

А.П. Смирнов, А.А. Смирнов, П.В. Богачев

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ
НА ВЫРУБКАХ СРЕДНЕГО ПРИАНГАРЬЯ
В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ**

Введение. На территории Иркутской области на первое место по площади вырубок и объему вырубаемой древесины выходят насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [Рунова, Соловьева, 2017]. В работе [Маркатюк, Рунова и др., 2013] подчеркивается, что в Братском и Нижне-Илимском районах Иркутской области подрост предварительной генерации сосны недостаточно для полноценного восстановления на вырубках сосновых насаждений во всех типах леса. Следовательно, важное значение для указанного региона имеет изучение последующего возобновления сосны, выявление его связей с малоисследованными факторами, в частности, с особенностями строения и плодородием лесных почв.

Известно, что наряду с химическим и гранулометрическим составом минеральной части почв, их общей мощностью, водным и воздушным режимом и т. д., особое внимание лесных почвоведов привлекала степень развития аккумулятивных горизонтов почв, определяемая понятием «тип гумуса».

По О.Г. Чертову (Чертов, 1981), тип гумуса лесных почв отражает направленность процессов минерализации и гумификации опада, интенсивность биологического круговорота и, в конечном итоге, плодородие лесных почв (ресурсы элементов питания, накопленные в процессе биологической аккумуляции).

Цель исследования – выявить влияние особенностей лесных почв на последующее возобновление сосны на вырубках среднего Приангарья.

Объекты и методика исследований. Полевые материалы были собраны в Среднеангарском таёжном лесном районе – на территории Северного лесничества (Усть-Илимский район Иркутской обл., рис. 1). Подрост изучали на сплошных вырубках 5–15-летней давности, без создания лесных культур, рубок ухода и следов лесных пожаров. Сохранённый подрост предварительного возобновления на вырубках не должен был превышать 2 тыс. экз./га. Исходный тип леса определяли по материалам отвода лесосек в рубку, с корректировкой по прилегающим насаждениям и характеру рельефа.

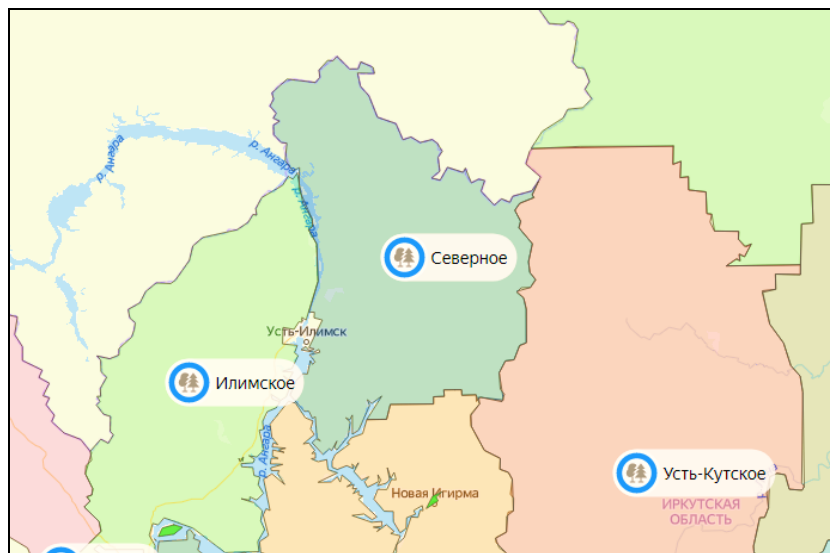


Рис. 1. Карта-схема территории Северного лесничества

Fig. 1. Map-scheme of the Territory of Northern Forestry

Методика учёта естественного возобновления заключалась в закладке на каждой вырубке 40 круговых учётных площадок (УП) размером 10 м^2 , равномерно размещенных по вырубке [Мартынов, 1995]. На каждой УП проводили сплошной пересчёт подроста, включая лиственные породы. Поросль от пня фиксировалась как отдельные экземпляры. Подрост предварительного возобновления и самосев до 2 лет не учитывались. На каждой из вырубок (на ненарушенной рубкой почве), в наиболее характерной по растительности и рельефу точке закладывалась почвенная прикопка глубиной до 60 см. С учетом варьирования мощности подстилки [Карпачевский, 1981; Бахмет, 2014; Волков, 2015] и др., прикопки закладывались на некотором удалении от ствола (пня на вырубке), где, по данным исследований [Бахмет, 2014], мощность подстилки наиболее близка к её средней величине на пробной площади. Проводилось описание прикопки, с измерением мощности горизонтов и полевым определением гранулометрического состава минеральной части.

В связи с массовым материалом по 54 вырубкам, авторы решили сопоставить выводы, основанные на методике авторов, с полученными ранее закономерностями [Смирнов и др., 2018; Смирнов и др. 2020]. Для оценки *эффективного плодородия лесной почвы* использовали *опаво-подстилочный коэффициент*, предложенный проф. О.Г. Чертовым [Чертов, 1981] для

западной провинции подзоны южной тайги: отношение мощности гумусового горизонта к мощности лесной подстилки. По согласованию с О.Г. Чертовым, авторы назвали отношение мощности гумусового горизонта к мощности лесной подстилки – *гумусо-подстилочным коэффициентом (ГПК)*. Кроме того, по методике [Чертов, 1981], механический состав минеральных горизонтов почвы (показатель *потенциального* почвенного плодородия) был зашифрован в *баллах* следующим образом: 1 – песок, 2 – супесь, 3 – легкий суглинок, 4 – средний суглинок, 5 – тяжелый суглинок, 6 – глина. Произведение гумусо-подстилочного коэффициента (ГПК) на балл гранулометрического состава (БГС), в качестве второго показателя эффективного плодородия лесной почвы, авторы назвали модифицированным гумусо-подстилочным коэффициентом – МГПК [Смирнов и др., 2018].

Результаты исследования. Общая густота подроста на вырубках довольно стабильна на большинстве объектов (6-13 тыс. экз./га), табл. 1.

Таблица 1

Характеристики подростана вырубка хвсходных типах леса
Characteristics of undergrowth on logging in the original types of forest

Исходный тип леса	Число объектов	Среднее				
		состав подроста		густота подроста, тыс. экз./га		
		общий	хвойный	общий	хвойный	сосна
Пх-БРЗМ	2	5Б3Ос1Пх1Е+С+К	4Пх3Е2С1К	13,7	3	0,6
Е-РТЗМ	2	5Б2Ос1Е1С1К+Пх	5Е3С1К1Пх+Лц	7,1	2,3	0,7
Лц-БРРТ	2	5Б1Ос2С1Е1Лц+К	4С3Е1Лц1К1Пх	8,9	4,5	1,8
С-БРРТ	5	4Ос3Б3С+Лц	10С+Лц	6,8	2	2
С-РТОС	3	5Б2Ос3С+Лц	10С+Лц	7,0	2,1	2,1
Пх-ЗМ	2	6Б2С2Пх+Е+К	5С4Пх1Е+К	11,3	4,6	2,3
С-РТЗМ	9	3Ос3Б4С+Пх	9С1Пх+Лц	7,0	3,1	2,8
Е-ЗМ	1	4С2К1Е2Б1Ос+Лц	6С3К1Е+Лц	7,9	5,6	3,2
С-ЧЕР	10	5С3Ос2Б+Пх	10С+Пх	6,7	3,3	3,3
С-ОЛХ	1	8С1Б1Ос	10С	4,6	3,7	3,7
С-ГОЛ	4	5С5Б+К+Лц+Пх	10С+К+Лц+Пх	8,2	4,1	4,1
С-ЗМ	2	5С4Б1Ос	10С	8,4	4,2	4,2
С-ЛШ	2	7С1К2Б+Лц	8С1К1Лц	6,3	5,5	4,4
С-БР	8	6С3Б1Ос+К+Лц	10С+К+Лц	8,2	4,9	4,9
Итого	54					

Примечание. *Породы:* С – сосна, Лц – лиственница, Пх – пихта, К – кедр, Е – ель. *Типы леса:* БАГ – багульниковый, БРЗМ – бруснично-зеленомошный, РТЗМ – разнотравно-зеленомошный, БРРТ – бруснично-разнотравный, РТОС – разнотравно-осоковый, ЗМ – зеленомошный, ЧЕР – черничник, ОЛХ – ольховниковый, ГОЛ – голубичник, ЛШ – лишайниковый, БР – брусничник.

Количество объектов по типам леса различается – от одного до десяти. В целом это соответствует распространенности вырубок в исходных типах леса в Северном лесничестве: наибольшее их количество приходится на сосняки черничный, разнотравно-зеленомошный и брусничный.

Класс бонитета исходных древостоев III-IV, тип условий местопрорастания А2-А3-В2 (кроме сосняка лишайникового – А1). Это соответствует литературным данным для Иркутской обл. (Среднего Приангарья) – [Рунова, Савченкова, 2007].

По А.Н. Мартынову [Мартынов, 1995], распределение подроста по площади расценивается как равномерное при встречаемости $\tau \geq 65\%$, при $\tau = 40\text{--}65\%$ – как относительно равномерное, при $\tau < 40\%$ – неравномерное. На рубках Северного лесничества в большинстве случаев встречаемость *хвойного подроста* (с преобладанием в составе сосны) – равномерное; в четырех типах с участием разнотравья (Е-РТЗМ, С-РТЗМ, С-БРРТ, С-РТОС) – относительно равномерное. В сосняке багульниковом, где подрост сосны отсутствует – неравномерное (30%).

Исходные типы леса в табл. 1 расположены в порядке возрастания густоты подроста сосны. Из таблицы следует, что суммарного подроста лесобразующих пород больше всего в бывших пихтарниках – бруснично-зеленомошном и зеленомошном – 13,7 и 11,3 тыс. экз./га соответственно. В восьми из 15 исходных типов леса в составе подроста преобладают лиственные породы, с господством березы, причем эта порода присутствовала на всех рассматриваемых объектах в количестве 1,5-4,5 тыс. экз./га. Больше всего березы в бывших пихтарниках – до 7 тыс. экз./га. Подроста осины значительно меньше по сравнению с березой: 1,5-2,5 тыс. экз./га, с практически полным ее отсутствием в сосняках лишайниковом, голубичном и в пихтарнике зеленомошном. Лишь в пихтарнике бруснично-зеленомошном осины оказалось около 4 тыс.

Наибольшее количество подроста хвойных пород выявлено в сосняках лишайниковых и брусничных – до 5,5 тыс. экз./га, причем здесь в основном присутствует сосновый подрост – до 5 тыс. экз./га. Это также соответствует литературным данным для региона [Рунова, Савченкова, 2007]. Сосна господствует в составе хвойного подроста на рубках и других типах сосняков, кроме сосняка багульникового; преобладает в составе хвойного подроста также в лиственничнике бруснично-разнотравном и пихтарнике зеленомошном. Таким образом, из 15 рассмотренных исходных типов леса сосна преобладает в составе подроста хвойных пород в двенадцати.

Участие других хвойных пород – лиственницы, кедра, ели и пихты – в подросте на вырубках незначительно, в основном – до 0,5 тыс. экз./га каждой из пород, редко до 2 тыс. (пихта в пихтарнике зеленомошном).

Характеристики почвы представлены в табл. 2. Объекты здесь также расположены в порядке возрастания густоты подроста сосны.

Таблица 2

Характеристики почвы на вырубках по исходным типам леса

Soil characteristics on logging by original forest types

Номер п/п	Тип леса	Число объектов	Среднее					
			мощность		A ₁ /A ₀ (ГПК)	БГС	МГПК (ГПК×БГС)	густота сосны, тыс. экз./га
			A ₀ , см	A ₁ , см				
1	С-БАГ	1	5	2,5	0,5	4	2	0
2	Пх-БРЗМ	2	5,5	4,5	0,8	4	3,2	0,6
3	Е-РТЗМ	2	3,5	5	1,4	3,5	4,9	0,7
4	Лц-БРРТ	2	6	5,5	0,9	3	2,7	1,8
5	С-БРРТ	5	3,8	3,6	0,95	2,6	2,5	2
6	С-РТОС	3	4	6,7	1,7	3	5,1	2,1
7	Пх-ЗМ	2	6,5	2,3	0,35	3	1,1	2,3
8	С-РТЗМ	9	3,6	3,6	1,0	3,3	3,3	2,8
9	Е-ЗМ	1	2,5	0,5	0,2	2	0,4	3,2
10	С-ЧЕР	10	5,9	4,7	0,8	2,8	2,2	3,3
11	С-ОЛХ	1	4	4	1	3	3	3,7
12	С-ГОЛ	4	4,8	1,6	0,3	2,3	0,7	4,1
13	С-ЗМ	2	8,5	7,5	0,9	3	2,7	4,2
14	С-ЛШ	2	7,5	5	0,7	2,5	1,8	4,4
15	С-БР	8	3,9	4,1	1,05	2,6	2,7	4,9
Итого		54						

Мощность лесной подстилки на объектах варьирует от 3,5 (ельник разно-травно-зеленомошный) до 8,5 см (сосняк зеленомошный). Гумусовый горизонт A₁ (иногда переходный A₁A₂) варьирует от 2,3 (пихтарник зеленомошный) до 7,5 см (сосняк зеленомошный). Связь каждой из величин с густотой сосны практически отсутствует: с мощностью A₀R = 0,20; с A₁ R = 0,04.

Отношение $A1/A0$ (ГПК) в большинстве случаев близко к единице, но варьирует от 0,3 (сосняк голубичный) до 1,7 (сосняк разнотравно-осоковый), т. е. изменяется почти в 6 раз.

Средний балл гранулометрического состава верхних горизонтов (БГС) варьирует слабо: от 2,3 (супесь, сосняк голубичный) до 4 (суглинок средний, пихтарник бруснично-зеленомошный). Большинство почв в верхней части минерального профиля представлено суглинком легким (БГС~3).

Модифицированный гумусо-подстилочный коэффициент изменяется в значительных пределах: от 0,7 (сосняк голубичный) до 5,1 (сосняк разнотравно-осоковый), т. е. более чем в 7 раз.

Связь густоты подроста сосны с ГПК практически отсутствует: $R = -0,12$ (рис. 2).

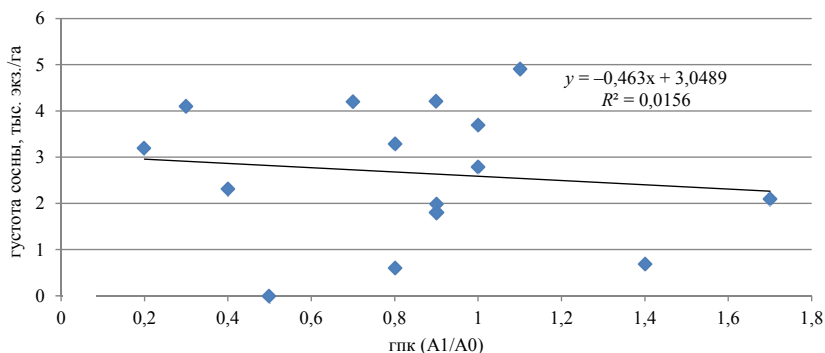


Рис. 2. Связь численности подроста сосны с отношением $A1/A0$ (Приангарье)

Fig. 2. Link of the pineteenagers with the $A1/A0$ ratio (Priangarje)

С МГПК сосна имеет лишь слабую обратную связь: $R = -0,33$ (рис. 3). Оба коэффициента корреляции незначимы при $P = 0,05$ (для $n = 15$). Для сравнения: в Ленинградской области выявлена умеренная обратная связь густоты подроста сосны последующего возобновления с эффективным плодородием почвы на вырубках: для ГПК $R = -0,63$; для МГПК $R = -0,69$ (рис. 4). Оба коэффициента значимы при $P = 0,05$ [Смирнов и др., 2018].

Для юго-западной части Республики Карелия корреляция густоты сосны на вырубках с ГПК обратная умеренная: $R = -0,68$ и значимая при $P = 0,05$; с МГПК связь обратная сильная: $R = -0,82$, значимая при $P = 0,01$ (рис. 5) [Смирнов и др., 2020].

По-видимому, отсутствие связи подростка сосны в Приангарье с обоими показателями эффективного плодородия почвы может заключаться в своеобразии генезиса и свойств почв этого региона, в их отличии от лесных земель Северо-Запада России, где на дренированных местообитаниях широко распространены подзолистые грубо- и модергумусные, реже модермулловые, почвы на *бескарбонатных материнских породах*, в условиях *промывного водного режима* [Чертов, 1981].

По данным исследователей [Галахов, 1964; Горбачев, Попова, 1992] и др., Среднесибирское плоскогорье, где расположено и Северное лесничество, отличается резкой континентальностью климата, значительными амплитудами суточных и сезонных колебаний температуры воздуха.

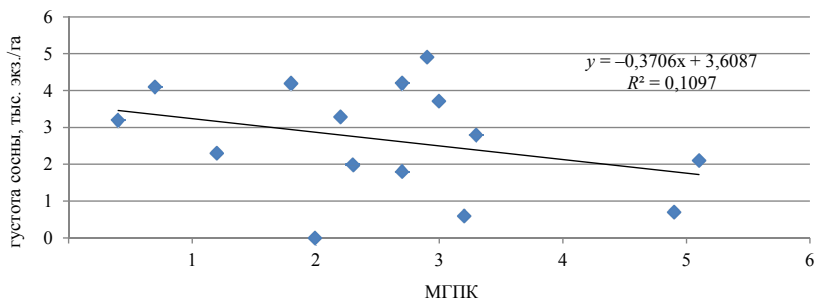


Рис. 3. Связь численности подростка сосны с МГПК (Приангарье)

Fig. 3. Link of the number of pine teenagers with the modified gumoso litter ratio (Priangarye)

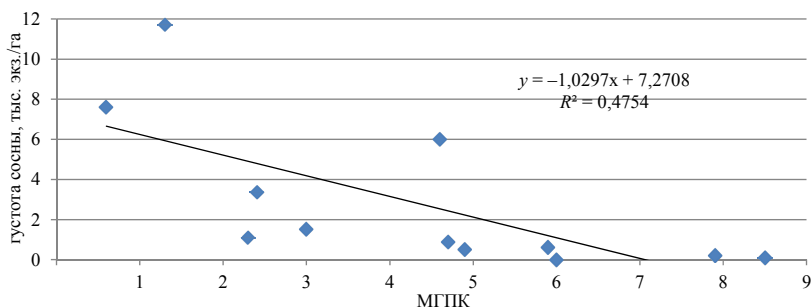


Рис. 4. Связь численности подростка сосны с МГПК (Ленинградская область)

Fig. 4. Link of the number of pine teenagers with the modified gumoso litter ratio (Leningrad region)

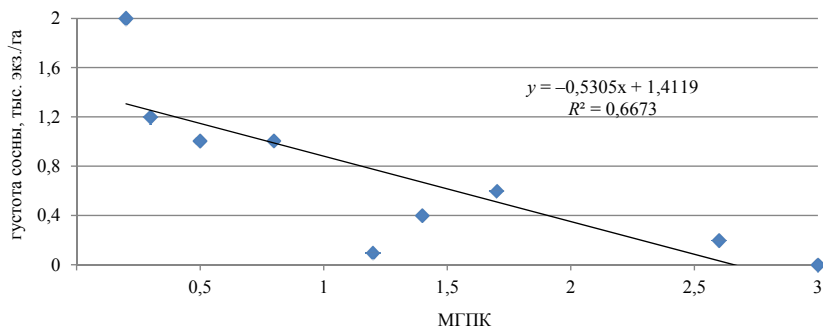


Рис. 5. Связь численности подроста сосны с МГПК (Карелия)

Fig. 5. Link of the number of pine teenagers with the modified gumuso litter ratio (Karelia)

Среднегодовая температура (метеостанция г. Братск) составляет - 2,6 °С, среднегодовая сумма осадков 301 мм, при этом на теплый период (апрель-октябрь) приходится около 250 мм. Малоснежные зимы обуславливают глубокое (до 2–4 м) промерзание почв, а наличие водонепроницаемых горизонтов в периоды оттаивания мерзлоты – образование надмерзлотной верховодки. Для района характерно *преобладание испарения над осадками*. Жесткий термический режим и небольшое количество осадков приводят к сохранению мерзлого слоя в почвенном профиле в течение 5–6 мес., способствуют морозобойному растрескиванию почв, вымораживанию карбонатов кальция и отложению их на стенках трещин. Богатство материнской породы обменным кальцием, магнием и натрием приводит к формированию оригинальных по морфологическому строению и свойствам осолоделых красно-бурых длительно-сезонномерзлотных почв. Специфика этих почв проявляется в сходстве их морфологического облика с подзолистыми почвами, с одной стороны, и почвами осолоделого ряда, – с другой. Почвы отличаются укороченностью профиля, маломощностью гумусового горизонта, близким залеганием карбонатов, высокой степенью насыщенности основаниями, достаточно высоким содержанием магния, присутствием натрия в почвенном поглощающем комплексе. Почвы характеризуются малым содержанием гумуса и постепенным его падением с глубиной. Дифференциация профиля почв по элювиально-иллювиальному типу произошла, по мнению авторов, главным образом в прошлые стадии почвообразования, возможно, в оптимальную фазу голоцена. Современная биоклиматическая обстановка способствует развитию в почвах пульсир-

ющего водного режима, который вызывает периодическое осолонцевание профиля в сухие периоды с последующим осолодением во влажные.

По данным [Савченкова, 2009], в Иркутской области таежные осолодевшие красно-бурые длительно-сезонномерзлотные почвы развиваются в основном под сосновыми лесами разных типов, преобладающим из которых является бруснично-разнотравный (БРРТ). Исследователи [Шеверда, Рунова, 2013] отмечают также, что эти почвы отличаются неоднородностью гранулометрического состава.

Относительно гранулометрического состава почв следует обратить внимание на то, что во всех трех регионах (Приангарье, Ленинградская область и Карелия) выявлена большая отрицательная корреляция густоты сосны с МГПК, чем с ГПК, и это свидетельствует о значении механического состава почв для сосны.

В Приангарье связь густоты подроста сосны с гранулометрическим составом почвы обратная и сильная: $R = -0,76$, значимая при $P = 0,05$ (рис. 6).

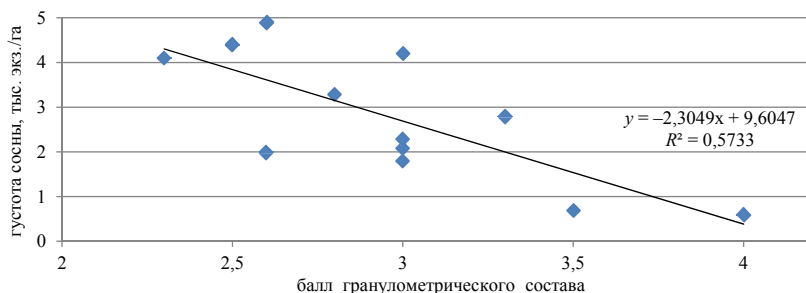


Рис. 6. Связь густоты подроста сосны с гранулометрическим составом верхних горизонтов почвы (Приангарье)

Fig. 6. Connection of pine teenagers density with granulometric composition of the upper horizons of the soil (Priangarier)

На рис. 6 видно, что с «утяжелением» механического состава всего на 1,5 балла (от супеси к среднему суглинку) густота сосны уменьшается в 8 раз – от 4,9 (сосняк брусничник) до 0,6 тыс. экз./га (пихтарник бруснично-зеленомошный). Больше всего подроста сосны (2–5 тыс. экз./га) приурочено к супесчано-легкосуглинистым почвам (БГС = 2–3).

На вырубках Ленинградской области связь сосны с механическим составом менее тесная (обратная умеренная): $R = -0,635$, но также достоверная при $P = 0,05$ (рис. 7).

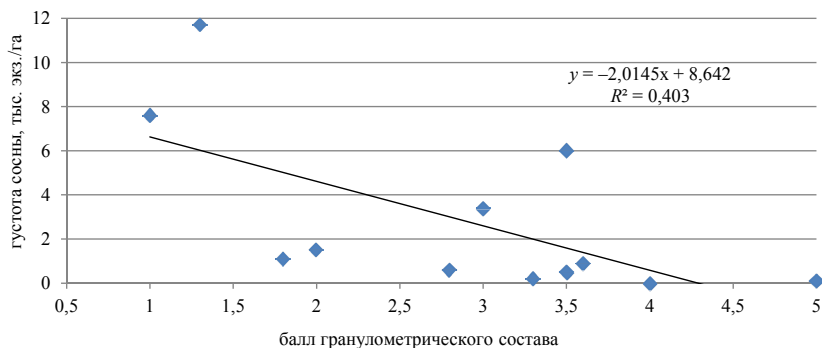


Рис. 7. Связь густоты подроста сосны с гранулометрическим составом верхних горизонтов почвы (Ленинградская область)

Fig. 7. Connection of pine teenagers density with granulometric composition of the upper horizons of the soil (Leningrad region)

В этом регионе наибольшее количество подроста сосны на вырубках (8–12 тыс. экз./га) характерно для песчаных почв (БГС = 1). На супесях и легких суглинках густота сосны составляет 0,5–3,5 тыс. [Смирнов и др., 2018]. В Карелии связь сосны с гранулометрическим составом еще ниже: $R = -0,56$ и недостоверна при $P = 0,05$. Наибольшее количество сосны (1,5–2 тыс.) приурочено также только к пескам.

При равенстве гранулометрического состава (супесь-легкий суглинок, БГС = 2–3), а также условном равенстве прочих лесорастительных условий, количество подроста сосны на вырубках составляет: в Приангарье 2–5, в Ленинградской области 0,5–3,5; в юго-западной Карелии 0–1 тыс. экз./га. Это свидетельствует о большем *потенциальном* богатстве почв под сосной в Приангарье.

Бесспорно, во всех рассматриваемых регионах подрост последующего возобновления сосны, как породы, наименее требовательной к почве, вынужден довольствоваться на вырубках теми условиями местопроизрастания, которые не подходят для других, более требовательных древесных видов, и где также в наименьшей степени разрастаются травы и подлесок. На Северо-Западе России это почвы с песчаным, реже супесчаным механическим составом, с низким эффективным плодородием (наименьшим соотношением мощности гумусового и подзолистого горизонтов). В Приангарье подрост сосны чаще господствует на супесях и легких суглинках, а соотношение $A1/A0$, в силу особенностей формиро-

вания почв в условиях непромывного водного режима, многолетней мерзлоты и богатства материнской породы обменными основаниями, не играет большой роли.

Кроме того, для появления и закрепления подроста сосны на вырубках на первый план выходят и другие факторы: технология и сезон рубки, степень минерализации почвы и ее увлажнение; наличие обсеменителей; повторяемость семенных лет; отсутствие чрезмерного конкурентного давления со стороны подроста других пород, подлеска и живого напочвенного покрова.

Таким образом, в условиях Среднего Приангарья более всего подрост сосны (3-5 тыс. экз./га) выявлено на сосновых рубках относительно бедными супесчаными почвами. При участии разнотравья в напочвенном покрове насаждений (сосняки разнотравно-зеленомошные, разнотравно-осоковые и бруснично-разнотравные), т. е. на относительно богатых почвах, сосны значительно меньше, в составе подроста господствует подрост мягколиственных. Мало сосны последующего возобновления (менее 2 тыс.) в исходных *пихтарнике* бруснично-зеленомошном, *ельнике* разнотравно-зеленомошном, *лиственничнике* бруснично-разнотравном. Эти породы, как известно, значительно более требовательны к плодородию почвы по сравнению с сосной.

Заключение. Исследования последующего естественного возобновления лесообразующих пород проведены на 54 рубках 5-15-летнего возраста в Северном лесничестве Усть-Илимского района Иркутской области. Основное внимание было уделено успешности возобновления сосны (наиболее распространенная хвойная порода в области), её связи с показателем эффективного плодородия таежных почв (соотношение мощности гумусового горизонта A1и лесной подстилки A0), а также с гранулометрическим составом почв.

Выявлено отсутствие значимой корреляции густоты подрост сосны с эффективным плодородием осолоделых красно-бурых длительно-сезонно-мерзлотных почв региона, сформированных в условиях резкой континентальности климата, преобладания испарения над осадками, богатства материнской породы обменным кальцием, магнием и натрием. В этом – отличие от таежных почв Северо-Запада России (Ленинградская область, Юго-Запад Карелии), где под сосняками широко распространены подзолистые, песчаные и супесчаные почвы на бескарбонатных материнских породах, в условиях промывного водного режима.

В районе исследований установлена высокая обратная корреляция численности подроста сосны с «утяжелением» гранулометрического состава почв от супеси к среднему суглинку. Наибольшее количество подроста (3-5 тыс. экз./га), с относительно равномерным распределением по площади вырубок, выявлено в исходных сосняках с почвами супесчаного, реже – легкосуглинистого механического состава. На почвах легко- и среднесуглинистых, при участии разнотравья в напочвенном покрове, сосны значительно меньше, в составе подроста господствуют береза и осина. Подрост сосны практически отсутствует на суглинках в исходных пихтарниках, ельниках, лиственничниках.

Таким образом, в Северном лесничестве Иркутской области подрост сосны на вырубках в основном приурочен к супесям и легким суглинкам. Отношение мощности $A1/A0$, в силу особенностей формирования осолоделых красно-бурых длительно-сезонно мерзлотных почв, здесь не играет определяющей роли.

Библиографический список

Бахмет О.Н. Структурно-функциональная организация органопрофилей почв лесных экосистем Северо-Запада России: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Петрозаводск, 2014. 48 с.

Волков А.Г. Пространственная структура лесной подстилки в еловых экосистемах северной подзоны: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2015. 22 с.

Галахов Н.Н. Почвы. Средняя Сибирь. М.: Наука, 1964. С. 83–132.

Горбачев В.Н., Попова Э.П. Почвенный покров южной тайги Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1992. 222 с.

Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 264 с.

Маркатюк А.А., Рунова Е.М., Гаврилин И.И., Ведерников И.Б. Современное состояние бореальных лесов Восточной Сибири в аспекте естественного возобновления сосны обыкновенной // Системы. Методы. Технологии. 2013. № 1(17). С. 163–169.

Мартынов А.Н. К вопросу о связи между численностью и встречаемостью подроста // ИВУЗ. Лесной журнал. 1995. № 2-3. С. 11–18.

Рунова Е.М., Савченкова В.А. Формирование естественных насаждений в различных типах вырубок в условиях Приангарья // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2007. № 20. С. 20–25.

Рунова Е.М., Соловьева А.А. Естественное возобновление на вырубках сосняков в районе Среднего Приангарья // Успехи современного естествознания. 2017. № 6. С. 67–71.

Савченкова В.А. Особенности формирования насаждений на вырубках в сосняках Среднего Приангарья // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 26. № 2. С. 262–265.

Смирнов А.П., Смирнов А.А., Монгуш Б.А.-Т. Естественное лесовозобновление на вырубках Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 222. С. 50–66.

Смирнов А.А., Богачев П.В., Смирнов А.П. Естественное возобновление на вырубках Карелии в связи с плодородием и увлажнением лесной почвы // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 20–32.

Чертов О.Г. Экология лесных земель. Л.: Наука, 1981. 192 с.

Шеверда С.В., Рунова Е.М. Влияние эдафических факторов на возобновление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) – важнейшего биологического ресурса Приангарья // Вестник ИрГТУ. 2013. № 1. С. 59–66.

References

Bahmet O.N. Structural-functional organization of organic soils profiles in forestecosystems of the North-West of Russia: autoref. of dis. Dr. Sci. (Biology). Petrozavodsk, 2015. 48 p. (In Russ.)

Volkov A.G. Spatial structure of forest litter in spruce ecosystems of Northern subzone: autoref. of dis. cand. sci. (Biology). Petrozavodsk, 2015. 22 p. (In Russ.)

Galakhov N.N. Soils. Middle Siberia. M.: Science, 1964, pp. 83–132. (In Russ.)

Gorbachev V.N., Popova E.P. Soil cover of the southern taiga of Central Siberia. Novosibirsk: Science, 1992. 222 p. (In Russ.)

Karpachevskij L.O. Forest and forest soils. Moscow, 1981. 264 p. (In Russ.)

Markatyuk A.A., Runova E.M., Gavrillin I.I., Vedernikov I.B. The modern state of the boreal forests of Eastern Siberia in the aspect of the natural renewal of the pine ordinary. *Systems. Methods. Technologies*, 2013, no. 17, pp. 163–169. (In Russ.)

Martynov A.N. To the question about the relation between the size and occurrence of undergrowth. *IVUZ. Lesn. zhurnal*, 1995, is. 2-3, pp. 11–18. (In Russ.)

Runova E.M., Savchenkova V.A. Formation of natural plantations in different types of logging in the conditions of Priangarya. *Actual problems of the forest complex*, 2007, no. 20, pp. 20–25. (In Russ.)

Runova E.M., Solovyov A.A. Natural resumption on the cuttings of pine trees in the Middle Priangarya area. *Successes of modern natural science*, 2017, no. 6, pp. 67–71. (In Russ.)

Savchenkova V.A. Features the formation of plantations on cuttings in the pines of the Middle Priangarya. *Coniferous of boreal zone*, 2009, Is. 26, no. 2, pp. 262–265. (In Russ.)

Smirnov A.P., Smirnov A.A., Mongush B. A-T. Natural forest-renewal on the cuttings of the Leningrad region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2018, is. 222, pp. 50–66. (In Russ.)

Smirnov A.A., Bogachev P.V., Smirnov A.P. Natural resumption on the cuttings of Karelia due to fertility and moisture of forest soils. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2020, is. 232, pp. 20-32. (In Russ.)

Chertov O.G. Ecology of forest land. Leningrad, 1981. 192 p. (In Russ.)

Sheverda S.V., Runova E.M. Influence of edaphic factors on the resumption of the pine common (*Pinus sylvestris* L.) – the most important biological resource of Priangarya. *Vestnik IrGTU*, 2013, no. 1, pp. 59–66. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 19.02.2021

Смирнов А.П., Смирнов А.А., Богачев П.В. Естественное возобновление сосны на вырубках Среднего Приангарья в связи с особенностями лесной почвы // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 103–118. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.103-118

Исследования последующего возобновления проводились на вырубках 5-15-летнего возраста в Северном лесничестве Усть-Илимского района Иркутской области. Основное внимание было уделено подросту сосны, как самой распространенной и наиболее эксплуатируемой хвойной породе. На почвенных прикопках измерялась мощность гумусового горизонта А1 и лесной подстилки А0, а также определялся гранулометрический состав верхних минеральных горизонтов почв. Выявлено отсутствие значимой корреляции густоты подроста сосны с отношением мощности А1/А0 осолоделых красно-бурых длительно-сезонно-мерзлотных почв региона, сформированных в условиях резкой континентальности климата, преобладания испарения над осадками, богатства материнской породы обменным кальцием, магнием и натрием. Установлена высокая обратная корреляция численности подроста сосны с «утяжелением» гранулометрического состава почв от супеси к среднему суглинку. Наибольшее количество подроста (3-5 тыс. экз./га) выявлено в исходных сосняках с почвами супесчаного, реже – легкосуглинистого механического состава. На почвах легко- и среднесуглинистых сосны значительно меньше, в составе подроста господствуют береза и осина. Подрост сосны практически отсутствует на относительно богатых суглинистых почвах в исходных пихтарниках, ельниках, лиственничниках. Отношение А1/А0, в силу особенностей формирования почв в районе исследований, не играет определяющей роли в успешности последующего возобновления сосны на вырубках.

Ключевые слова: вырубки, численность последующего возобновления сосны, мощность верхних горизонтов почв, гранулометрический состав почв.

Smirnov A.P., Smirnov A.A., Bogachev P.V. Natural resumption of pine trees on the cuttings of the Middle Priangarya due to the peculiarities of forest soil. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2021, is. 235, pp. 103–118 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.103-118

Studies of the subsequent resumption were carried out on the cuttings of 5-15-year-olds in the Northern Forestry of The Ust-Ilim district of Irkutsk region. The focus was on the growth of the pine tree as the most common and most exploited coniferous breed. The soil excavations measured the thickness of the A1 humus horizon and the forest litter A0, as well as the granulometric composition of the upper mineral horizons of the soils. The absence of a significant correlation between the density of the pine grower with the ratio of the thickness of A1/A0 of the osolode-made red-brown long-season-permafrost soils of the region, formed in conditions of sharp continentality of the climate, the predominance of evaporation over precipitation, the wealth of the mother breed exchange calcium, magnesium and sodium. There is a high inverse correlation of the number of the growth of pine with the "weighting" of the granulometric composition of soils from the sandy loam to the average loam. The largest number of teenagers (3-5 thousand ex./ha) was found in the original pines with the soils of the supine, less often – lightly coglinish mechanical composition. On the soils of light- and medium-sougling pines are much smaller, in the teenage part of the birch and aspen dominate. The growth of pine is practically absent on relatively rich loamy soils in the original firs, spruce trees, larch. The A1/A0 ratio, due to the peculiarities of soil formation in the research area, does not play a decisive role in the success of the subsequent resumption of pine cuttings.

Keywords: cutting down, the number of subsequent resumption of pine, the thickness of the upper horizons of soils, the granulometric composition of soils

СМИРНОВ Александр Петрович – профессор Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 9945-4870.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: frontera12@gmail.com

SMIRNOV Alexander P. – DSc (Agriculture), Professor at St.Petersburg State Forest Technical University, Professor. SPIN-code 9945-4870.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: frontera12@gmail.com

СМИРНОВ Алексей Александрович – доцент Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат сельскохозяйственных наук.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: filsmi@yandex.ru

SMIRNOV Aleksej A. – PhD (Agriculture), Associate Professor of the St.Petersburg State Forest Technical University.

194021, Institute per. 5, St. Petersburg, Russia. E-mail: filmsi@yandex.ru

БОГАЧЕВ Павел Владимирович – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: bogachev_pavel@list.ru

BOGATCHEV Pavel V. – PhD student of the St.Petersburg State Forest Technical University.

194021, Institute per. 5, St. Petersburg, Russia. E-mail: bogachev_pavel@list.ru