

## ДИНАМИКА ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЕЛИ И СОСНЫ НА ЗАБРОШЕННЫХ СЕНОКОСАХ

доктор сельскохозяйственных наук **М.В. Ермакова**

ФГБУН Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук

г. Екатеринбург, Российская Федерация

Исследование особенностей возобновления лесной растительности на вышедших из-под сельскохозяйственного пользования землях является одной из актуальных проблем России. В настоящей статье представлены результаты изучения пространственной и возрастной структуры естественного возобновления заброшенных сенокосов в условиях ельника травяного и сосняка ягодникового в сопоставимых лесорастительных условиях Среднего Урала. Установлено, что по количественным показателям заселения как по всем, так и по отдельным древесным видам сенокосы в условиях сосняка ягодникового возобновляются значительно более эффективно, чем сенокосы в условиях ельника травяного. Плотность заселения всеми древесными видами сенокосов в условиях как ельника травяного, так и сосняка ягодникового демонстрирует выраженную тенденцию к снижению по мере удаления от источников обсеменения. При заселении древесной растительностью сенокосов в условиях ельника травяного характерен преимущественно групповой тип размещения деревьев как в целом, так и по отдельным древесным видам – ели и березы. Для условий сосняка ягодникового характерен регулярный тип размещения, а при активном возобновлении лиственных – групповой тип заселения, как в целом, так и отдельно по древесным видам. Первый этап зарастания елью сенокосов в условиях ельника травяного происходит постепенно, начинается примерно с 3-4-го года после прекращения воздействия и продолжается в течение минимум 20 лет. Интенсивное заселение сосны начинается со 2-3-го года, достигая максимальных значений на 4-5-й год после прекращения сенокосения.

**Ключевые слова:** заброшенные сенокосы, возобновление древесных видов, структура подроста

## DYNAMICS OF NATURAL SPRUCE AND PINE REGENERATION ON ABANDONED HAYFIELDS

DSc (Agriculture) **M.V. Ermakova**

Federal State Budgetary Institution Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Ekaterinburg, Russian Federation

### Abstract

The study of regeneration features of forest vegetation that has come out of agricultural land is one of the urgent problems of Russia. This article presents the results of studying the spatial and age structure of the natural renewal of abandoned hayfields under the conditions of spruce and pine forests in comparable forest conditions of the Middle Urals. It has been established that, according to the quantitative indicators of settlement for both all and individual tree species, hayfields in the conditions of the pine forest are resumed much more efficiently than hayfields in the conditions of the grass spruce forest. The density of hayfield population of all tree species under conditions of both grass spruce and berrying pine shows a pronounced tendency to decrease with distance from seed sources. When woody vegetation is populated by hayfields under the conditions of grass spruce, the group type of tree distribution is predominant characteristic of both the whole and individual tree species - spruce and birch. Regular type of distribution is typical for the conditions of berrying pine forests, and with active renewal of deciduous group type of settlement, both as a whole and separately for tree species. The first stage of overgrowing of spruce hayfields in the conditions of grass spruce oc-

curs gradually. It starts from about 3-4 years after termination of exposure and lasts for a minimum of 20 years. Intensive settlement of pine begins from 2-3 years, reaching maximum values at 4-5th year after the termination of haying.

**Keywords:** abandoned hayfields, regeneration of tree species, undergrowth structure

### Введение

Восстановление лесной растительности, исчезнувшей или нарушенной вследствие воздействия различных факторов антропогенно-природного и антропогенного характера, в настоящее время является одной из важнейших экологических проблем России. Кроме того, показано, что в настоящее время, в силу изменения экономической и социальной ситуации, возникла проблема оценки активного естественного зарастания древесными видами в условиях специфических постаграрных экотопов, к которым относятся заброшенные пашни, пастбища и сенокосы [1].

Вследствие этого, в последние годы уделяется определенное внимание зарастанию древесной растительностью земель сельхозназначения, в основном заброшенных пахотных площадей. В основном эти исследования касаются видового состава поселяющейся древесной растительности, а также ее биометрических и количественных показателей. При этом параметры пространственного заселения древесных видов оцениваются, прежде всего, по изменению численности возобновления в зависимости от удаления от источников обсеменения [11, 13]. В свою очередь, характеристики зарастания древесной растительностью других постаграрных фитоценозов, например заброшенных сенокосов, пока мало изучены.

В отличие от пашен, на сенокосах после расчистки и выравнивания почва не перепаживается, что приводит в конце концов к значительному уплотнению ее верхнего слоя. На сенокосах хорошо развитый, густой, сомкнутый живой напочвенный покров (ЖНП), который удалялся ежегодно в летний период с последующим формированием слоя дернины.

При оценке параметров естественного возобновления древесных видов принято использовать показатели численности и видового состава подроста [7]. В то же время в ряде исследований показано, что состав, численность и другие показатели подроста в постаграрных фитоценозах могут

значительно изменяться в зависимости от давности изменения статуса земель и лесорастительных условий [6]. Менее изучены параметры распределения естественного возобновления на площади, включая возрастную структуру подроста и характер его размещения. Важность исследования этих параметров заключается в том, что, как показывают результаты других исследований [9–13], они позволяют более объективно оценивать длительность и темпы восстановления леса в зависимости от видового состава источников обсеменения, лесорастительных условий и особенностей состояния фитоценозов.

Цель данной работы – изучение процессов естественного зарастания елью и сосной заброшенных сенокосов на примере ельника травяного и сосняка ягодникового.

### Объекты и методы

Исследования проводили в августе 2014 и 2019 г. на территории Висимского заповедника, относящегося, по принятому в Уральском регионе районированию, к южнотаежному лесорастительному округу Среднеуральской низкогорной провинции Уральской горно-лесной области и в окрестностях пос. Сагра, относящихся к южнотаежному лесорастительному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесной области [4]. Объекты исследований располагались на пологих выровненных участках с устойчиво свежим режимом увлажнения. Условиями выбора объектов исследования была сопоставимость лесорастительных условий и точность сведений о сроках прекращения использования в качестве сенокосов.

На территории Висимского заповедника исследовались участки заброшенных сенокосов (57°26' с.ш., 59°45' в.д., 395-396 м над ур. моря), относящиеся к типу леса ельник травяной (Е тр., индекс лесорастительных условий – 332) и располагавшихся на участках лугов, вышедших из-под сельскохозяйственного использования в качестве сенокосов в 1994 г. после перевода данных терри-

торий в состав Висимского заповедника. На момент проведения исследований период прекращения воздействия составил 25 лет. Общее проективное покрытие ЖНП – 100 %. Доминируют типичные для данных условий виды лугового разнотравья: *Vupleurum aureum*, *Succia pratensis*, *Asarum europaeum*, *Thalictrum aquileifolium*, *Aegopodium podagraria*, *Phleum pratense*, *Agrostis tenuis*. Мощность дернины 3-5 см. Заброшенные сенокосы граничат с коренными Е тр., II класса бонитета. В составе преобладает ель сибирская (*Picea obovata*), и, в меньшей степени – береза повислая (*Betula pendula*). Единично представлены сосна, пихта и кедр. Состав древесного яруса примыкающих выделов коренных лесов 7ЕЗБ+Е+Е, 7ЕЗБ+С+П, 5Е1П4Б+С+Б, соответственно.

В окрестностях пос. Сагра заброшенные сенокосы (57°01' с.ш., 60°18' в.д., 293-298 м над ур. моря) относятся к типу леса сосняк ягодниковый (С яг., индекс лесорастительных условий – 332). Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова (ЖНП) – 90-100 %, с доминированием типичных для данных условий видов разнотравья: *Lathyrus vernus*, *Solidago gigantea*, *Hieracium umbellatum*, *Rubus saxatilis*, *Calamagrostis epigeios*, *Festuca pratensis*. Мощность дернины до 3 см. Заброшенные сенокосы граничат с С яг. II-III класса бонитета. В составе преобладает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), и, в меньшей степени, береза белая (*Betula alba*). Состав древесного яруса примыкающих выделов коренных лесов 9Е1Б+Е+Е, 7ЕЗБ, 10С. На момент проведения исследований период прекращения воздействия составил 15-17 лет.

Каждый отобранный для исследований заброшенный сенокос представлял собой отдельную пробную площадь (ПП), заложенную в соответствии с имеющимися требованиями [7]. Каждая ПП, в свою очередь, подразделялась на три отдельных учетных площади (ПУ) в соответствии с их расположением по отношению к источникам обсеменения: ПУ а – стена леса расположена с трех сторон; ПУ б – стена леса расположена с двух противоположных сторон; в – открытое место без непосредственного примыкания стены леса. В свою очередь, все ПУ разделялись на учетные площадки размером 2×2 м, на которых проводился сплошной пересчет.

У всех деревьев измерялись диаметр на высоте груди ( $D_{1,3м}$ ) и высота (Н). У деревьев хвойных видов тщательно подсчитывалось число годичных побегов от вершины до корневой шейки для определения возраста. Для уточнения размеров годичных приростов в нижней части ствола дополнительно отбирались и изучались имеющиеся в данном районе экземпляры всходов и молодых елей и сосен в возрасте 1-5 лет, что позволяет определять возраст учтенных хвойных деревьев в соответствии с их онтогенетическим состоянием с точностью до 1-2 лет [5]. Год прекращения воздействия обозначался как t, а сроки появления подроста как t+n, где n обозначает, через какой срок произошло заселение того или иного экземпляра подроста: t+1 – через год, t+2 – через 2 года и т.д.

Тип пространственной структуры подроста на ПП оценивался с помощью индекса рассеяния Фишера, подробно рассмотренному С.Н. Сваловым [8]:

$$I = \frac{\left(\sum_{x=0}^m x^2 n_x - \frac{N^2}{n}\right)n}{(N-1)n},$$

где X – 0, 1, 2..., m деревьев на учетной площадке;

$n_x$  – число учетных площадок с 1, 2..., m деревьями на площадке;

n – общее количество учетных площадок;

N – количество деревьев на площади учета.

При  $I < 1,0$  – регулярный тип размещения растений; при  $I \approx 1,0$  – рассеянный тип; при  $I > 1,0$  – групповой тип размещения деревьев.

Индекс I определяли как для всех деревьев на ПП и учетных площадках, так и по отдельным древесным видам.

### Результаты и их обсуждение

Эффективность процессов зарастания сенокосов древесными видами определяется, прежде всего, лесорастительными условиями, видовым составом и удаленностью древостоев, являющихся источниками обсеменения, и биологическими особенностями заселяющихся древесных видов (табл. 1). По количественным показателям заселения как по всем, так и по отдельным древесным видам сенокосы в условиях С яг. возобновляются значительно более эффективно, чем сенокосы в условиях Е тр.

Плотность заселения всеми древесными видами сенокосов в условиях как Е тр., так и С яг. практически во всех случаях демонстрирует выраженную тенденцию к снижению по мере удаления от источников обсеменения. Однако на ПП 1Е наиболее интенсивно, прежде всего елью, зарастала ее средняя часть (ПУ б), расположенная между двумя стенами леса. Вероятными причинами этого, как и в целом значительного снижения интенсивности заселения на соседней ПП 2Е, могут быть особенности микрорельефа, способствующие образованию т. н. холодных ям, которые, судя по результатам других исследований, могут препятствовать прорастанию семян хвойных видов [12, 14], а также, в определенной степени, как и на ПП 2С, интенсивное возобновление лиственных, главным образом березы.

Интенсивность процесса заселения площади сенокосов всеми древесными видами резко снижается на открытых участках, наиболее удаленных от источников обсеменения, как в условиях Е тр., так и в условиях С яг. Однако с большой долей вероятности можно сказать, что возобновление ели на ПП 1-3Е, несмотря на довольно продолжительный срок заселения, пока не обеспечивает существенную численность подроста ни на участках, прилегающих к источникам обсеменения, ни на удаленных от них местах.

Возобновление сосны на ПП 1С и ПП 3С на ПУ, прилегающих к стене леса в целом, можно считать успешным и не требующим дополнительного вмешательства. Возобновление сосны на ПП 2С также можно считать успешным, хотя возможно применение лесохозяйственных мероприятий для сокращения численности березы как быстрорастущего конкурента. На всех ПП на открытых участках, при удалении от источников обсеменения, а на ПП 2С и при примыкании стены леса с двух сторон, численность подроста сосны на момент проведения исследований оказалась значительно ниже и пока не обеспечивает надежного лесовозобновления на заброшенных сенокосах. При заселении древесной растительностью сенокосов в условиях

Е тр. (табл. 2) характерен преимущественно групповой тип размещения деревьев как в целом, так и по отдельным древесным видам, что, как было установлено, присуще и для возобновления ели и березы в условиях спелых насаждений и вырубок [2, 3].

Таким образом, групповой тип размещения с большой долей вероятности можно рассматривать как характерную особенность возобновления ели и березы независимую от экотопа.

Для условий С яг. тип размещения на ПП 1С и 3С, где практически отсутствует возобновление лиственных древесных видов, можно определить как регулярный, приближающийся к рассеянному. При активном возобновлении лиственных (ПП 2С) формируется групповой тип заселения, как в целом, так и отдельно по древесным видам. Для условий Е тр. практически во всех случаях тенденция группового размещения подростка как в целом, так и по отдельным древесным видам, сохраняется независимо от расположения участка по отношению к источнику обсеменения (табл. 3). Исключение составляет только ПУ на ПП 3Е, к которой стена леса примыкает с трех сторон. В целом на этом участке тип размещения по всем древесным видам регулярный, приближающийся к рассеянному, а для ели – рассеянный.

Для С яг. на ПП 1С и 3С, где практически отсутствует возобновление лиственных древесных видов, тип размещения на участках с непосредственным примыканием источников обсеменения носит явно выраженный регулярный характер с тенденцией к рассеянному. На открытых участках без непосредственного примыкания стены леса рассеянный тип размещения на этих ПП носит уже четко выраженную тенденцию к формированию группового типа.

На ПП 2С, где имелось интенсивное возобновление лиственных, по отдельным древесным видам, размещение подростка при непосредственном примыкании источников обсеменения носило регулярно-рассеянный характер, но в целом формировался групповой тип.

# Природопользование

Таблица 1

Количественные показатели заселения и биометрические характеристики подроста основных древесных видов на заброшенных сенокосах

Древесный вид	Показатель	В целом по ПП	По ПУ		
			а	б	в
Висимский заповедник					
ПП 1Е					
Ель	N	1,0	0,4	2,3	0,2
	Д <sub>1,3м</sub>	2,2 ± 0,2	3,0 ± 0,8	2,0 ± 0,2	2,9 ± 0,7
	H	2,6 ± 0,2	3,4 ± 0,7	2,0 ± 0,2	2,9 ± 0,7
Береза	N	1,1	2,0	1,0	0,4
	Д <sub>1,3м</sub>	2,3 ± 0,2	1,5 ± 0,7	3,0 ± 0,2	2,9 ± 0,7
	H	3,4 ± 0,2	2,7 ± 0,1	4,1 ± 0,3	5,3 ± 0,4
ПП 2Е					
Ель	N	0,6	1,0	0,6	0,1
	Д <sub>1,3м</sub>	4,4 ± 0,4	5,7 ± 0,5	2,8 ± 0,6	1,7 ± 0,8
	H	4,0 ± 0,3	5,0 ± 0,3	2,8 ± 0,4	1,7 ± 0,5
Береза	N	0,1	0,1	0,1	0,1
	Д <sub>1,3м</sub>	6,3 ± 0,2	4,9 ± 0,4	1,4 ± 0,1	8,3 ± 0,7
	H	6,4 ± 1,0	5,3 ± 0,4	1,9 ± 0,2	8,1 ± 0,2
ПП 3Е					
Ель	N	1,5	3,8	0,4	0,2
	Д <sub>1,3м</sub>	4,5 ± 0,2	4,7 ± 0,7	3,0 ± 0,6	4,0 ± 0,2
	H	4,8 ± 0,2	5,0 ± 0,2	3,6 ± 0,6	3,9 ± 1,0
Береза	N	0,8	1,6	0,5	0,2
	Д <sub>1,3м</sub>	5,3 ± 0,3	5,5 ± 0,3	4,6 ± 0,6	4,7 ± 1,2
	H	6,4 ± 0,2	6,8 ± 0,2	5,5 ± 0,4	4,8 ± 0,5
ПП 1С					
Сосна	N	6,9	10,0	7,5	3,1
	Д <sub>1,3м</sub>	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,3	2,5 ± 0,3
	H	2,2 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,4 ± 0,2	2,1 ± 0,2
Береза	N	0,1	0,0	0,4	0,1
	Д <sub>1,3м</sub>	-	-	-	-
	H	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,1	-	-
ПП 2С					
Сосна	N	3,1	6,0	3,0	1,5
	Д <sub>1,3м</sub>	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,2	1,8 ± 0,2	2,0 ± 0,3
	H	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,8	1,3 ± 0,1	1,4 ± 0,1
Береза	N	2,0	2,0	2,4	1,0
	Д <sub>1,3м</sub>	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,9	0,4 ± 0,1
	H	1,5 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,9 ± 0,3	1,6 ± 0,1
ПП 3С					
Сосна	N	4,2	6,3	4,6	1,8
	Д <sub>1,3м</sub>	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,7 ± 0,2	1,0 ± 0,1
	H	0,8 ± 0,5	0,8 ± 0,3	0,7 ± 0,4	0,9 ± 0,8
Береза	N	2,0	2,0	2,4	1,0
	Д <sub>1,3м</sub>	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,9	0,4 ± 0,1
	H	1,5 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,9 ± 0,3	1,6 ± 0,1
ПП 3С					
Сосна	N	4,2	6,3	4,6	1,8
	Д <sub>1,3м</sub>	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,7 ± 0,2	1,0 ± 0,1
	H	0,8 ± 0,5	0,8 ± 0,3	0,7 ± 0,4	0,9 ± 0,8

Источник: собственные вычисления

## Природопользование

На открытых участках, вдали от стены леса по отдельным видам выражен групповой тип размещения, однако в целом формирующийся как регулярный. Установленные различия в размещении древесных видов при зарастании сенокосов можно объяснить взаимодействием ряда факторов, включая наличие микроучастков с пониженной мощностью дернины, а также биологические особенности самих древесных видов, прежде всего ели и сосны.

По сравнению с сосной, ель – более теневыносливый древесный вид и менее угнетается березой при совместном произрастании и образовании био групп. Тем более что в первые годы жизни ели береза в определенной степени защищает ее от воздействия заморозков.

Дополнительно различия в активности зарастания хвойными бывших сенокосов можно оценить по принятому в Скандинавии методу «нулевых площадок», согласно которому чем меньше нулевых площадок (без подроста хвойных видов), тем выше уровень естественного возобновления хвойных видов [10]. В соответствии с этим показателем уровень естественного возобновления на бывших сенокосов в условиях Е тр. многократно уступает уровню С яг. Такое различие в интенсивности возобновления также в целом отражает существенные различия в процессах заселения сенокосов хвойными видами в Е тр. и С. яг.

Таблица 2

Показатели пространственного размещения деревьев на ПП

№ ПП	Доля учетных площадок, % с количеством деревьев, экз.					Индекс рассеяния <i>I</i>
	0	1	2	3	4 и >	
Все древесные виды вместе						
Всим						
1Е	51,9	9,5	20,5	14,3	3,8	1,53
2Е	83,8	6,7	5,2	2,9	1,4	2,12
3Е	64,3	3,8	16,7	7,6	7,6	2,04
Сагра						
1С	13,3	17,9	22,7	31,1	15,6	0,76
2С	0,0	14,3	22,4	14,3	48,9	1,46
3С	20,6	19,0	31,8	23,8	4,8	0,81
Отдельно по древесным видам						
Всим						
Ель						
1Е	77,6	10,5	5,0	5,7	0,5	1,86
2Е	85,7	7,1	3,8	2,3	1,0	2,05
3Е	71,0	10,5	10,5	6,1	1,9	1,84
Лиственные						
1Е	70,5	8,1	12,9	6,7	1,8	1,84
2Е	96,7	1,9	1,0	0,4	0,0	1,87
3Е	79,5	11,9	5,2	1,9	1,4	1,83
Сагра						
Сосна						
1С	13,3	17,9	22,7	31,1	1,6	0,76
2С	24,5	16,3	20,4	16,3	22,5	1,30
3С	20,6	19,0	31,8	23,8	4,8	0,81
Лиственные						
1С	-	-	-	-	-	-
2С	28,6	8,2	24,5	18,4	20,5	1,44
3С	-	-	-	-	-	-

*Источник:* собственные вычисления

# Природопользование

Таблица 3

Показатели пространственного размещения деревьев на ПП

№ ПП	№ ПУ	Доля учетных площадок, %, с количеством деревьев, экз.					Индекс рассеяния <i>I</i>
		0	1	2	3	4 и >	
Висим							
По всем древесным видам							
1Е	а	45,7	7,1	30,0	12,9	4,3	1,32
	б	22,9	15,7	20,0	28,6	12,9	1,13
	в	81,4	5,7	11,4	1,4	0,0	1,65
2Е	а	75,7	10,0	8,6	2,9	2,9	2,01
	б	85,7	5,7	1,4	5,7	1,4	2,45
	в	90,0	4,3	5,7	0,0	0,0	1,59
3Е	а	15,7	8,6	40,0	15,7	20,0	0,83
	б	84,3	1,4	7,1	4,3	2,9	2,49
	в	92,8	1,4	2,9	2,9	0,0	2,33
Ель							
1Е	а	87,1	10,0	0,0	2,9	0,0	1,76
	б	51,4	18,6	14,3	14,3	1,4	1,55
	в	94,3	2,9	2,9	0,0	0,0	1,60
2Е	а	75,7	12,9	7,1	2,9	1,4	1,78
	б	85,7	7,1	1,4	4,3	1,4	2,35
	в	95,7	1,4	2,9	0,0	0,0	1,75
3Е	а	25,7	28,6	24,3	15,7	5,7	1,08
	б	91,4	1,4	5,7	1,4	0,0	2,02
	в	95,7	1,4	1,4	1,4	0,0	2,28
Береза							
1Е	а	62,9	1,4	21,4	11,4	2,9	1,63
	б	72,9	17,1	10,0	7,1	2,9	2,31
	в	85,7	5,7	7,1	1,4	0,0	1,72
2Е	а	98,6	0,0	1,4	0,0	0,0	2,00
	б	98,6	0,0	0,0	1,4	0,0	1,72
	в	92,9	5,7	1,4	0,0	0,0	1,27
3Е	а	54,3	31,4	10,0	2,9	1,4	1,19
	б	87,1	4,3	4,3	1,4	2,9	2,55
	в	97,1	0,0	1,4	1,4	0,0	2,57
Сагра							
По всем древесным видам							
1С	а	4,8	28,6	28,6	23,8	14,3	0,62
	б	16,7	0,0	25,0	41,7	16,7	0,71
	в	25,0	16,7	8,3	33,3	16,7	1,18
2С	а	0,0	20,0	30,0	10,0	40,0	1,26
	б	0,0	0,0	0,0	7,2	92,8	3,21
	в	0,0	13,3	40,0	26,7	20,1	0,65
3С	а	21,4	7,1	35,7	21,4	14,3	1,06
	б	12,9	21,6	41,9	22,6	0,0	0,53
	в	33,3	16,7	16,7	27,8	5,6	1,23

Сосна							
1С	а	4,8	28,6	28,6	23,8	14,3	0,62
	б	16,7	0,0	25,0	41,7	16,7	0,71
	в	25,0	16,7	8,3	33,3	16,7	1,18
2С	а	0,0	30,0	35,0	20,0	15,0	0,50
	б	0,0	7,1	14,3	28,6	50,0	0,44
	в	0,0	80,0	6,7	6,7	6,8	3,44
3С	а	21,4	7,1	35,7	21,4	14,3	1,06
	б	12,9	21,6	41,9	22,6	0,0	0,53
	в	33,3	16,7	16,7	27,8	5,6	1,23
Лиственные							
2С	а	65,0	5,0	5,0	10,0	15,0	3,44
	б	7,1	14,3	14,3	28,6	35,7	0,72
	в	6,7	13,3	53,3	20,0	6,7	0.

Заращение елью сенокосов в условиях Е тр. (рис. 1) происходит постепенно, в течение длительного периода времени. Заселение ели на всех ПП в основном начиналось примерно с 3-4-го года после прекращения воздействия и продолжалось в течение 20 лет. Несмотря на длительный период заселения, численность накопленного возобновления, как было уже сказано, оказалась небольшой или незначительной. Изменение численности подроста по срокам возобновления с большой долей вероятности можно идентифицировать периодами интенсивного или слабого семеношения древостоев, являющихся источниками обсеменения. К моменту проведения исследований заселение ели практически прекратилось. Следующий этап заращения, как участков, находящихся непосредственно рядом с источниками обсеменения, так и на открытой площади, возможен только после формирования молодых древостоев и начала их активного семеношения из уже появившихся и выживших экземпляров ели.

Заращение сенокосов сосной происходило по другому алгоритму (рис. 2). На начальной стадии заселения, в первые 1-2 года, численность заселения сосны, так же как и ели в Е тр., была незначительной. На следующем этапе интенсивность заселения значительно увеличивалась, достигая пика (вероятно, связанного с интенсивным плодоношением в древостое-обсеменителе), на 4-5-й год после прекращения сенокосения. После прохождения пика интенсивность заселения сосны резко снижалась и

практически прекращалась на 7-8-й год после прекращения функционирования сенокосов. Длительность первоначального этапа заселения составляла не более 8 лет, однако, в отличие от Е тр., общая численность накопленного подроста сосны оказалась существенной, что в перспективе позволяет предположить успешное формирование молодого древостоя и дальнейшего заселения открытых участков. На участках, находящихся вблизи источника обсеменения, дополнительное заселение сосны маловероятно из-за неблагоприятных условий освещения вследствие роста и развития уже имеющихся экземпляров подроста.

Также следует отметить, что как в условиях Е тр., так и в условиях С яг., в первую очередь, заселение происходило на участках с примыканием источников обсеменения, как с трех, так и с двух сторон. Наиболее молодые экземпляры ели и сосны отмечены на открытых участках и частично на участках с примыканием стены леса с двух сторон.



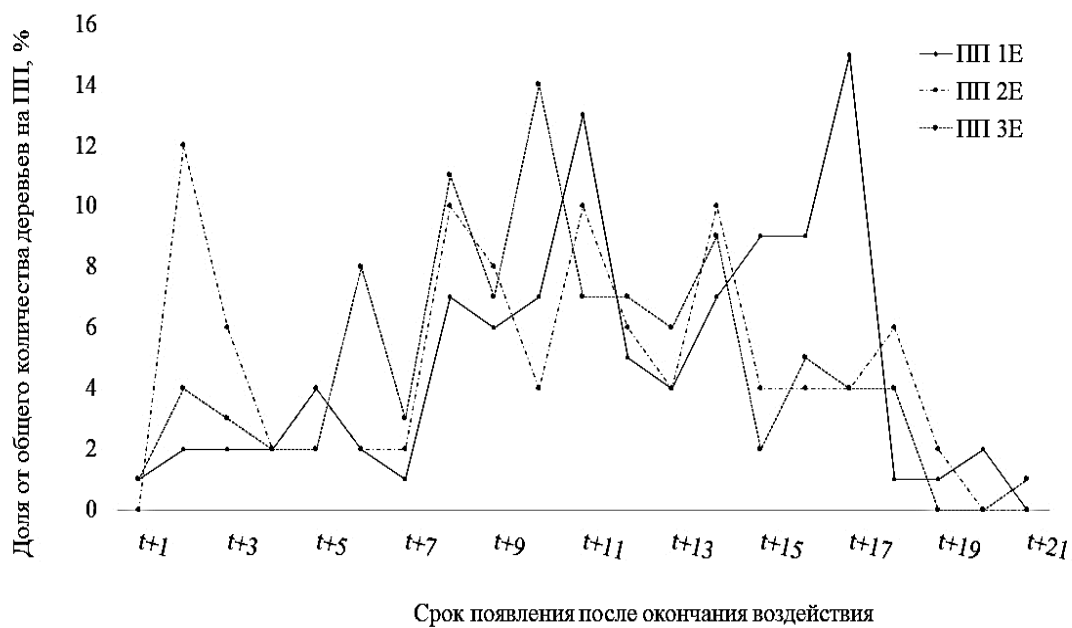


Рис. 1. Распределение подроста ели по срокам появления  
 Источник: собственные вычисления

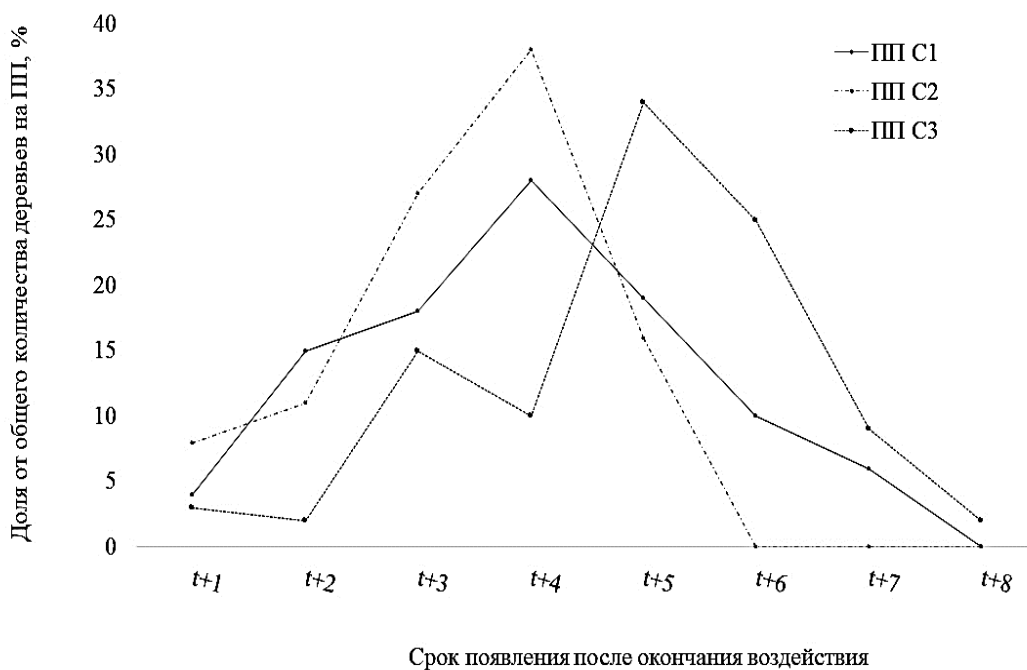


Рис. 2. Распределение подроста сосны по срокам появления  
 Источник: собственные вычисления

### Заключение

Заселение древесной растительностью заброшенных сенокосов, представляющих собой специфические постаграрные фитоценозы, представляет собой длительный многоступенчатый процесс. Интенсивность зарастания и формирование подроста обуславливаются специфическими особенностями видового состава источников обсеменения и их расположением по отношению к объекту заселения. Численность естественного возобновления хвойных видов на сенокосах в условиях С яг. многократно превышает аналогичный показатель в условиях Е тр.

Зарастание елью сенокосов в условиях Е тр. при непосредственном примыкании источников обсеменения небольшое по численности и происходит преимущественно с формированием как чисто еловых, так и смешанных елово-березовых биогрупп. В условиях С яг. при непосредственном примыкании источников обсеменения обеспечивается образование значительного по численности подроста, вполне способного в дальнейшем формировать полноценные древостои. При зарастании

сенокосов в условиях С яг. преимущественно реализуется равномерно-рассеянный тип размещения подроста. Однако при значительной численности лиственных древесных видов, как и в Е тр., формируются смешанные хвойно-лиственные биогруппы. Формирование незначительного по численности подроста на открытых участках, в отдалении от источников обсеменения как в условиях Е тр., так и в условиях С яг. происходит преимущественно по групповому типу размещения. Первоначальный этап заселения при непосредственном примыкании источников обсеменения в условиях Е тр. занимает порядка 20 лет, а в условиях С яг. – порядка 8 лет. Дальнейший этап заселения сенокосов, вероятно, будет осуществляться после формирования молодых древостоев и начала активного семеношения. В условиях Е тр. процесс зарастания в дальнейшем возможен на всей площади сенокосов, а в условиях С яг. – главным образом, на открытых участках.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания Ботанического сада УрО РАН.*

### Библиографический список

1. Агрэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / под ред. Г.А. Романенко. – Москва : Росинформагротех, 2008. – 64 с.
2. Ильчуков, С. В. Горизонтальная структура подроста в спелых среднетаежных ельниках / С. В. Ильчуков // Лесной журнал. – 2008. – № 1. – С. 65–69. – Библиогр.: с. 68–69 (12 назв.).
3. Ильчуков, С. В. Динамика горизонтальной структуры производных лиственных насаждений / С. В. Ильчуков // Лесной журнал. – 2003. – № 6. – С. 29–34. – Библиогр.: с. 33–34 (19 назв.).
4. Колесников, Б. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Практическое руководство / Б. П. Колесников, Р. С. Зубарева, Б. П. Смолоногов. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1974. – 176 с. – Библиогр.: с. 174–176 (78 назв.).
5. Николаева, С. А. Комплексный подход и методика реконструкции роста и развития деревьев в лесных сообществах / С. А. Николаева, Д. А. Савчук // Вестник ТГУ. Биология. – 2005. – № 2 (6). – С. 111–125. – Библиогр.: с. 123–125 (44 назв.). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnyy-podhod-i-metodika-rekonstruktsii-rosta-i-razvitiya-dereviev-i-lesnyh-soobschestv>.
6. Формирование лесных фитоценозов на заброшенных землях сельскохозяйственного назначения / М. А. Новикова, А. В. Грязькин, Н. В. Беляева [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 6. – С. 29–33. – Библиогр.: с. 33 (13 назв.).
7. Побединский, А. В. Изучение лесовосстановительных процессов / А. В. Побединский. – Москва : Наука, 1966. – 64 с. – Библиогр.: с. 54–55.
8. Свалов, С. Н. Применение статистических методов в лесоводстве / С. Н. Свалов // Итоги науки и техники. Серия Лесоведение и лесоводство. – 1985. – Т. 4. – С. 1–164 – Библиогр.: с. 155–162 (308 назв.).

9. Bartoš, J. Comparison of wood properties of 50-year-old spruce stand on sites experiencing different land use in the past / J. Bartoš, J. Souček, D. Kacblek // *Rep. For Res.* – 2010. – Vol. 55. – P. 195–200.
10. Braathe, P. Registhering av gjenvehst 1962-1964 // *Meddelesler fra det Norshe Skogfors o ksveesn.* – 1966. – Vol. 21. – № 2. – P. 81–170.
11. Flinn, K. M. Recovery of forest plant communities in post-agricultural landscapes / K. M. Flinn., M. Vellend // *Front. Ecol. Environ.* – 2005. – Vol. 3. – № 5. – P. 243–250. – doi:10.1890/1540-9295(2005)003[0243:ROFPCI]2.0CO;2.
12. Hanssen, K. N. Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway / K. N. Hanssen // *For. Ecol. Manage.* – 2003. – P. 199–213. – doi: 10.1016/S0378-1127(02)00610-2.
13. Vegetation changes during 100 yearstof development of two secondary woodlands on abandoned arable land / R. Harmer, G. Peterken, G. Kerr, P. Poulton // *Biol. Conserv.* – 2001. – Vol. 101. – Iss. 3. – P. 291–304.
14. Hunziker, U. Microsite patterns of conifer seedlings estblishment and growth in a mixed stand in the Southern Alps / U. Hunziker, P. Brang // *For. Ecol. Manage.* – 2005. – P. 67–79. – doi: 10/1016/j.foreco.2005.02.019.

### References

1. *Agroekologicheskoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya zemel' Rossii, vybyvshikh iz aktivnogo sel'skokhozyaystvennogo oborota / pod red. G.A. Romanenko* [Agroecological state and prospects of use of Russian lands released from active agricultural turnover / ed. by G.A. Romanenko]. Moscow: Rosinformagrotex [Russian agrotechnical information], 2008. 64 pp. (in Russian).
2. Il'chukov S.V. (2008) *Gorizontol'naya struktura podrosta v spelykh srednetazhnykh el'nikakh* [Horizontal structures of the subgrowth in ripe middle trees]. *Lesnoj zhurnal* [Foresry journal], no. 1. pp. 65-69 (in Russian).
3. Il'chukov S.V. (2003) *Dinamika gorizontol'noy struktury proizvodnykh listvennykh nasazhdeniy* [Dynamics of horizontal structure of deciduous plantations derivatives]. *Lesnoj zhurnal* [Foresry journal], no. 6, pp. 29-34 (in Russian).
4. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov B.P. *Lesorastitel'nye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoy oblasti. Prakticheskoe rukovodstvo* [Forest Growing conditions and forest types in the Sverdlovsk region. Practical guide]. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1974, 176 p. (in Russian).
5. Nikolaeva S.A., Savchuk D.A. (2005) *Kompleksnyy podkhod i metodika rekonstruktsii rosta i razvitiya derev'ev v lesnykh soobshchestvakh* [Integrated approach and methodology of reconstruction of growth and development of trees in forest communities]. *Vestnik TGU. Biologiya* [Journal of Tomsk state university. Biology], № 2(6), pp. 111-125 (in Russian). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnyy-podhod-i-metodika-rekonstruktsii-rosta-i-razvitiya-dereviev-i-lesnyh-soobshchestv>.
6. Novikova M.A., Gryazkin A.V., Belyaeva N.V. (et al.) (2016) *Formirovanie lesnykh fitotsenozov na zabroshennykh zemlyakh sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Formation of forest phytocenoses on abandoned agricultural lands]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian scientific journal], № 6, pp. 29-33 (in Russian).
7. Pobedinskiy A.V. *Izuchenie lesovosstanovitel'nykh processov* [Study of forest restoration processes]. Moscow: Nauka, 1966. 64 p. (in Russian).
8. Svalov S.N. (1985) *Primenenie statisticheskikh metodov v lesovodstve* [Application of statistical methods in forestry]. *Itogi nauki i tekhniki. Seriya Lesovedenie i lesovodstvo* [Results of science of the equipment. Agroforestry and forestry series], Vol. 4, pp. 1-164 (in Russian).
9. Bartoš J., Souček J., Kacblek D. (2010) Comparison of wood properties of 50-year-old spruce stand on sites experiencing different land use in the past. *Rep. For Res.*, Vol. 55, p. 195-200.
10. Braathe P. (1966) Registhering av gjenvehst 1962-1964. *Meddelesler fra det Norshe Skogfors o ksveesn.*, Vol. 21, № 2, p. 81-170.

11. Flinn K.M., Vellend M. (2005) Recovery of forest plant communities in post-agricultural landscapes // *Front. Ecol. Environ.*, Vol. 3, № 5, p. 243-250. doi:10.1890/1540-9295(2005)003[0243:ROFPCI]2.0CO;2.
12. Hanssen K.N. (2003) Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. *For. Ecol. Manage.*, p. 199-213. doi: 10.1016/S0378-1127(02)00610-2.
13. Harmer R., Peterken G., Kerr G., Poulton P. (2001) Vegetation changes during 100 years of development of two secondary woodlands on abandoned arable land. *Biol. Conserv.*, V. 101, Iss. 3, p. 291-304.
14. Hunziker U., Brang P. (2005) Microsite patterns of conifer seedlings establishment and growth in a mixed stand in the Southern Alps. *For. Ecol. Manage.* p. 67-79. doi: 10/1016/j.foreco.2005.02.019.

### Информация об авторе

*Ермакова Мария Викторовна* – доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: M58\_07E@mail.ru.

### Information about the author

*Ermakova Maria Viktorovna* – DSc (Agriculture), senior researcher of the laboratory of populational biology of trees and forest dynamics, Federal State Budget Education Institution of Science "Russian Academy of Sciences, Ural Branch: Institute Botanic Garden", Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: M58\_07E@mail.ru.