

УДК 630*52

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-69-78

ТАБЛИЦЫ ОБЪЕМОВ СТВОЛОВ ПО РАЗРЯДАМ ВЫСОТ ИВЫ ДРЕВОВИДНОЙ СЕВЕРОТАЕЖНОГО РАЙОНА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.А. Парамонов, мл. науч. сотр., аспирант; ResearcherID: [ABH-7242-2020](#),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0961-221X>

С.В. Третьяков, д-р с.-х. наук, проф.; ResearcherID: [AAE-3861-2021](#),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5982-3114>

С.В. Коптев, д-р с.-х. наук, проф.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5402-1953>

А.П. Богданов, канд. с.-х. наук.; ResearcherID: [ABH-9399-2020](#),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1655-7212>

И.В. Цветков, канд. с.-х. наук; ResearcherID: [AAU-6441-2021](#),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1559-3254>

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ул. Никитова, д. 13, г. Архангельск, Россия, 163062; e-mail: vagner93@inbox.ru, s.v.tretyakov@narfu.ru, s.koptev@narfu.ru, aleksandr_bogd@mail.ru, i.tsvetkov@narfu.ru

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002

Оригинальная статья / Поступила в редакцию 15.02.20 / Принята к печати 30.05.20

Аннотация. В целях повышения точности лесотаксационных работ созданы таблицы объема стволов по разрядам высот ивы древовидной северотаежного района европейской части Российской Федерации. Лесотаксационные нормативы для данного вида в северотаежном районе ранее не разрабатывались. При составлении разрядных объемных таблиц использовали предложенный И.И. Гусевым в 1971 г. для ельников европейского севера аналитический метод. В дальнейшем он нашел применение и при характеристике других древесных пород. Измерены диаметры и высоты деревьев на 41 пробной площади, заложенной в Верхнетоемском и Архангельском лесничествах Архангельской области, отобраны 105 модельных деревьев. В большинстве случаев пробные площади закладывали в смешанных насаждениях с преобладанием ивы. Полученные на пробных площадях данные служили для определения параметров разрядной шкалы. Источником сведений об объеме ствола ивы древовидной ранее были таблицы объема стволов осины. Проведен сравнительный анализ таблиц, составленных для стволов ивы древовидной, с таблицами по осине, взятыми из Лесотаксационного справочника по северо-востоку европейской части Российской Федерации. Показано значительное расхождение в шкалах для ивы и осины. Применение объемных разрядных таблиц осины при характеристике ивы приводит к систематическому завышению объемов древесины. Таблицы объемов стволов по разрядам высот ивы древовидной используются для определения запаса древостоя с применением данных перечета по 4-сантиметровым ступеням толщины. Разработанные таблицы отвечают требованиям производства. Объемные таблицы по разрядам высот используют для расчета запаса древесины при закладке пробных площадей, для установления размера ущерба при повреждении насаждений и других практических целей.

Для цитирования: Парамонов А.А., Третьяков С.В., Коптев С.В., Богданов А.П., Цветков И.В. Таблицы объемов стволов по разрядам высот ивы древовидной северотаежного района европейской части Российской Федерации // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 6. С. 69–78. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-69-78

Данная статья опубликована в режиме открытого доступа и распространяется на условиях лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (CC BY 4.0) • Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование: Работа выполнена в рамках государственного задания Рослесхоза 2018–2019 гг. «Разработка лесотаксационных нормативов для таксации чистых и смешанных насаждений ивы древовидной и рекомендаций по ведению в них хозяйства», регистрационный № НИОКР АААА-А18-118030290042-6.

Ключевые слова: разряды высот ивы, объем ствола ивы, ива древовидная, таблицы объемов стволов ивы, северотаежный район Европейской России.

STEM VOLUME TABLES BY HEIGHT CLASSES OF WILLOW TREES IN THE NORTHERN TAIGA REGION OF THE EUROPEAN PART OF THE RUSSIAN FEDERATION

Andrey A. Paramonov, Junior Research Scientist, Postgraduate Student;

ResearcherID: [ABH-7242-2020](https://orcid.org/0000-0002-0961-221X), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0961-221X>

Sergey V. Tretyakov, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [AAE-3861-2021](https://orcid.org/0000-0001-5982-3114),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5982-3114>

Sergey V. Koptev, Doctor of Agriculture, Prof.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5402-1953>

Aleksandr P. Bogdanov, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [ABH-9399-2020](https://orcid.org/0000-0002-1655-7212),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1655-7212>

Iliya V. Tsvetkov, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [AAV-6441-2021](https://orcid.org/0000-0002-1559-3254),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1559-3254>

Northern Research Institute of Forestry, ul. Nikitova, 13, Arkhangelsk, 163062, Russian Federation; e-mail: vagner93@inbox.ru, s.v.tretyakov@narfu.ru, s.koptev@narfu.ru, aleksandr_bogd@mail.ru, i.tsvetkov@narfu.ru

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation

Original article / Received on February 15, 2020 / Accepted on May 30, 2020

Abstract. In order to improve the accuracy of forest inventory works, tables of stem volume by height classes of willow trees in the northern taiga region of the European part of the Russian Federation were created. Forest inventory standards have not previously been developed for this species in the northern taiga region. The analytical technique proposed by I.I. Gusev in 1971 for spruce forests of the European North was used in compiling the height class volume tables. It was later adopted for the description of other tree species as well. Diameters and heights of trees were measured at 41 sample plots laid out in the Verkhnyaya Toyma and Arkhangelsk forestries of the Arkhangelsk region; 105 model trees were sampled. In most cases, sample plots were laid out in mixed plantations with the predominance of willow. The data obtained on the sample plots served to determine the parameters of the height class scale. The information source for stem volume of willow trees used to be the stem volume tables for aspen trees. A comparative analysis of the tables compiled for willow trees stems with the tables for aspen taken from the Forest Valuation Handbook for the Northeast of the European part of the Russian Federation was carried out. The analysis shows significant discrepancy in the scales for willow and aspen. The use of aspen height class volume tables for willow leads to a systematic overestimation of wood volumes. Tables of stem volumes by height classes of willow trees are used to determine stand stock with the enumeration data by 4-centimeter diameter classes. The developed tables meet the forest practice requirements. The volume tables by height classes are used to calculate timber reserves when laying out sample plots; to determine the damage level in case of stand damage; and for other practical purposes.

For citation: Paramonov A.A., Tretyakov S.V., Koptev S.V., Bogdanov A.P., Tsvetkov I.V. Stem Volume Tables by Height Classes of Willow Trees in the Northern Taiga Region of the European Part of the Russian Federation. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 6, pp. 69–78. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-69-78

Funding: The work is carried out within the state assignment of the Federal Forestry Agency for 2018–2019 “Development of Forest Inventory Standards for the Inventory of Pure and Mixed Willow Stands and Recommendations for Their Management”, Registration No. AAA-A18-118030290042-6.

Keywords: willow height classes, willow stem volume, willow trees, willow stem volume tables, northern taiga region of European Russia.

Введение

Без актуальных лесотаксационных материалов невозможно планировать, использовать, защищать и изучать лесные ресурсы. Для ивы древовидной, произрастающей в таежной зоне европейской части Российской Федерации, таблицы объема стволов по разрядам высот ранее отсутствовали. При определении этого показателя применяли таблицы объемов стволов осины, что снижало точность лесотаксационных работ и послужило основанием для составления таких таблиц для ивы.

Цель исследования – разработка таблиц объемов стволов по разрядам высот ивы древовидной. Ивы рода *Salix* L. произрастают на всей территории России, их, по оценкам экспертов, более 130 видов, в Архангельской области примерно 30 видов [2, 8, 17]. Насаждения ивы в северотаежном лесном районе встречаются повсеместно. Ее важность в защите берегов, закреплении песков в поймах рек, зарастивании залежных и неиспользуемых земель, в т. ч. нарушенных техногенным воздействием, неоспорима. Чистые ивняки формируются в биотопах, пригодных только для произрастания ивы. В остальных случаях формируются смешанные насаждения, в которых ива в ряде случаев играет далеко не главную роль и выступает в виде небольшой примеси или уходит в подлесок. Ива имеет большое значение в повышении видового биоразнообразия насаждений европейской части России благодаря высокой внутривидовой изменчивости и образованию большого количества гибридов [8, 9, 17].

В северотаежном лесном районе большие площади земель имеют избыточное увлажнение. Сельское хозяйство считается на таких землях нецелесообразным или неэффективным по экономическим соображениям. Наиболее продуктивно на данных территориях растут ивы. Отсутствие лесотаксационных нормативов не позволяет вести научно обоснованное лесное хозяйство, поэтому были разработаны таблицы объемов стволов по разрядам высот ивы древовидной северотаежного района европейской части России.

Ива относится к быстрорастущим древесным породам. Она не создает больших запасов в насаждениях, подобно основным лесообразующим видам, может давать поросль как от пня, так и от корней и при благоприятных условиях превосходит многие древесные породы в росте в первые годы жизни. Особенно это проявляется у порослевых насаждений, поэтому в ряде стран ее применяют для получения мелкотоварной древесины с коротким оборотом хозяйства [14–16, 19–29]. Как пластичную древесную породу иву используют для зарастивания нарушенных техногенным воздействием и загрязненных участков [10].

Таблицы объема стволов по разрядам высот служат для вычисления запаса древостоя на основе данных перечета деревьев по диаметру и востребованы в производственной практике.

Объекты и методы исследования

Исследования проведены в ивовых насаждениях в Верхнетоемском и Архангельском лесничествах Архангельской области. На изучаемой территории наиболее часто встречались следующие виды ивы: ива северная (*Salix borealis* Fries.), ива козья (*Salix carpea* L.), ива трехтычинковая (*Salix triandra* L.) или их гибриды, нередко с другими видами ив.

Взято 105 модельных деревьев, а также заложена в соответствии с [13] 41 пробная площадь, осуществлены замеры диаметров и высот всех деревьев ивы и перечет деревьев остальных пород. Сбор полевого материала проводили в 2018–2019 гг. в период с мая по октябрь. Участки имели в составе не менее 3 единиц ивы древовидной или она являлась преобладающей породой. Стандарт предусматривает закладку прямоугольных и близких к ним по форме пробных площадей, ограниченных визирами. Кроме того, мы придерживались рекомендаций по закладке и таксации пробных площадей, представленных в методических указаниях [7, 11]. Замер диаметров деревьев выполняли в двух взаимно перпендикулярных направлениях (С–Ю и З–В) на высоте 1,3 м от шейки корня с точностью до 0,1 см. По среднему диаметру определяли площадь сечения дерева. Высоты измеряли высотомером у 10–15 модельных деревьев разной толщины для каждой породы.

При составлении разрядных и объемных таблиц мы опирались на общеизвестные закономерности строения однородных древостоев: средние деревья, имеющие одни и те же таксационные показатели (площадь сечения на высоте 1,3 м (g), высоту (H) и старое видовое число ($f_{1,3}$)), характеризуются одинаковыми средними объемами для отдельных ступеней толщины независимо от возраста, полноты, бонитета и других признаков самих древостоев [1, 3, 4].

Для получения разрядной шкалы ивы древовидной использован аналитический метод И.И. Гусева [5]. Метод является универсальным и подходит для построения разрядной шкалы различных древесных пород [18]. При этом строят графики высот по данным замеров на 42 пробных площадях. С графика высот для каждой ступени толщины снимают значения выровненных высот. Одну ступень берут за базовую, ее высоту принимают за единицу. Высоты остальных ступеней выражают в долях от высоты базовой ступени. Далее относительные высоты сводят в таблицу и вычисляют среднее значение и статистические показатели [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Для каждой пробной площади вычислены относительные высоты. В качестве базовой была взята высота ступени толщины 12 см. Средние относительные высоты и их статистические показатели, полученные на 41 пробной площади, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средние относительные высоты ивы древовидной и статистические показатели меры связи по ступеням толщины

Статистические показатели	Ступени толщины						
	4	8	12	16	20	24	28
Количество единиц наблюдений	27	41	41	31	16	14	9
Среднее значение с основной ошибкой $M \pm m_M$	0,640± ±0,002	0,880± ±0,008	1,0	1,090± ±0,006	1,160± ±0,017	1,220± ±0,002	1,029± ±0,004
Среднее квадратическое отклонение	0,103	0,048	–	0,036	0,068	0,083	0,117
Коэффициент изменчивости	16,0	5,5	–	3,3	5,9	6,8	9,1
Точность опыта	3,0	0,8	–	0,6	1,5	1,8	3,0
Достоверность среднего значения	32	116	–	170	67	55	33

Средние относительные высоты выравнивают по аналитическому уравнению. Связь относительной высоты $H_{\text{отн}}$ с диаметром на высоте груди $D_{1,3}$, см, характеризуется следующим образом:

$$H_{\text{отн}} = 0,1993 + 0,3222 \ln D_{1,3}.$$

Полученные расчетом значения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Выравненные относительные высоты ивы древовидной

Диаметр	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Относительная высота	0,42	0,65	0,78	0,87	0,94	1,00	1,05	1,09	1,13	1,16	1,20	1,22	1,25	1,27

При разработке шкалы разрядов высот определяют количество разрядов, которое зависит от размаха предельных высот всех измеренных деревьев ивы древовидной. Между высотами базовой ступени различие должно быть 1,5–2,0 м. Предельные высоты берут по фактическим измеренным значениям диаметров и высот деревьев. На рис. 1 приведены предельные высоты по диаметрам в насаждениях у ивы древовидной в северотаежном лесном районе.

На рис. 1 видно, что в пределах крайних разрядов высот оказывается большая часть значений высот и диаметров деревьев на пробных площадях. Выровненные относительные высоты позволяют получить шкалу (табл. 3). Ее использовали для разработки таблицы объемов стволов.

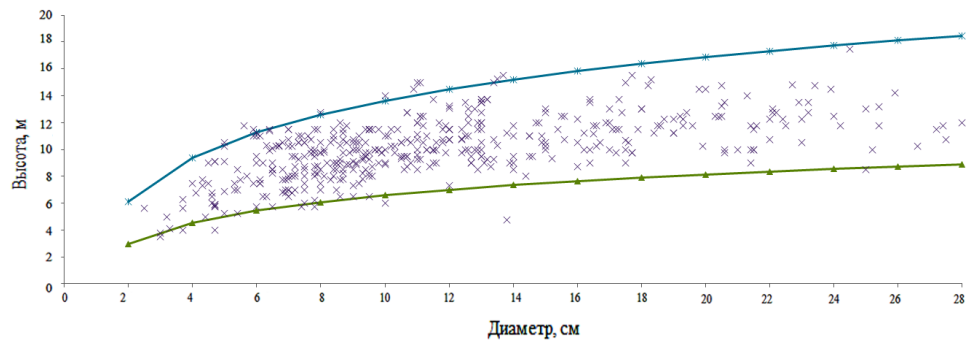


Рис. 1. Связь диаметров и высот в насаждениях ивы в северотаежном лесном районе

Fig. 1. Relationship between diameters and heights in willow stands in the northern taiga forest region

Таблица 3

Шкала разрядов высот ивы древовидной северотаежного лесного района

Диаметр на высоте 1,3 м, см	Высота по разрядам, м			
	I	II	III	IV
2	6,6–5,6	5,5–4,6	4,5–3,5	3,4–2,5
4	10,2–8,6	8,5–7,0	6,9–5,3	5,2–3,7
6	12,3–10,3	10,2–8,4	8,3–6,4	6,3–4,4
8	13,7–11,5	11,4–9,4	9,3–7,2	7,1–5,0
10	14,8–12,5	12,4–10,1	10,0–7,8	7,7–5,5
12	15,8–13,3	13,2–10,8	10,7–8,3	8,2–5,8
14	16,5–13,9	13,8–11,3	11,2–8,7	8,6–6,0
16	17,2–14,5	14,4–11,8	11,7–9,0	8,9–6,2
18	17,8–15,0	14,9–12,2	12,1–9,3	9,2–6,5
20	18,4–15,5	15,4–12,6	12,5–9,7	9,6–6,8
22	18,8–15,8	15,7–12,8	12,7–9,9	9,8–6,9
24	19,3–16,2	16,1–13,2	13,1–10,1	10,0–7,0
26	19,7–16,6	16,5–13,4	13,3–10,3	10,2–7,2
28	20,0–16,9	16,8–13,7	13,6–10,5	10,4–7,3

Форму стволов ивы изучали по 105 модельным деревьям с применением старого видового числа, зависящего от высоты ствола. На практике удобнее брать не видовые числа, а видовые высоты, или произведение старого видового числа на высоту. Связь между видовой высотой и высотой ствола линейная. Установили зависимость видовых высот $Hf_{1,3}$, м, ивы древовидной от высоты, которая выражается линейным уравнением связи:

$$Hf_{1,3} = 1,6131 + 0,3545H.$$

Достоверность аппроксимации $R^2 = 0,8659$.

Объем ствола ивы древовидной (V) по разрядам высот вычисляли при помощи формулы

$$V = \frac{\pi D_{1,3}^2}{40\,000} Hf_{1,3} = \frac{\pi D_{1,3}^2}{40\,000} (0,3545H + 1,6131).$$

Вычисленные значения объемов приведены в табл. 4.

Таблица 4

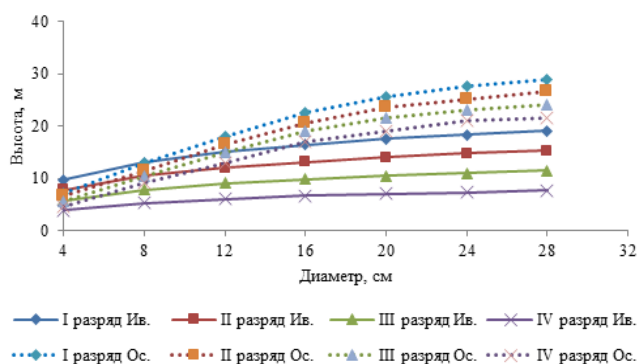
Объемы стволов по разрядам высот ивы древовидной северотаежного лесного района

Диаметр на высоте 1,3 м, см	I		II		III		IV	
	Высота, м	Объем, м ³	Высота, м	Объем, м ³	Высота, м	Объем, м ³	Высота, м	Объем, м ³
2	6,1	0,0012	5,1	0,0011	4,0	0,0010	3,0	0,0008
4	9,4	0,0062	7,8	0,0055	6,1	0,0047	4,5	0,0040
6	11,3	0,0159	9,3	0,0139	7,4	0,0120	5,4	0,0100
8	12,6	0,0310	10,4	0,0270	8,3	0,0230	6,1	0,0190
10	13,6	0,0510	11,3	0,0440	8,9	0,0370	6,6	0,0310
12	14,5	0,0760	12,0	0,0660	9,5	0,0560	7,0	0,0460
14	15,2	0,1080	12,6	0,0940	10,0	0,0790	7,3	0,0650
16	15,8	0,1500	13,1	0,1300	10,4	0,1100	7,6	0,0900
18	16,4	0,1900	13,6	0,1600	10,7	0,1400	7,9	0,1100
20	16,9	0,2400	14,0	0,2100	11,1	0,1700	8,2	0,1400
22	17,3	0,2400	14,3	0,2100	11,4	0,1800	8,4	0,1400
24	17,7	0,2500	14,7	0,2100	11,6	0,1800	8,6	0,1500
26	18,1	0,2500	15,0	0,2200	11,9	0,1800	8,7	0,1500
28	18,5	0,2600	15,3	0,2200	12,1	0,1900	8,9	0,1500

На рис. 2 для сравнения представлены шкалы разрядов высот ивы древовидной и осины. Показатели по осине на европейском севере России были взяты из Лесотаксационного справочника по северо-востоку европейской части Российской Федерации [12].

Рис. 2. Разряды высот ивы древовидной (Ив.) и осины (Ос.)

Fig. 2. Height classes of willow trees (solid line) and aspen (dotted lines)



Наблюдается существенное различие шкал разрядов высот ивы и осины, особенно для деревьев ступеней толщины 12 см и более. Сравним аналогичные значения объема и высоты стволов для I разряда высот ступени толщины осины и ивы древовидной 12 см. Высота и объем ствола осины составляют 18 м и 0,098 м³ соответственно [12]; ивы древовидной – 14,5 м и 0,076 м³ соответственно. Высота и объем ствола осины больше аналогичных показателей ивы древовидной на 3,5 м и 0,022 м³ в абсолютных величинах и по относительной величине на

22 и 19 % соответственно. Это еще раз доказывает, что применение новых нормативов будет способствовать повышению точности таксации насаждений ивы древовидной в северотаежном районе европейской части Российской Федерации.

Заключение

На основе данных, полученных в ходе изучения 41 пробной площади и 105 модельных деревьев в Верхнетоемском и Архангельском лесничествах Архангельской области, для таежных лесов европейского севера России впервые разработаны таблицы разрядов высот стволов ивы древовидной. Использован аналитический метод, предложенный И.И. Гусевым. Метод позволяет при ограниченном объеме опытных материалов получить шкалу разрядов высот, отвечающую всем предъявляемым требованиям. Для составления таблицы установлена закономерная связь видовых высот с высотой ствола. Полученные таблицы повысят точность лесотаксационных работ, будут полезны для территориальных контролирующих органов лесного хозяйства, предприятий лесопромышленного комплекса, научно-исследовательских организаций и других организаций, выполняющих лесоустроительные и мониторинговые работы на европейском севере России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с. Anuchin N.P. *Forest Inventory*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 552 p.
2. Анциферов Г.И. Ива. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 101 с. Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/rusles/iva/text.pdf> (дата обращения: 15.02.20). Antsiferov G.I. *Willow*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1984. 101 p.
3. Верхунов П.М., Черных В.Л. Таксация леса. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 398 с. Verkhunov P.M., Chernykh V.L. *Forest Inventory*. Yoshkar-Ola, MarSTU Publ., 2007. 398 p.
4. Горский П.В. Руководство для составления таблиц. М.: Гослесбумиздат, 1962. 96 с. Gorskiy P.V. *Manual for Table Compiling*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1962. 96 p.
5. Гусев И.И. Методика построения шкалы разрядов высот // Изв. вузов. Лесн. журн. 1971. № 6. С. 137–138. Gusev I.I. Methodology for Grading Height Classes. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 1971, no. 6, pp. 137–138. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/apxiv/1971/1971%20№%206.pdf>
6. Гусев И.И. Моделирование экосистем. Архангельск: АГТУ, 2002. 112 с. Gusev I.I. *Modeling of Ecosystems*. Arkhangelsk, ASTU Publ., 2002. 112 p.
7. Гусев И.И., Калинин В.И. Лесная таксация. Л.: ЛТА, 1988. 61 с. Gusev I.I., Kalinin V.I. *Forest Inventory*. Leningrad, LTA Publ., 1988. 61 p.
8. Демидова Н.А., Дуркина Т.М. Результаты испытания местных и интродуцированных видов рода *Salix* на Европейском Севере России // Науч. вед. БелГУ. Сер.: Естеств. науки. 2012. № 21. С. 23–29. Demidova N.A., Durkina T.M. Test Results of the Local and Introduced *Salix* Species in the European North of Russia. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Estestvennyye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences], 2012, no. 21, pp. 23–29.
9. Древесные породы мира. Т. 3. Древесные породы СССР / К.К. Калущкий, В.Г. Атрохин, Ф.Т. Тюриков; под ред. К.К. Калущкого. Лесн. пром-сть, 1982. 264 с. *Tree Species of the World*. Vol. 3. Wood Species of the USSR. Ed. by K.K. Kalutskiy, V.G. Atrokhin, F.T. Tyurikov. Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 264 p.
10. Дубас Р.Г., Бычков В.П. Экономико-технологические аспекты использования загрязненных радионуклидами лесных земель // Лесотехн. журн. 2013. № 3. С. 175–181.

Dubas R.G. Bychkov V.P. Economic and Technological Aspects of Use of Radionuclide Contaminated Forest Land. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forestry Engineering Journal], 2013, no. 3, pp. 175–181.

11. Загреев В.В., Сухих В.И., Швиденко А.З., Гусев Н.Н., Мошкалев А.Г. Общесоюзные нормативы для таксации лесов. М.: Колос, 1992. 495 с. Zagreyev V.V., Sukhikh V.I., Shvidenko A.Z., Gusev N.N., Moshkalev A.G. *All-Union Standards for Forest Valuation*. Moscow, Kolos Publ., 1992. 495 p.

12. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации: (нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми) / Федер. агентство лесн. хоз-ва, ФБУ «СевНИИЛХ»; сост. Войнов Г.С. и др. Архангельск: Правда Севера, 2012. 672 с. *Forest Valuation Handbook for the North-East Part of the Russian Federation (Official Materials for the Nenets Autonomous Okrug, Arkhangelsk and Vologda Regions and Komi Republic)*. Content by G.S. Voynov, N.P. Chuprov, S.V. Yaroslavtsev. Arkhangelsk, Pravda Severa Publ., 2012. 672 p.

13. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. 60 с. *Industrial Standard. OST 56-69-83. Forest Inventory Test Sites. Laying out Method*. Moscow, TsBNTI Publ., 1984. 60 p.

14. Родькин О.И., Шкутник О.А. Особенности агротехники возделывания быстрорастущей ивы для производства возобновляемого биотоплива // Экол. вестн. 2015. № 3(33). С. 62–68. Rodkin O.I., Shkutnik O.A. The Specification of Agricultural Methods of Fast Growing Willow Production for Renewable Biomass. *Ekologicheskii Vestnik*, 2015, no. 3(33), pp. 62–68.

15. Родькин О.И., Орлович С., Крстић В., Пилиповић А. Особенности водного режима культивируемых клонов быстрорастущей ивы *Salix viminalis* и *Salix alba* // Вестн. ИрГСХА. 2013. № 58. С. 69–77. Rodkin O.I., Orlovich S., Krstich B., Pilipovich A. Features of Water Regime of Cultivated Clones of Fast Growing Osiers *Salix viminalis* and *Salix alba*. *Vestnik IrGSHA*, 2013, no. 58, pp. 69–77.

16. Родькин О.И., Вайцехович Н.Н., Шкутник О.А., Орлович С., Крстић В., Клашња В., Пилиповић А., Ковачевић В. Использование адаптивных клонов как фактор эффективного внедрения энергетических плантаций быстрорастущей ивы // Вестн. ИрГСХА. 2013. № 56. С. 46–54. Rodkin O.I., Vaitcekhovich N.N., Shkutnik O.A., Orlovich S., Krstich B., Klashnja B., Pilipovich A., Kovačević B. Adaptive Clones Usage as a Factor of Effective Introduction of Fast Growing Willow Energy Plantation. *Vestnik IrGSHA*, 2013, no. 56, pp. 46–54.

17. Скворцов А.К. Ивы СССР. М.: Наука, 1968. 262 с. Skvortsov A.K. *Willows of the USSR*. Moscow, Nauka Publ., 1968. 262 p.

18. Третьяков С.В., Коптев С.В., Богданов А.П., Ильинцев А.С., Демиденко С.А., Тимофеева А.В. Лесотаксационные нормативы для определения объема стволов ольхи серой *Alnus incana* L. по разрядам высот // Сиб. лесн. журн. 2017. № 3. С. 81–86. Tret'yakov S.V., Koptev S.V., Bogdanov A.P., Il'intsev A.S., Demidenko S.A., Timofeeva A.V. Forest Inventory Standards for Determination of the Grey Alder *Alnus incana* L. Stem Volumes by the Height Grades. *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* [Siberian Journal of Forest Science], 2017, no. 3, pp. 81–86. DOI: <https://doi.org/10.15372/sjfs20170308>

19. Abrahamson L.P., Volk T.A., Kopp R.F., Ballard J.L. *Willow Biomass Producer's Handbook*. Syracuse, USA, State University of New-York, 2002. 31 p.

20. Dimitriou I., Rosenqvist H. Sewage Sludge and Wastewater Fertilisation of Short Rotation Coppice (SRC) for Increased Bioenergy Production – Biological and Economic Potential. *Biomass and Bioenergy*, 2011, vol. 35, iss. 2, pp. 835–842. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.11.010>

21. Gommers A., Goor F., Thiry Y., Vandenhove H. *RECOVER – Relevancy of Short Rotation Coppice Vegetation for the Remediation of Contaminated Areas*. SCK·CEN Reports, no. BLG-826. Mol, Belgium, Studiecentrum voor Kernenergie, 1999. 63 p.
22. *Greenbook 2002. Sustaining People, Land and Communities*. St. Paul, MN, Minnesota Department of Agriculture, 2002. 75 p.
23. Labrecque M., Teodorescu T.I. High Biomass Yield Achieved by *Salix* Clones in SRIC Following Two 3-Year Coppice Rotations on Abandoned Farmland in Southern Quebec, Canada. *Biomass and Bioenergy*, 2003, vol. 25, iss. 2, pp. 135–146. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00192-7](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00192-7)
24. *Renewable Energy*. Ed. by T.B. Johansson, H. Kelly, A.K.N. Reggy, R. Williams, L. Burnham. Washington, DC, Island Press, 1993. 1160 p.
25. Rydén L., Migula P., Andersson M. *Environmental Science: Understanding, Protecting and Managing the Environment in the Baltic Sea Region*. Uppsala, The Baltic University Press, 2003. 824 p.
26. Weih M., Dimitriou I. Environmental Impacts of Short Rotation Coppice (SRC) Grown for Biomass on Agricultural. *BioEnergy Research*, 2012, vol. 5, iss. 3, pp. 535–536. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12155-012-9230-2>
27. Why Willow? *Materials of the Site of the Renewable Energy Growers Ltd*. Available at: <http://www.energycrop.co.uk/pages/willow.html> (accessed 20.05.20).
28. *Willow Varietal Identification Guide*. Ed. by B. Caslin, J. Finnan, A. McCracken. Oak Park, Carlow, Teagasc, 2012. 65 p. Available at: https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2012/Willow_Identification_Guide_2012.pdf (accessed 17.05.20).
29. *World Energy Assessment Overview: 2004 Update*. Ed. by J. Goldemberg, T.B. Johansson. New York, UNDP, 2004. 86 p.