

of the Reftinskaya power plant. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal*. 2013. No. 2 (332). pp. 66-73 [in Russian]

15. Braathe P. Registrerin gavgjenvekst 1962-64. Det Norske Skogfors. 1966. V. 21. No 52.

pp. 81-170.

16. Braathe P. Underskelser over utviklingenav – glissengjenvekstav gran. Medd. / fra Norske Skogf. 1953. V. 12. No 42. P. 209-301.

УДК 630\*892.7

DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.021

И.А. Панин, С.В. Залесов

## УРОЖАЙНОСТЬ КУСТАРНИЧКОВ РОДА VACCINIUM В УСЛОВИЯХ СПЕЛЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ СЕВЕРО-УРАЛЬСКОГО ТАЁЖНОГО РАЙОНА

**Ключевые слова:** дикорастущие ягоды, биологические ресурсы, недревесная продукция, черника, брусника, урожайность, темнохвойные насаждения.

В работе представлены результаты исследования урожайности ягодных кустарничков черники обыкновенной *Vaccinium myrtillus* L. и брусники обыкновенной *Vaccinium vitis-idaea* L. в условиях спелых и перестойных насаждениях ельника мшистого и ельника зеленомошно-ягодникового на северо-западе Свердловской области. Изучение запасов дикорастущих ягод и их урожайности в данном регионе выполнены впервые. Исследование проводилось с 2014 по 2019 г. В основу положен метод пробных площадей. Были использованы известные и общепринятые в лесной науке методики. Всего заложено 13 пробных площадей. Установлено, что среднегодовая урожайность черники обыкновенной *Vaccinium myrtillus* L. варьирует от 5,1 до 42,6 кг/га, брусники обыкновенной *Vaccinium vitis-idaea* L. – от 0 до 39,2 кг/га. Черника имеет большее распространение и представляет значение для организации промышленных заготовок дикорастущих ягод в масштабах региона, так как её урожайность не уступает другим промысловым ягодникам России. Важно отметить, что показатель урожайности дикорастущих ягод сильно варьирует в изучаемых насаждениях. По этой причине точное определение запасов дикорастущих ягод черники *Vaccinium myrtillus* L. и брусники *Vaccinium vitis-idaea* L. для данного района установить исключительно аналитическими методами не представляется возможным. Выявлена линейная корреляционная зависимость между показателями среднегодовой урожайности черники *Vaccinium myrtillus* L. и брусники *Vaccinium vitis-idaea* L. от надземной фитомассы данных видов в абсолютно сухом состоянии. Эта зависимость позволяет определять среднегодовую урожайность ягодников после установления надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии непосредственно в год учёта.

I. Panin, S. Zalesov

## YIELD OF VACCINIUM SHRUBS IN MATURE AND RIPE STANDS IN THE NORTH-URAL MOUNTAIN FOREST AREA

**Keywords:** wild growing berries, biological resources, non-timber products, blueberries, cowberry, yield, coniferous forest

The paper presents the results of the study yield of berry shrubs of blueberries *Vaccinium myrtillus* L. and cowberry *Vaccinium vitis-idaea* L. in mature and ripe stands of «mossy» and «green-moss berry» spruce forests on North-west of the Sverdlovsk region. The study of recourses of wild berry and their yield in this region was conducted for the first time. The study was conducted in the period from 2014 to 2019 years. The study made on sample plots according to known methods in forest science. A total of 13 sample plots were made. The research identified, that average

annual yield of blueberries *Vaccinium myrtillus* L. varies from 5,1 to 42,6 kg / ha, cowberry *Vaccinium vitis-idaea* L. from 0 to 39.2 kg / ha. Blueberries are more widespread and are important for the organization of harvesting of wild growing berries on the scale of the region, because their productivity no less than other berry field of blueberries with height yields of berries in Russia. It is important to note that the indicator of yields of wild berries vary varies in the studied forests. For this reason, accurate determination of resources of wild blueberries *Vaccinium myrtillus* L. and cranberries *Vaccinium vitis-idaea* L. is possible only through work on nature. A linear correlation was established between the average annual yield of blueberries *Vaccinium myrtillus* L. and cranberries *Vaccinium vitis-idaea* L. from the above-ground phytomass of these species in a completely dry state. This dependence allows us to determine the average annual yield of berries after the establishment of aboveground phytomass in a completely dry state directly in the year of accounting.

**Панин Игорь Александрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры лесоводства; e-mail: IgorPanin1993@yandex.ru

**Igor A. Panin**, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of Forestry Chair; e-mail: IgorPanin1993@yandex.ru

**Залесов Сергей Вениаминович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства; e-mail: Zalesov@usfeu.ru

**Sergei V. Zalesov**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Forestry Chair; e-mail: Zalesov@usfeu.ru

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Российская Федерация

*Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation*

**Введение.** Изучение ресурсов дикорастущих пищевых и лекарственных растений, в том числе дикорастущих ягод, по ряду причин остаётся актуальным направлением исследований как в России, так и за рубежом [2, 4, 5, 8]. Во-первых, значительные территории и разнообразие природных условий ставят необходимость расширения географии исследований. Во-вторых, запасы дикорастущих пищевых и лекарственных растений постоянно изменяются под воздействием различных факторов. В-третьих, появляются новые технологии, такие как ГИС, плантационное выращивание и т.д. В-четвёртых, изменяются экономические условия ведения лесного хозяйства и действующая нормативно-правовая база.

Определение среднегодовой урожайности ягодных кустарничков является трудоёмкой и длительной задачей, требующей регулярных наблюдений на протяжении, как минимум, трёх лет [3, 10]. По этой причине таксаторы и заготовители дикоросов пользуются упрощённой глазомерной оценкой или опираются на ориентировочные справочные сведения. Свердловская область, особенно её северо-западная часть, в контексте данного воп-

роса остаётся малоизученным регионом. Целью работы является определение и оценка урожайности ягодных кустарничков рода *Vaccinium* в условиях темнохвойных насаждений северо-западной части Свердловской области.

**Объекты и методы.** Исследование проводилось в период с 2014 по 2019 год на территории ГКУ СО «Карпинское лесничество» Департамента лесного хозяйства Свердловской области. ПП закладывались в соответствии с действующими требованиями и общепринятыми в лесной таксации методиками [7]. Всего нами было заложено 13 ПП. Их таксационная характеристика представлена в таблице 1. Для закладки ПП подбирались спелые и перестойные темнохвойные насаждения двух наиболее распространённых в районе исследования типов леса: ельника зеленомошно-ягодникового (Е. зм. яг.) и ельника мшистого (Е. мш.).

Для определения надземной фитомассы ягодных кустарничков на ПП равномерно размещались учётные площадки квадратной формы площадью 0,25 м<sup>2</sup> по диагональным ходовым линиям. Внутри площадок все растения срезались на уровне поверхности почвы, разбирались

Таблица 1 – Таксационная характеристика насаждений ПП

№ ПП	Состав древостоя	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Тип леса	Относительная полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
			Высота, м.	Диаметр, см.				
13/14	8Е2Б+П,К	176	22	28	IV	Е. зм. яг.	0,6	260
2/16	4Е2П2К2Б	103	18	20	III	Е. зм. яг.	0,6	212
3/14	4Е3К2П1Б	256	22	27	IV	Е. зм. яг.	0,6	249
4/16	5Е2С1К2Б	178	19	24	IV	Е. зм. яг.	0,6	208
6/17	4Е3К3П+С,Б	137	23	41	III	Е. зм. яг.	0,6	232
21/17	5Е3К2П	130	21	28	III	Е. зм. яг.	0,7	284
6/16	4Е3К1С1П1Е	168	21	32	IV	Е. зм. яг.	0,7	196
7/17	4К4Е1П1Б	117	19	29	IV	Е. зм. яг.	0,7	246
14/17	4К3Е3П+Б	239	18	23	IV	Е. мш.	0,6	276
8/14	4Е3П2К1Б+С	126	24	21	IV	Е. мш.	0,6	211
14/14	4Е3П2К	166	18	23	V	Е. мш.	0,7	211
33/17	6К3Е1П	237	21	48	IV	Е. мш.	0,7	290
7/16	7Е2К1Б	198	19	29	V	Е. мш.	0,7	202

по видам и взвешивались. После отбирались навеска каждого вида, которая высушивалась в лабораторных условиях при постоянной температуре 105°С до прекращения изменения массы. Затем производился расчёт показателя надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии [7].

Для изучения биологической урожайности на ПП производились ежегодные наблюдения. Среднегодовая урожайность рассчитывалась как среднее арифметическое урожайности за 3-4 года.

Определение урожайности текущего года также производилось на равномерно размещённых учётных площадках квадратной формы площадью 0,25 м<sup>2</sup>. Внутри площадок все плоды пересчитывались отдельно по категориям: спелые, неспелые и повреждённые. Спелые взвешивались, затем определялась средняя масса ягоды для каждого вида как среднее арифметическое массы 100 спелых ягод. Масса неспелых и повреждённых ягод определялась путем умножения количества на среднюю массу спелой ягоды [8, 9].

Количество площадок для определения вышеназванных показателей устанавливалось по следующей формуле:

$$n = \frac{C_v^2}{P_v^2}, \quad (1)$$

где  $C_v$  – коэффициент вариации (этот показатель был установлен опытным путём по первым пробным площадям);  $P_v$  – точность исследования (принятая точность – 10 %) [2].

**Результаты и обсуждение.** На заложенных ПП ягодные кустарнички рода *Vaccinium* представлены двумя видами – черникой обыкновенной *Vaccinium myrtillus* L. и брусникой обыкновенной *Vaccinium vitis-idaea* L. Согласно данным таблицы 2, в спелых и перестойных насаждениях обоих типов леса черника обыкновенная имеет повсеместное распространение. Надземная фитомасса данного вида варьирует от 24,1 до 747,8 кг/га в абсолютно сухом состоянии. На некоторых ПП с незначительной надземной фитомассой (13/14 и 7/16) плодоношения не наблюдалось, в то время как на остальных ПП среднегодовая урожайность черники составила 5,1 - 42,6 кг/га.

Брусника обыкновенная также присутствует в живом напочвенном покрове (ЖНП) всех заложенных ПП. Значительная фитомасса была зафиксирована

только в условиях ПП 4/16, 2/16 и 13/14. В остальных насаждениях брусника не образует густых зарослей и в ЖНП является небольшой примесью. Из 13 заложённых ПП плодоношение наблюдалось только на 7 (ПП 13/14, 2/16, 3/14, 4/16, 6/17, 33/17 и 8/14). В этих насаждениях среднегодовая урожайность брусники варьирует от 0,6 до 39,2 кг/га, а в наиболее продуктивных брусничниках – от 11,3 до 39,2 кг/га. По всей видимости, малое распространение брусники связано с требовательностью данного вида к световому режиму. Известно, что благоприятными для произрастания брусники обыкновенной являются насаждения с относительной полнотой древостоя 0,6 и ниже [5]. Самые продуктивные брусничники среди заложённых ПП расположены именно в насаждениях с относительной полнотой 0,6. Высокая надземная фитомасса и урожайность черники объясняются тем, что изучаемые насаждения характеризуются относительными полнотами древостоев, обеспечивающими оптимальный световой режим для произрастания и активного плодоношения данного вида (0,6

- 0,7). При больших значениях относительной полноты растения черники испытывают избыточное затенение, что приводит к снижению запасов, при меньшем - получают ущерб от воздействия прямых солнечных лучей [1].

Сопоставив полученные данные об урожайности черники и брусники с материалами исследований, ранее проведённых в других районах, можно получить следующую картину. Брусника в изучаемых условиях обладает сравнительно низкой урожайностью. Например, согласно данным А.А. Малиновских [5], промысловые высокопродуктивные брусничники в Западной Сибири ежегодно производят по 70 - 230 кг/га ягод. В то же время изучаемые насаждения обладают достаточно большими запасами ягод черники обыкновенной и могут рассматриваться в качестве потенциально пригодных для организации промышленных заготовок. Средняя урожайность черничников на юго-западе Свердловской области составляет всего 11 кг/га [6]. Урожайность продуктивных черничников Архангельской области варьирует от 30 до 100 кг/га [1].

**Таблица 2** – Характеристика запасов и урожайности ягодных кустарничков рода *Vaccinium* на ПП

№ ПП	Черника обыкновенная <i>Vaccinium myrtillus</i> L.			Брусника обыкновенная <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.		
	Надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии, кг/га	Среднегодовая урожайность, кг/га	Урожайность плодов (г) на 1 кг надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии	Надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии	Среднегодовая урожайность	Урожайность плодов (г) на 1 кг надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии
13/14	28,9	0,0	0,0	212,3	14,9	70,0
2/16	747,8	42,6	57,0	110,0	11,3	102,7
3/14	58,4	9,1	155,8	28,7	0,6	20,9
4/16	291,5	19,2	65,9	584,3	39,2	67,1
6/17	316,4	37,5	118,5	6,2	0,0	0,0
21/17	352,2	20,6	58,5	4,0	0,0	0,0
6/16	243,9	9,9	40,6	40,8	2,7	66,2
7/17	55,0	5,1	92,8	9,4	0,0	0,0
14/17	90,1	7,3	81,0	2,1	0,0	0,0
8/14	494,3	25,3	51,2	26,9	4,0	148,7
14/14	195,9	12,8	65,1	7,8	0,0	0,0
33/17	328,2	16,8	51,2	12,1	0,6	49,5
7/16	24,1	0,0	0,0	58,6	0,0	0,0

Важно обратить внимание на значительную вариацию показателей запасов черники и брусники даже в пределах одного типа леса и при близких значениях таксационных показателей древостоев. Можно предположить, что разброс данных связан с влиянием большого количества неучтённых факторов, в том числе специфических для района исследования.

Корреляционный анализ показал, что между показателем надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии и среднегодовой урожайностью существует корреляционная линейная зависимость. Для брусники обыкновенной коэффициент корреляции Пирсона ( $r^2$ ) между этими пока-

зателями составляет 0,99, что свидетельствует о том, что связь тесная. На рисунке 1 представлен график данной зависимости, а её уравнение имеет вид:

$$Y = 0,7 * 10^{-1} * X - 0,2 \quad (2)$$

График зависимости среднегодовой урожайности от надземной фитомассы черники обыкновенной в абсолютно сухом состоянии представлен на рисунке 2. Уравнение зависимости имеет вид:

$$Y = 0,6 * 10^{-1} * X + 0,2 \quad (3)$$

Для черники обыкновенной коэффициент корреляции Пирсона  $r^2 = 0,89$ , что также свидетельствует о тесной связи между данными показателями.

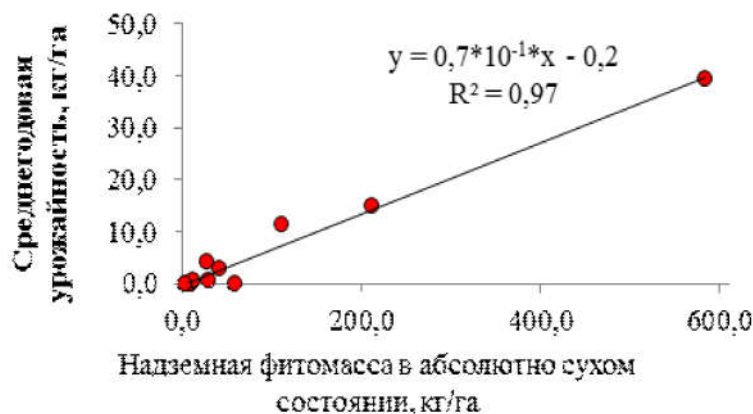


Рисунок 1. График зависимости среднегодовой урожайности брусники обыкновенной *Vaccinium vitis-idaea* L. от надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии

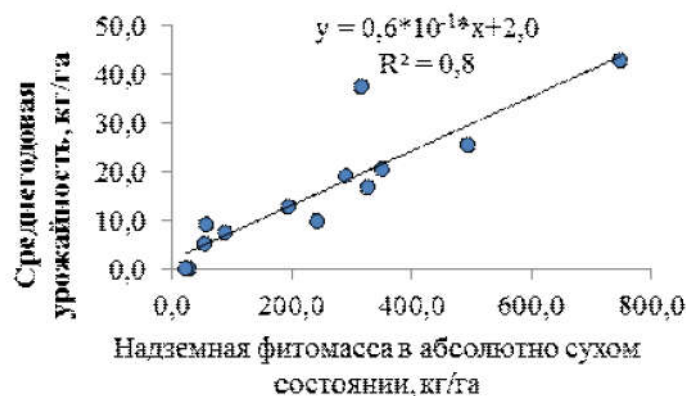


Рисунок 2. График зависимости среднегодовой урожайности черники обыкновенной *Vaccinium myrtillus* L. от надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии.

Полученные корреляционные зависимости и их уравнения могут быть использованы для упрощения полевых работ по определению урожайности черники и брусники в спелых и перестойных темнохвойных насаждениях Е. мш и Е. зм. яг в Се-

вероуральской среднегорной лесорастительной провинции Свердловской области. Урожайность можно вычислить, не прибегая к многолетним наблюдениям. Для этого достаточно определить показатель надземной фитомассы в абсолютно су-

хом состоянии, после чего произвести расчёты и получить ориентировочные данные по урожайности конкретного ягодника.

**Выводы.** 1. Изученные насаждения обладают достаточно большими запасами ягод черники обыкновенной, которые могут представлять интерес для организации промышленных заготовок. Ежегодно производится по 5,1 - 42,6 кг/га ягод данного вида.

2. Промысловые брусничники в смежных к Свердловской области регионах обладают значительно большей урожайностью.

3. В связи со значительным разбросом показателей запасов дикорастущих ягод черники и брусники даже в пределах одного типа леса для производственных целей в районе исследования необходимо проведение детальных натурных работ по определению урожайности дикорастущих ягодников.

4. Установлены тесные корреляционные зависимости между надземной фитомассой в абсолютно сухом состоянии и среднегодовой урожайностью черники и брусники. Эти связи могут быть использованы для определения среднегодовой урожайности ягод в условиях спелых и перестойных темнохвойных насаждениях района исследования.

#### Библиографический список

1. Астрологова Л.Е. Урожайность черники в сосняках черничных Архангельской области // Лесной журнал. – 1992. – № 4. – С. 74-78.
2. Годовалов Г.А., Залесов С.В. Коростелёв А.С. Недревесная продукция леса: 4-е издание, перераб. и доп. – Москва: Изд-во Юрайт, 2018. – 351 с.
3. Данилов М.Д. Способы учёта урожайности и выявление ресурсов дикорастущих плодово-ягодных растений и съедобных грибов: метод. пособие; Марийский политехнический институт имени М. Горького. – Йошкар-Ола, 1973. – 86 с.
4. Егорова Н.Ю., Шлыкова Д.А., Егошина Т.Л. Эколого-фитоценотическое разнообразие и ресурсная характеристика ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* L. в южно-таёжных

лесных Кировской области // Экология родного края: проблемы и пути их решения. – Киров: Вятский гос. университет, 2017. – С. 91 - 95.

5. Малиновских А.А. Влияние уровня освещенности под пологом леса на урожайность брусники в условиях Средне-Обского бора Алтайского края // Вестник АГАУ. – 2016. – №4 (138). – С. 105-109.

6. Олешко Г.И., Донцов Н.А., Борисова, Н.А. Запасы дикорастущих лекарственных растений в юго-западных районах Свердловской области // Растит. Ресурсы, 1985. – Т. 21. Вып 4. – С. 411–417.

7. Основы фитомониторинга: учеб. пособие: изд. 2-е, дополненное и переработанное / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 89 с.

8. Состояние и перспективы использования недревесных ресурсов леса: сб. ст. Международная научно-практическая конференция; Кострома, 10–11 сентября 2013. – Пушкино: ВНИИЛП, 2014. – 208 с.

9. Турышев А.Ю. Методические подходы применения современных информационных технологий в лекарственном ресурсоведении // Современные проблемы науки и образования, 2015. – №4. – С. 563-569.

10. Учёт и использование ресурсов полезных растений лесов Южной Карелии / Н.М. Щербачев, В.И. Саковец, А.А. Кучко, Н.П. Зайцева, Т.Г. Воронова, Т.В. Белоногова. – Петрозаводск: Кар. филиал АН СССР, 1982. – 38 с.

1. Astrologova L.E. the Yield of bilberry in bilberry pine forests of Arhangelsk region. *Lesnoy zhurnal*. 1992. No 4. pp. 74-78 [in Russian]

2. Godovalov G.A., Zalesov S.V. Korostelev A.S. Non-wood products of the forest. Moscow.Yurayt publishing house. 2018. 351 p. [in Russian]

3. Danilov M.D. Ways to account for productivity and identify resources of growing fruit and berry plants and edible mushrooms: Method. Manual. Yoshkar-Ola. 1973. 86 p. [in Russian]

4. Egorova N.Yu., Shlykova D.A., Yegoshina T.L. Ecological and phytocenotic diversity and resource characteristics of *Vaccinium myrtillus* L. cenopopulations in the southern taiga forests of the Kirov region. *Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti ikh*

resheniya. Kirov. Vyatka State University. 2017. pp. 91-95 [in Russian]

5. Malinovsky A.A. Effect of light level under the canopy on the yield of cranberries in conditions of Middle-Ob Bor in Altai Krai. *Vestnik AGAU*. 2016. No 4 (138). pp. 105-109 [in Russian]

6. Oleshko G. I., Dontsov N. A., Borisova, N.A. Reserves of wild medicinal plants in the South-Western regions of the Sverdlovsk region. *Rastit. Resursy*. 1985. Vol 21. Issue 4. pp. 411-417 [in Russian]

7. Bunkova N.P., Zalesov S.V., Zoteeva E.A., Magasumova A.G.. The basics of phytomonitoring: Proc. manual. Yekaterinburg: Ural. State Forest Eng. Univ. 2011. 89 p. [in Russian]

8. State and prospects of using non-wood

forest resources: collection of articles (international scientific and practical conference; Kostroma, September 10-11, 2013). Pushkino. VNIILM. 2014. 208 p. [in Russian]

9. Turyshev A.Yu. Methodological approaches to the application of modern information technologies in medicinal resource studies. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015. No 4. pp. 563-569 [in Russian]

10. Shcherbakov N.M., Sakovets V.I., Kuchko A.A., Zaitseva N.P., Voronova T.G., Belonogova T.V. Accounting and use of resources of useful plants in the forests of southern Karelia. Petrozavodsk. Kar. Branch of the USSR Academy of Sciences, 1982. 38 p. [in Russian]

УДК 630\*181.351

DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.022

**Е.М. Рунова, И.А. Гарус, А.Н. Мухачева**

### **СОСТОЯНИЕ PINUS SYLVESTRIS L. В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

**Ключевые слова:** *Pinus sylvestris* L., ствол, импульсный томограф Arbotom®, состояние древесины.

Целью работы являлась инструментальная оценка состояния городских древесных насаждений г. Братска (на примере сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L.) с использованием методов импульсной томографии и оценка их эффективности математическими методами. Измерения проводились с использованием импульсного томографа Arbotom® фирмы Rinntech® на трех пробных площадях в разных частях города с различными условиями рекреационной нагрузки, типов условий произрастания. Городские зеленые насаждения составляют ориентировочно 25,9% общей территории города Братска. Достаточно большая часть древесной растительности Братска имеет естественное происхождение, то есть является сохраненными при проектировании и строительстве города участками лесного массива. Основу видового состава дендроценозов жилых районов города составляют: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb.), береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.), осина (*Populus tremula* L.). Тип леса определить невозможно из-за высокого уплотнения почвы и отсутствия характерного для леса живого напочвенного покрова. Методика исследований заключалась в закладке пробных площадей с количеством деревьев от 100 до 850 по общепринятым методикам с определением основных таксационных показателей. На пробных площадях исследовались модельные деревья сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с использованием томографа. Всего было обследовано 25 модельных деревьев различного жизненного состояния и качества ствола и кроны, а также толщины модельных деревьев. Полученные в ходе измерений данные обрабатывались методом кластерного анализа. На основании полученных результатов были сделаны выводы о наличии внутренних пороков во всех исследованных модельных деревьях (12,15-78,93%) и общей угнетенности древесной растительности рассматриваемых пробных площадок, сходных по структуре внутренним разбросом значений в выборках, что говорит об общем сходстве данных насаждений между собой по уровню рекреационной нагрузки.