

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И ФОРМЫ НАСАЖДЕНИЙ

Л.В. СТОНОЖЕНКО, доц. МГУЛ, канд. с.-х. наук⁽¹⁾,

Е.В. НАЙДЕНОВА, асп. МГУЛ⁽¹⁾,

С.А. РОГАНОВА, МГУЛ⁽¹⁾

stonozhenko@mgul.ac.ru, curls-2007@yandex.ru, ssveta.roganowa@yandex.ru

⁽¹⁾ФГБОУ ВО «Московский государственный университет леса»

141005, Московская обл. г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

Определены приоритеты при создании насаждений в эксплуатационных и защитных лесах. Отмечено, что создание чистых одноярусных насаждений оптимально в эксплуатационных лесах. Напротив, смешанные многоярусные древостои больше отвечают целям ведения хозяйства в защитных лесах. Показана необходимость в параметрах, описывающих форму насаждений. Отмечено, что в лесоустроительных инструкциях разных лет эти параметры могут различаться, но основными из них являются закономерности строения насаждений по высоте. Выявлению таких закономерностей посвящена данная работа. Приведены данные двадцати девяти пробных площадей Национального парка «Угра» и Щелковского учебно-опытного лесхоза. Проанализированы различные методики изучения высотного строения древостоев. На конкретных примерах доказано, что предлагаемый метод исследования с разделением ранжированных редуционных чисел на десять классов с вычислением среднего значения в каждом классе имеет преимущество перед другими методиками для исследования многоярусных древостоев. Предложен показатель ΔR_h как разница относительной высоты первого и десятого классов. Выявлена зависимость разницы максимального и минимального значений редуционных чисел по высоте (ΔR_h) от формы древостоя. Простым древостоем свойственны наименьшие значения ΔR_h (0,418–0,573), сложным – наибольшие (0,583–1,283). Показатель ΔR_h , вычисленный по предлагаемой методике, в отличие от методики А. Шиффеля наиболее достоверно отражает зависимость значений показателя ΔR_h от формы древостоя. Так как значения редуционных чисел являются средними значениями в классе и единичные деревья, сильно отличающиеся по высоте от других деревьев в древостое, не оказывают значительного влияния на увеличение показателя ΔR_h . Показатель ΔR_h предлагается в качестве критерия при выделении второго яруса древостоя. Наибольшие значения показателя свидетельствуют в пользу наличия второго яруса, низкие говорят о преимущественно простой форме древостоя.

Ключевые слова: одноярусные насаждения, многоярусные насаждения, форма древостоя, редуционные числа, строение древостоя, лесоустроительная инструкция.

Создание насаждений в эксплуатационных и защитных лесах преследует разные цели. Если в эксплуатационных лесах основной задачей является получение высококачественной древесины, то защитные леса подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов.

По мнению И.С. Мелехова, создание чистых насаждений, с экономической точки зрения, способствует возможности эффективного специализированного использования определенной древесной породы, наилучшим образом отвечающей поставленной хозяйственной цели. Но вместе с тем данные древостои имеют существенные недостатки, одним из которых является пониженная устойчивость к многим внешним неблагоприятным воздействиям: ветру, снегу, засухе, насекомым, грибным заболеваниям, лесным пожарам и другим [1].

Очевидно, что при выполнении задачи получения на выходе высококачественной древе-

сины удобно и выгодно создавать чистые по составу, простые по форме одновозрастные древостои, в которых удобно и технологично проводить уход и формировать стволы заданного качества [2]. Возможная ранняя и относительно одновременная потеря устойчивости деревьев в древостое в эксплуатационных лесах, как правило, компенсируется установлением более низкого возраста рубки [3].

Другая ситуация с защитными лесами. Эти леса должны быть как можно более устойчивыми к различным видам воздействия: рекреации, болезням, вредителям и другим неблагоприятным факторам. И.С. Мелехов считал наиболее устойчивыми смешанные древостои. По его мнению, биологический смысл устойчивого смешанного древостоя заключается в сохранении того или иного вида или группы видов и в биологическом соответствии их друг другу и условиям местопроизрастания. Повышенная устойчивость данных древостоев обеспечивается биологической совместимостью разных древесных

пород при данных условиях [1]. Смешанные древостои также высоко ценятся в эстетическом отношении и могут иметь большое рекреационное значение. Смешанным по составу насаждениям преимущественно свойственны разновозрастная структура и сложная форма.

Для того чтобы формировать насаждения с поставленными целями, необходимо четко понимать, каких таксационных параметров необходимо добиться. В таких случаях не вызывает трудностей оценка состава насаждений и соответственно отнесение их к чистым или смешанным древостоям. Более сложной с точки зрения таксации является оценка формы насаждения. Для отнесения насаждений к простым (однорусным) или сложным (многорусным) могут быть использованы разные критерии:

- Согласно Инструкции по устройству государственного лесного фонда СССР 1964 г. отдельный ярус выделяли в случае, когда его средняя высота оказывалась не менее чем на 20 % меньше средней высоты верхнего яруса. При этом запас древесины в нижнем ярусе должен был быть не менее 30 м³ на 1 га [4].

- В соответствии с Лесоустроительной инструкцией 2011 г. выделение ярусов в древостоях производится при следующих условиях: полнота каждого яруса должна быть не менее 0,3, разница в средних высотах ярусов должна составлять не менее 20 %. При высоте яруса от 4 до 8 м он выделяется, если его средняя высота составляет не менее j высоты верхнего яруса. В остальных случаях нижний полог насаждения таксируется подростом [5].

То есть визуально, с биологической точки зрения, мы можем отмечать наличие второго яруса в насаждении, но с хозяйственной точки зрения и в соответствии с действующей Лесоустроительной инструкцией 2011 г. такое разделение на ярусы не производится. Хозяйственная целесообразность в Лесоустроительной инструкции 1964 г. определялась запасом более 30 м³ на 1 га, а по действующей инструкции 2011 г. – полнотой яруса не менее 0,3. Как видно из вышеперечисленных требований, критерий в разнице средних высот двух различных ярусов в 20 % остается неизменным. Этот критерий взят на основании закономерностей строения

простых древостоев [6] и соответствует разнице между высотами среднего и наименьшего деревьев одноярусного древостоя.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что критерии выделения ярусов в насаждениях периодически меняются, основными из них являются закономерности строения насаждений по высоте.

Целью нашего исследования являлось выявление связи между показателями строения древостоев по высоте и форме насаждения.

Нами решались следующие задачи:

- анализ существующих методик исследования закономерностей строения насаждений по высоте;
- исследование закономерностей строения по высоте древостоев различного породного состава;
- установление критерия отнесения насаждения к простому (однорусному) или сложному (многорусному);
- анализ устойчивости насаждений с различным высотным строением.

Объектами исследования нами выбраны насаждения Щелковского учебно-опытного лесхоза (ЩУОЛХ) и Национального парка «Угра» (НП «Угра»). В исследуемых насаждениях нами в разное время были заложены постоянные пробные площади (ППП) в соответствии с ОСТ 56-69-83 [7].

Таксационная характеристика ППП приведена в табл. 1–3.

Закономерности строения насаждений по высоте изучались многими учеными в России и за рубежом [8]. Строение насаждений чаще всего характеризуется рядами редуционных чисел по высоте R_p . Такие редуционные числа получают делением высот деревьев на среднюю высоту насаждения h_{cp} . Затем распределяют полученные редуционные числа в ранжированный ряд по возрастанию. Полученный ряд делят на десять частей. Числа, оказавшиеся на границе каждого из десяти отрезков, и составляют ряды редуционных чисел. Такая методика была предложена австрийским лесоводом А. Шиффелем [8] и в различных интерпретациях использовалась многими другими исследователями. Другая методика была предложена А.В. Тюриным [6].

Т а б л и ц а 1

**Характеристика постоянных пробных площадей Щелковского
учебно-опытного лесхоза (еловые насаждения, перечеты 2000–2002 гг.)**
Characteristics of permanent plots of Shchelkovo experimental forest enterprise (spruce forests, 2000–2002)

№ ППП	Площадь, га	Год пере- чета	Породный состав	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Сумма площадей сечения, м²/га	Полнога общая	Возраст, лет	Запас, м³/га	ТУМ	Бонитет
100	0,2	2000	7Е1Б1Лп10с	19	20,9	33,4	0,9	55	335	C ₂	Ia
106	0,077	2002	10Е	14,2	15,2	40,6	0,97	44	310	C ₂	I
107	0,15	2002	9Е1Б	27,8	24,7	36,1	0,67	63	420	C ₃	Ia
110	0,3	2002	9Е1Б	31,4	24,4	34,7	0,65	98	399	C ₃	II
112	0,21	2002	9Е10с	27,2	20,9	37,6	0,75	67	377	C ₃	II
113	0,25	2002	7Е2Б10с	26,6	25,8	33,8	0,61	88	409	C ₃	I
115	0,2	2002	8Е2Лп	29,5	28,1	39,9	0,7	81	521	C ₂	Ia
116	0,15	2002	10Е	28,7	28,3	34,1	0,6	73	448	C ₃	Ia
117	0,16	2002	10Е	30,7	24,5	49,7	0,93	82	574	C ₃	I
118	0,24	2002	7Е3Лп	27,8	24,3	39,4	0,9	95	452	C ₂	II

Т а б л и ц а 2

**Характеристика постоянных пробных площадей Щелковского
учебно-опытного лесхоза (перечеты 2013–2014 гг.)**
Characteristics of permanent plots of Shchelkovo experimental forest enterprise (2013–2014)

№ ППП	Площадь, га	Год пере- чета	Породный состав по ярусам	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Сумма пло- щадей сече- ния, м²/га	Полнога общая	Возраст, лет	Запас, м³/га	ТУМ	Бонитет	Состав и густо- та подростка
100	0,2	2013	7Е1Б1Лп1Ос	22,5	24,3	32,8	0,8	60–70	376	C ₂	Ia	9Лп1Д 4,3 тыс. шт./га
115	0,2	2013	6Лп2Б1Д1С	20,7	24,4	4,6	0,2	75–90 (120*)	50	C ₂	Ia	10Лп 2,8 тыс. шт./га
118	0,24	2013	9Лп1Е	20,8	24,3	15,5	0,5	50–65 (125*)	169	C ₂	Ia	7Лп1Ос1Кл1Е 3,5 тыс. шт./га
119	0,2	2013	I 5Лп3Ос1Б1Е	26,1	25,0	32,5	0,9	55–65	364	C ₂	Ia	8Лп2Е1Ос 5,7 тыс. шт./га
			II 9Лп1Е	11,6	16,7	4,2	0,1	40–45	33			
122	0,25	2013	I 5Ос3Лп1Б1Е	24,5	23,0	35,6	1	60–75 (122*)	370	C ₂	I	9Лп1Е 7,31 тыс. шт./га
			II 7Лп3Е	12,7	14,0	7,7	0,3	35–50	52			
123	0,3	2014	6Лп3Е1Б	32,2	28,7	40,3	1	75–90	511	C ₂	Ia	9Лп1Е 4,25 тыс. шт./га
124	0,25	2014	3Д3Б2Лп2Е	13,5	14,0	11,2	0,4	35–45 (105*)	80	C ₂	I	5Лп4Д1Е 3,2 тыс. шт./га
125	0,25	2014	I 4Лп3Е2Б1С	30,6	21,1	34,1	1	75–90	329	C ₂	I	6Лп3Кл1Е 3,5 тыс. шт./га
			II 7Е3Лп	10,6	10,2	4,2	0,2	45–60	22			
127	0,21	2014	I 7Лп2Е1Б	23,6	25	29,5	0,9	65–70 (125*)	330	C ₂	Ia	7Е3Лп 5,74 тыс. шт./га
			II 8Лп2Е	10,4	13,4	3,8	0,1	30–45	25			
128	0,24	2014	I 4Лп3Б2Е1Ос	30,6	29,4	22,6	0,6	65–80 (136*)	293	C ₂	Ia	7Лп3Е 5,87 тыс. шт./га
			II 8Лп2Е	15,9	20	11,7	0,3	60–65	108			
129	0,14	2014	I 7Б3Лп	16,1	23,3	12,7	0,5	30–35 (65*)	134	C ₂	Ia	10Лп 4,14 тыс. шт./га
			II 5Лп5Б	9,6	16,1	3,7	0,1	20–35	28			
131	0,25	2014	I 5С5Б	26,1	27,3	31,3	0,7	65–80	379	C ₂	Ia	9Лп1Е 6,8 тыс. шт./га
			II 5Е4Лп1Б	11,2	13,7	8,3	0,3	30–55	55			

* – возраст отдельных деревьев.

**Характеристика постоянных пробных площадей
Национального парка «Угра» (перечет 2014 г.)**
Characteristics of permanent plots of National Park «Ugra» (2014)

№ ППП	Площадь, га	Год перечета	Породный состав по ярусам		Средний диаметр, см	Средняя высота м	Сумма площадей сечений, м²/га	Полнота общая	Возраст, лет	Запас м³/на 1 га	ТУМ	Бонитет	Подрост
1	0,2	2014	I	3Е2С3Б1Лп1Ос	18,1	20,1	29,2	0,7	50–60 (90*)	284	С ₂	II	6Лп2Е2Кл 2,5 тыс. шт./га
			II	4Лп3Е1Б1Ос1С	8,5	14,6	6	0,2		45			
2	0,2	2014	I	4Лп4Ос2Е	21,1	19,0	28,3	0,83	60–80	249	С ₂	II	4Е4Лп2Кл 5,0 тыс. шт./га
			II	5Е4Лп1Б	9,3	10,3	2,1	0,07		11			
3	0,2	2014	I	6Е3Ос1Б	30,6	23,1	36,1	0,76	70–80	397	С ₂	II	4Кл3Ос3Лп 3,0 тыс. шт./га
			II	9Е1Б	11,9	14,1	2,2	0,06		16			
4	0,2	2014	I	5Лп2Д1Кл1Е1Б	22,2	20,2	36,7	1,05	40–55	359	Д ₃	I	9Кл1Лп 9,0 тыс. шт./га
			II	10Лп	9,5	13,1	2,6	0,09		17			
5	0,2	2014	I	6Е2Б2Ос	21,8	22,7	34,2	0,77	40–70	371	С ₃	I	5Ос2Лп2Д1Е 2,0 тыс. шт./га
			II	9Е1Ос	9	11,2	5,1	0,17		30			
6	0,2	2014	I	7Лп2Б1Д	24,3	23,5	22,7	0,6	40–65	242	С ₃	I	10Лп 5,0 тыс. шт./га
			II	10Лп	14,5	16,2	4,5	0,14		55			
7	0,2	2014	I	8Ос2Лп	36,6	31,2	24,6	0,6	50–75	323	С ₃	Ia	5Кл4Лп1Д 10,0 тыс. шт./га
			II	10Лп	17,5	20,8	11	0,3		110			
8	0,2	2014	7Лп1Б1Д1Ос		23,4	22,8	38,8	1,11	45–60 (80*)	421	Д ₃	I	5Кл3Лп2Д 4,0 тыс. шт./га
9	0,2	2014	I	8Ос1Лп1Кл	20,5	21,7	25,2	0,7	45–55 (85*)	219	С ₃	I	6Кл4Лп+Е 5,0 тыс. шт./га
			II	8Лп1Ос1Кл	10,9	15,7	7,3	0,23		57			
10	0,2	2014	I	4Ос2Лп2Д1Кл1Б	23,9	23,7	26,8	0,76	45–60 (90*)	275	С ₃	I	7Лп3Кл 7,0 тыс. шт./га
			II	5Лп3Кл2Ос	11,8	17,0	5,8	0,18		40			

* – возраст отдельных деревьев.

**Наибольшая и наименьшая высота деревьев разных пород
в долях от средней высоты деревьев**

Maximum and minimum height of trees of different species as percentage of the average height of the trees

Исследователи	Относительная высота		Разница между наибольшей и наименьшей относительной высотой деревьев
	наименьшая	наибольшая	
Тюрин	0,80	1,15	0,35
Третьяков	0,68	1,15	0,47
Левин	0,69	1,16	0,47
Шиффель	0,68	1,14	0,46
Давидов	0,72	1,19	0,47
В среднем	0,69	1,16	0,44

Он распределял деревья по ступеням (классам), выраженным в десятых долях от средней высоты. Однако, несмотря на разницу в методиках, данные по наибольшим и наименьшим высотам в чистых одноярусных насаждениях у разных исследователей схожи (табл. 4).

Данные А.В. Тюрина о наименьших высотах отличаются от данных других исследователей.

Это объясняется тем, что он при обработке материала исключал деревья, оставшие в росте и идущие в отпад.

Нами для анализа высотного строения и отнесения древостоев к одноярусным или многоярусным предлагается показатель строения – редукционные числа по высоте (R_h), вычисляемый по аналогии с методикой К.К. Высоцкого.

го [9] для нахождения редукционных чисел по диаметру в редакции С.А. Короткова [10]. В соответствии с этой методикой производится расчет показателя ΔR_h как разницы относительной высоты первого и десятого классов.

Расчет редукционных чисел производился по следующей методике:

1. Построение ранжированного ряда по высотам от минимальной до максимальной.
2. Разделение полученного ряда на 10 классов с одинаковым числом деревьев в классе.
3. Определение средней высоты каждого класса $h_{cp}(n)$.
4. Определение относительной высоты каждого класса $R_h(n) = h_{cp}(n)/h_{cp}(6)$.
5. $\Delta R_h = R_h(10) - R_h(1)$.

При расчете деревьев диаметром меньше восьми сантиметров нами были отнесены к подросту и не учитывались. Редукционные числа по высоте для исследуемых постоянных пробных площадей представлены в табл. 5–7. Использование нами данной методики для подсчета редукционных чисел по высоте связано с тем, что методики нахождения редукционных чисел А. Шиффеля и А.В. Тюрина оптимальны для чистых одновозрастных насаждений, а нами исследовались также смешанные разновозрастные древостои, имеющие сложную форму.

Значения редукционных чисел, рассчитанных по предлагаемой методике, для шестого (условно среднего) класса ранжированного ряда по высотам всегда будут равны единице. Значения редукционных чисел по методике А. Шиффеля, приближенные к единице, соответствуют так называемой «середине» ряда высот, когда среднее значение высоты класса совпадает с условно средним значением высоты всего насаждения, что характерно для одноярусных насаждений. Отклонение данной «середины» значений, рассчитанных по предлагаемой нами методике, от результатов, полученных по методике А. Шиффеля, свидетельствует о влиянии неравномерности распределения высот в ранжированном ряду для смешанных разновозрастных насаждений. То есть, другими словами, наличие небольшого числа деревьев, значительно отличающихся

по высоте при расчетах по методике А. Шиффеля будет «перетягивать» средние значения высот в рядах редукционных чисел либо в сторону увеличения, либо в сторону уменьшения и, как следствие, наличие аномально высоких или аномально низких значений редукционных чисел будет влиять на все значения полученного ряда редукционных чисел по высоте. Предлагаемая нами методика определения редукционных чисел усредняет значения в классе, и аномально низкие или аномально высокие значения отдельных высот кардинально не влияют на общую картину.

Показатель ΔR_h , используемый в предлагаемой нами методике, показывает вариативность значений высот в ранжированном ряду. Чем больше значение указанного показателя для насаждения, тем больше варьируют высоты в данном древостое, что может свидетельствовать также о наличии второго яруса. Показатель ΔR_h как критерий простой или сложной формы насаждения до настоящего времени не рассматривался, и его значения, позволяющие говорить о наличии второго яруса в насаждении, не определены.

Рассмотрим на конкретных примерах ряды распределений редукционных чисел для различных по форме и строению насаждений. Нами сравниваются «классическое» распределение по А. Шиффелю, распределение редукционных чисел, рассчитанных для рассматриваемого насаждения по предлагаемой нами методике, и методике А. Шиффеля.

ППП № 117, заложенную в ЩУОЛХ, можно отнести к простому насаждению (рис. 1). Это практически чистый ельник. Для данного случая расчеты редукционных чисел по высоте по разным методикам дают схожие результаты, что вполне закономерно (рис. 2). Значение показателя ΔR_h , рассчитанного по предлагаемой нами методике, для данной ППП составляет 0,432. Показатель ΔR_h , рассчитанный по методике А. Шиффеля, равен 0,639.

ППП № 5, заложенная в НП «Угра» в 2014 г., является примером сложного (многоярусного) насаждения (рис. 3). Наличие достаточного количества деревьев с большими высотами влияет на распределение значений редукционных чисел, рассчитанных по мето-

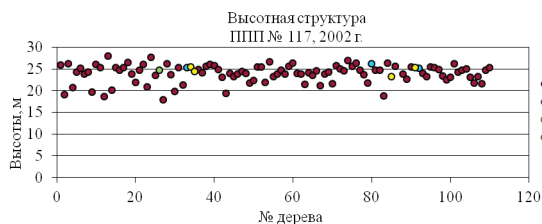


Рис. 1. Высотная структура на ППП № 117 ЩУОЛХ, 2002 г.

Fig. 1. High-rise structure on permanent plot No. 117 of Shchelkovo experimental forest enterprise, 2002

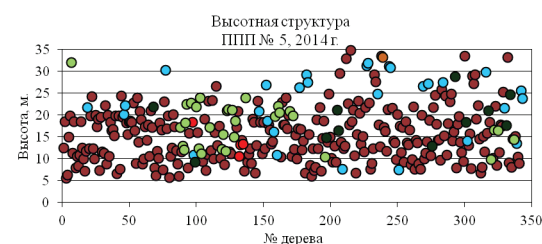


Рис. 3. Высотная структура на ППП № 5 НП «Угра», 2014 г.

Fig. 3. High-rise structure on permanent plot No. 5 of National Park «Ugra», 2014

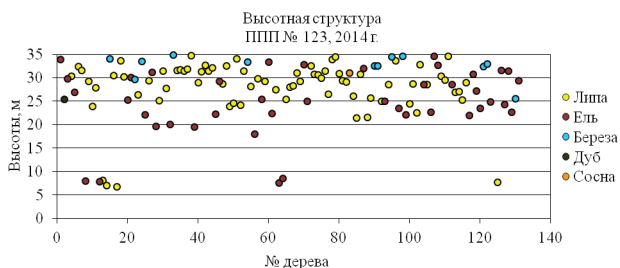


Рис. 5. Высотная структура на ППП № 123 ЩУОЛХ, 2014 г. (при перечете деревьев от 8 см)

Fig. 5. High-rise structure on permanent plot No. 123 of Shchelkovo experimental forest enterprise, 2014 (when considering trees from 8 cm)

дике А. Шиффеля (рис. 4). Наблюдается смещение среднего значения высот насаждения в сторону больших значений по сравнению с классическим распределением. Среднее значение находится в 75 % от самого низкого дерева и в 25 % от самого высокого. Значение показателя ΔR_h , рассчитанного по предлагаемой нами методике, для данной ППП составляет 1,283. Показатель ΔR_h , рассчитанный по методике А. Шиффеля, равен, 1,486.

ППП № 123, заложенная в ЩУОЛХ в 2014 г., является примером простого (одно-



Рис. 2. Редукционные числа по высоте для ППП № 117 ЩУОЛХ, 2002 г.

Fig. 2. Reduction numbers at the height of the permanent plot No. 117 of Shchelkovo experimental forest enterprise, 2002

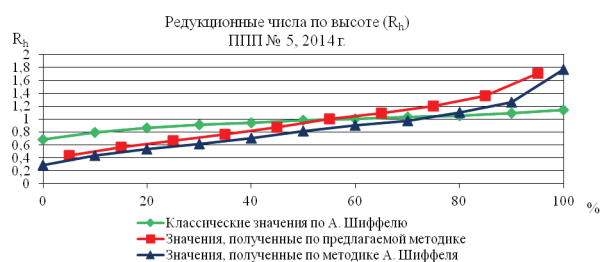


Рис. 4. Редукционные числа по высоте для ППП № 5 НП «Угра», 2014 г.

Fig. 4. Reduction numbers at the height of the permanent plot No. 5 of National Park «Ugra», 2014



Рис. 6. Редукционные числа по высоте для ППП № 123 ЩУОЛХ, 2014 г. (при перечете деревьев от 8 см)

Fig. 6. Reduction numbers at the height of the permanent plot No. 123 of Shchelkovo experimental forest enterprise, 2014 (when considering trees from 8 cm)

ярусного) насаждения, в котором происходит процесс перехода части подроста во второй ярус древостоя.

При перечете деревьев с диаметром от 8 см и более (рис. 5) наблюдается формирование второго яруса, что отражается и в рядах распределения редукционных чисел, при этом характер распределения, рассчитанный по разным методикам, хоть и отличается от «классического», но имеет схожий характер (рис. 6). Значение показателя ΔR_h , рассчитанного по предлагаемой нами методике, для

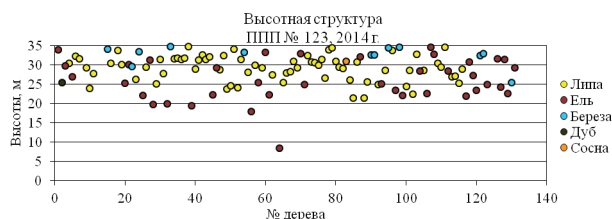


Рис. 7. Высотная структура на ППП № 123 ЩУОЛХ, 2014 г. (при перечете деревьев от 16 см)

Fig. 7. High-rise structure on permanent plot No. 123 of Shchelkovo experimental forest enterprise, 2014 (when considering trees from 16 cm)

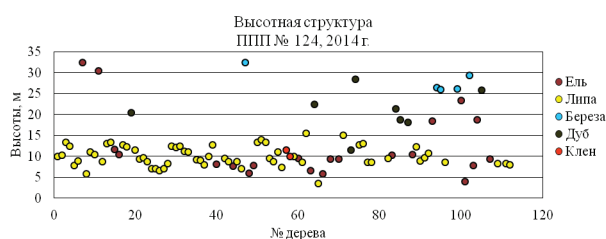


Рис. 9. Высотная структура на ППП № 124 ЩУОЛХ, 2014 г.

Fig. 9. High-rise structure on permanent plot No. 124 of Shchelkovo experimental forest enterprise, 2014

данной ППП при перечете деревьев диаметром от 8 см и более составляет 0,769. Показатель ΔR_h , рассчитанный по методике А. Шиффеля, равен 0,976.

При перечете деревьев на данной пробной площади с диаметром от 16 см будет учтено только одно дерево второго яруса (рис. 7). Ряды распределения редукционных чисел, рассчитанных по разным методикам, в таком случае сильно различаются (рис. 8). Значение показателя ΔR_h , рассчитанного по предлагаемой нами методике для данной ППП при перечете деревьев диаметром от 16 см составляет 0,512. Показатель ΔR_h , рассчитанный по методике А. Шиффеля, равен 0,926.

ППП № 124 заложена в насаждении, находящемся в стадии формирования после распада елового элемента леса (рис. 9). Ряды распределения, рассчитанные по разным методикам, имеют схожий характер и сильно отличаются от «классического» распределения по А. Шиффелю. При этом необходимо отметить, что ряд распределения, рассчитанный по методике А. Шиффеля, сильно сдвинут вправо, и «среднее» дерево отстоит от ми-



Рис. 8. Редукционные числа по высоте для ППП № 123 ЩУОЛХ, 2014 г. (при перечете деревьев от 16 см)

Fig. 8. Reduction numbers at the height of the permanent plot No. 123 of Shchelkovo experimental forest enterprise, 2014 (when considering trees from 16 cm)

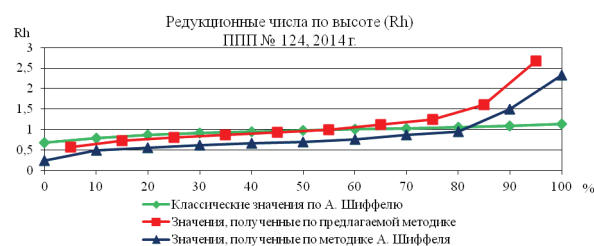


Рис. 10. Редукционные числа по высоте для ППП № 124 ЩУОЛХ, 2014 г.

Fig. 10. Reduction numbers at the height of the permanent plot No. 124 of Shchelkovo experimental forest enterprise, 2014

нимального более чем на 80 %, что отличается от «классического» значения более чем на 20 % (рис. 10). Значение показателя ΔR_h , рассчитанного по предлагаемой нами методике, для данной ППП составляет 2,093. Показатель ΔR_h , рассчитанный по методике А. Шиффеля, равен 2,079.

При сравнении значений редукционных чисел по высоте, рассчитанных нами для рассматриваемых ППП по предлагаемой нами методике и методике А. Шиффеля, с классическими значениями у насаждений, имеющих одноярусную структуру, отмечается сходство. Напротив, многоярусные насаждения имеют значения ΔR_h , отличающиеся от классических по А. Шиффелю. При анализе полученных значений редукционных чисел по предлагаемой нами методике и методике А. Шиффеля выявлена зависимость разницы максимального и минимального значений редукционных чисел по высоте (ΔR_h) от формы древостоя.

Простым древостоям свойственны наименьшие значения ΔR_h , рассчитанные по предлагаемой нами методике, (0,418-0,573 в ЩУОЛХ; 0,521 в НП «Угра»), сложным – на-

**Редукционные числа по высоте для постоянных пробных площадей ЩУОЛХ
(перечеты 2013-2014 гг.)**

Reduction numbers at the height of the permanent plots of Shchelkovo experimental forest enterprise (2013-2014)

Процентные доли от общего числа деревьев	Редукционные числа (R_h)													По Шиффелю
	Одноярусные насаждения		Многоярусные насаждения								Насаждения, находящиеся в стадии формирования			
	Постоянные пробные площади													
100	123*	119	122	123	125	127	128	129	131	115	118	124		
0	0,729	0,634	0,630	0,403	0,386	0,347	0,375	0,516	0,635	0,311	0,298	0,761	0,577	0,680
10	0,824	0,790	0,728	0,607	0,761	0,442	0,577	0,706	0,771	0,469	0,331	0,848	0,734	0,788
20	0,885	0,848	0,795	0,771	0,840	0,579	0,686	0,780	0,833	0,605	0,340	0,887	0,810	0,866
30	0,922	0,913	0,853	0,856	0,897	0,731	0,796	0,859	0,890	0,721	0,580	0,918	0,876	0,911
40	0,963	0,968	0,929	0,918	0,966	0,867	0,906	0,942	0,938	0,873	0,880	0,953	0,935	0,947
50	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000	1,001	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,978
60	1,025	1,040	1,080	1,080	1,041	1,112	1,068	1,065	1,063	1,154	1,039	1,041	1,116	1,004
70	1,048	1,067	1,152	1,146	1,071	1,232	1,157	1,118	1,152	1,255	1,049	1,065	1,250	1,030
80	1,088	1,112	1,215	1,231	1,113	1,355	1,279	1,208	1,248	1,330	1,076	1,112	1,604	1,056
90	1,150	1,146	1,345	1,425	1,155	1,468	1,472	1,373	1,406	1,443	1,206	1,234	2,671	1,092
100														1,140
ΔR_h	0,422	0,512	0,714	1,022	0,769	1,122	1,097	0,857	0,772	1,131	0,908	0,473	2,093	0,460

* – при включении в пересчет деревьев от 16 см и более.

**Редукционные числа по высоте для постоянных пробных площадей
ЩУОЛХ (перечеты 2001–2002 гг.)**

Reduction numbers at the height of the permanent plots of Shchelkovo experimental forest enterprise (2001–2002)

Процент- ные доли от общего числа деревьев	Редукционные числа (R_h)										По Шиффелю
	Одноярусные насаждения				Многоярусные насаждения						
	Постоянные пробные площади										
	110	115	116	117	100	106	107	112	113	118	
0	0,683	0,721	0,616	0,719	0,551	0,535	0,547	0,601	0,500	0,598	0,680
10	0,792	0,823	0,813	0,834	0,744	0,670	0,755	0,767	0,691	0,673	0,788
20											0,866
30	0,863	0,904	0,894	0,895	0,813	0,774	0,863	0,856	0,836	0,741	0,911
40	0,925	0,946	0,932	0,935	0,893	0,864	0,906	0,910	0,902	0,846	0,947
50	0,967	0,972	0,955	0,970	0,969	0,952	0,950	0,959	0,957	0,945	0,978
60	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,004
70	1,031	1,029	1,029	1,027	1,041	1,055	1,042	1,050	1,025	1,077	1,030
80	1,081	1,058	1,047	1,054	1,080	1,103	1,086	1,094	1,053	1,123	1,056
90	1,128	1,086	1,097	1,091	1,132	1,166	1,167	1,159	1,094	1,201	1,092
100	1,256	1,138	1,140	1,151	1,210	1,269	1,247	1,270	1,259	1,299	1,140
ΔR_h	0.573	0.418	0.524	0.432	0.658	0.734	0.700	0.669	0.759	0.701	0.460

**Редукционные числа по высоте для постоянных пробных площадей
Национального парка «Угра» (перечет 2014 г.)**
Reduction numbers at the height of the permanent plots of National Park «Ugra» (2014)

Процент- ные доли от общего числа деревьев	Редукционные числа (R_n)										По Шиф- фелю	
	Многоярусные насаждения									Одноярусные насаждения		
	Постоянные пробные площади											
	1	2	3	4	5	6	7	9	10			8
0	0,724	0,314	0,478	0,617	0,431	0,518	0,559	0,673	0,640	0,695	0,680	
10	0,788	0,423	0,682	0,729	0,563	0,768	0,739	0,790	0,746	0,824	0,788	
20	0,844	0,615	0,769	0,825	0,665	0,849	0,836	0,853	0,838	0,889	0,866	
30	0,890	0,784	0,861	0,891	0,761	0,908	0,906	0,902	0,899	0,922	0,911	
40	0,940	0,915	0,938	0,945	0,874	0,965	0,945	0,951	0,955	0,963	0,947	
50	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,978	
60	1,063	1,074	1,056	1,040	1,089	1,056	1,070	1,059	1,049	1,028	1,004	
70	1,137	1,148	1,099	1,084	1,206	1,119	1,227	1,135	1,097	1,059	1,030	
80	1,208	1,245	1,169	1,156	1,356	1,189	1,315	1,206	1,152	1,104	1,056	
90	1,307	1,406	1,265	1,329	1,714	1,398	1,480	1,323	1,291	1,216	1,092	
100											1,140	
ΔR_n	0.583	1.092	0.787	0.712	1.283	0.880	0.921	0.650	0.651	0.521	0.460	

ибольшие (0,658–1,131 в ЩУОЛХ, 0,583–1,283 в НП «Угра») (табл. 5–7).

По нашему мнению, показатель ΔR_h , вычисленный по предлагаемой нами методике, в отличие от методики А. Шиффеля наиболее достоверно отражает зависимость значений показателя ΔR_h от формы древостоя за счет того, что значения редукционных чисел, вычисленные по предлагаемой нами методике, являются средними значениями в классе. Включение в расчет единичных деревьев, сильно отличающиеся по высоте от других деревьев в древостое, в таком случае не приводит к резкому увеличению показателя ΔR_h , что в свою очередь скажется на корректности выводов о форме древостоев. Это позволяет рекомендовать данный показатель для использования при таксации насаждений для отнесения их к простым или сложным.

К простым древостоям по предлагаемому нами критерию ΔR_h относятся в основном чистые по составу и условно одновозрастные древостои, а к сложным – смешанные условно разновозрастные. Кроме того, ельники ЩУОЛХ с упрощенной структурой и наименьшими значениями ΔR_h оказались менее устойчивы

к вспышке короеда типографа, а насаждения с наибольшими значениями ΔR_h и имеющие в составе ель остались нетронутыми вредителем.

Выводы

1. Выявлена зависимость разницы максимального и минимального значений редукционных чисел по высоте (ΔR_h) от формы древостоя. Простым древостоям свойственны наименьшие значения ΔR_h (0,418–0,573 в ЩУОЛХ; 0,521 в НП «Угра»), сложным – наибольшие (0,658–1,131 в ЩУОЛХ, 0,583–1,283 в НП «Угра»).

2. Показатель ΔR_h , вычисленный по предлагаемой нами методике, в отличие от методики А. Шиффеля наиболее достоверно отражает зависимость значений показателя ΔR_h от формы древостоя за счет того, что значения редукционных чисел, вычисленные по предлагаемой нами методике, являются средними значениями в классе, и единичные деревья, сильно отличающиеся по высоте от других деревьев в древостое, не оказывают значительного влияния на увеличение показателя ΔR_h .

3. Показатель ΔR_h предлагается в качестве критерия при выделении второго яру-

са древостоя. Наибольшие значения показателя свидетельствуют в пользу наличия второго яруса, низкие говорят о преимущественно простой форме древостоя.

4. Смешанные сложные древостои в силу наибольшей устойчивости оказались наименее подвержены вспышке численности короеда типографа в Подмосковных лесах.

Библиографический список

1. Мелехов, И.С. Лесоведение: Учебник для вузов / И.С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 408 с.
2. Орлов, М.М. Лесоустройство. Подготовка планирования лесного хозяйства / М.М. Орлов. – Л., 1928. – Т. 2. – 326 с.
3. Стоноженко, Л.В. Обоснование возрастов спелости еловых древостоев Московской области на основе анализа их структуры и строения : дисс. ... канд. с.-х. наук / Л.В. Стоноженко. – М., 2011. – 144 с.
4. Инструкция по устройству государственного лесного фонда СССР. М., 1964. Ч. I, 127 с., Ч. II, 67 с.
5. Лесоустроительная инструкция. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 12 декабря 2011 г. № 516.
6. Тюрин, А.В. Таксация леса / А.В. Тюрин. – М.: Гослесбумиздат, 1945. – 376 с.
7. ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. – М.: ЦБНТИ лесхоз, 1984. – 50 с.
8. Анучин, Н.П. Лесная таксация: Учебник для вузов / Н.П. Анучин. – 5-е изд., доп. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 552 с.
9. Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий. – М., 1962. – 178 с.
10. Коротков, С.А. Особенности формирования ельников в условиях антропогенного стресса (на примере лесов Клинско-Дмитровской гряды): дисс. ... канд. биол. наук / С.А. Коротков. – М., 1998. – 24 с.

STUDYING THE FORM AND THE STRUCTURE OF FOREST STANDS

Stonozhenko L.V., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D (Agricultural)⁽¹⁾; Naydenova E.V., pg. MSFU⁽¹⁾; Roganova S.A., Master of MSFU⁽¹⁾

stonozhenko@mgul.ac.ru, curls-2007@yandex.ru, ssveta.roganowa@yandex.ru

⁽¹⁾ 141005, 1st Institut'skaya, 1, Mytishchi, Moscow region, Russia, Moscow State Forest University.

When creating plantations in operational and protective forests certain priorities have been stated. It is noted that the creation of pure single-storeyed stands is optimal in the exploitable forests. On the contrary, mixed multistoried forest stands meet better the requirements of management in protective forests. The need in the parameters describing the form of stands is shown. It is noted that in the forest management regulations of different years these parameters may vary, but the main ones are the regularities of stand structure in height. This paper deals with the identification of these patterns. The data of twenty-nine sample plots situated in the National Park «Ugra» and Shchelkovsky educational experimental forestry enterprise have been studied. Various methods of studying high-rise stand structure are analyzed. Certain examples proved that the proposed method of research based on the division of the ranked reducing numbers into ten classes, by calculating the average value in each class, has the advantage as compared to the other techniques of studying multistoried stands. The indicator ΔRh as the difference between the relative heights of the first and tenth classes has been suggested. The dependence of the difference of maximum and minimum values of the reduction numbers in height (ΔRh) on the form of stands is revealed. Simple forest stands generally have the lowest values of ΔRh (of 0.418-0.573), complex ones have the highest values (0.583-1.283). The indicator ΔRh calculated by the proposed method, as opposed to the method of A. Chiffelle, shows the dependence of values of ΔRh on the form of a stand with the best reliability. Since the values of the reduction numbers are average values in every class, and individual trees that differ in height from the other trees in the forest stand have no significant effect on the increase of ΔRh . The indicator ΔRh is proposed as a criterion in the allocation of the second storey (layer) of a stand. The highest indicator values testify in favor of the existence of the second storey, the low ones are the evidence of the most simple form of a stand.

Keywords: single-storeyed stands, multistoreyed stands, the tiering of the forest stands, a reduction number, structure of forest stands, forest inventory manual.

References

1. Melekhov I.S. *Lesovedenie* [Forestry: textbook for universities]. Moscow. 1980. 408 p.
2. Orlov M.M. *Lesoustroistvo. Podgotovka planirovaniya lesnogo khozyaystva* [The forest management. Training forestry planning]. Leningrad. 1928. Vol. 2. 326 p.
3. Stonozhenko L.V. *Obosnovanie vrazstov spelosti elovykh drevostoev Moskovskoy oblasti na osnove analiza ikh struktury i stroeniya* [Substantiation of ages ripeness of spruce stands in Moscow region on the basis of the analysis of their structure]. Moscow. 2011. 144 p.
4. *Instruktsiya po ustroystvu gosudarstvennogo lesnogo fonda SSSR* [Instructions for the structure of state forest Fund of the USSR]. Moscow. 1964. Part 1, 127 p. Part 2, 67 p.
5. *Lesoustroitel'naya instruktsiya. Prikaz Federal'nogo agentstva lesnogo khozyaystva ot 12 dekabrya 2011 № 516* [Forest management manual. The order of the Federal forestry Agency of December 12, 2011 No. 516]
6. Tyurin A.V. *Taksatsiya lesa* [Forest taxation]. Moscow. 1945. 376 p.
7. *The industry standard 56-69-83 Probnye ploshchadi lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [The permanent plot forest inventory. Method of laying]. Moscow: Central bureau of scientific and technical information forestry. 1984. 50 p.
8. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya* [Forest taxation: textbook for universities]. Moscow. 1982. 552 p.
9. Vysotskiy K.K. *Zakonomernosti stroeniya smeshannykh drevostoev* [Regularities of the structure of mixed stands]. Moscow. 1962. 178 p.
10. Korotkov S.A. *Osobennosti formirovaniya elnikov v usloviyakh antropogennogo stressa (na primere lesov Klin'sko-Dmitrovskoy gryady)* [Features of formation of spruce forests in the conditions of anthropogenic stress (on the example of the forests of Klin-Dmitrov ridge)]. Moscow. 1998. 24 p.