

## О возможности создания универсальной лесозаготовительной техники для регионов Северного экономического района

И. Р. Шегельман<sup>1</sup>, П. В. Будник<sup>1</sup>, В. Н. Баклагин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»

<sup>2</sup> ФГБУН «Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН»

**Аннотация:** Исследования посвящены сравнительной оценке эксплуатационных характеристик отдельных деревьев регионов Северного экономического района (СЭР). На основе оценки получена средневзвешенная структура древостоя по толщине для СЭР. Это позволило сделать заключение о возможности создания лесозаготовительной машины с параметрами, позволяющими эффективно ее использовать во всех регионах СЭР.

**Ключевые слова:** лесные ресурсы, структура древостоя по толщине, Северный экономический район.

Лесопромышленный комплекс на протяжении длительного времени остро нуждается в современном высокопроизводительном отечественном оборудовании, в том числе в лесозаготовительных машинах [1]. Для создания лесозаготовительных машин, обоснования их технико-экономических параметров, определения эффективных зон их использования необходимо обладать упорядоченными знаниями о природно-производственных условиях их применения, в частности о таксационных характеристиках древостоев и отдельных деревьев [2 – 4].

В работе [5] нами было проведено исследование средних таксационных характеристик древостоев регионов Северного экономического района (СЭР), позволившие определить средневзвешенные эксплуатационные показатели модельного древостоя СЭР. Под модельным древостоем понимается древостой, на основании параметров которого можно осуществлять проектирование лесозаготовительных машин. Данное исследование посвящено сравнительному анализу эксплуатационных характеристик деревьев как предмета труда.

Тяжело переоценить важность такой оценки для проектирования лесопромышленного оборудования. Характеристики древостоя определяют нагрузки и усилия, воздействующие на машину в процессе ее эксплуатации,

что в свою очередь предъявляет определенные требования к ее техническим параметрам [6, 7].

Сравнительный анализ проводился для следующих регионов: Мурманскую область, Республику Карелия, Архангельскую область, Вологодскую область, Республику Коми. Отметим, несмотря на то, что Ненецкий автономный округ входит в СЭР, тем не менее, в данных исследованиях нами не рассматривался. Это обусловлено ничтожно малыми запасами древесины и объемами заготовки.

Параметры лесозаготовительных машин зависят от характеристик деревьев, с которыми будет сталкиваться машина в процессе эксплуатации. Характеристики отдельных деревьев в древостоях сильно различаются. Однако при проектировании лесопромышленного оборудования необходимо принять вполне определенное расчетное дерево. Основными характеристиками расчетных деревьев являются: диаметр на высоте груди, диаметр в комле, высота, объем. Для расчетов достаточно располагать данными о диаметре расчетного дерева на высоте груди, по которым в зависимости от породы, разряда высот и места произрастания с высокой достоверностью могут быть определены все другие параметры [8 – 10].

В лесозаготовительных лесах преобладают древостои III разряда высот [8]. При необходимости обеспечения запас прочности могут в качестве расчетных использоваться деревья II разряда высот. Таким образом, анализ эксплуатационных характеристик отдельных деревьев можно свести к анализу диаметров деревьев на высоте груди.

Структура древостоя по толщине (по диаметру на высоте груди) неоднородна, т. е. существует некоторое распределение толщин. Для определения расчетного дерева необходимо располагать данными о таком распределении.

Из лесной таксации известно, что распределение деревьев по диаметру подчиняется определенным закономерностям [10]. Строение древостоев по диаметру деревьев является достаточно сложным вопросом. Сложность заключается в наличии целого комплекса факторов, влияющих на распределение деревьев в древостое. К таким факторам относят: условия местопроизрастания, породный состав, возраст, густоту и форму древостоя, хозяйственную деятельность в лесу, экологические факторы, стихийные бедствия, в частности пожары, ураганы.

В таблице № 1 и на рис. 1 приведены данные распределения деревьев по ступеням толщины для регионов СЭР, полученные ЦНИИМЭ [8].

Таблица №1

Распределение деревьев по ступеням толщины для регионов СЭР

Области, края, республики	Степень толщины, см												Средний диаметр, см
	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	
Архангельская область	20.6	22.7	19.8	15.3	9.7	6.1	3.1	1.5	0.7	0.35	0.15		<b>21</b>
Вологодская область	22.3	27.3	20.2	13	8.1	4.6	2.7	1.2	0.4	0.1	0.1		<b>20</b>
Республика Коми	13.5	18.9	22.6	18.5	12.8	7.1	3.8	1.5	0.7	0.5	0.05	0.05	<b>22</b>
Мурманская область	26.6	22.4	18.2	14.5	8.7	4.9	2.5	1.2	0.6	0.4			<b>20</b>
Республика Карелия	18.7	20.1	18.2	14.8	9.9	7.4	4.8	3.2	1.6	0.8	0.1	0.4	<b>22</b>
<b>Среднее по запасу древесины</b>	18.3	21.9	20.7	15.9	10.5	6.3	3.4	1.6	0.7	0.4	0.1	0.1	<b>21</b>
<b>Среднее по объему заготовки</b>	19.5	23.2	20.2	15.0	9.8	6.0	3.4	1.7	0.7	0.4	0.1	0.1	<b>21</b>

Примечание: значения по ступеням толщины приведены в процентах.

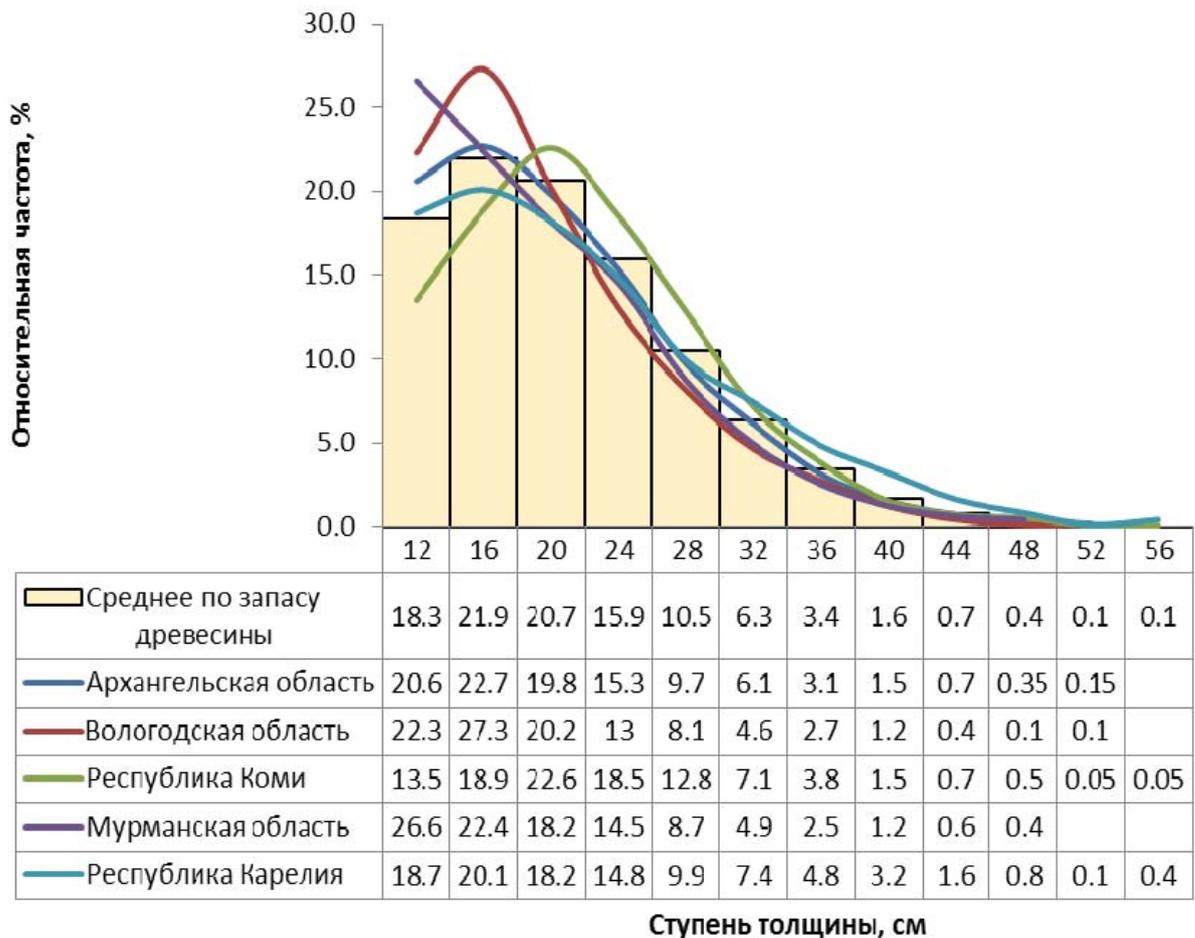


Рис. 1. – Распределение деревьев по ступеням толщины для регионов СЭР

В таблице № 1 также нами приведены результаты расчетов средневзвешенных распределений деревьев в древостое по толщине для регионов СЭР.

Средний диаметр древостоев (таблица № 1) во всех районах СЭР практически не отличается и находится в интервале 20 – 22 см. Структура древостоев по толщине также близки. Наиболее встречающаяся ступень толщины 16 см. В лесах Республики Коми преобладает ступень толщины 20 см.

Расчетные деревья для обоснования параметров вновь создаваемых машин могут быть выбраны из средневзвешенных распределений, приведенных в таблице № 1. Выбор расчетного дерева, т. е. дерева с предельными размерными характеристиками, является отдельной задачей,

требующей учета технических, технологических и экономических факторов. В рамках исследования данный вопрос не рассматривался.

Важно отметить, что средневзвешенные распределения деревьев по толщине в древостое построены на основе данных ЦНИИМЭ, которые были получены еще в XX веке. Достоверно известно, что в лесах наблюдается некоторая динамика в их структуре, в частности меняется содержание той или иной породы. В тоже время нам не удалось найти исследований, которые бы подтверждали, что в течение 100 лет без воздействия антропогенного фактора или стихийных бедствий происходили бы значительные изменения структуры распределения деревьев в древостои по толщине. Поэтому на сегодняшний день нет оснований считать, что приведенные данные не адекватно характеризуют леса регионов СЭР.

Современные данные о распределении деревьев по толщине могут быть получены из нескольких источников. Во-первых, путем обработки данных из информационных систем лесозаготовительных машин, в частности процессов или харвестеров. Лесозаготовитель может собрать такие данные со своих машин, работающих в одном регионе и получить распределение деревьев по диаметрам. Во-вторых, путем анализа пересчётных ведомостей, получаемых при отводах лесосек.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение о возможности создания лесозаготовительной машины, параметры которой позволят эффективно ее эксплуатировать во всех рангах СЭР. Вывод базируется на близости характеристик древостоев рассматриваемых регионов. Леса регионов СЭР имеют практически равные значения средних диаметров древостоя – 20 – 22 см. Близкая структура распределения деревьев в древостое по ступеням толщины и породному составу [5]. Хотя соотношение отдельных пород и деревьев в малых ступенях толщины варьируется в зависимости от региона. Безусловно, древостои отличаются

---

средним объемом хлыста и средним запасом на га. В порядке возрастания районы СЭР по крупности средних деревьев в древостой и запасу на га располагаются в следующей последовательности: Мурманская область, Республика Карелия, Республик Коми, Архангельская область, Вологодская область [5]. В тоже время во всех регионах СЭР наиболее крупные ступени толщин сходны – 48, 52 и 56 (рис. 1), т.е. некоторые характеристики деревьев, которые определяют множество параметров лесозаготовительных машин, близки.

Следует учитывать, что средние высоты деревьев в древостоях СЭР отличаются. На основе оценки средних объем хлыста, данных о среднем диаметре на высоте груди и массовых таблиц объемов стволов нами определены средние высоты деревьев для регионов СЭР: Мурманская область – 12,5 м; Республика Карелия – 14 м; Архангельская область – 15 м; Республика Коми – 17 м; Вологодская область – 23 м.

Для проектирования новой лесозаготовительной техники для регионов СЭР и обоснования ее основных технических параметров следует ориентироваться на модельный древостой, с полученными средневзвешенными характеристиками. Можно ожидать высокую эффективность такой лесозаготовительной машины при работе в различных регионах СЭР. Безусловно, может быть учтена определенная специфика различных районов СЭР путем некоторых модификаций базовой машины. В частности, облегченной версии для Республики Карелия и, в особенности, для Мурманской области, а также более конструктивно усиленной версии для лесов Вологодской области.

На основании данных исследований, а также исследований, проведенных нами ранее [5], можно сделать следующие заключения. Характеристики древостоев регионов СЭР, определяющие параметры лесозаготовительных машин, близки. Таким образом, могут быть созданы

---

лесозаготовительные машины с параметрами, позволяющими эффективно их применять во всех регионах СЭР.

Для разработки новых лесозаготовительных машин для СЭР целесообразно принимать параметры древостоя со средневзвешенными характеристиками, рассчитанными по запасу древесины. Оценку эффективности использования существующих лесозаготовительных машин в лесах СЭР рекомендуется осуществлять на основе древостоя со средневзвешенными характеристиками, рассчитанными по объему заготовки.

Для учета специфики регионов СЭР при проектировании лесозаготовительных машин можно рекомендовать предусматривать возможность модификаций базовых моделей. Облегченной версии для Республики Карелия и Мурманской области, базовой версии – для Архангельской области и Республики Коми, а также конструктивно усиленной версии для лесов Вологодской области.

*Исследования проведены в рамках реализации гранта Президента РФ № МК-5321.2018.8.*

### **Литература**

1. Шегельман И. Р. Исследование направлений модернизации технологий и техники лесозаготовок // Инженерный вестник Дона, 2012, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/866](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/866).
2. Jiroušek R., Klvač R., Skoupý A., 2007. Productivity and costs of the mechanised cut-to-length wood harvesting system in clear-felling operations. J. for. sci., 53: pp.476 – 482.
3. Stampfer K., 1999. Influence of terrain conditions and thinning regimes on productivity of a track-based steep slope harvester. In: Proceedings of the International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium. Sessions and Chung (editors). March 28–April 1, 1999, Corvallis, Oregon: pp.78–87.

4. Ackerman P., Belbo H., Eliasson L., Jong A., Lazdins A., Lyons J., 2014. The COST model for calculation of forest operations costs. *International Journal of Forest Engineering*, 25: pp.75 – 81.

5. Шегельман И. Р., Будник П. В. Сравнительный анализ средних эксплуатационных характеристик древостоев регионов Северного экономического района // *Инженерный вестник Дона*, 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4815](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4815).

6. Заикин А. Н. Моделирование режимов работы лесосечных машин // *Известия ВУЗов. Лесной журнал*, 2009, №1. URL: [cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-rezhimov-raboty-lesosechnyh-mashin/](http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-rezhimov-raboty-lesosechnyh-mashin/).

7. Галактионов О. Н., А. В. Кузнецов. Исследование взаимосвязи технологической проходимости лесозаготовительных машин с параметрами лесной среды // *Инженерный вестник Дона*, 2012, №4, часть 1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1145/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1145/).

8. Виногоров Г. К. К методике обоснования расчетных деревьев при решении лесоэксплуатационных задач // *Труд ЦНИИМЭ*, 1972, №122, С. 52 – 64.

9. Лебков В. Ф. Аппроксимация образующей ствола и идентификация его формы функцией распределения // *Лесной журнал*, 2002, № 5, С. 16 – 24.

10. Тябера А. П. Принципы исследований строения древостоев по толщине деревьев // *Лесной журнал*, 1980, №1, С. 5 – 9.

### References

1. Shegel'man I. R. *Inženernyj vestnik Dona (Rus)*, 2012, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/866](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/866).

2. Jiroušek R., Klvač R., Skoupý A., 2007. Productivity and costs of the mechanised cut-to-length wood harvesting system in clear-felling operations. *J. for. sci.*, 53: pp.476 – 482.



3. Stampfer K., 1999. Influence of terrain conditions and thinning regimes on productivity of a track-based steep slope harvester. In: Proceedings of the International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium. Sessions and Chung (editors). March 28–April 1, 1999, Corvallis, Oregon: pp.78–87.
4. Ackerman P., Belbo H., Eliasson L., Jong A., Lazdins A., Lyons J., 2014. The COST model for calculation of forest operations costs. International Journal of Forest Engineering, 25: pp.75 – 81.
5. Shegel'man I. R., Budnik P. V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4815](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4815).
6. Zaikin A. N. Modelirovanie rezhimov raboty lesosechnyh mashin. Lesnoj zhurnal, 2009, №1. URL: [cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-rezhimov-raboty-lesosechnyh-mashin/](http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-rezhimov-raboty-lesosechnyh-mashin/).
7. Galaktionov O. N., Kuznecov A. V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (1). URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1145/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1145/).
8. Vinogorov G. K. Trud CNIIMJe, 1972, №122, pp. 52 – 64.
9. Lebkov V. F. Lesnoj zhurnal, 2002, № 5, pp. 16 – 24.
10. Tjabera A. P. Lesnoj zhurnal, 1980, №1, pp. 5 – 9.