

Таким образом, густота подроста существенно зависит от возраста древостоя и его полноты. С возрастом происходит как бы накопление подроста, в перестойных соево-насаждениях под пологом встречаются разновозрастные поколения подроста от нескольких сезонов обильного плодоношения. В результате естественного изреживания древостоев под их пологом создаются оптимальные микроклиматические условия для лесовозобновления светолюбивых пород.

Из табл. 2 видно, что в большинстве случаев ведущим фактором, определяющим состав возобновления, является состав материнского древостоя. Относительно же влияния полноты на состав подроста по данным табл. 2 видно, что значимость этого фактора в большинстве анализируемых типов леса на целый порядок ниже значимости состава древостоев, а в сосняках вересковых и брусничных полнота практически не влияет на формирование состава подроста. Это обусловлено особенностями функционирования данных типов леса, приуроченных к бедным песчаным почвам недостаточного увлажнения.

В целом же, наши расчеты показывают, что лесовозобновительные процессы являются неотъемлемой характеристикой типов леса и имеют зонально-географическое проявление. Возможности управления естественными возобновительными процессами существенно возрастут, если оценить и учесть в расчетах также состояние подлеска, живого напочвенного покрова, структуру лесной подстилки, микроклиматические показатели под пологом леса и другие факторы, комплексно и одновременно воздействующие на ход процесса лесовозобновления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ригаль Л. В. Особенности естественного возобновления в сосняках Полесья // Сб. тр. БГТУ. Сер.1. Лесное хозяйство. Вып. V. – Мн., 1997.
2. Устойчивое управление лесным хозяйством: научные основы и концепции / Под общей ред. А. В. Селиховкина. – СПб.: ГЛТА, 1998.
3. Ригаль Л. В. Информационный анализ лесовозобновления под пологом сосняков мшистых // Сб. тр. БГТУ. Сер.1. Лесное хозяйство. Вып. IV. – Мн., 1996.

УДК 630*182.3:630*221.02

А. В. Судник, мл. науч. сотрудник ИЭБ НАНБ; М. В. Ермохин, мл. науч. сотрудник ИЭБ НАНБ; Г. В. Меркуль, доцент

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ЛЕСНОГО СООБЩЕСТВА ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПОСТЕПЕННОЙ РУБКИ

Particularities of formation and dynamics of structure of wood plants community after carrying out of gradual cutting are studied. Parameters, characterizing particularities of a horizontal and vertical structure of formed stand and space accommodation of trees on area of phytocenosis, are analysed.

Несплошные рубки являются мощным фактором воздействия на структуру лесного сообщества. Постепенные и выборочные рубки главного пользования позволяют изымать из леса урожай стволовой древесины, сохраняя целостность лесного покрова и не нанося ущерба защитным и средообразующим функциям леса. В результате таких рубок формируются многоярусные разновозрастные и часто смешанные леса, по составу и структуре близкие к климаксовым и субклимаксовым [5]. Сообщества разновозра-

стных коренных лесов – стабильные и устойчивые к внешним воздействиям природные системы. Изучение закономерностей пространственного строения и естественного развития растительного сообщества на различных стадиях формирования стабильных лесных экосистем имеет огромное теоретическое и практическое значение. Вопросы же пространственного строения разновозрастных фитоценозов, особенно на начальных стадиях формирования после несплошных рубок, в литературе освещены очень и очень слабо. Вместе с тем изучение этих вопросов позволяет проследить реакцию популяций древесных растений на резкие изменения условий среды обитания.

В Негорельском учебно-опытном лесхозе проведены исследования динамики пространственной структуры формирующегося насаждения через 3 и 8 лет после проведения окончательного приема постепенной 2-приемной семенно-лесосечной рубки в сосняке елово-мшистом. Первый прием постепенной рубки проведен в 1989 году по технологической схеме ЛЛТА. Его интенсивность по числу стволов – 44,1%, запасу – 54,4%, сумме площадей сечений – 47,5%. Полнота при этом снизилась до 0,3. Окончательный прием проведен в мае 1993 года. Рельеф участка ровный, микрорельеф слабо выражен. Почва дерново-подзолистая, среднеподзоленная, супесчаная, развивающаяся на супеси, подстилаемой с глубины 98 сантиметров моренным суглинком.

Для исследования динамики таксационных характеристик древостоя на участке через 3 года после окончательного приема постепенной рубки в 1996 году была заложена пробная площадь размером 50x80 метров. Проба была разбита на квадраты 5x5 метров. Повторный переучет проводился на всей пробной площади в 2001 году. Растения с диаметром стволика более 6 см относились к древостою. Динамика таксационных характеристик формирующегося древостоя приведена в табл. 1.

Таблица 1

Динамика таксационных характеристик формирующегося древостоя

Показатели	Через 3 года после рубки	Через 8 лет после рубки
Состав: по числу стволов	9Е1Д+Ос	9Е1Б+Д, ед.Ос
по запасу	8Е2Д+Ос	9Е1Д, ед. Б,Ос
Количество деревьев, шт/га	483	935
Средний диаметр, см	11,3	11,5
Средняя высота, м	9,7	10,1
Сумма площадей сечений, м ² /га	5,47	9,84
Полнота	0,25	0,44
Запас, м ³ /га	33	63

За 5-летний период между переучетами на участке произошли значительные изменения. По данным повторной таксации, численность деревьев увеличилась почти в 2 раза (на 94%). Древостой регулярно пополнялся за счет крупного подростка ели, достигшего переучетного размера, и березы. Сумма площадей сечений древостоя увеличилась на 79,9%, запас на 90,9%. Участок из категории вырубок перешел в категорию низкополнотного древостоя за счет увеличения полноты на 76%. Эти изменения произошли на фоне того, что часть древостоя и подростка была вырублена местными жителями. Только на центральном трансекте количество деревьев, попавших в переучет 1996 года, уменьшилось на 41,9%. Особой популярностью пользовались ели правильной пирамидальной формы, которые вырубались к новомуднему празднику.

На пробной площади был проведен сравнительный анализ распределения деревьев по диаметру на высоте 1,3 метра. В условиях хорошей освещенности и слабой внутри- и межвидовой конкуренции деревья главной породы имеют значительный прирост по диаметру (среднегодовой прирост по диаметру за 5 лет составил 0,6 см). За пятилетний период средний диаметр деревьев увеличился на 23,4%. Экссесс и асимметрия распределения деревьев по диаметру близки к нормальному, как при переписке 1996 года, так и переписке 2001 года. За этот период произошло уменьшение эксцесса с $-0,17$ до $-0,73$ (увеличился разброс значений) и уменьшение асимметрии – от $0,85$ до $0,63$ (увеличилось количество крупных растений).

Для приведения численности всего подроста к условной группе крупного подроста применялись переходные коэффициенты: для мелкого подроста – $0,5$, для среднего – $0,8$ и крупного – $1,0$ [1]. В условной высотной группе выше $1,5$ м в 1996 году было 4348 деревьев сосны и ели на 1 га. В соответствии со шкалой естественного возобновления хвойных и твердолиственных пород возобновление на участке оценивается как хорошее [1]. К 2001 году это количество выросло в 3,3 раза. 24,6% стволов в составе подроста хвойных пород приходится на долю сосны. Благодаря светолюбию и быстроте роста преимущество перед хвойными породами имеют лиственные. Количество подроста лиственных пород (березы и осины) возросло за 5-летний период в 2,1 раза. Вырубка всего 2 деревьев осины (из 4 по переписной ведомости 1996 года) на пробной площади привела к вспышке корневой поросли этой породы. С 18,8% в составе лиственного подроста доля осины возросла до 48,2%.

Каждая стадия развития леса характеризуется соответствующей пространственной организацией фитоценозов. Изучение динамики пространственной структуры формирующегося после постепенной 2-приемной рубки елового фитоценоза проводилось на центральном трансекте размером 5×80 метров. Для построения плана и профиля фитоценоза положение всех древесных растений высотой более 30 см картировалось и для них измерялись: общая высота, высота начала кроны, диаметр кроны в двух перпендикулярных направлениях.

Для деревьев, кроме того, измеряли положение максимальной ширины кроны, радиус кроны в 4 направлениях (для крон неправильной формы – в 8). Экземпляры подроста и подлеска ниже 30 см только подсчитывали.

На рис. 1 и 2 приведены план и профиль елового фитоценоза через 3 и 8 лет (соответственно) после проведения постепенной 2 приемной рубки. Как видно из рисунков на трансекте, увеличилось количество древесных особей, их разнообразие. Негативным моментом явилось активное антропогенное воздействие в виде самовольных порубок.

Изменение характеристик пространственной структуры оценивалось на деревьях ели, подросте ели и березы, измерения которых проводились и в 1996, и в 2001 году.

Горизонтальная структура

В 1996 году суммарная сомкнутость крон древостоя, подроста и подлеска – $0,40$. Сомкнутость древостоя составляла всего $0,08$, подроста выше $0,3$ метра – $0,29$, а подлеска – $0,03$. Имеющиеся в пологе окна различной формы были образованы в основном пнями вырубленных деревьев ели. На не занятых подростом и деревьями участках сформировались благоприятные световые условия для укоренения и развития подроста последующего происхождения. В 2001 году суммарная сомкнутость крон древостоя, подроста и подлеска увеличилась до $0,77$. Сомкнутость древостоя составляла всего $0,45$,

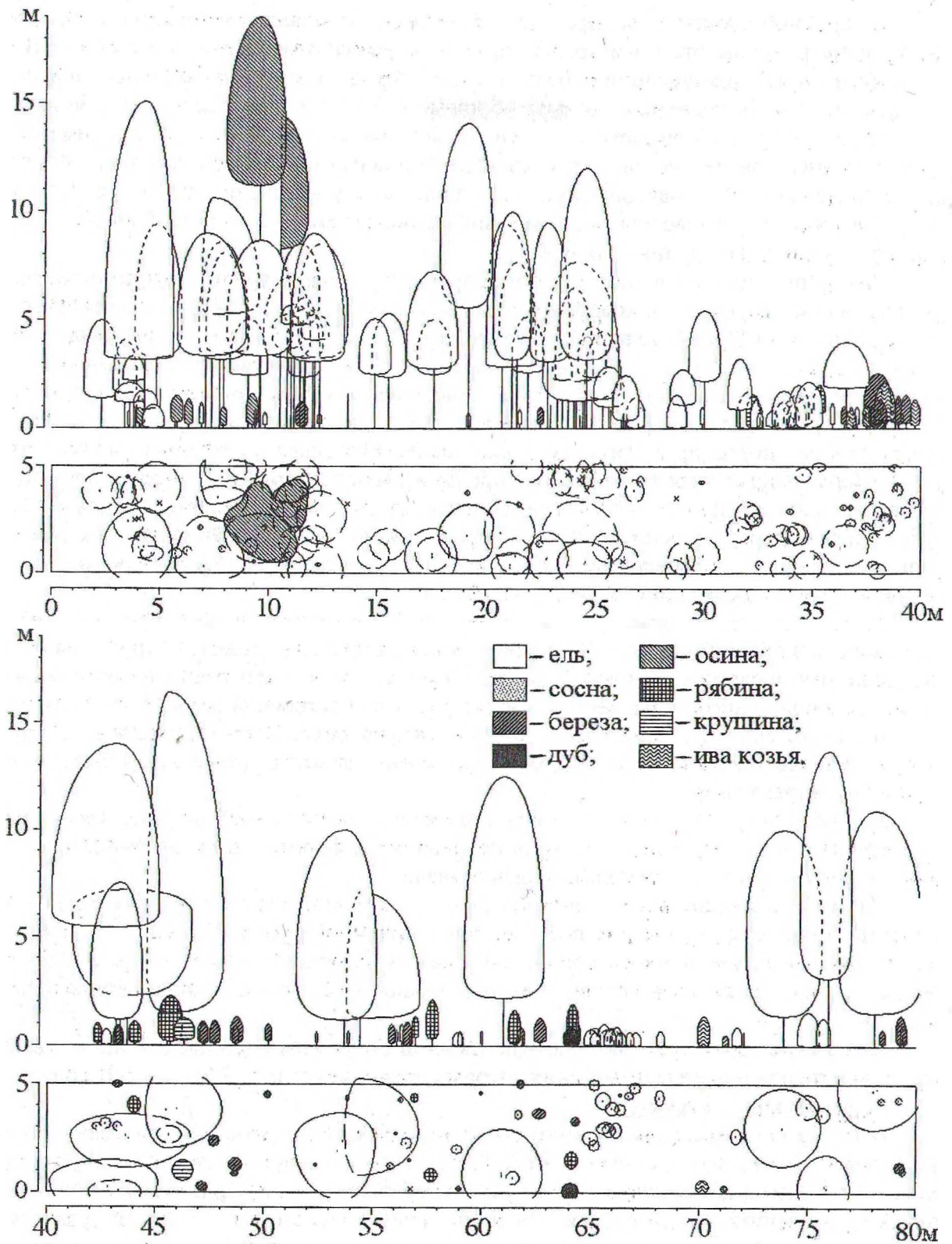


Рис. 1. План и профиль елового фитоценоза через 3 года после проведения постепенной 2-приемной рубки

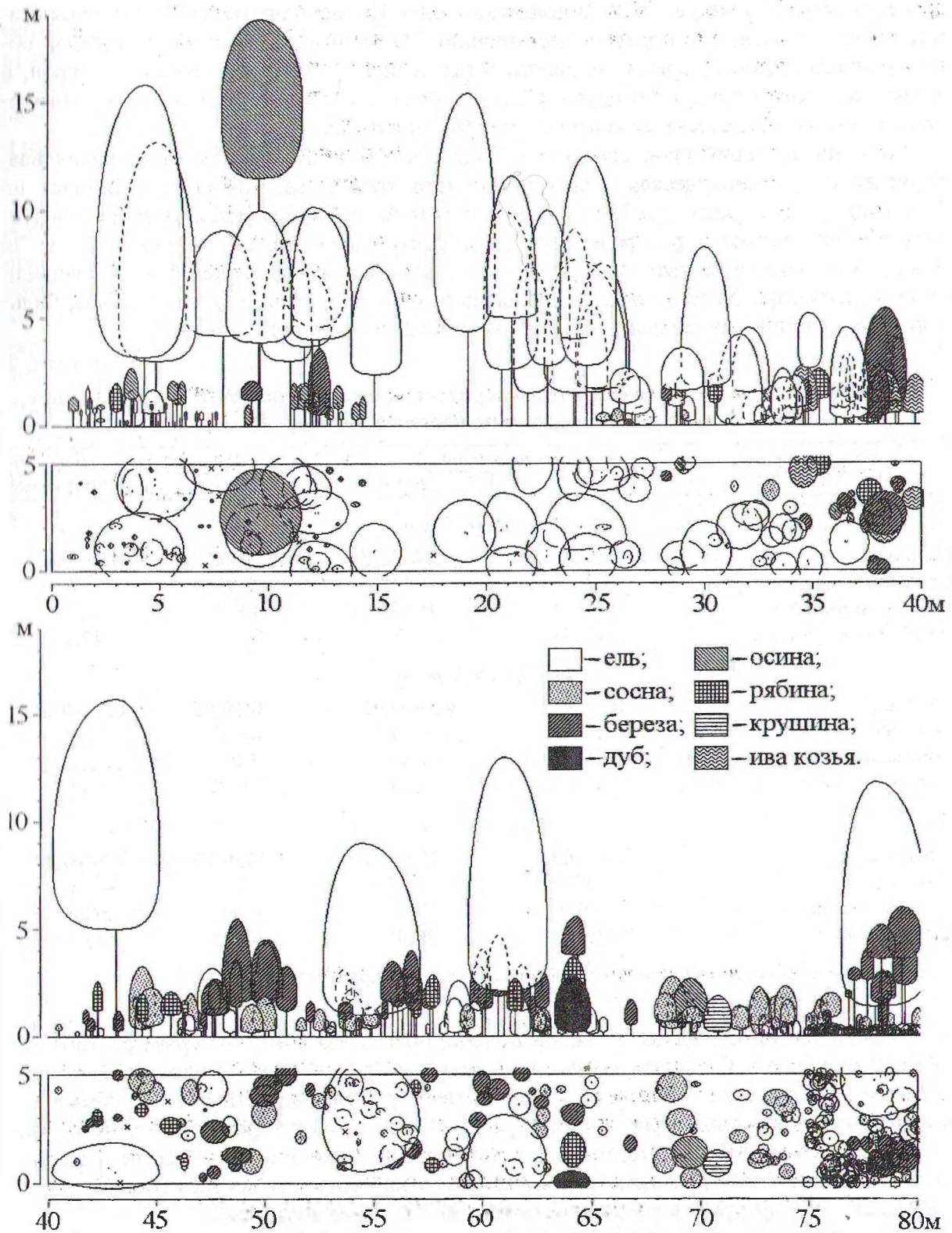


Рис. 2. План и профиль елового фитоценоза через 8 лет после проведения постепенной 2-приемной рубки

подроста выше 0,3 метра – 0,28, а подростка – 0,04. Происходит горизонтальное смыкание проекций крон. Это подтверждает теорию Р.Озолинчуса [7], согласно которой образование древесного ценоза сопровождается, в первую очередь, смыканием крон, а затем древостой вступает в следующий этап, когда деревья приобретают морфологические признаки, свойственные деревьям, растущим в ценозе.

Форма проекций крон деревьев и подроста в большинстве случаев правильная, округлая или эллиптическая. Средний диаметр крон древостоя ели увеличился на 12,4%; подростка березы – на 73,9%, подростка ели не изменился (табл. 2). Для исследуемых особей древостоя распределение по диаметру крон близко к нормальному. За 5-летний период резко увеличились эксцесс и асимметрия распределений по площади крон у древостоя. Хотя в среднем увеличение площади крон составило 23,4%, большинство растений концентрируется в области мелких и средних значений.

Таблица 2

Параметры рядов распределения характеристик проекций крон древесных растений через 3 и 8 лет после проведения постепенной 2-приемной рубки

Параметры	Диаметр кроны, м		Площадь кроны, м ²	
	1996 г.	2001 г.	1996 г.	2001 г.
<i>Древостой ели</i>				
Среднее	2,83±0,18	3,18±0,18	6,72±0,87	8,31±0,96
Эксцесс	-1,02*	0,87*	-0,93*	2,70
Асимметричность	0,59*	0,86*	0,82*	1,44
Коэф. Вариации	26,43	22,75	53,26	47,55
<i>Подрост березы</i>				
Среднее	0,51±0,05	0,88±0,07	0,24±0,06	0,70±0,13
Эксцесс	7,46	3,27	16,64	9,80
Асимметричность	2,18	1,46	3,82	2,77
Коэф. вариации	47,68	41,30	120,87	93,51
<i>Подрост ели</i>				
Среднее	1,18±0,09	1,17±0,05	1,26±0,17	1,20±0,09
Эксцесс	-0,72*	-0,48*	0,23*	-0,37*
Асимметричность	0,01*	-0,25*	0,76*	0,24*
Коэф. вариации	39,77	23,07	70,72	43,10

*Коэффициенты, не имеющие достоверного отличия от 0 при P=0,05.

Резкое увеличение диаметра крон подростка березы вызвано быстрым ростом. Возобновление березы было приурочено к свободным от древостоя и подростка предварительного и сопутствующего происхождения местам с благоприятными световыми условиями для укоренения и роста этой породы. Площадь крон березы за 5-летний период увеличилась на 188,8%, что привело к некоторому снижению эксцесса (повышенного разброса значений) и асимметрии (доминирования крупных особей) распределения по диаметру и площади крон и к уменьшению коэффициента вариации.

Диаметр крон елового подростка практически не изменился, поскольку большая часть его находится в группах под воздействием внутривидовой конкуренции, особенно за свет. Поэтому изменения параметров распределения диаметров и проекций крон у

елового подроста небольшие и за весь период исследования незначительно отличались от симметричных.

Горизонтальная структура растительного сообщества регулируется фитоценотическими (конкурентными) отношениями. Поэтому параметры распределения площадей и проекций крон на начальных этапах развития сильно варьируют.

Вертикальная структура

Верхнюю часть полога древостоя образует достигший пересчетных размеров подрост предварительного происхождения и единичные деревья второго яруса бывшего древостоя. Доминируют осина и ель. Форма крон елей варьирует от узко- до ширококонической. В 1996 году у 11% елей пересчетных размеров были отмечены обломанные вершины, как результат постепенной рубки. За 5-летний период у всех поврежденных деревьев отмечено замещение обломанных вершин. У подроста ели форма крон различная – от остроконической до овальной и ширококонической. Форма крон лиственных пород округлая или овальная (рис. 1, 2).

По всем параметрам вертикальных характеристик древостоя ели отмечается тенденция на увеличение абсолютных значений: общей высоты, высоты максимальной ширины кроны, высоты начала кроны, абсолютной и относительной протяженности кроны (табл. 3). И хотя распределения деревьев по вертикальным характеристикам полога незначительно отличаются от нормального распределения в 1996 и 2001 гг., наметилась тенденция к уменьшению эксцесса и асимметрии распределений. Это указывает на увеличение фитомассы в древостое за счет благоприятных, в первую очередь световых, условий, в которых произрастают деревья.

Развитие подроста березы происходило в благоприятных для этой породы световых условиях, в местах отсутствия древостоя и крупного елового подроста (рис. 2). Высота подроста березы за 5 лет увеличилась в 3 раза. Асимметричное распределение с высокими показателями асимметрии и эксцесса (доминирование мелких особей) сменилось симметричным распределением со слабоотрицательными асимметрией и эксцессом (доминирование крупных особей). За счет быстрого роста в высоту аналогичные изменения произошли и по показателям абсолютной протяженности кроны. Распределение по относительной протяженности кроны близко к нормальному, хотя за исследуемый период этот показатель на 25,2% уменьшился. Резкое очищение стволиков от сучьев в первую очередь объясняется биологией вида. Распределения по высоте прикрепления кроны характеризуются высокими положительными асимметрией и эксцессом, отражающими большую численность близких к средним значениям по этому показателю растений, несмотря на высокое варьирование (77%) в совокупности в целом.

Распределение характеристик вертикальной структуры для елового подроста объясняется происхождением подроста – в основном исследовались экземпляры предварительного и сопутствующего возобновления. За 5-летний период прирост по высоте елового подроста составил 43,3% (табл. 3). Распределения по этому показателю близки к нормальным. Распределения высоты прикрепления кроны у подроста ели характеризуются большими коэффициентами вариации вследствие высокой степени разновысотности и сложности структуры полога.

Распределения по протяженности кроны несущественно отличаются от нормального по показателям асимметрии и эксцесса. Распределения численности подроста ели по относительной протяженности крон за период исследования не изменялись

Таблица 3

Параметры рядов распределения высотных характеристик древесных растений через 3 и 8 лет после проведения постепенной 2-приемной рубки

Параметры	Высота						Протяженность кроны			
	общая		максимальной ширины кроны		начала кроны		абсолютная		относительная	
	1996 г.	2001 г.	1996 г.	2001 г.	1996 г.	2001 г.	1996 г.	2001 г.	1996 г.	2001 г.
Среднее	10,18±0,61	11,38±0,62	4,42±0,34	5,31±0,43	3,11±0,28	3,28±0,32	7,08±0,53	8,10±0,61	0,69±0,02	0,71±0,03
Экцесс	-0,62*	-0,75*	2,22	-0,24*	0,99*	-1,09*	-0,03*	-1,40*	-1,08*	-0,97*
Асимметричность	0,70*	0,58*	1,07*	0,75*	0,49*	-0,13*	0,68*	0,25*	0,32*	-0,31*
Коэф. вариации	24,73	22,31	31,28	33,59	37,61	40,55	30,75	31,10	14,72	17,75
<i>Древостой ели</i>										
Среднее	115,20±8,21	1349,8±28,72	-	-	14,0±2,16	136,0±20,9	1,01±0,07	2,14±0,21	0,88±0,02	0,63±0,03
Экцесс	5,12	-0,60*	-	-	4,05	5,32	5,81	0,07*	-0,45*	-1,35*
Асимметричность	2,00	-0,12*	-	-	1,28	2,13	1,92	0,66*	0,17*	-0,91*
Коэф. вариации	35,63	41,05	-	-	77,15	76,83	35,81	48,01	8,74	25,27
<i>Подрост березы</i>										
Среднее	264,1±35,34	378,3±49,09	-	-	85,93±21,35	119,6±23,43	1,78±0,17	2,59±0,32	0,81±0,04	0,73±0,04
Экцесс	-0,96*	-0,81*	-	-	-0,93*	0,63*	0,94*	-0,48*	-1,25*	0,49*
Асимметричность	0,67*	0,76*	-	-	0,82	1,20	0,88*	0,87*	-0,63*	-0,62*
Коэф. вариации	69,53	67,42	-	-	129,12	101,76	50,28	64,96	28,61	26,45

* Коэффициенты, не имеющие достоверного отличия от 0 при P=0,05.

по показателю асимметрии и характеризуются слабоотрицательными значениями, т.е. большое количество особей имеют высокую относительную протяженность крон. А вот эксцесс распределения по этому показателю, характеризующийся в 1996 году слабоотрицательным значением, свидетельствующим о несколько повышенном разбросе значений этого показателя, сменился слабоположительным (концентрация вблизи средних значений). Относительная протяженность крон подроста ели в 1996 году составляла 0,81 (табл. 3). За 5-летний период относительная протяженность крон уменьшилась на 7,9%. Часть обследованных особей подроста ели развивалась под пологом древостоя и в условиях слабой освещенности. В результате этого происходит процесс очищения стволиков от сучьев, нарушаются коррелятивные связи между апикальным и латеральным ростом и кроны приобретают форму зонтика [6].

Изменения характеристик вертикальной структуры полога фитоценоза указывают на формирование разновысотного смешанного сообщества древесных растений.

Такие распределения горизонтальных и вертикальных характеристик крон древостоя и подроста являются следствием конкуренции между растениями, сглаживающей различия в происхождении и обеспечивающей в конечном итоге более полное использование ресурсов экотона. Пространственная структура фитоценоза является отражением отношений, существующих в насаждении. Эти отношения и определяют место каждой особи в структуре сообщества. В результате формируется сообщество такого строения, когда ресурсы местообитания используются наиболее полно.

Особенности формирования структуры древостоев следует рассматривать и анализировать в динамике, учитывая особенности взаимоотношений не только в био группах, но и в древостое в целом. Существующие особенности строения полога молодняка на вырубке определяют будущую динамику древостоя и растительного сообщества в целом. Экстраполируя полученные на данном этапе результаты в будущее, можно предсказать формирование на участке смешанного (с примесью сосны и березы) разновысотного разновозрастного коренного лесного сообщества с доминированием ели. Эти результаты могут быть использованы как для исследования динамики сообществ древесных растений, так и для планирования и разработки технологии несплошных рубок главного пользования.

Работа проведена при финансовой поддержке, предоставленной в рамках конкурса индивидуальных исследовательских проектов Программы по глобальной безопасности и устойчивому развитию, Фонда Д. Джона и Т. Кэтрин Макартуров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев В. П., Рихтер И. Э., Лахтанова Л. И., Меркуль Г. В. Практикум по лесоводству. – Мн., 1989. – 311 с.
2. Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М., 1990. – 296 с.
3. Зукерт Н. В. Некоторые аспекты изучения пространственной структуры древостоев // Науч. тр. МЛГИ. – 1975. – Вып. 70. – С.17–24.
4. Маслов А. А. Количественный анализ горизонтальной структуры лесных сообществ. – М., 1990. – 160 с.
5. Мороз П. И. Выборочные рубки в таежных лесах. – М., 1982. – 128 с.
6. Пугачевский А. В. Ценопопуляции ели: структура, динамика, факторы регуляции. – Мн., 1992. – 204 с.
7. Озолинчос Р. Хвойные: морфогенез и мониторинг. – Каунас, 1996. – 340 с.