

УДК 630.236.4  
DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2018.1.09

# Исследование реакции деревьев ели на обрезку ветвей с помощью приборного комплекса Field-Map

**О. И. Антонов** – Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Санкт-Петербург, Российская Федерация, [woodfm@mail.ru](mailto:woodfm@mail.ru)  
**Е. И. Антонов** – индивидуальный предприниматель, кандидат сельскохозяйственных наук, Кострома, Российская Федерация, [srubvkostrome@yandex.ru](mailto:srubvkostrome@yandex.ru)

Установлено влияние одноприемной обрезки ветвей умеренной интенсивности до высоты 7,5 м на форму комлевой части ствола у крупных деревьев ели европейской с использованием приборного комплекса Field-Map. Дисперсионный анализ данных свидетельствует об отсутствии значимых различий в величинах сбеге стволов деревьев ели на опытном и контрольном участках. Это опровергает существующее мнение об изменении прироста деревьев под влиянием одноприемной обрезки ветвей.

**Ключевые слова:** культуры ели, обрезка ветвей, форма ствола, сбег, дисперсионный анализ

Для ссылок: <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2018.1.09>  
Антонов, О. И. Исследование реакции деревьев ели на обрезку ветвей с помощью приборного комплекса Field-Map [Электронный ресурс] / О. И. Антонов, Е. И. Антонов // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2018. – № 1. – С. 103–111. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

## Введение

Одним из приоритетных направлений развития лесного комплекса страны является повышение не только количественных, но и качественных показателей выращиваемой древесины. При этом на качество конечной продукции и ее себестоимость большое влияние оказывают такие показатели, как сучковатость, плотность древесины, длина волокна и др. Наиболее эффективным способом улучшения свойств выращиваемой древесины считается обрезка ветвей, которая, наряду с рубками ухода и внесением минеральных удобрений, является компонентом комплексного ухода за лесом, а также элементом интенсивного ведения лесного хозяйства. В результате своевременного удаления ветвей формируется древесина с однородной бессучковой структурой, обладающая улучшенными физико-механическими и резонансными свойствами [1]. В странах с развитым лесным хозяйством этот лесоводственный прием считается необходимой мерой ухода за лесом и почти классическим примером выгоды капиталовложений [2].

В результате исследований, проведенных С. А. Карчаускасом [3] и Т. Мариновым [4], установлено, что обрезка ветвей повышает полндревесность ствола. Годичные кольца в верхней части ствола после обрезки становятся более широкими, ствол приобретает цилиндрическую форму. Сбежистость ствола после обрезки изменяется в зависимости от прироста в высоту: среднюю или малую сбежистость ( $q_2 = 0,68-0,79$ ) имеют деревья с высоким абсолютным приростом и большую сбежистость – деревья, у которых прирост в высоту низкий или его нет [3, 5, 6].

Улучшение формы ствола ели в результате обрезки ветвей отмечали Улеберг [7] и Шольцке [8], Келлер [6] установил, что сбежистость ствола особенно заметно снижается у быстрорастущих пород и менее явно у ели. Однако некоторые авторы считают, что обрезка ветвей не влияет на сбежистость ствола [9] или влияет незначительно [10].

С практической точки зрения, важно установить зависимость формы и полндревесности нижней части ствола от интенсивности обрезки ветвей, поскольку эта часть дерева является наиболее востребованной в деревообрабатывающем производстве.

Цель исследования – изучить влияние одноприемной обрезки ветвей умеренной интенсивности до высоты 7,5 м на форму очищенной от сучьев и ветвей комлевой части ствола у крупных деревьев в культурах ели с использованием приборного комплекса Field-Map.

Использование электронных приборов – лазерных дальномеров, электронных измерительных вилок, приборов глобального позиционирования (GPS), полевых компьютеров – позволяет осуществлять сбор полевой информации высокой степени точности и формировать разные базы данных. В настоящее время эти приборы нашли применение в лесоустройстве, при инвентаризации лесов, а также в создании цифровых карт местности.

## Объекты исследования, методика работ, приборы и оборудование

Исследования проведены в 2016 г. в групповых культурах ели европейской, созданных в 1956 г. в Таицком участковом лесничестве Гатчинского лесничества (кв. 28, выд. 2). Для отработки технологии выращивания высококачественной древесины в 1985 г. сотрудниками лаборатории лесных культур ЛенНИИЛХ (сейчас – СПбНИИЛХ) заложены постоянные пробные площади (ППП) 157, 158, 159 и 160 (контроль) с различной густотой древостоев. У деревьев всех классов роста проведена одноприемная обрезка ветвей на высоту до 7,5 м. Интенсивность обрезки – 35–41 % общей протяженности кроны у средних и мелких деревьев и 28 % у крупных. Повторные сплошные перечеты деревьев на всех ППП выполняли каждые 5 лет с 29-летнего возраста. В настоящее время данные объекты представляют собой высокопродуктивные насаждения, имеющие большую научную ценность (рис. 1).



Рис. 1. Вид деревьев с обрезанными до высоты 7,5 м ветвями (Таицкое участковое лесничество, кв. 28, 2016 г.)

Для оценки влияния обрезки ветвей умеренной интенсивности на рост крупных деревьев в толщину при помощи приборного комплекса Field-Map проведены замеры диаметров стволов на высотах 0; 1,3; 3,5 и 7 м в опытном варианте (ППП 157) и контроле (ППП 160) с последующей статистической обработкой данных [11, 12]. Всего обмерено 15 опытных и 15 контрольных деревьев, изучены величины абсолютного и относительного сбega. Ранее форму комлевой части ствола при подобных исследованиях изучали на срубленных модельных деревьях либо использовали высокие лестницы, что довольно проблематично.

Применяемая в данных исследованиях ГИС-технология Field-Map (полевая карта) разработана специалистами Института исследований лесных экосистем – IFER (Чехия) [13]. Оборудование для полевых работ Field-Map включает комплекс приборов для сбора данных и полевой компьютер со специально разработанной программой (рис. 2, 3).

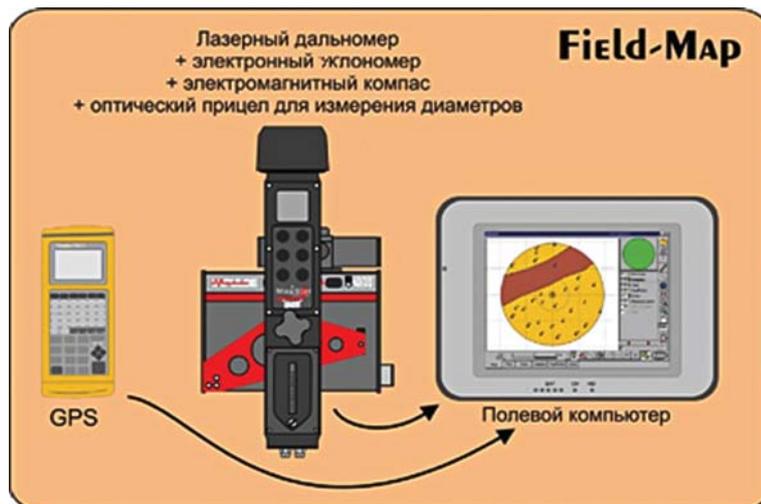


Рис. 2. Оборудование для полевых работ Field-Map



Рис. 3. Общий вид комплекса электронных приборов

В камеральных условиях разрабатывается проект, структура базы данных и создаются бланки ввода. В полевых условиях все необходимые данные с измерительных приборов при помощи Bluetooth поступают в компьютер. Данная техно-

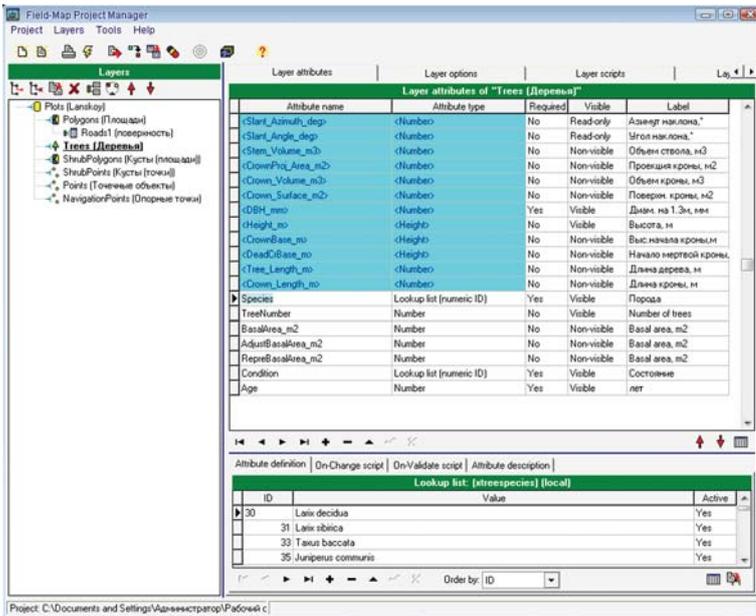


Рис. 4. Окно ГИС «Field-Мар», таблица атрибутов

логия может применяться как для составления карт участков местности, так и для проведения инвентаризации лесов с большим количеством атрибутов. Проекты легко разрабатываются и корректируются.

Программное обеспечение Field-Map состоит из нескольких модулей, необходимых для решения различных задач, но в основном это Field-Map Project Manager (для создания и редактирования баз данных, разработки проектов), а также Field-Map Data Collector (для полевого сбора данных: поддерживает полный набор работ по навигации, картированию, внесению данных атрибутов, полевому контролю данных и т.д.). Лазерный дальномер в сочетании с электронным уклономером и электромагнитным компасом позволяет измерять расстояния, вертикальные и горизонталь-

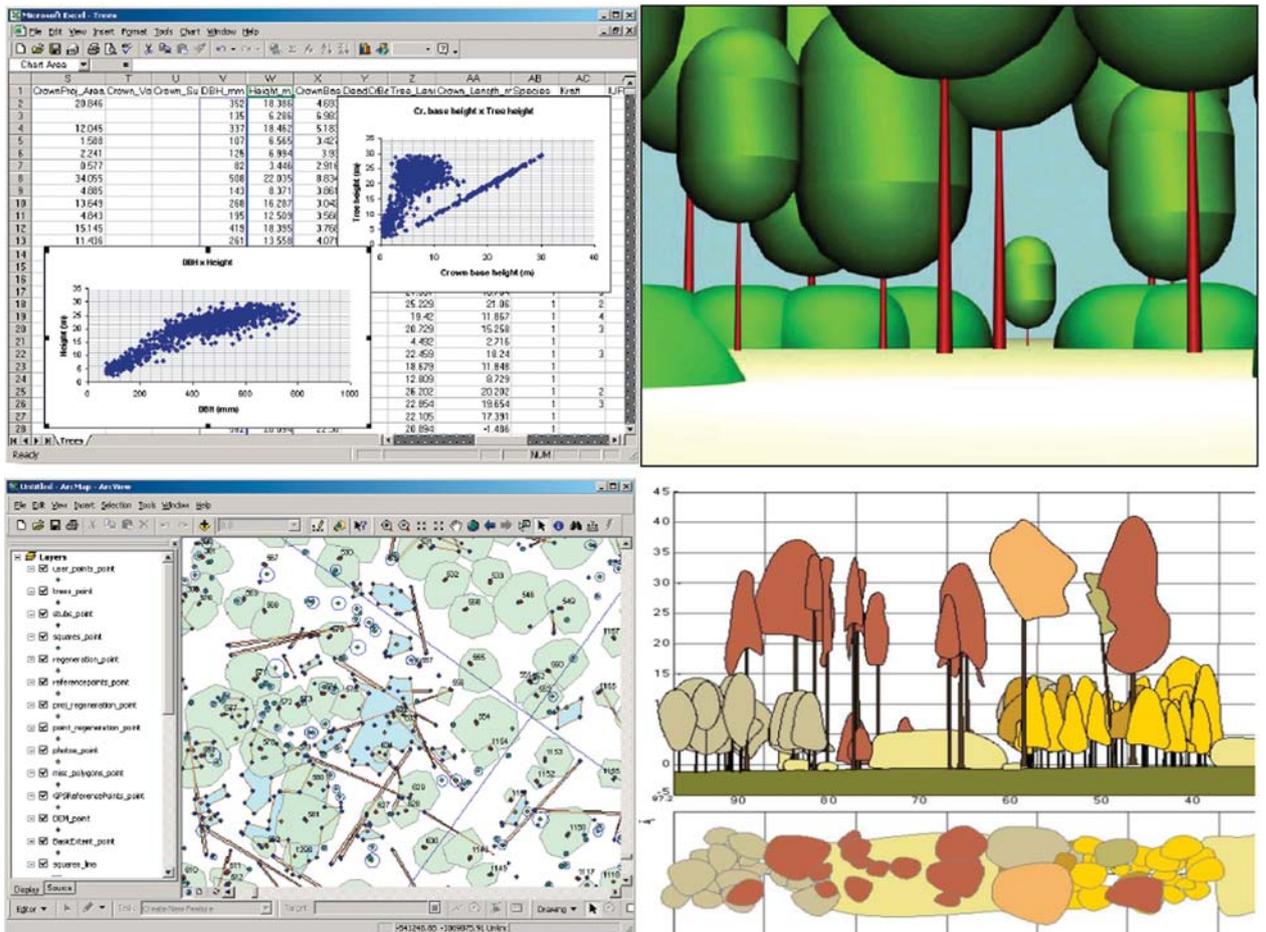


Рис. 5. Окно ГИС «Field-Мар», примеры графических приложений (графики распределения таксационных величин, объемная модель лесного участка, учет детрита, вертикальные и горизонтальные проекции насаждений)

ные углы. GPS используется для определения координат объекта (рис. 4–5).

Использование таких технологий актуально в научных целях, при инвентаризации и картографировании объектов лесовыращивания и городских зеленых насаждений, а также создании их электронных паспортов, с целью оперативного управления и проведения различных лесоводственных мероприятий. Таксация лесосек с применением данного комплекса позволяет оценить запас и сортиментно-сортную структуру растущего леса практически с такой же точностью, как и спиленного [14].

## Результаты и обсуждение

Первоначально предполагалось, что обрезка ветвей умеренной интенсивности до высоты 7,5 м у крупных деревьев не окажет существенного влияния на диаметры на нулевой высоте. Однако по мере увеличения высоты влияние будет усиливаться, что приведет к уменьшению сбежистости стволов.

Данные, полученные с помощью технологии Field-Map, показали, что диаметры опытных деревьев ненамного превышают диаметры контрольных, что, по нашему мнению, обусловлено небольшой изначальной разницей (табл. 1). В то же время близкие значения относительного сбе-

га на опытном и контрольном объектах доказывают отсутствие заметного влияния данного лесоводственного ухода на прирост по диаметру, а следовательно, и форму стволов.

Дисперсионный анализ также свидетельствует о несущественном влиянии обрезки ветвей умеренной интенсивности на рост деревьев по диаметру в прикомлевой части ствола (табл. 2).

Таким образом, не подтвердилось предположение о том, что умеренная обрезка ветвей крупных деревьев ели не окажет существенного влияния на диаметры стволов на нулевой отметке, но по мере приближения к вершине эффект от данного приема ухода будет усиливаться. Об этом свидетельствуют и р-значения, во всех случаях превышающие 0,05.

Доказательством этого вывода служит и диаграмма box-and-whisker («ящик с усами»), предназначенная для сравнения распределений между несколькими группами или наборами данных. Диаграмма показывает, что зона статистически значимой выборки на опытном объекте практически полностью перекрывает аналогичную зону на контроле (рис. 6).

## Заключение

Использование современных ГИС-технологий, в частности Field-Map, позволяет оператив-

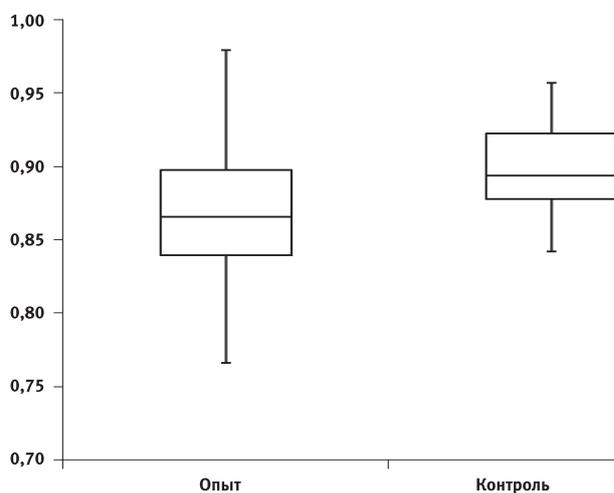
**Таблица 1.** Статистические показатели абсолютного и относительного сбега ствола

Показатель	Диаметр, см, на высоте, м				Относительный сбег на высоте, м		
	0	1,3	3,5	7	0	3,5	7
<b>Опытный объект (ППП 157)</b>							
Среднее значение	35,7	29,4	26,8	25,5	1,222	0,915	0,872
Дисперсия	49,21	38,07	30,66	28,94	0,0037	0,0016	0,0027
Минимум	22,8	19,1	17,2	15,7	1,13	0,84	0,77
Максимум	45,3	40,2	35,2	33,6	1,36	1,00	0,98
<b>Контрольный объект (ППП 160)</b>							
Среднее значение	33,0	27,6	25,9	24,8	1,191	0,937	0,897
Дисперсия	46,53	24,72	23,62	21,98	0,0042	0,0012	0,0013
Минимум	24,8	21,2	19,7	18,8	1,11	0,88	0,84
Максимум	45,3	35,6	33,8	31,8	1,29	0,99	0,96

**Таблица 2.** Дисперсионный анализ влияния обрезки ветвей на рост деревьев по диаметру

Высота, м	$S_y^2$	$S_x^2$	$S_z^2$	$d_x^2, \%$	$d_z^2, \%$	F	p-ЗНАЧЕНИЕ
<i>Абсолютные величины диаметров</i>							
0	1 346,52	52,70	1 293,82	3,91	96,09	1,10	0,30
1,3	875,32	21,01	854,31	2,40	97,60	0,66	0,42
3,5	741,83	5,60	736,23	0,75	99,25	0,21	0,65
7,0	694,81	3,96	690,85	0,57	99,43	0,15	0,70
<i>Относительные величины диаметров</i>							
0	0,1146	0,0068	0,1078	5,93	94,07	1,70	0,20
3,5	0,0434	0,0039	0,0395	8,99	91,01	2,64	0,16
7,0	0,0606	0,0048	0,0558	7,92	92,08	2,35	0,14

Примечания:  $S_y^2$  – общая,  $S_x^2$  – факторная,  $S_z^2$  – остаточная суммы квадратов отклонений;  $d_x^2$  – доля влияния учтенного фактора;  $d_z^2$  – доля влияния неучтенных факторов; F – критерий Фишера; уровень значимости  $p = 0,05$ .



**Рис. 6.** Диаграмма «box-and-whisker» для относительного сбегания на высоте 7,5 м деревьев ели на опытном и контрольном объектах

но осуществлять сбор полевой информации с достаточно высокой точностью, а также формировать необходимую базу данных.

Изучение влияния обрезки ветвей умеренной интенсивности на форму комлевой части крупных деревьев ели за 30-летний период выращивания показало отсутствие существенных различий в величинах абсолютного и относительного сбегания на опытном и контрольном объектах. Вместе с тем, за счет проведения данного вида ухода за лесом формируется древесина с однородной бессучковой структурой, обладающая резонансными и улучшенными физико-механическими свойствами.

## Список использованной литературы

1. Антонов, О. И. Выращивание высококачественной древесины ели для изготовления музыкальных инструментов / О. И. Антонов, В. Г. Лукин, Р. И. Евсеев // Известия СПбЛТА: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 193. – С. 67–76.
2. Axel, R. Wirtschaftlichkeit der Wertastung. Allgemeine Forst Zeitschrift fur Waldwirtschaft und Umweltsorge / R. Axel. – 1989. – № 44–45. – S. 1188–1190.
3. Карчаускас, С. А. Индивидуальный уход в насаждениях лесов первой группы : автореф. дисс. ... к. с.-х. н. / С. А. Карчаускас. – Минск : БЛТИ, 1958. – С. 16.
4. Маринов, Т. Внедрение технологии обрезки деревьев на корню / Т. Маринов // Горско степанство. – 1980. – № 5. – С. 22–26.
5. Jeffrey, W. G. The relationship between quality and quantity in spruce timber production : Report of a meeting of the border group of the institute held at Ayr, 8–9 December 1977 / W. G. Jeffrey // Forestry. – 1979. – 52. – № 1. – P. 47–66.
6. Keller, R. Lelagage artificcial de branches vivantes sur resineux / R. Keller // Rev. forest. Franc. – 1968. – № 7–8. – P. 458–575.
7. Uleberg, I. Kvisting som kvalitetsforbedrende tiltak / I. Uleberg // Nordisk samarbeidsgruppe i virkeslaere, As – NLH. – 1975. – 55 p.
8. Scholzke, D. Die Astung von Fichtenbestanden in der Bundesrepublik Deutschland / D. Scholzke // Forstund Holzwirt. – 1982. – № 12. – S. 307–308, 310, 312, 314.
9. Fentov, R. Pruning results from 2,44; 4,27 and 5,49 pruned 19 – year old radiata pine / R. Fentov // New Zealand Journal of Forestry Science. – 1977. – 7. № 2. – P. 216–239.
10. Sutton, W. R. I. Selective pruning of radiata pine / W. R. I. Sutton, I. B. Crowe // New Zealand Journal of Forestry Science. – 1975. – 5. – № 2. – P. 171–195.
11. Алексеев, А. С. Мониторинг лесных экосистем : учеб. пособ. / А. С. Алексеев. – СПб. : СПбГЛТА, 2003. – 116 с.
12. Зайцев, В. М. Прикладная медицинская статистика / В. М. Зайцев, В. Г. Лифляндский, В. И. Маринкин. – СПб. : ФОЛИАНТ, 2003. – 432 с.
13. Черны, М. Я. Ключевые вопросы государственной инвентаризации лесов в Российской Федерации / М. Я. Черны // Использование материалов государственной инвентаризации лесов в интересах охраны окружающей среды : матер. Всерос. совещ. (Брянск, 9-10 октября 2013 г.). – М. : Рослесинфорг, 2013. – С. 36–50.
14. Букша, И. Ф. Передовые измерительные технологии для лесного хозяйства / И. Ф. Букша // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2004. – № 5. – С. 4–6.

## References

1. Antonov, O. I. Vyrashchivanie vysokokachestvennoj drevesiny eli dlya izgotovleniya muzykal'nyh instrumentov / O. I. Antonov, V. G. Lukin, R. I. Evseev // Izvestiya SPbLTA: sb. nauch. tr. – 2010. – Вып. 193. – S. 67-76.
2. Axel, R. Wirtschaftlichkeit der Wertastung. Allgemeine Forst Zeitschrift fur Waldwirtschaft und Umweltsorge / R. Axel. – 1989. – № 44–45. – S. 1188–1190.
3. Karchauskas, S. A. Individual'nyj uhod v nasazhdeniyah lesov pervoj gruppy : avtoref. diss. ... k. s.-h. n. / S. A. Karchauskas. – Minsk : BLTI, 1958. – S. 16.
4. Marinov, T. Vnedrenie tekhnologii obrezki derev'ev na kornyu / T. Marinov // Gorsko stepanstvo. – 1980. – № 5. – S. 22–26.

5. Jeffrey, W. G. The relationship between quality and quantity in spruce timber production : Report of a meeting of the border group of the institute held at Ayr, 8–9 December 1977 / W. G. Jeffrey // Forestry. - 1979. - 52. - № 1. - P. 47–66.
6. Keller, R. Lelagage artificielle de branches vivantes sur résineux / R. Keller // Rev. forest. Franc. – 1968. – № 7-8. – P. 458–575.
7. Uleberg, I. Kvisting som kvalitetsforbedrende tiltak / I. Uleberg // Nordisk samarbeidsgruppe i virkeslaere, As - NLH. –1975. – 55 p.
8. Scholzke, D. Die Astung von Fichtenbeständen in der Bundesrepublik Deutschland / D. Scholzke // Forstund Holzwirt. - 1982. 3w7.- №N 12. – S. 307-308, 310, 312, 314.
9. Fentov, R. Pruning results from 2,44; 4,27 and 5,49 pruned 19 – year old radiata pine / R. Fentov // New Zealand Journal of Forestry Science. – 1977. - 7. № 2. - P. 216–239.
10. Sutton, W. R. I. Selective pruning of radiata pine / W. R. I. Sutton, I. B. Crowe // New Zealand Journal of Forestry Science. –1975. - 5. – № 2. – P. 171–195.
11. Alekseev, A. S. Monitoring lesnyh ehkositsem : ucheb. posob. / A. S. Alekseev. – SPb. : SPbGLTA, 2003. – 116 s.
12. Zajcev, V. M. Prikladnaya medicinskaya statistika / V. M. Zajcev, V. G. Lifyandskij, V. I. Marinkin. – SPb. : FOLIANT, 2003. – 432 s.
13. Cherny, M. Ya. Klyuchevye voprosy gosudarstvennoj inventarizacii lesov v Rossijskoj Federacii / M. Ya. Cherny // Ispol'zovanie materialov gosudarstvennoj inventarizacii lesov v interesah ohrany okruzhayushchej sredy : mater. Vseros. soveshch. (Bryansk, 9–10 oktyabrya 2013 g.). – M. : Roslesinforg, 2013. – S. 36–50.
14. Buksha, I. F. Peredovye izmeritel'nye tekhnologii dlya lesnogo hozyajstva / I. F. Buksha // Oborudovanie i instrument dlya professionalov. – 2004. – № 5. – S. 4–6.

# A study of the Response of Spruce Trees to Pruning by Using the Instrument Complex Field-Map

**O. Antonov** – Saint-Petersburg Research Institute of Forestry, Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, St. Petersburg, Russian Federation, [woodfm@mail.ru](mailto:woodfm@mail.ru)

**E. Antonov** – Individual entrepreneur, Candidate of Agricultural Sciences, Kostroma, Russian Federation, [srubvkostrome@yandex.ru](mailto:srubvkostrome@yandex.ru)

**Keywords:** spruce plantations, pruning, stem-form, rise, analysis of variance

Increase the quality productivity of forests, combining quantitative and qualitative parameters of all trees and each tree individually, as well as improving the properties of manufactured wood, is one of the priority directions of development of forestry.

The most effective way to improve the properties of moulded wood is considered to be pruning, which is part of the comprehensive care of the forest and is a necessary element of intensive forest management.

Application timely multireception pruning allows us to grow high-quality branchless wood with a homogeneous structure and improved physico-mechanical and acoustic properties [1]. In countries with a developed forestry, this silvicultural method is considered the necessary care of the forest and almost classic example of the profitability of the investment [2].

The use of electronic devices: laser range finders, electronic measuring forks, global positioning devices (GPS) and field computers allowed the collection of field information with a high degree of accuracy and the formation of different databases.

The article examines the impact of pruning of moderate intensity (28% of the length of the crown) on the shape of the butt part of the stem in spruce plantations using the instrument complex Field-Map. This complex developed by the Czech research institute of forest ecosystem (IFER).

The studies have established that after 30 years of pruning to a height of 7,5 m there are no significant differences in the values of absolute and relative taper on experimental and control trees, which is confirmed by data of analysis of variance.

## References

1. Antonov, O. I., The cultivation of high-quality spruce wood for making musical instruments / O. I. Antonov, V. G. Lukin, R. I. Evseev // Bulletin of Saint-Petersburg forestry Academy. – 2010. – № 193. – P. 67-76.
2. Axel, R. Wirtschaftlichkeit der Wertastung / R. Axel // Allgemeine Forst Zeitschrift fur Waldwirtschaft und Umweltsorge. – 1989. – № 44-45. – P. 1188-1190.