных болотах оказалось высокоэффективным мероприятием с лесохозяйственной точки зрения. На участках лесных культур сформировались высокополнотные молодняки продуктивностью не ниже третьего класса бонитета с запасом стволовой древесины к концу второго класса возраста  $180\text{--}190 \text{ м}^3/\text{га}$ . Сохранность культур довольно высокая. В возрасте 20–25 лет этот показатель составляет 65–75 %. В дальнейшем с увеличением высоты культур отпад усиливается и к 40 годам сохранность снижается до 35–45 %. При первоначальной густоте посадки 5,5 тысячи экземпляров на гектаре на площади остается достаточное число стволов для образования в будущем полноценного древостоя. Благоприятные условия для роста культур сосны складываются на площадях, где предпосадочная обработка почвы произведена способом нарезки борозд перпендикулярно осушителям. Имеются сведения [1], что при параллельном расположении борозд по отношению к осушителям разница в продуктивности молодняков через 40 лет после посадок в приканальной и срединной зонах (при расстоянии между осушителями 150 м и более) может достигать класса бонитета.

В процессе последних учетных работ в числе сосновом древостое к категории «деловые» отнесено 93–95 % деревьев от общего числа. При этом по накоплению запаса стволовой древесины на деловую часть древостоев приходится 95–98 %. Ежегодный отпад не превышает 30 экземпляров на гектаре даже в контрольном варианте, где лесоводственного ухода не проводилось. По категориям крупности в сорокалетнем возрасте

деревья отнесены к группам мелких (56–78 %) и средних (22–45 %). Таким образом, сформировавшийся на участке лесных культур древостой характеризуется не только высокой продуктивностью, но и качеством. Осушение с последующим созданием лесных культур по переходным типам болот явилось эффективным мероприятием по повышению интенсивности ведения лесного хозяйства.

\* Работа выполнена в рамках Государственного задания Института леса КарНЦ РАН.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов В. Н. Зональные особенности растительных ресурсов осушенных болот Карелии при их искусственном облесении // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2009. № 11 (105). С. 35–40.
2. ГОСТ 9463-88. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 1997.
3. Исаченко Г. А. Многолетние последствия осушения болот в ландшафтах Северо-запада Европейской России // Болота Северной Европы: разнообразие, динамика и рациональное использование (Петрозаводск, 2–5 сентября 2015). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. С. 37–38.
4. Казимиров Н. И., Кабанов В. В. Лесотаксационные таблицы. Петрозаводск, 1976. 33 с.
5. Константинов В. К., Выродова С. А., Фролов Ю., Корольчук В. Ф., Стекольников С. А. О лесоводственной эффективности осушения и лесокультурного освоения болот и их окраев // Лесное хозяйство и комплексное природопользование: Труды СПбНИИЛХ. Вып. 2 (22). СПб., 2010. С. 133–138.
6. Константинов В. К., Порошин А. А. Состояние гидромелиоративных систем и их реконструкция. СПб., 2007. 135 с.
7. Маслаков Е. Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 68 с.
8. Тараканов Н. М. Эффективность гидроресомелиорации, основные условия и требования к ведению лесного хозяйства на осушаемых землях // Проблемы использования лесов с избыточным увлажнением и пути повышения их продуктивности: Материалы междунар. семинара. Архангельск: Правда Севера, 2013. С. 14–24.

Gavrilova O. I., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Gavrilov V. N., Forestry Research Institute, Karelian Research Centre of RAS (Petrozavodsk, Russian Federation)

#### GROWTH AND STATUS OF YOUNG PLANTED PINE STANDS ON A DRAINED TRANSITIONAL MIRE

Data on growth of young pine stands planted on a drained transitional mire in the middle taiga subzone are reported. The crops were established in 1972 using 2-year-old Scots pine seedlings. Twenty years after planting the stand composition included 90 % planted pines and 10 % natural 40-year-old pines. Thinning of varying intensity and selective harvests were carried out. Between the age of 28 and 42 years the crops were monitored using standard valuation survey methods. Pine cultivation on pre-drained poor transitional mires proved to be a highly efficient practice in forestry. High density young stands of quality class 3 or better have formed in the managed sites. With the original stocking density of 5 500 plants per hectare, and in spite of the natural young stand die-back and thinning of varying intensity, the site by the second age class retained a sufficient number of trees to form a full-fledged high-density stand in the future. In terms of size, trees at 40 years of age were classified as small (56–78 %) and medium-sized (22–45 %). Thus, the managed stand that has formed in the planted site boasts not only high productivity, but also high quality.

Key words: middle taiga, drained mire, Scots pine crops, growth, survival rate, quality

#### REFERENCES

1. Gavrilov V. N. Zonal peculiarity of the vegetation resources of the artificially afforested drained mires in Karelia [Zonal'nye osobennosti rastitel'nykh resursov osushennykh bolot Karelii pri ikh iskusstvennom oblesenii]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Petrozavodsk State University]. 2009. № 11 (105). P. 35–40.
2. GOST 9463-88. *Lesomaterialy kruglye khvoynykh porod. Tekhnicheskie usloviya* [9463-88. Round wood of coniferous species. Technical rules]. Moscow, 1997.
3. Isachenko G. A. Long-term consequences of peatlands drainage in landscapes of the North West of European Russia [Mnogoletnie posledstviya osusheniya bolot v landshaftakh Severo-zapada Evropeyskoy Rossii]. *Bolota Severnoy Evropy: raznoobrazie, dinamika i ratsional'noe ispol'zovanie* (Petrozavodsk, 2–5 sentyabrya 2015). Petrozavodsk, 2015. P. 37–38.
4. Kazimirov N. I., Kabanov V. V. *Lesotaksatsionnye tablitsy* [Forest taxation tables]. Petrozavodsk, 1976. 33 p.
5. Konstantinov V. K., Vyrodova S. A., Frolov Yu. A., Korol'chuk V. F., Stekol'shchikov S. A. On silvicultural efficiency of drainage and silvicultural development of wetlands and their peripherals [O lesovodstvennoy effektivnosti osusheniya i lesokul'turnogo osvoeniya bolot i ikh okraek]. *Lesnoe khozyaystvo i kompleksnoe prirodopol'zovanie: Trudy SPbNIILKh*. Issue 2 (22). St. Petersburg, 2010. P. 133–138.
6. Konstantinov V. K., Poroshin A. A. *Sostoyaniye gidromeliiorativnykh sistem i ikh rekonstruktsiya* [Status of irrigation systems and their reconstruction]. St. Petersburg, 2007. 135 p.
7. Maslakov E. L. *Formirovaniye sosnovykh molodnyakov* [Formation of pine young growths]. Moscow, 1984. 68 p.
8. Tarakanov N. M. The effectiveness of reclamation, the basic conditions and requirements for forest management on drained lands [Effektivnost' gidrolesomeliioratsii, osnovnye usloviya i trebovaniya k vedeniyu lesnogo khozyaystva na osushaemykh zemlyakh]. *Problemy ispol'zovaniya lesov s izbytochnym uvlazhneniem i puti povysheniya ikh produktivnosti: Materialy mezhdunar. seminar. Arhangelsk, Pravda Severa Publ.*, 2013. P. 14–24.

Поступила в редакцию 25.03.2016