

УДК 674.048

А. Ю. Бовтрель¹, И. К. Божелко¹, П. С. Нехведович², И. В. Генюш¹¹Белорусский государственный технологический университет²ООО «ДиДиЕгрупп»**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОВЛАГОЗАЩИТНЫХ ПРЕПАРАТОВ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ И ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

В силу своего природного происхождения, древесина подвержена воздействию грибов, водорослей, насекомых и т. д. Грибы являются одними из самых распространенных вредителей в природе. Их развитию способствуют температура 5–30°C и влажность более 22%. На первой стадии поражения древесины появляются плесневые грибы. Они образуют налет на поверхности древесины. Затем начинают развиваться деревоокрашивающие грибы. Они окрашивают древесину. А завершают процесс разрушения дереворазрушающие грибы. Они вызывают сильное гниение древесины. Ранее наиболее распространенными методами защиты были обжигание, «запечатывание» смолой, покрытие воском, просмаливание льняным или подсолнечным маслом. Подобные технологии использовались долгое время, но в XIX в. появился первый химический консервант креозот. Кроме креозота для защиты столбов использовали пентахлорфенол. Его получали из хлора и фенола. В XX в. яды сменились доступными и недорогими соевыми пропитками. В современном мире для защиты древесины и изделий из нее, а также для увеличения срока эксплуатации используют разные защитные средства. Однако многие из них могут оказывать различные вредные действия как на человека, так и на окружающую среду. Также существует ряд проблем, связанных с задержанием антисептика непосредственно в самой древесине. В статье проведен анализ биовлагозащитных составов, распространенных на территории Беларуси и России. Было выделено две основные группы: пленочные (толстопленочные, тонкопленочные) и беспленочные. Особый интерес для исследования представляют составы, имеющие тонкопленочное покрытие, а также беспленочные. Сделана сравнительная оценка эффективности против деревоокрашивающих и плесневых грибов.

Ключевые слова: древесина, биозащита, домостроение, грибы, антисептик, биостойкость, влагостойкость.

Для цитирования: Бовтрель А. Ю., Божелко И. К., Нехведович П. С., Генюш И. В. Исследование современных биовлагозащитных препаратов для обработки древесины и деревянных конструкций // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2024. № 2 (282). С. 187–193.

DOI: 10.52065/2519-402X-2024-282-23.

A. Yu. Bovtrel¹, I. K. Bazhelka¹, P. S. Nekhviadovich², I. V. Genyush¹¹Belarusian State Technological University²LLC “DiDiEgroup”**RESEARCH OF MODERN BIO-MOISTURE PROTECTIVE PREPARATIONS
FOR PROCESSING WOOD AND WOODEN STRUCTURES**

Due to its natural origin, wood is susceptible to fungi, algae, insects, etc. Fungi are one of the most common pests in nature. Their development is favored by temperatures of 5–30°C and humidity of more than 22%. At the first stage of wood damage, mold fungi appear. They form a coating on the surface of the wood. Then wood-staining fungi begin to develop. They stain the wood. And the destruction process is completed by wood-decaying fungi. They cause severe wood rot. Previously, the most common methods of protection were burning, “sealing” with resin, coating with wax, and tarring with linseed or sunflower oil. Similar technologies have been used for a long time, but in the 19th century. The first chemical preservative, creosote, appeared. In addition to creosote, pentachlorophenol was used to protect the poles. It was obtained from chlorine and phenol. In the 20th century poisons were replaced by accessible and inexpensive salt impregnations. In the modern world, various protective agents are used to protect wood and products made from it, as well as to increase their service life. However, many of them can have various harmful effects on both humans and the environment. There are also a number of problems associated with the retention of antiseptic directly in the wood itself. The article analyzes bio-moisture-protective compounds common in Belarus and Russia. Two main groups were distinguished: film (thick film, thin film) and filmless. Of particular interest for research are compositions with a thin-film coating, as well as film-free ones. A comparative assessment of the effectiveness against wood staining and mold fungi was made.

Keywords: wood, bioprotection, house building, mushrooms, antiseptic, biostability, moisture resistance.

For citation: Bovtrel A. Yu., Bazhelka I. K., Nekhviadovich P. S., Genyush I. V. Research of modern bio-moisture protective preparations for processing wood and wooden structures. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2024, no. 2 (282). P. 187–193 (In Russian).

DOI: 10.52065/2519-402X-2024-282-23.

Введение. Биовлагозащитные составы применяются для борьбы с различными вредителями древесины, а также придают ей гидрофобные свойства и декоративный эффект.

Целью данной работы является исследование современных биовлагозащитных препаратов для обработки древесины и деревянных конструкций, представленных на рынке Беларуси и России, а также оценка биозащитной эффективности.

Основная часть. Древесина является строительным материалом, который широко используется в различных отраслях: строительстве, производстве мебели и музыкальных инструментов, деревянном домостроении и т. д. Однако в силу своего природного происхождения, она подвержена воздействию различных биологических факторов. Среди них можно выделить следующие:

- насекомые;
- бактерии;
- грибы;
- моллюски;
- водоросли.

Грибы являются одними из самых безжалостных вредителей в природе. Их развитию способствуют благоприятные условия – температура 5–30°C и влажность более 22% [1–4].

Грибы представляют собой своеобразную группу микроорганизмов. По разным данным, общее число их видов составляет около 250 тыс. Грибы, развивающиеся в древесине, принадлежат к одному из трех классов:

- 1) аскомицеты, или сумчатые грибы (Ascomycetes), вызывающие образование плесени;
- 2) дейтеромицеты, или несовершенные грибы (Deuteromycetes), вызывающие изменение окраски древесины;
- 3) базидиомицеты (Basidiomycetes), которые разрушают структурные элементы древесины [1–4].

На первой стадии поражения древесины появляются плесневые грибы, которые питаются соком дерева. Затем в уже подготовленных условиях начинают развиваться древоокрашивающие грибы. Завершают процесс разрушения древо-разрушающие грибы, которые вызывают сильное гниение древесины [1–4].

Плесневые грибы на поверхности древесины образуют налет в виде скопления спор. Под плесневым налетом древесина не меняет цвета, так как гифы бесцветны и не выделяют пигмента. Оптимальная влажность для развития таких грибов –

60–100%. Самые распространенные из них *Penicillium*, *Mucor*, *Thamnidium*, *Cladosporium*, *Sporotrichum*, *Trichoderma* [2–8].

Древоокрашивающие грибы имеют характерную окраску, часто называемую «синевой». В зависимости от характера заражения выделяют окраску поверхности и глубокую окраску. Поверхностное окрашивание проникает вглубь не более чем на 2 мм [2–8].

Древоокрашивающие грибы – это только начало процесса разрушения структуры древесины [9–11]. Некоторые виды грибов способны разрушать клеточные стенки древесины, тем самым изменяя физико-механические свойства. Наиболее сильными разрушителями являются базидиомицеты. Они способны увлажнять древесину за счет воды, которая образуется при разложении целлюлозы. Наиболее распространенные: *Coniophora*, *Tyromyces*, *Zentinus*, *Serpula*, *Gloeophyllum*, *Trametes*, *Pleurotus*, *Schizophyllum* [2–8].

История деревянного домостроения насчитывает не одно тысячелетие. В разных уголках планеты ученые в ходе раскопок находят бревенчатые дома или даже поселки, которым более тысячи лет. Строительство деревянных домов было наиболее развито в большом лесном регионе, который простирался от Норвегии через Финляндию и Швецию, европейскую часть России и до самой Сибири. Именно в этом регионе зародилось деревянное домостроение [12].

Защита таких домов осуществлялась за счет конструкции – часто при возведении строений использовали свайные фундаменты из древесины лиственницы, которая обладает наибольшей естественной биостойкостью. Также лиственницу использовали и для нижних венцов, предварительно убрав слой заболони [13].

Что касается методов биозащиты, то наиболее распространенными были:

- обжигание;
- «запечатывание» смолой;
- покрытие воском;
- просмаливание льняным или подсолнечным маслом.

Под влиянием кислорода и тепла растительные масла имеют свойство загустевать. Это связано с содержанием в них полиненасыщенных жирных кислот (линоленовая и линолевая), которые при застывании и окислении превращаются в природный полимер. Обработка древесины маслами длилась несколько недель, а из-за липкости

поверхности ее невозможно было подвергнуть декоративной отделке [13].

Известен также метод обжига, который на Руси называли «подкуриванием» – перед строительством древесины подвергали обработке огнем. Это позволяло убрать оставшуюся влагу, а также споры грибов и бактерий. Подобные технологии использовались достаточно долгое время, пока в XIX в. не появился первый химический консервант креозот. Чаще всего он использовался для промазывания фундамента деревянного сруба. Однако креозот очень токсичен, поэтому использовался в ограниченных количествах [13].

Помимо креозота для обработки свай, столбов использовали пентахлорфенол, получаемый из хлора и фенола, а также арсенат меди. Эти составы защищают древесину как от биоразрушений, так и от ветшания. Но несмотря на их эффективность, они токсичны, как и креозот. В XX в. на смену ядам пришли доступные и недорогие солевые пропитки – концентрированные растворы солей минеральных кислот: борной, фосфорной и угольной. Но главные их недостатки – это большой расход и быстрая вымываемость из древесины.

Древесина обладает высокими экологическими и эстетическими свойствами. Однако она легко воспламеняется, быстро подвергается повреждению со стороны микроорганизмов и грибов. Наиболее уязвимыми местами для поражения являются места соприкосновения древесины с землей, места конденсации влаги, поверхности, подверженные прямому попаданию осадков, поэтому при строительстве в первую очередь стоит задуматься о защите древесины. Для того чтобы ее сохранить, нужно поддерживать влажность ниже 20%. Качественно защищенная древесина может служить сотни лет. На современном рынке можно найти большое количество защитных средств: огнезащитных, биозащитных, а также финишных лакокрасочных. Для биозащиты древесины используют средства на различной основе: масляные, органические, водные [14].

Защита древесины включает все меры, которые предотвращают разрушение самой древесины, древесных материалов или деревянных конструкций (например, бревенчатых домов, кровельных конструкций, мебели, настилов, столбов) от повреждений, вызванных погодой, насекомыми и грибами, что обеспечивает длительный срок ее службы [8–15].

В рамках исследования получено подтверждение, что биозащитные препараты (антисептики для древесины на основе солей меди) без эффективной влагозащиты не обеспечивают достаточную защищенность древесины. Для высокоэффективной защиты деревянных конструкций во времени требуются комплексные составы, которые обла-

дали бы хорошей био- и влагостойкостью, высокой проникаемостью [15].

Проводя срез биовлагозащитных составов, представленных на рынке Беларуси и России, можно выделить две группы:

1) пленочные – препараты, образующие пленку (при этом наблюдается процесс полимеризации) той или иной степени долговечности в зависимости от природы компонентов. К ним относятся любые покрытия на основе алкида, акрила, масла, силикона и их гибридной вариации. Пленочные составы подразделяются:

- а) на толстопленочные (краски, лаки и др.);
 - б) тонкопленочные (пропитки, лазури, масла для дерева и др.);
- 2) беспленочные.

Особый интерес для дальнейшего исследования на биостойкость, влагостойкость, долговечность представляют составы, приведенные в табл. 1.

Составы, образующие тонкопленочное покрытие [16–20], относятся к следующим ценовым категориям:

- низкой (Любимая дача 1);
- средней (Pinotex Classic Plus 2);
- высокой (Remmer HSL-30/M-profi-holzschutz-lasur 3 in 1).

Среди беспленочных препаратов известны «Ларитех Оптимасепт 5», Bio-Wood 0507.

На первой стадии исследований оценка эффективности выбранных защитных средств по отношению к деревоокрашивающим и плесневым грибам проводилась в соответствии с ГОСТ 30028.4–2022 «Средства защитные для древесины. Экспресс-метод оценки эффективности против деревоокрашивающих и плесневых грибов».

Испытания проводились на образцах из древесины размерами 10×55×75 мм (последний размер – по длине волокон). Образцы изготавливали из прямослойной свежераспиленной древесины заболони сосны с плотностью в воздушно-сухом состоянии 0,48–0,52 г/см³. Древесина не имела видимых пороков. В образце на 1 см по радиусу было насчитано по 5–7 годичных слоев, параллельных широкой пласти. Влажность образцов перед испытанием была не менее 100%. Аппаратура, материалы, посуда соответствовали всем требованиям, указанным в данном стандарте на проведение этого метода. Образцы пропитывались в соответствии с рекомендациями производителей (табл. 1). Испытание каждой концентрации защитного средства проводилось на 18 пропитанных образцах (по 6 образцов для каждой из трех групп грибов) и на 6 контрольных (непропитанных) образцах (по 2 образца для каждой из трех групп грибов). Образцы древесины пропитывались не позднее чем через 24 ч после изготовления, перед пропиткой они нумеровались, затем взвешивались с точностью до 0,02 г.

Таблица 1

Список защитных средств для исследований

Наименование	Назначение	Состав по информации производителя	Расход	Время высыхания	Рекомендации
Любимая дача (защитно-декоративное покрытие для древесины)	Защита древесины от атмосферных воздействий, гниения, плесени, грибов. Применяется для декоративной отделки под ценные породы дерева снаружи и внутри	Алкидный лак, растворитель, высокоэффективные трудновываемые антисептики, светостойкие пигменты, УФ-фильтр UVA-диапазона	В 1 слой для строганой древесины: 1 л на 12–20 м ² , для пиленой: 1 л на 5–8 м ² . Требуется внутри помещения 1–2 слоя, снаружи 2–3 слоя	При $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: межслойная сушка 2 ч, полное высыхание – 24 ч	Применять грунт-антисептик «Акватекс» для увеличения срока эксплуатации покрытия (снаружи помещений) до 5 лет
Pinotex Classic Plus 3 в 1 (быстро сохнущая пропитка-антисептик на гибридной основе)	Защита древесины. Формула 3 в 1: грунт обеспечивает равномерное впитывание в древесину; пропитка-антисептик защищает от плесени, образует декоративное финишное покрытие; гибридное акрил-алкидное связующее образует атмосферостойкое паропроницаемое покрытие, древесина продолжает дышать	Сополимер акриловый, алкидная эмульсия, УФ-фильтр, УФ-абсорбер, воск, добавки против плесени	В 1 слой для строганой древесины: 1 л на 15 м ² , для пиленой: 1 л на 12 м ² . Требуется 2–3 слоя	При $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: межслойная сушка 2 ч, полное высыхание – 4 ч	Применять Pinotex Base для усиленной защиты глубоких слоев древесины
Remmers HSL-30/M-profiholzschutz-lasur 3 in 1 (профессиональная лазурь премиум-класса на растворителе)	Для профилактической защиты древесины от влаги, ультрафиолета, гнили, синевы, плесени, водорослей, 3 в 1: пропитка, грунтовка и лазурь	Алкидная смола	205–250 мл/м ² . Требуется 2–3 слоя	При $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: межслойная сушка 12 ч, полное высыхание – 24 ч, влажность воздуха 65%	Проводить работы при температуре не ниже +5°C и не выше +30°C, влажность древесины <18%. Применять грунт Remmers IG-10-imprägniergrund
Biofa 2043 (масло для наружных работ с антисептиком)	Защищает деревянную поверхность от микробиологического заражения, а также роста грибка и плесени. Образуется эластичное паропроницаемое атмосферостойкое шелковисто-матовое покрытие с грязе- и водоотталкивающими свойствами	Касторовое масло, канфоль, тунговое масло, соевое масло, оксид алюминия, бентонит, диоксид титана, алифатические углеводороды, сиккативы, функциональные добавки, пропионазол, октилэтилоксиэтанол и тербутирин в качестве биоцидов и антисептических добавок	В 1 слой: 1 л на 20 м ² , в 2 слоя: 1 л на 15 м ²	При $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: межслойная сушка 16 ч, полное высыхание – 24 ч, влажность воздуха 65%	Для мягких пород применять грунт-антисептик Biofa 8750. Производить межслойную (промежточную) шлифовку
Ларитex Оптимасепт (декоративная биовлагозащитная пропитка для древесины на органическом растворителе)	Защищает древесину от солнечного и атмосферного воздействия. Предназначена для усиленной и долговременной консервации древесины от гниения, плесневых, дереворазрушающих грибов, насекомых-вредителей	Фунгицид, влагозащитный компонент	150–200 г/м ²	При $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$: межслойная сушка 12 ч, полное высыхание – 24 ч, влажность воздуха 65%	Проводить работы при температуре не ниже +12°C и не выше +30°C, влажность древесины <25%
Bio-Wood 0507 (средство защитное для древесины)	Для пропитки изделий из древесины, условия эксплуатации которых соответствуют I–XIII классам по ГОСТ 20022.2-2018	Фунгицид, гидрофобизатор, вода	2–8 кг/м ² в зависимости от класса условий службы при глубокой пропитке, 150–200 г/м ² при поверхностной	Не менее 2 сут	Предпропиточная влажность древесины не более 30%

Таблица 2

**Эффективности защитных средств для древесины
по отношению к плесневым и деревоокрашивающим грибам**

Номер образца	Наименование антисептика	Средняя площадь поражения поверхности образцов грибами, % по истечении								
		5 сут			10 сут			15 сут		
		А	В	С	А	В	С	А	В	С
1	Любимая дача	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	Pinotex Classic Plus 3 в 1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	Remmers HSL-30/M-profiholzschutz-lasur 3 in 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Biofa 2043	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Ларитех Оптимасепт	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Bio-Wood 0507	0	0	0	0	0	0	0	0	0

После пропитки образцы выдерживали над пропиточной емкостью в течение 20 ± 5 мин. И снова взвешивались. Пропитка образцов проводилась методом погружения в раствор с выдержкой в нем в течение 60 с.

Поглощение раствора защитного средства Π , кг/м², вычисляли по формуле

$$\Pi = \frac{m_2 - m_1}{S},$$

где m_1 – масса образца до обработки, г; m_2 – масса образца после обработки, г; S – площадь поверхности образца, м².

После пропитки образцы перед испытанием выдерживались в открытых боксах в комнатных условиях в течение 2,5 ч.

Для каждого испытания готовили три эксикатора. В эксикаторы засыпали на 1/4 высоты предварительно увлажненные до $70 \pm 5\%$ опилки из здоровой заболони сосны. Опилки орошались рабочей суспензией грибов при помощи пульверизатора. В каждый эксикатор вносилась суспензия грибов определенной группы.

Эксикаторы находились в помещении с температурой $25 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажностью

воздуха $8 \pm 5\%$ в течение 14 сут до начала испытаний.

Для каждого варианта опыта испытывали 18 образцов: по 6 шт. на каждой из трех групп грибов [6, 8]. В каждый эксикатор устанавливали 6 образцов, пропитанных защитным средством. Продолжительность испытания составляла 15 сут. Состояние образцов оценивалось визуально через 5, 10 и 15 сут. Результаты исследования представлены в табл. 2. Оценку стадии развития грибов на образцах проводили по шестибальной шкале согласно ГОСТ 30028.4–2022 «Средства защитные для древесины. Экспресс-метод оценки эффективности против деревоокрашивающих и плесневых грибов».

Заклучение. По истечении 15 сут защитные средства по отношению к деревоокрашивающим и плесневым грибам у всех составов зарекомендовали себя как высокоэффективные, что подтверждает их высокие биозащитные свойства до вымывания (табл. 2). Следующим этапом планируется исследовать степень условной вымываемости данных составов по ГОСТ 50241–2021 «Средства защитные для древесины. Экспресс-методы испытания вымываемости», а также оценить их влагозащитные свойства.

Список литературы

1. Трутенько В. В., Божелко И. К., Снопков В. Б. Абиотические и биологические факторы, влияющие на разрушение древесины в период эксплуатации // Труды БГТУ. 2015. № 2 (175): Лесная и деревооб. пром-сть. С. 152–157.
2. Часть IV: Факторы разрушения древесины // Сенеж. URL: <https://seneg.ru/info/arts/chast-iv-factory-razrusheniya-drevesiny> (дата обращения: 13.02.2024)
3. Головкин А. И. Домовые грибы и меры борьбы с ними. М.: Наука, 1981. 72 с.
4. Серговский П. С., Расев А. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1987. 360 с.
5. Горшин С. Н. Консервирование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1977. 355 с.
6. Леонович О. К., Антоник А. Ю. Определение преобладающих культур дереворазрушающих и деревоокрашивающих грибов, их воздействие на древесину // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2017. № 2. С. 299–304.
7. Семенкова И. Г. Фитопатология. Дереворазрушающие грибы, гнили и патологические окраски древесины (определятельные таблицы). М.: МГУП, 2001. 57 с.
8. Мазаник Н. В., Снопков В. Б. Тест-культуры грибов для испытания средств защиты древесины // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревооб. пром-сть. 2009. Вып. XVII. С. 194–198.

9. Пауль Э. Э., Звягинцев В. Б. Древесиноведение с основами лесного товароведения. Минск: БГТУ, 2015. 315 с.
10. Белясова Н. А. Микробиология. Лабораторный практикум. Минск: БГТУ, 2007. 160 с.
11. Мейер Е. И. Определитель древоокрашивающих грибов. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1953. 116 с.
12. Саблина О. А. История деревянного домостроения на Руси // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2010. № 12 (107). С. 38.
13. Звонарева П. П., Дорофеева С. Г., Соколов В. Л. Традиционные способы защиты элементов деревянных строений от биоразрушений и действия огня на примере объектов деревянного зодчества конца XVII – начала XIX века в городе Красноярске // Город, пригодный для жизни: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 11–12 нояб. 2021 г. Красноярск, 2021. С. 235–238.
14. Коновалов М. И., Карпов В. Н. Современные способы и составы защиты древесины // Эффективные строительные конструкции: теория и практика: сб. ст. XVIII Междунар. науч.-техн. конф., Пенза, 26–28 февр. 2018 г. Пенза, 2018. С. 56–59.
15. Бовтрель А. Ю., Божелко И. К. Биовлагозащитная обработка древесины и деревянных строительных конструкций // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2019. № 2. С. 227–231.
16. Любимая дача // Рогнеда. URL: <https://www.rogneda.ru/catalog/torgovaya-marka/lyubimaya-dacha/lubimaya-dacha> (дата обращения: 13.02.2024).
17. Pinotex Classic Plus 3 в 1 // Pinotex. URL: <https://pinotex.ru> (дата обращения: 13.02.2024).
18. Лессирующие материалы для наружных работ // Remmers. URL: <https://www.remmers.ru/ru/materialy-dla-zasity-i-otdelki-drevesiny/materialy-dla-professionalnogo-primenenia/lessiruusie-materialy-dla-naruznyh-rabot/hsl-30m/p/000000000000710001> (дата обращения: 13.02.2024).
19. Ларитех ОптимаСепт // Ларитех. URL: <https://laritech.by/optimasept> (дата обращения: 13.02.2024).
20. Biofa 2043. Масло защитное для наружных работ с антисептиком // Biofa. URL: https://biofa.ru/catalog/fasad/2043_maslo_zashchitnoe_dlya_naruznykh_rabot_s_antiseptikom/?offer=6196 (дата обращения: 13.02.2024).

References

1. Trut'ko V. V., Bozhelko I. K., Snopkov V. B. Abiotic and biological factors influencing the destruction of wood during operation. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2015, no. 2 (175): Forest and Woodworking Industry, pp. 152–157 (In Russian).
2. Part IV: Factors of wood destruction. Available at: <https://seneg.ru/info/arts/chast-iv-factory-razrusheniya-drevesiny> (accessed 13.02.2024) (In Russian).
3. Golovko A. I. *Domovyye griby i mery bor'by s nimi* [House mushrooms and measures to combat them]. Moscow, Nauka Publ., 1981. 72 p. (In Russian).
4. Sergovskij P. S., Rasev A. I. *Gidrotermicheskaya obrabotka i konservirovaniye drevesiny* [Hydrothermal treatment and preservation of wood]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1987. 360 p. (In Russian).
5. Gorshin S. N. *Konservirovaniye drevesiny* [Wood preservation]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1977. 355 p. (In Russian).
6. Leonovich O. K., Antonik A. Yu. Determination of the predominant cultures of wood-destroying and wood-coloring fungi, their impact on wood. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2017, no. 2, pp. 299–304 (In Russian).
7. Semenkova I. G. *Fitopatologiya. Derevorazrushayushchiye griby, gnili i patologicheskiye okraski drevesiny (opredelitel'nyye tablitsy)* [Plant pathology. Wood-destroying fungi, rot and pathological colors of wood (identification tables)]. Moscow, MGUP Publ., 2001. 57 p. (In Russian).
8. Mazanik N. V., Snopkov V. B. Test cultures of fungi for testing wood protection products. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series II, Forest and Woodworking Industry, 2009, issue XVII, pp. 194–198 (In Russian).
9. Paul' E. E., Zvyagintsev V. B. *Drevesinovedeniye s osnovami lesnogo tovarovedeniya* [Wood science with the basics of forest commodity science]. Minsk, BSTU Publ., 2015. 315 p. (In Russian).
10. Belyasova N. A. *Mikrobiologiya. Laboratornyy praktikum* [Microbiology. Laboratory workshop]. Minsk, BSTU Publ., 2007. 160 p. (In Russian).
11. Meyyer Ye. I. *Opredelitel' derevookrashivayushchikh gribov* [Key to wood-staining fungi]. Moscow; Leningrad, Goslesbumizdat Publ., 1953. 116 p. (In Russian).
12. Sablina O. A. History of wooden house construction in Rus. *Stroitel'nyye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XXI veka* [Construction materials, equipment, technologies of the XXI century], 2010, no. 12 (107), 38 p. (In Russian).
13. Zvонарева P. P., Dorofeyeva S. G., Sokolov V. L. Traditional methods of protecting elements of wooden buildings from biodestruction and the effects of fire using example of wooden architecture of the

late 17th – early 19th centuries in the city of Krasnoyarsk. *Gorod, prigodnyy dlya zhizni: materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [A city fit for life: materials of IV International scientific and practical conference]. Krasnoyarsk, 2021, pp. 235–238 (In Russian).

14. Konovalov M. I., Karpov V. N. Modern methods and compositions of wood protection. *Effektivnyye stroitel'nyye konstruksii: teoriya i praktika: materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Efficient building structures: theory and practice: materials of IV International scientific and practical conference]. Penza, 2018, pp. 56–59 p. (In Russian).

15. Bovtrel' A. Yu., Bazhelka I. K. Biomoisture-proof treatment of wood and wooden building structures *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2019, no. 2, pp. 227–231 (In Russian).

16. Favorite country house. Available at: <https://www.rogneda.ru/catalog/torgovaya-marka/lyubimaya-dacha/lubimaya-dacha> (accessed 13.02.2024) (In Russian).

17. Pinotex Classic Plus 3 in 1. Available at: <https://pinotex.ru> (accessed 13.02.2024) (In Russian).

18. Glazing materials for external work. Available at: <https://www.remmers.ru/materialy-dla-zasity-i-otdelki-drevesiny/materialy-dla-professionalnogo-primenenia/lessirusie-materialy-dla-naruznyh-rabot/hsl-30m/p/000000000000710001> (accessed 13.02.2024) (In Russian).

19. Laritech Optimasept. Available at: <https://laritech.by/optimasept> (accessed 13.02.2024) (In Russian).

20. Biofa 2043. Protective oil for external work with antiseptic. Available at: https://biofa.ru/catalog/fasad/2043_maslo_zashchitnoe_dlya_naruznykh_rabot_s_antiseptikom/?offer=6196 (accessed 13.02.2024) (In Russian).

Информация об авторах

Бовтрель Альбина Юрьевна – аспирант кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: antonik.alya@mail.ru

Божелко Игорь Константинович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: bikbstu@mail.ru

Нехведович Павел Станиславович – инженер-технолог ООО «ДиДиЕгрупп» (220012, г. Минск, ул. Академическая, 11Б, пом. 22, Республика Беларусь). E-mail: npsbel@gmail.com

Генюш Инга Владимировна – инженер кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: agniya_21@mail.ru

Information about the authors

Bovtrel Albina Yuryevna – PhD student, the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: antonik.alya@mail.ru

Bazhelka Ihar Kanstantinavich – PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bikbstu@mail.ru

Nekhviadovich Pavel Stanislavovich – Process engineer, LLC “DiDiEgroup” (room 22, 11B, Akademicheskaya str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: npsbel@gmail.com

Genyush Inga Vladimirovna – engineer, the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: agniya_21@mail.ru

Поступила 21.03.2024