

УДК 630\*174.754:630\*259

В.И. Пономарев, О.В. Толкач, А.В. Тукачева и соавт.; ФНО «XXI век»

# СОСТОЯНИЕ ВНУТРИГОРОДСКИХ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ *PINUS SYLVESTRIS* L. В ЕКАТЕРИНБУРГЕ

**В.И. Пономарев, О.В. Толкач, А.В. Тукачева,  
В.В. Напалкова, Г.И. Клобуков**

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Эл. почта: [v\\_i\\_ponomarev@mail.ru](mailto:v_i_ponomarev@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 28.06.2020, принята к печати 07.12.2020

Проведен анализ и дана оценка состояния сосновых насаждений, произрастающих во внутригородской среде г. Екатеринбурга в условиях ежегодно нарастающего антропогенного воздействия. Сложившаяся ситуация приводит к повышению риска падения деревьев и опасности потери уникальных городских сосновых насаждений. Объект исследования – внутригородское чистое сосновое насаждение площадью около 4 га. Установлено, что снижение устойчивости сосновых древостоев на городской территории является следствием воздействия комбинации ряда факторов: изменение гидрологического режима лесного участка, механические повреждения деревьев при строительстве, поражение стволовой гнилью. С увеличением класса возраста деревьев процент гнили как на высоте ствола 1,3 м, так и у корневой шейки возрастает с преобладанием площади поражения на высоте 1,3 м. Абсолютные значения годичного радиального прироста не зависят от повреждения грибом сосновая губка *Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil. Установлена статистически значимая связь между инфицированием растений и высокочастотными характеристиками радиального прироста. На сегодняшний день в городском законодательстве нет четко разработанных диагностических шкал для оценки на ранних стадиях аварийности сосновых деревьев, в том числе со скрытой гнилью, что приводит к необходимости акцентировать внимание на данной проблеме. Результаты исследований могут быть учтены при принятии управленческих решений по уходу, оценке и прогнозированию состояния фрагментарных внутригородских сосновых насаждений в урбозо системах Екатеринбурга.

**Ключевые слова:** сосновые насаждения, санитарное состояние, аварийные деревья, стволовая гниль, сосновая губка.

## CONDITIONS OF INNER-CITY NATURAL PLANTATIONS OF THE PINE *PINUS SYLVESTRIS* L. IN YEKATERINBURG

**V.I. Ponomarev, O.V. Tolkach, A.V. Tukacheva, V.V. Napalkova, G.I. Klobukov**

Botanic Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

E-mail: [v\\_i\\_ponomarev@mail.ru](mailto:v_i_ponomarev@mail.ru)

The article presents an analysis and assessment of the conditions of pine plantations in the intracity environment of Yekaterinburg city under annually increasing anthropogenic impact. The current situation increases the risks of tree falling and of losing unique urban pine stands. Examined were the intracity pure pine stands occupying about 4 hectares. The decreased stability of pine stands results from the combination of several factors: changes in the hydrological regime of the area, mechanical damage to trees during construction works, and damage caused by the trunk rot. With increasing age class of trees, the percentages of rot at 1.3 m of trunk height and at the root collar increase, predominantly at the height of 1.3 m. The absolute values of annual radial growth do not depend on damage by the red ring rot *Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil. A statistically significant relationship between plant infection and high-frequency characteristics of radial growth has been found. To date, the relevant municipal legislation does not include properly developed diagnostic scales for assessing the accident risk of pine trees at its early stage, including that related to unapparent rot. This deficiency warrants focusing on this problem. The results of the present study should be taken into account when making management decisions concerning care for and assessment and forecasting of the conditions of fragmentary intracity pine stands in the urban ecosystem of Yekaterinburg.

**Keywords:** pine stands, sanitary condition, emergency trees, trunk and root rot, red ring rot.

### Введение

Площадь естественных лесных массивов лесопарковой зоны Екатеринбурга в 2008 году составляла

14,9 тыс. га. Зеленое кольцо из 15 лесопарков, подобных которым не имеет ни один другой город России, представляет собой исключительно мощный и техни-

чески незаменимый биологический фильтр города<sup>1</sup>. В настоящее время его площадь сократилась до 10264 га (ведомственные материалы, формы государственного лесного реестра (ГЛР) № 2 и 5).

Основу этих лесных массивов составили леса вокруг и внутри Екатеринбурга, сбереженные благодаря дальновидности основателей города В.И. Татищева и В.И. де Геннина. В 1722 году В.И. Татищевым составлена первая для Урала инструкция «О сбережении лесов», доработанная в «Заводском уставе»: «...Леса рубить всем воспретить под жестоким наказанием... В 15 верстах от заводов стоячего леса на дрова и избы не рубить, а довольствоваться валежником...» В 1728 году В.И. де Геннин учредил должность лесного надзирателя, «...которому в бережении лесов... по инструкции, чтобы от заводов в 20 верстах рубить ни за что не дерзать под штрафом за всякое дерево». В 1943 году все городские леса были переведены в неэксплуатируемую группу [4].

В лесопарках преобладают хвойные насаждения. Их доля по данным на 21.12.2018 (ведомственные материалы, формы ГЛР № 2 и 5) составляет около 75%.

<sup>1</sup> Постановление главы Екатеринбурга № 2391 от 20.06.2008 «Об утверждении Перечня парков и скверов муниципального образования “город Екатеринбург” для организации особо охраняемых природных территорий местного значения».

Преимущественно это средне- и высокополнотные сосняки II класса бонитета, IV–VII классов возраста (табл. 1).

Большинство лесопарков находятся под правовой охраной как особо охраняемые природные территории<sup>1</sup>. Основная их часть представлена спелыми и перестойными насаждениями. О необходимости разработки мер по их сохранению и реконструкции специалисты писали неоднократно [1, 10, 11].

В то же время значительная часть естественных сосновых насаждений при расширении города в 60–80-х годах оказалась изолированной от лесопарков. Обобщенные сведения о площадях и состоянии этих массивов отсутствуют, они принадлежат учреждениям с различной формой собственности, а уход за ними не курируется специализированными организациями. Таксационные характеристики этих насаждений в возрастном отношении соответствуют преобладающим соснякам лесопарков.

В связи со значительным возрастом насаждений участились случаи падения деревьев в этих массивах во время штормовых ветров, что приводит к материальному ущербу и угрожает жизни и здоровью горожан.

В настоящее время уход за насаждениями регламентируется «Правилами создания, содержания и охраны зеленых насаждений на территории муниципально-

Табл. 1.

Распределение площади хвойных насаждений лесопарков по классам бонитета, возраста, полноте

Класс бонитета	Площадь, га/%	Полнота	Площадь, га/%	Класс возраста	Площадь, га/%	
					общая	в т. ч. сосняки
II и выше	<u>5328,7</u> 68,78	0,3–0,4	<u>338,9</u> 4,37	I	<u>82,9</u>	<u>68,7</u>
					1,07	0,89
III	<u>2256,1</u> 29,12	0,5	<u>694,5</u> 8,96	II	<u>41,8</u>	<u>37</u>
					0,54	0,48
IV	<u>151,3</u> 1,95	0,6	<u>1568,7</u> 20,25	III	<u>789,2</u>	<u>767,7</u>
					10,19	9,97
V	<u>11</u> 0,15	0,7	<u>2532,9</u> 32,69	IV-V	<u>2099,6</u>	<u>2099,6</u>
					27,1	27,26
V <sup>A</sup> -V <sup>B</sup>	— —	0,8	<u>1671</u> 21,57	VI	<u>3721</u>	<u>3716,9</u>
		0,9–1,0	<u>941,1</u> 12,15	VII и выше	<u>1012,6</u> 13,07	<u>1012,6</u> 13,15
ИТОГО:			<u>7747,1</u> 100		<u>7702,5</u> 100	

го образования «город Екатеринбург»<sup>2</sup>. В этом документе отсутствует определение понятия «аварийное дерево», хотя оно упоминается в пункте 15 (глава 4), где регламентируется запрет на самостоятельный снос таких деревьев. В законодательных актах Администрации Екатеринбурга отсутствуют нормативные документы, регламентирующие показатели аварийности деревьев, не определено и само понятие «аварийное дерево».

Такое определение дано в федеральных документах<sup>3</sup>. Аварийные деревья – деревья со структурными изъянами (наличие дупел, гнилей, обрыв корней, опасный наклон), способными привести к падению всего дерева или его части и причинению ущерба населению или государственному имуществу и имуществу граждан (7-я категория состояния). Однако в данном определении отсутствуют количественные признаки. В то же время такие нормативные документы приняты в ряде других городов, в частности, в Москве<sup>4</sup>.

Сложившаяся ситуация приводит к повышению риска падения деревьев и опасности потери уникальных городских сосновых насаждений. Наглядным примером такой опасности служит ситуация с сосновыми насаждениями на земельном участке ГБУ СО «Сверд-

<sup>2</sup> Правила создания, содержания и охраны зеленых насаждений на территории муниципального образования «город Екатеринбург». URL <http://docs.cntd.ru/document/895279998>

<sup>3</sup> Постановление Правительства РФ от 20.05.2017 № 607 «О Правилах санитарной безопасности в лесах». URL <http://ivo.garant.ru/#/document/71685642/paragraph/107>

<sup>4</sup> Постановление Правительства Москвы № 822-ПП от 30.09.2003. URL [http://mosopen.ru/document/822\\_pp\\_2003-09-30](http://mosopen.ru/document/822_pp_2003-09-30)

ловская областная клиническая больница № 1» (далее больница № 1). В течение вегетационного сезона 2018 года здесь было зафиксировано неоднократное падение деревьев сосны (бурелом) под воздействием штормовых ветров.

Цель настоящей работы – оценить лесопатологическую ситуацию во внутригородском фрагменте леса, выявить возможные факторы, влияющие на изменение его санитарного состояния, для формирования рекомендаций по минимизации аварийных ситуаций, прогноза долговременности существования сосновых насаждений в урбоэкосистемах Екатеринбурга и их реконструкции.

## ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования стало внутригородское чистое сосновое насаждение площадью около 4 га (320 деревьев). В начале 1970-х годов в насаждении начались строительные работы по возведению больничных корпусов, что привело к фрагментации насаждений и механическим повреждениям деревьев. В этот период возраст деревьев был в диапазоне от 28 до 125 лет, с преобладанием деревьев III–IV классов возраста. В настоящее время древостой имеет IV–VII класс возраста, II класс бонитета, среднюю высоту – 25 м и средний диаметр 37 см на высоте 1,3 м (рис. 1). С 2018 года в насаждении появляются единичные буреломные деревья. Дальнейшее падение деревьев может представлять угрозу для жизни и здоровья людей, посещающих больницу, или отдыхающих, а также для инфраструктуры организации.



Рис. 1. Насаждение *Pinus sylvestris* L. на территории больницы

При исследовании проведена оценка санитарного состояния деревьев по 7-балльной шкале в соответствии с Правилами санитарной безопасности в лесах, утвержденных постановлением Правительства РФ<sup>3</sup>. Выполнен обмер диаметра каждого дерева на высоте 1,3 м и замерены высоты. При помощи GPS-приемников определены координаты каждого дерева для проведения картирования насаждения. Возрастным буровом на высоте ствола 1,3 м отобраны керны у 31 дерева.

Ширина годичных колец, наличие гнили, ее протяженность, стадии разложения древесины и временной период, затронутый гнилью, измеряли на полуавтоматической установке LINTAB-6 (с точностью 0,01 мм). Анализ динамики годичного радиального прироста у здоровых и пораженных деревьев проводился методом выделения высокочастотной составляющей [7]. Нормированное среднеквадратическое отклонение высокочастотной компоненты (нормированная амплитуда ряда) годичного радиального прироста дерева определялось как отношение среднеквадратического отклонения высокочастотной компоненты к среднему радиальному приросту за годы после строительства.

После проведения рубки обследовали пни. Измеряли их диаметры (с севера на юг и с запада на восток), площадь гнили в процентном отношении от площади пня и степень деструкции древесины (свежая или старая гниль). Диагностическими признаками для отнесения в категорию «свежая» гниль служили незначительное изменение цвета ядровой древесины и

сохранение механической прочности и целостности древесного волокна. Соответственно «старая» гниль характеризовалась красно-бурой окраской, разрушением древесины и отчетливо просматриваемыми белыми пятнами целлюлозы в ней. Дальнейшая интерпретация полученных данных проводилась с использованием программы STATISTICA 8.

## Результаты

При проведении лесопатологического обследования насаждения установлено, что средневзвешенное санитарное состояние древостоя соответствует категории 2,2, то есть древостой относится к ослабленному. Большинство деревьев в насаждении имели один или несколько типов повреждений, процентное распределение которых приведено на рис. 2. Визуально здоровые деревья составляют 35,9%, или 115 штук. Порядка 18% деревьев были рекомендованы к вырубке, из них деревья, которые явно необходимо вырубать, относятся к 4–6 категориям санитарного состояния. Их количество составляет 13 деревьев, или 4%. Остальные либо имели градус наклона ствола больше 10, либо были повреждены грибом сосновая губка *Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil.

Поражение стволовой гнилью представляет серьезную угрозу безопасности, так как, с одной стороны, у дерева часто могут отсутствовать внешние признаки поражения, а с другой – при ветре слом и падение дерева может привести к жертвам среди населения. Провоцирует инфицирование деревьев нарушение целостности коры и заболонной части древесины, что

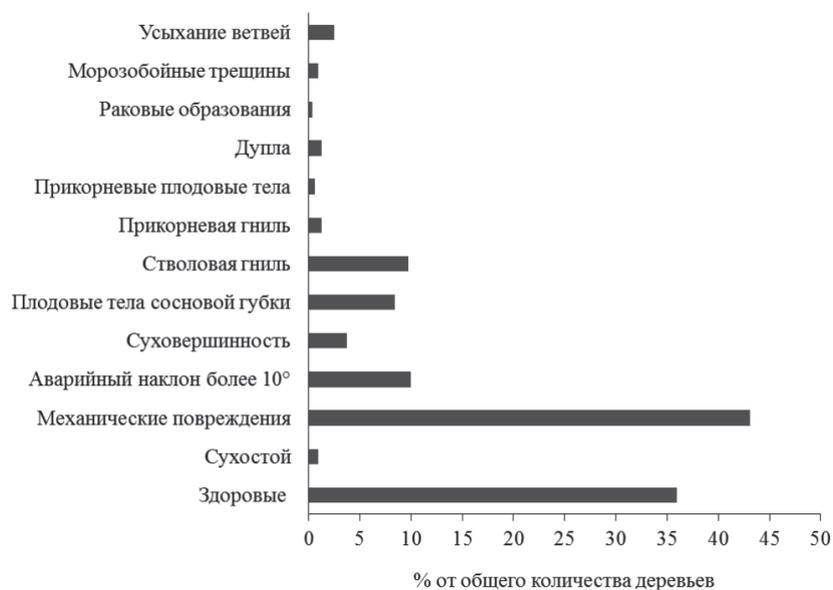


Рис. 2. Основные типы повреждений деревьев сосны

приводит к беспрепятственному проникновению патогенов в ядровую древесину и развитию в ней гнили. В исследуемом древостое механические повреждения встречаются наиболее часто. Они составляют 43,1% общего количества повреждений и, судя по давности поранения, скорее всего были нанесены в период застройки. В этот же период возможно и были инфицированы деревья в возрасте 40 лет и старше. По литературным данным известно, что более молодые деревья (до 40 лет) имеют онтогенетическую (ростовую) устойчивость к заражению [2]. Причина возрастной избирательности гриба заключается в том, что мицелий продвигается к ядру ствола и развивается там, так как в заболони смола препятствует его жизнедеятельности. У сосны ядровая древесина начинает формироваться в среднем с 25 лет [5] и, следовательно, в стволах молодых деревьев нет условий для роста грибницы. Таким образом, часть деревьев в исследуемом насаждении избежала заражения в период застройки. Идентификация наличия стволовой гнили нами проводилась по плодовым телам *Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil. на стволах, что свидетельствует не только о поражении дерева, но и о том, что болезнь носит затяжной характер [6], а при отсутствии плодовых тел – по древесным кернам. Таким образом,

гниль была выявлена у части деревьев второго класса санитарного состояния, без визуальных признаков поражения.

Кроме механических повреждений, приводящих к заражению спорами гриба, спровоцировать развитие стволовой гнили могло изменение гидрологических условий в результате строительства корпусов больницы и прилегающей дорожной инфраструктуры, что наглядно представлено на рис. 3. Процент выборки деревьев в рубку на участках, расположенных в непосредственной близости от стен больницы со стороны ул. Волгоградской, составил от 24 до 48%, из них 82% деревьев были отведены в рубку по причине обширной стволовой гнили, в то время как аналогичный показатель на остальной территории не превышал 20%, из них только 40% деревьев – по причине обширной стволовой гнили. При этом доля деревьев с механическими повреждениями ствола на этих участках не различалась – 43 и 46% соответственно от всех обследованных деревьев.

По литературным данным [2, 9] известно, что с увеличением возраста древостоя увеличивается количество деревьев, зараженных *Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil. С увеличением возраста пораженного дерева также усиливается экспансия гриба. По нашим данным,

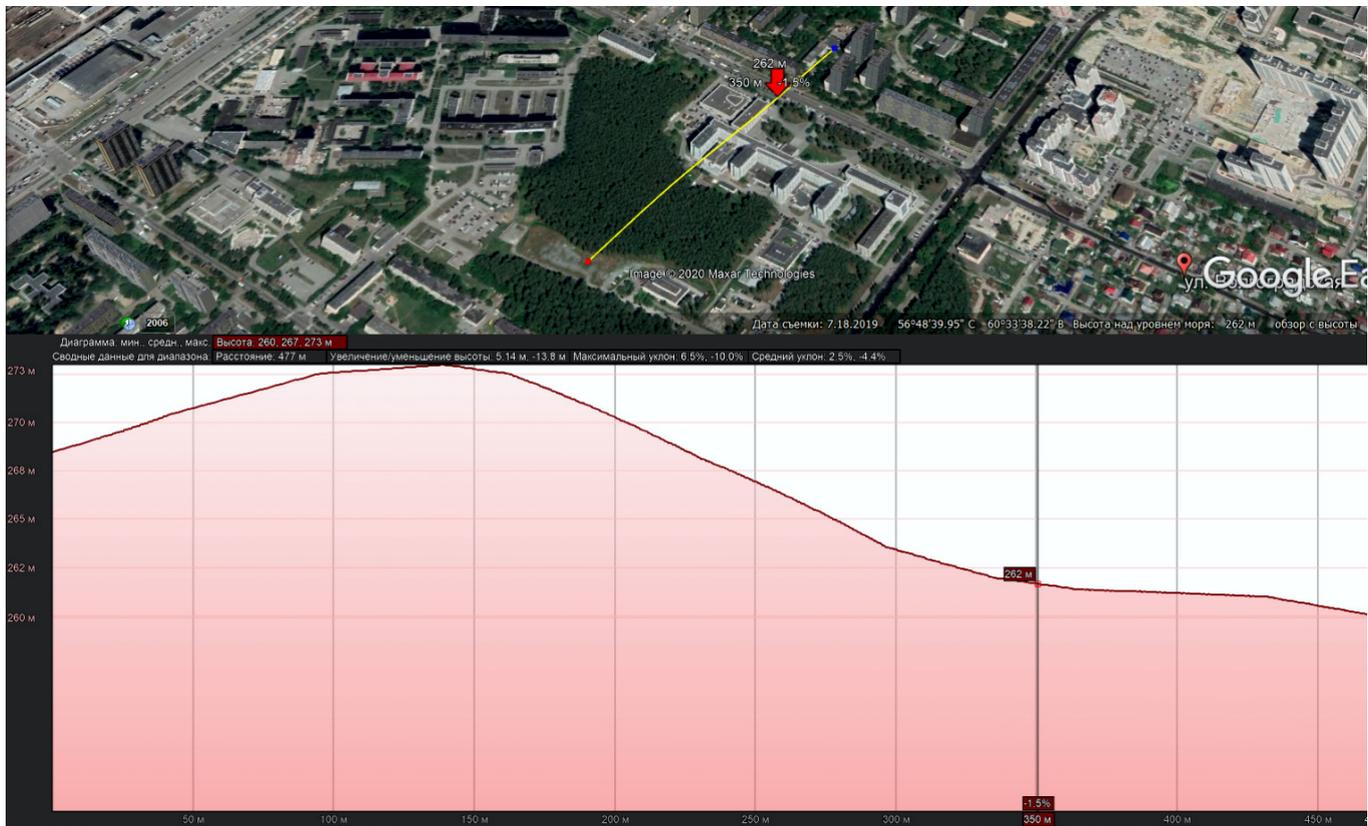


Рис. 3. Профиль рельефа опытного участка (источник: Google Earth Pro)

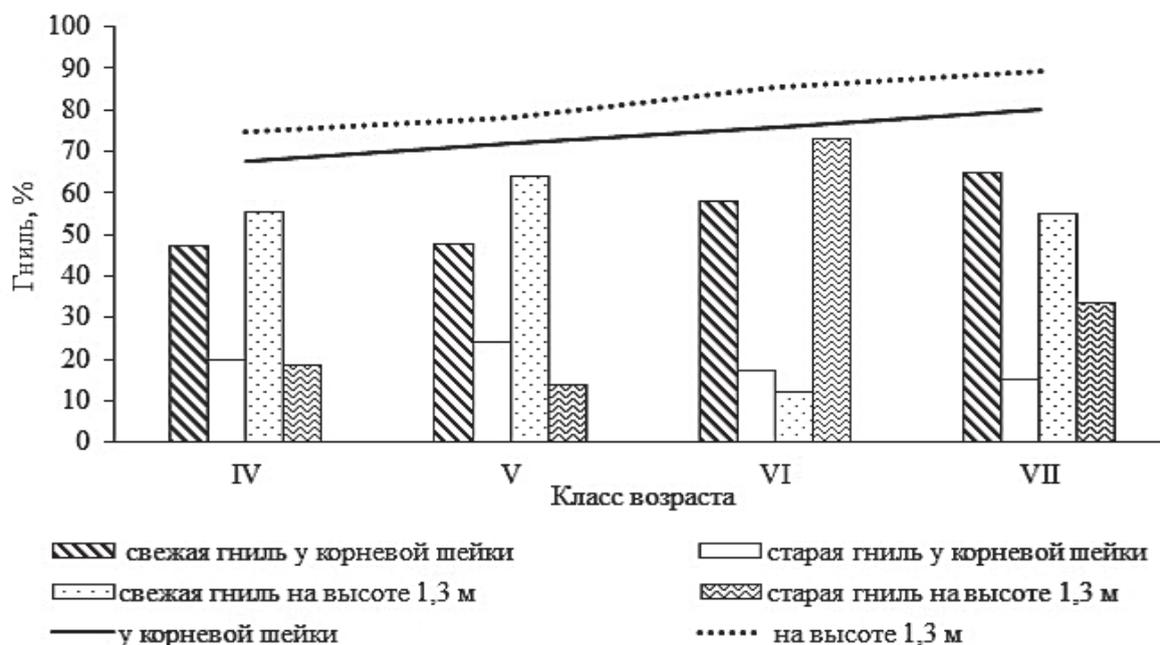
гниль захватывает от 65% в VI классе возраста, до 88% – в VIII классе радиуса ствола (без коры) на высоте 1,3 м. Более детально распределение свежей и старой гнили в стволах деревьев разного возраста в зависимости от ее местоположения представлено на рис. 4. Как следует из полученных данных, с увеличением класса возраста процент гнили возрастает как на высоте ствола 1,3 м, так и у корневой шейки. Во всех случаях данный показатель превышает 65%. Отмечается, что у деревьев всех классов возраста старая гниль на высоте ствола 1,3 м преобладает по сравнению с аналогичным показателем у основания дерева. Последнее, скорее всего, указывает либо на места начального инфицирования, либо на разную скорость распространения гнили вверх и вниз по стволу [6]. Кроме того, следует отметить, что деревья IV и V классов возраста в период застройки относились к II и III классам, и инфицирование, и распространение гнили протекали с временным отрывом от более старых особей.

В исследуемом древостое плодовые тела *Phellinus pini* (Thore et Fr.) Pil. в большинстве случаев сосредотачивались в нижней части стволов. Однако с целью диагностики поражения грибом деревьев без выхода его плодовых тел рекомендуется использовать отбор кернов на высоте 1,3 м.

На пнях четко просматривается пестрая гниль коррозийного типа с неравномерным ростом как по радиусу, так и по окружности (рис. 5).

Как уже отмечалось выше, болезнь имеет скрытый характер, поскольку не повреждается заболонь и не наблюдается снижения радиального прироста [2, 3]. Более того, в пределах одного класса возраста количество зараженных деревьев увеличивается с возрастанием диаметра дерева [2, 9]. Нами проведен сравнительный анализ динамики годичного радиального прироста здоровых и пораженных деревьев. Установлено, что по абсолютной величине годичного радиального прироста как до начала строительных работ, так и в последующий период достоверно значимые различия не наблюдаются ( $p < 0,05$ ). До начала стройки он составил у зараженных и здоровых деревьев 1,19 и 1,26 мм, в следующий период – 0,71 и 0,59 мм соответственно, в целом от начала онтогенеза до 2018 года – 0,98 и 0,95 мм. Снижение радиального прироста с течением времени – это естественный возрастной тренд.

Поскольку анализ абсолютных значений радиального прироста не дал определенных результатов, был использован метод выделения высокочастотной составляющей [7] радиального прироста. Высокочастотная часть спектра колебаний годичного радиального прироста рассматривается как отклик организма на нестандартные внешние факторы. Таким образом, высокочастотная часть спектра колебаний радиального прироста вызывается внешними факторами, превосходящими по своим показателям среднегодовые. Расчеты показали, что величина высокочастотных колебаний радиального прироста увеличилась с момента



**Рис. 4.** Усредненные данные процентного распределения гнили в стволах и у корневой шейки деревьев различного класса возраста



Рис. 5. Пестрая гниль коррозийного типа на пнях *Pinus sylvestris* L.

застройки как у не инфицированных деревьев, так и у пораженных гнилью. Она составила по периодам до и после начала стройки 0,31 и 0,33, 0,34 и 0,36 колебаний в год соответственно. Таким образом, подвержены заражению были деревья с более активной реакцией латеральных ростовых процессов на внешние факторы. При рассмотрении сочетания показателей высокочастотной составляющей и нормированного среднеквадратического отклонения высокочастотной компоненты радиального прироста (средняя амплитуда ряда) установлено, что после строительства большая часть инфицированных деревьев имеет высокочастотную составляющую годового радиального прироста, равную или большую 0,3, а нормированную амплитуду ряда – от 0,17 до 0,3. Для количественной статистической оценки различия распределения деревьев по данным параметрам радиального прироста больных и здоровых деревьев была построена таблица сопряженности  $2 \times 2$ . Анализ таблицы показал достоверно значимую связь ( $p < 0,05$ ) между развитием гнили и высокочастотными характеристиками радиального прироста. Величина хи-квадрат равна 29,93. Некоторая парадоксальность полученного результата состоит в том, что, по нашим данным и литературным источникам [7, 8], при повреждении ассимиляционного аппарата наиболее устойчивы к дефолиации деревья именно с приведенными выше высокочастотными параметрами радиального прироста. Возможно, эти деревья менее смолопродуктивны, так как известно, что большое количество смолы в тканях препятствует развитию грибницы. Возможно, существуют другие причины. В настоящий момент сложно интерпретировать полученный эффект, но данные позволяют предположить, что по характеристикам высокочастотной составляющей радиального прироста можно прогнозировать восприимчивость деревьев к заражению сосновой губкой.

Дополнительно следует отметить, что практически у всех пораженных деревьев слой приблизительно из 30 наиболее поздних по времени годовых колец не затронут грибницей. Следовательно, эта зона ксилемы является достаточной для обеспечения метаболизма растения.

Таким образом, в г. Екатеринбурге существуют фрагменты естественных лесных насаждений, по отношению к которым не выработаны нормативные акты или регламенты по их содержанию и уходу. К этим объектам, с одной стороны, нельзя подходить с такими же мерками, как к городскому декоративному или санитарно-защитному озеленению или как к большим лесным массивам, работы в которых регламентируются лесным законодательством. В то же время эти фрагменты леса представляют большую ценность для оздоровления городской среды, а при соответствующем уходе и незначительном благоустройстве – как рекреационные зоны.

Исходя из всего вышесказанного, можно резюмировать, что пример с насаждениями Городской больницы № 1 показывает, что в ближайшее время крайне необходимы принятие Администрацией Екатеринбурга нормативных документов по оценке жизнеспособности деревьев, проведение инвентаризации естественных сосняков в черте Екатеринбурга и разработка мер по реконструкции этих насаждений. Иначе в ближайшие десятилетия город может лишиться уникальных насаждений, сберегавшихся не одним поколением лесоводов и выполняющих важнейшую средозащитную и рекреационную роль.

### Выводы

Естественные сосновые насаждения в урбоэкосистемах мегаполиса являются важным экологическим каркасом. В настоящий момент они испытывают высокую антропогенную нагрузку, что приводит к быстрому снижению выполняемых ими экологических

функций и устойчивости самих деревьев к неблагоприятным погодным явлениям.

Снижение устойчивости сосновых древостоев на городской территории является следствием воздействия ряда факторов, среди которых можно выделить нарушение гидрологического режима территории и механические повреждения деревьев при строительстве зданий и дорожной инфраструктуры.

Ввиду необратимого процесса снижения устойчивости сосновых древостоев с увеличением возраста необходимо проработать дальнейший план их реконструкции. При этом первоочередной задачей является принятие нормативных документов, позволяющих адекватно оценивать санитарное состояние и степень аварийности этих древостоев.

## Литература

### Список русскоязычной литературы

1. Аткина ЛИ, Булатова ЛВ. Нормирование и размещение озелененных территорий общего пользования г. Екатеринбурга. Пермский аграрный вестник. 2017;4(20):146-52.
2. Ванин СИ. Лесная фитопатология. М.-Л.: Государственное лесотехническое издательство; 1948.
3. Демидко ДА, Кривец СА, Бисирова ЭМ. Связь радиального прироста и жизненного состояния у деревьев кедра сибирского. Вестник Томского государственного университета. Биология. 2010;(4):68-80.
4. Екатеринбург. Энциклопедия. Екатеринбург: Академкнига; 2002.
5. Колпиков МВ. Лесоводство с дендрологией. М.-Л.: Гослесбумиздат; 1954.
6. Синадский ЮВ. Сосна. Ее вредители и болезни. М.: Наука; 1983.
7. Суховольский ВТ, Артемьева НВ. Радиальный прирост хвойных как прогнозный показатель их устойчивости к повреждению филлофагами. Лесоведение. 1992;(3):33-9.
8. Толкач ОВ, Соколов СЛ, Шнайдер А. Реакция годичного радиального прироста на внешние условия в зависимости от степени толерантности березовых древостоев. Лесной журнал. 2007;(3):14-20.
9. Чураков БП, Кандрашкин АИ. Зараженность древостоев сосны сосновой губкой в различных типах леса и ее влияние на выход деловой древесины. Лесной журнал, 2009;(3):37-41.
10. Шавнин СА, Веселкин ДВ, Воробейчик ЕЛ, Галако ВА, Власенко ВЭ. Факторы трансформации сосновых насаждений в районе города Екатеринбурга. Лесоведение. 2015;(5):346-55.
11. Шевелина ИВ, Метелев ДВ, Нагимов ЗЯ. Динамика лесоводственно-таксационных показателей насаждений лесопарков города Екатеринбурга. Успехи современного естествознания. 2016;(6):125-31.

### Общий список литературы/Reference List

1. Atkina LI, Bulatova LV. [Regulation and placing of public green spaces of Yekaterinburg]. Permskiy Agrarnyi Vestnik. 2017;4(20):146-52. (In Russ.)
2. Vanin SI. Lesnaya Fitopatologiya. [Forest Phytopathology]. Moscow-Leningrad: Gosudarstvennoye Lesotekhnicheskoye Izdatelstvo; 1948. (In Russ.)
3. Demidko DA, Krivets SA, Bisirova EM. [Association between the radial increment and vitality of Siberian stone pine]. Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta Biologiya. 2010;(4):68-80. (In Russ.)
4. Yekaterinburg. Entsiklopediya. Yekaterinburg: Akademkniga; 2002. (In Russ.)
5. Kolpikov MV. Lesovodstvo s Dendrologiyey. [Forestry and Dendrology]. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat; 1954. (In Russ.)
6. Sinadsky YuV. Sosna, Yeyo Vrediteli i Bolezni. [The Pine. Its Pests and Diseases]. Moscow: Nauka; 1983. (In Russ.)
7. Sukhovolskiy VG, Artemyeva NV. Evaluation of conifer resistance against the damage of stem radial increment by phyllophagous insects. Lesovedeniye. 1992;(3):33-9. (In Russ.)
8. Tolkach OV, Sokolov SL, Shneider A. [Response of annual radial increment to environment depending on the degree of birch stands tolerance]. Lesnoy Zhurnal. 2007;(3):14-20. (In Russ.)
9. Churakov BP, Kandrashkin AI. [The contamination of pine stands by pine fungus in different forest types and its influence on timber yield]. Lesnoy Zhurnal. 2009;(3):37-41. (In Russ.)
10. Shavnin SA, Veselkin DV, Vorobeichik YeL, Galako VA, Vlasenko VE. Transformation factors of pine plantations in around the city of Yekaterinburg. Lsovedeniye. 2015;(5):346-55. (In Russ.)
11. Shevelina IV, Metelev DV, Nagimov ZYa. [Dynamics of silvicultural and taxation parameters of the stands in woodland parks in the city of Yekaterinburg]. Uspekhi Sovremennogo Yestestvoznaniya. 2016;(6):125-31. (In Russ.)