

УДК 676.085.4

**А. Ю. Клюев, Н. Р. Прокопчук, Н. А. Мазало**  
Белорусский государственный технологический университет

### **БИОЦИДНЫЕ СОСТАВЫ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ КАНИФОЛИ (СООБЩЕНИЕ 1)**

В статье описываются проблемы, ограничивающие области применения древесины, а также причины, их вызывающие. Опираясь на то, что главным методом борьбы с гниением природного материала является пропитка, повышающая биостойкость древесины, рассматриваются альтернативные используемым композиции, отличающиеся высокой экологичностью, малой токсичностью, доступностью исходных компонентов, более низкой себестоимостью, а также позволяющие заменить импортные аналоги. Республика Беларусь и страны ЕАЭС богаты запасами терпеноидного сырья, на основе которого предлагается создание биоцидных составов (БС) с доказанной биологической активностью (антиоксидантной, антибактериальной, противогрибковой).

Составы на основе масел обеспечивают защиту древесины не только от воздействия биофакторов, но и непосредственно от воды, которая разрушает сама и одновременно является средой для благоприятного развития вредоносных микроорганизмов. Приводятся новые рецептуры БС, где в качестве активных компонентов используются соли органических кислот с фунгицидным металлом, сосновое масло с добавлением абиетиновой кислоты, амид дегидроабиетиновой кислоты, модифицированная малеиновым ангидридом канифоль, амид канифоли. Все эти вещества являются продуктами переработки живицы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Выполнен анализ рассмотренных разработок и предложен обобщенный групповой состав биоцидной композиции.

**Ключевые слова:** канифоль, сосновая живица, терпеновые масла, химическое модифицирование, биоцид, фунгицид, терпеноидное сырье.

**Для цитирования:** Клюев А. Ю., Прокопчук Н. Р., Мазало Н. А. Биоцидные составы на основе производных канифоли (сообщение 1) // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2023. № 2 (271). С. 50–56. DOI: 10.52065/2520-2669-2023-271-2-7.

**A. Yu. Klyuev, N. R. Prokopchuk, N. A. Mazalo**  
Belarusian State Technological University

### **BIOCIDAL COMPOSITIONS BASED ON ROSIN DERIVATIVES (MESSAGE 1)**

The article describes the problems that limit the scope of wood, as well as the reasons that cause them. Relying on the fact that the main method of combating decay of natural material is impregnation, which increases the biostability of wood, alternative compositions are considered that are highly environmentally friendly, low toxicity, availability of initial components, lower cost, and also allow replacing imported analogues. The Republic of Belarus and the EAEU countries are rich in reserves of terpenoid raw materials, on the basis of which it is proposed to create biocidal compositions (BS) with proven biological activity (antioxidant, antibacterial, antifungal).

Oil-based compositions protect wood not only from the effects of biofactors, but also directly from water, which destroys itself and at the same time is an environment for the favorable development of harmful microorganisms. New formulations of BS are presented, where salts of organic acids with a fungicidal metal, pine oil with the addition of abietic acid, dehydroabietic acid amide, rosin modified with maleic anhydride, and rosin amide are used as active components. All these substances are products of the processing of oleoresin of Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.).

The analysis of the considered developments was carried out and the generalized group composition of the biocidal composition was proposed.

**Keywords:** rosin, pine resin, terpene oils, chemical modification, biocide, fungicide, terpenoid raw material.

**For citation:** Klyuev A. Yu., Prokopchuk N. R., Mazalo N. A. Biocidal compositions based on rosin derivatives (message 1). *Proceedings of BSTU, issue 2, Chemical Engineering, Biotechnologies, Geoecology*, 2023, no. 2 (271), pp. 50–56. DOI: 10.52065/2520-2669-2023-271-2-7 (In Russian).

**Введение.** В промышленности используются природные материалы, основой которых является целлюлоза (картон, электроизоляционная, писчая, мелованная, офсетная, газетная и другие виды бумаги), различные композиты, хлопок, лен, пенька и древесина. Из всех выше-названных материалов древесина является одним из основных строительных и поделочных материалов. Она обладает целым рядом достоинств: долговечность и красота, прочность и упругость, сравнительно небольшой удельный вес. Благодаря этим универсальным свойствам, древесина находит широкое применение во многих отраслях промышленности.

Однако древесина, являясь продуктом биологического происхождения, обладает рядом свойств, ограничивающих область ее практического применения. Органическая природа древесины обуславливает ее склонность к гниению и горению. В силу указанных причин, попадая в неблагоприятные климатические, атмосферные или эксплуатационные условия, она может в значительной степени утрачивать свои первоначальные свойства и даже полностью или частично разрушаться.

К основным внешним факторам, вызывающим разрушение древесины, относятся:

1) поражение различными живыми организмами (насекомые, моллюски, грибы, микроорганизмы);

2) возгорание древесины;

3) атмосферные воздействия (воздействие переменной в широком диапазоне температуры, прямого солнечного света, многократное увлажнение в результате контакта с капельножидкой влагой и влажным воздухом);

4) механические воздействия, связанные с эксплуатацией древесины в той или иной области.

Являясь гигроскопичным материалом, древесина способна изменять свою влажность при изменении состояния окружающего воздуха, что приводит к ее поражению плесневыми, деревоокрашивающими и дереворазрушающими грибами (в средних широтах на долю поражений грибами приходится около 90% всех биоповреждений древесины).

Грибы являются самыми безжалостными потребителями древесины в природе. Споры грибов находятся повсеместно в окружающей нас среде. Заражение древесины может произойти повсеместно – в лесу, при распиловке, транспортировке незащищенной древесины, а также при ее дальнейшей эксплуатации. Грибы, поражающие древесину, отличаются большим разнообразием – от плесени, окрашивающей древесину поверхностно, до дереворазрушающих грибов, проникающих в толщу древесины и разрушающих ее практически полностью.

Способность древесины противостоять перечисленным внешним воздействиям ограничена. Однако она может быть значительно увеличена, если древесину подвергнуть защитной обработке.

**Основная часть.** Защита древесины включает все меры, которые предотвращают разрушение древесины, древесных материалов или деревянных конструкций (например, бревенчатых домов, кровельных конструкций, железнодорожных шпал, столбов, мебели) от повреждений, вызванных погодой, насекомыми и грибами, что обеспечивает более длительный срок их службы.

Защита древесных материалов от гниения – одна из важнейших задач современности. Использование хороших защитных средств при тщательной пропитке увеличивает приобретенную биостойкость древесины, тем самым продлевая в несколько раз срок службы сооружений на основе древесины.

Наиболее эффективным, а значит, и наиболее применимым методом защиты древесины от внешних воздействий является пропитка – введение в древесину веществ (защитных средств), придающих ей специальные, ранее отсутствовавшие свойства.

На сегодняшний день известно много различных антисептиков, но, несмотря на это, проблема эффективной защиты и сохранения древесины и деревянных конструкций остается актуальной. Для антисептирования древесины применяется широкий спектр эффективных импортных синтетических консервантов и/или фунгицидов, как правило, на основе меди, бора, хлора и фенолов.

Однако из-за возникающих проблем, связанных с экологией, многие из этих защитных веществ были запрещены.

На данный момент перед современной наукой стоит вопрос о необходимости разработки натуральных нетоксичных альтернативных средств защиты древесины.

Поскольку для роста грибов, которые разрушают древесину, необходимо присутствие воды, одним из методов защиты является использование природных масел, смол и восков растительного или животного происхождения с целью защиты древесины от разрушительного воздействия влаги.

Еще одним способом защиты древесины считается применение природных соединений с биоцидными свойствами. Противогрибковые свойства различных растительных экстрактов делают их интересными еще и как потенциальный источник природных веществ, которые могут использоваться в качестве альтернативных консервантов древесины против гниения. Высокая доступность растительного материала в целом и потенциальная возможность применения

промышленных отходов от переработки различных культур могут повысить экономическую жизнеспособность всего процесса их получения, что позволит потенциально широко использовать консерванты для растений в деревообрабатывающей промышленности.

Эфирные масла – это натуральные смеси летучих вторичных метаболитов различных растений, которые можно получить из сырого растительного материала путем дистилляции, механического прессования или экстракции с добавлением различных растворителей. Они содержат множество химических соединений, которые отвечают за характерный аромат определенных растений, из которых они получены. Основными ингредиентами являются терпены, включая спирты, альдегиды, углеводороды, простые эфиры и кетоны, с доказанной биологической активностью – антиоксидантной, антибактериальной и противогрибковой.

В настоящее время Республика Беларусь и страны ЕАЭС обладают большими запасами отечественного терпеноидного сырья, на основе которого возможно создание импортозамещающих биоцидных составов.

Разработка рецептур и технологий новых биоцидных составов на основе отечественного возобновляемого терпеноидного сырья и установление закономерности повышения биоцидных свойств продуктов помогут в создании обладающих высокой фунгицидной, бактерицидной активностью, нетоксичных, с длительным сроком хранения составов различного назначения. Это позволит снизить себестоимость продукции и будет способствовать импортозамещению в период действия санкций стран Европейского Союза в отношении стран ЕАЭС. Поэтому актуальными являются научные и патентные исследования, посвященные разработке эффективных биоцидных составов на основе терпеноидного сырья.

С древних времен сосновая живица широко применялась в лечении животных и людей. Однако глубокое изучение ее целительных свойств никогда не проводилось. Уникальные свойства живицы легли в основу использования ее в качестве компонента лечебных паст, мазей, химиотерапевтических средств антибактериального и противопаразитарного действия [1].

Согласно исследованию [1], изучена биоцидная активность биологически активной субстанции из сосновой живицы. В качестве тест-объектов для оценки антибактериальных свойств водной суспензии живицы использовались тест-культуры следующих микроорганизмов: *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas*

*aeruginosa*, а для оценки биоцидной активности – тест-культуры свободноживущей инфузории-туфельки *Paramecium caudatum*. Установлено, что биологически активная субстанция на основе сосновой живицы оказывает выраженное антибактериальное действие в 50%-ной концентрации в отношении всех тестируемых микроорганизмов и выраженное биоцидное действие. Инфузория-туфелька *Paramecium caudatum* может быть использована в качестве недорогого, удобного тест-объекта для оценки биоцидного действия водной суспензии сосновой живицы.

Биологическая роль сосновой живицы – защита обнаженных срезов тканей дерева от высыхания и проникновения грибков, бактерий и насекомых [2]. Однако в чистом виде этот природный продукт не может полноценно использоваться для защиты деловой древесины из-за своих физико-химических свойств. Поэтому целесообразно разделять его на терпентин, канифоль и скипидар с последующим их химическим модифицированием для получения эффективных биоцидов.

Наличие в живице смоляных кислот, содержащих карбоксильные группы и системы сопряженных двойных связей, присутствие би- и моноциклических терпеновых углеводородов, способных к изомеризации, дают возможность получить разнообразные продукты для нужд промышленности стран ЕАЭС.

В настоящее время мировой объем добычи живицы составляет около 1 млн т в год.

Разработан биоцидный состав [3] для защиты от грибов и бактерий, который состоял из смеси соли органической кислоты (олеиновой, абиетиновой) с фунгицидным металлом (Mn, Co, Ni, Cu или Zn) и органическим фунгицидом  $C_6Cl_5OH$ .

Известен состав для пропитки древесины [4], содержащий растворимую часть (например, смесь 5–15%  $CuO$  и 85–95% канифоли) и органический растворитель (например, скипидар) в соотношении 3 : 3.

Для защиты древесины от разрушения предложены составы [5], содержащие: масла или синтетические смолы (сосновое масло с добавлением абиетиновой смолы, алкидных смол) – 5–50 мас. %, пигменты (окись железа или газовая сажа), соединения биоцидного действия (пентахлорфенол) – 1–10 мас. %, нефтяной растворитель или смеси растворителей (уайт-спирит, скипидар) – 40–85 мас. %.

Разработан фунгицидный состав [6], содержащий в качестве активного компонента амид дегидроабиетиновой кислоты, где  $R = NH_2$ . Амид получали из дегидроабиетиновой кислоты, которую выделяли из реакционной смеси, полученной при

диспропорционировании живичной или экстракционной канифоли.

Фунгицидный состав [7], применяющийся для обработки древесных материалов, содержит: модифицированную аминокислотами соединениями канифоль – 59–62 мас. %, церезин – 1,5–5,0 мас. %, каучук синтетический – 1,25–2,50 мас. %, ТЭА – 0,5–2,0 мас. %, масло минеральное – остальное.

Авторами [8] предложены препараты, содержащие в качестве активного компонента оловянные соли дегидроабетиновой кислоты.

Проведены исследования [9] производных смоляных кислот (СК), модифицированных окисью меди или цинка. Сосновую смолу нагревали с оксидами или карбонатами меди и цинка при  $(78 \pm 1)^\circ\text{C}$  с добавлением бензола для увеличения скорости реакции.

Получены производные абетиновой кислоты [10] для использования в качестве фунгицидов (где  $R = -H, -OH, \text{ацил-}, \text{ацилокси-}$ группа).

Разработан состав с фунгицидными свойствами для защиты древесины [11], содержащий: 55–70 мас. % канифоли, модифицированной малеиновым ангидридом (МА), фумаровой кислотой или глицерином; 5–10 мас. % петролатума; 2–5 мас. % синтетического или натурального каучука; 2–5 мас. % вещества, обладающего бактерицидным действием; растворитель (минеральные или растительные масла, спирты, перхлорэтилен) – остальное.

Авторами предложен состав для защиты дерева и металлов [12], который содержал лаковую основу, амид канифоли и растворитель.

В статье [13] отражены вопросы синтеза биологически активных веществ на базе СК древесины. Путем введения в молекулы СК новых фунгицидных групп синтезированы бактерицидные и фунгицидные соединения (сложные эфиры, имиды).

В качестве бактерицидных и фунгицидных средств в статье [14] предлагалось использование природных веществ (сосновая живица), обладающих рядом экологических преимуществ по сравнению с синтетическими. Они малотоксичны или совсем безвредны для живых организмов (животных и человека).

Известен способ получения СК, содержащих олово [15], путем обработки живичной канифоли в расплаве при  $150\text{--}180^\circ\text{C}$  соединениями олова  $R_3SnOSnR_3$  (где  $R$  – этил, бутил, фенил). Продукт обладал фунгицидной активностью.

Изобретение [16] относится к области производства защитных и антикоррозионных материалов, получаемых путем пропитки и предназначенных для защиты металлических кабельных оболочек от коррозии и механических повреждений. Обеспечение равномерной пропитки,

улучшение антисептических свойств достигается тем, что бумага-основа пропитывается раствором нафтената меди или продукта конденсации полиэтиленполиамина со смоляными кислотами или синтетическими жирными кислотами в минеральном масле и битумом при определенном соотношении компонентов (в мас. %), при этом сначала осуществляется пропитка бумаги раствором антисептика в минеральном масле с нанесением поверх битума. В качестве смоляных кислот может использоваться канифоль, а в качестве минерального масла – кабельное масло. Получаемый материал имеет равномерную пропитку всех слоев бумаги-основы антисептическим составом и битумом, технологичен и обладает повышенными антисептическими свойствами.

Изобретение [17] относится к фунгицидным составам. Состав содержит компоненты при следующих соотношениях: действующее вещество из класса азолов – 1–6 мас. %, комбинацию неионогенного и анионоактивного поверхностно-активных веществ – соответственно 13–22 и 18–27 мас. % и органический растворитель – остальное. Действующее вещество представляет собой тебуконазол, или беномил, или их смесь. В качестве анионоактивного поверхностно-активного вещества используют абетиновую кислоту, или абиеат кальция, или абиеат магния, или канифоль, или резинат кальция, или резинат магния, или нитрил абетиновой кислоты, или амид абетиновой кислоты, или триэтаноламин абетиновой кислоты, или левопимаровую кислоту. Органический растворитель преимущественно является ароматическим. Состав представлен в форме эмульгирующего концентрата. Обеспечивается повышение дисперсности и устойчивости рабочей жидкости, увеличение фунгицидной активности состава и повышение урожайности.

Предлагается средство для дезинфекции [18], включающее девятиводный метасиликат и воду, отличающееся тем, что дополнительно содержит канифоль и терпеновые масла при следующем соотношении компонентов: канифоль – 18–24 вес. %; терпеновые масла – 20–30 вес. %; девятиводный метасиликат натрия – 8–15 вес. %; вода – остальное.

Показана целесообразность использования в составе антисептических средств для защиты целлюлозосодержащей продукции в виде канатной пряжи и древесины, модифицированной диаминами канифоли. Анализ качественного и количественного состава образцов канифоли, обоснованно проведенный методом ядерного магнитного резонанса, показал, что модификации возможно подвергать как основную живичную, так и диспропорционированную канифоль.

Установлено, что в качестве модификаторов канифоли из ряда диаминов целесообразно применять диэтилентриамин и гексаметилендиамин. При этом реакцию необходимо проводить при температуре  $(190 \pm 5)^\circ\text{C}$  в течение от 3 до 6 ч с осуществлением периодического контроля по кислотному числу. Эффективность модификации подтверждают результаты анализа ЯМР-спектров в области ароматических и олефиновых сигналов. Антибактериальные составы с использованием модифицированной вышеназванными диаминами канифоли подавили рост спор гриба *Aspergillus niger*, отличающегося повышенной устойчивостью к действию антисептиков, при концентрации их в вакуумном дистилляте, равной 12,5%, в сравнении с контрольным образцом антисептика (промышленным нафтенатом меди), проявившего фунгицидные свойства при концентрации 15% и выше. Установлено, что оптимальное соотношение в антисептических средствах модифицированной канифоли составляет 25–30 мас. % при использовании в качестве пленкообразователя битума или алкилфенолформальдегидной смолы, а в качестве растворителя – скипидара или ксилола. Это позволило обеспечить защиту целлюлозы канатной пряжи и древесины от плесневых, деревоокрашающих и дереворазрушающих грибов, что подтверждено испытаниями, проведенными в соответствии с ГОСТ 30028.4–2006, ГОСТ 16712–1995. Высказаны рекомендации к промышленному внедрению антисептических средств для защиты целлюлозосодержащей продукции в виде канатной пряжи и древесины, модифицированной диэтилентриамином и гексаметилендиамином канифоли [19–21].

Амиды канифоли могут быть использованы в строительных и упаковочных материалах, обладающих биоцидными свойствами [22, 23].

### Список литературы

1. Изучение антибактериальных и биоцидных свойств сосновой живицы / П. А. Красочко [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2021. Т. 10, № 1. С. 24–29.
2. Опыты создания инсектоакарицидных ветеринарных препаратов на основе сосновой живицы / В. П. Короткий [и др.] // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. СПб., 2010. Вып. 2 (22). С. 97–103.
3. Biocidal compositus: pat. FR 1182281 / Lehureau Jean. Publ. date 24.06.1959.
4. Состав для пропитки древесины: а. с. SU 537814 / М. В. Струнов, М. Д. Завьялова. Оpubл. 05.12.1976.
5. Compositions biocides pour la protection du bois: pat. FR 2251417 / J. Mocotte. Publ. date 13.06.1975.
6. Fungicide means: pat. JP 67-17806 / Kine Masato, Takigava Masao, Fujii Riyoudi, Ishihara Kouichi. Publ. date 20.02.1982.
7. Инсектицидный и фунгицидный состав: а. с. SU 109929 / А. Я. Прикуле. Оpubл. 29.09.1983.
8. Resin acid-tin composite material and insecticide containing it: application JP 58140091 / Kine Masato, Takigava Masao, Fujii Riyoudi, Ishihara Kouichi, Shimotori Hitoshi, Shiraiishi Shirai. Publ. date 19.08.1983.
9. Rathor A. R. S., Tewari M. C. A note on the development of copper and zinc preservative // Holzverwert. 1983. No. 6. P. 134–135.
10. Rathor A. R. S., Tewari M. C. Preliminary studies on the development of wood preservative from chir // Timber Dev. Assoc. India. 1982. No. 2. P. 21–23.

Выполненный анализ исследуемых рецептов биоцидных композиций позволил предложить их обобщенный групповой состав (см. рисунок), включающий полный набор необходимых компонентов. Все они находятся в расплавленном состоянии или в виде раствора.



Графическое изображение обобщенного группового состава биоцидной композиции

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования показали, что использование химического модифицирования открывает возможность получения широкого спектра различных биоцидов на основе отечественной канифоли для защиты целлюлозосодержащих материалов от биологических повреждений, что решит вопрос импортозамещения в этом направлении.

11. Fungicides for agriculture: application JP 57-88102 / Kine Masato, Takigava Masao, Fujii Riyoudi, Ishihara Kouichi, Shimotori Hitoshi, Shiraishi Shirai. Publ. date 18.10.1983.
12. Insecticides for protection of wood and metals: application JP 54-76826 / Kine Masato, Takigava Masao, Fujii Riyoudi, Ishihara Kouichi, Shimotori Hitoshi, Shiraishi Shirai. Publ. date 19.06.1979.
13. Калниньш А. Я., Зандерсон Я. Г., Свикле Д. Я. Синтез биологически активных веществ на базе смоляных кислот древесины // Latv PSR Zinatnu Akad vestis. 1979. № 3. С. 108–109.
14. Клинггауф Ф. Природные вещества в комплексной защите от бактерий // Аграрная наука. 1995. № 4. С. 41–42.
15. Способ получения соединений смоляных кислот с оловом, проявляющих микробиологическую активность: пат. RU 2030418 / Б. А. Радбиль, Т. В. Захарова, Е. М. Федяшева, Е. А. Баркина, В. Г. Цветкова. Оpubл. 10.03.1995.
16. Битумсодержащий материал для защиты кабелей: пат. RU 2131445C1 / Г. П. Макиенко, И. Б. Пешков, И. А. Сусоров, В. К. Барсуков. Оpubл. 10.06.1999.
17. Фунгицидный состав: пат. RU 2573375C1 / Г. К. Земченкова, В. М. Кузнецов, А. М. Колбин, Н. А. Гарифуллина. Оpubл. 20.01.2016.
18. Средство для дезинфекции: пат. RU 97105318A / Е. И. Заживихина, С. А. Маркова, С. Н. Смирнова, К. С. Сошитов, Д. Я. Клейменов, К. Н. Блинова. Оpubл. 20.02.1999.
19. Оценка антисептических свойств составов на основе канифоли / А. Ю. Бовтрель [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2020. № 2 (234). С. 244–253.
20. Способ получения фунгицидной добавки: пат. ВУ 15028 / Н. В. Пучкова, В. Н. Данишевский, В. В. Мулярчик, Ю. Н. Жидков, В. Е. Агабеков, Ю. В. Дуко, А. Ю. Ключев. Оpubл. 30.04.2011.
21. Фунгицидный состав для пропитки древесины: пат. ВУ 16154 / Н. В. Пучкова, В. Н. Данишевский, Ю. В. Дуко, В. Е. Агабеков, В. В. Мулярчик, А. Ю. Ключев, Ю. Н. Жидков. Оpubл. 30.08.2012.
22. О применении активных упаковочных материалов с бактерицидными свойствами / В. В. Кузьмич [и др.] // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. Химия и химические технологии. 2017. № 1–2. С. 68–71.
23. Разработка экологических антисептиков с высокой фунгицидной активностью для строительных материалов / В. В. Кузьмич [и др.] // Информационные технологии в политических, социально-экономических и технических системах: материалы науч.-практ. конф., Минск, 22 апр. 2022 г. Минск, 2022. С. 271–274.

## References

1. Krasochko P. A., Frost D. N., Ponaskov M. A., Gorelova O. N., Filiv S. V., Chernykh O. Yu., Krivonos R. A. Study of antibacterial and biocidal properties of pine resin. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootehnii i veterinarii* [Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine], 2021, vol. 10, no. 1, pp. 24–29 (In Russian).
2. Korotkiy V. P., Kordumova O. F., Turubanov A. I., Bogdanovich N. I. Experience in creating insecticide-acaricide veterinary preparations based on pine oleoresin. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva* [Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry], 2010, issue 2 (22), pp. 97–103 (In Russian).
3. Lehureau Jean. Biocidal compositus. Patent FR 1182281, 1959.
4. Strunov M. V., Zav'yalova M. D. Composition for wood impregnation. Copyright certificate SU 537814, 1976 (In Russian).
5. Mocotte J. Compositions biocides pour la protection du bois. Patent FR 2251417, 1975.
6. Masato Kine, Masao Takigava, Riyoudi Fujii, Kouichi Ishihara. Fungicide means. Patent JP 67-17806, 1982.
7. Prikule A. Ya. Insecticidal and fungicidal composition. Copyright certificate SU 109929, 1983 (In Russian).
8. Masato Kine, Masao Takigava, Riyoudi Fujii, Kouichi Ishihara, Hitoshi Shimotori, Shirai Shiraishi. Resin acid-tin composite material and insecticide containing it. Application JP 58140091, 1983.
9. Rathor A. R. S., Tewari M. C. A note on the development of copper and zinc preservative. *Holzverwert*, 1983, no. 6, pp. 134–135.
10. Rathor A. R. S., Tewari M. C. Preliminary studies on the development of wood preservative from chir. *Timber Dev. Assoc. India*, 1982, no. 2, pp. 21–23.
11. Masato Kine, Masao Takigava, Riyoudi Fujii, Kouichi Ishihara, Hitoshi Shimotori, Shirai Shiraishi. Fungicides for agriculture. Application JP 57-88102, 1983.
12. Masato Kine, Masao Takigava, Riyoudi Fujii, Kouichi Ishihara, Hitoshi Shimotori, Shirai Shiraishi. Insecticides for protection of wood and metals. Application JP 54-76826, 1979.

13. Kalnins A. Ya., Zanderson Ya. G., Svikle D. Ya. Synthesis of biologically active substances based on resin acids of wood. *Latv PSR Zinatnu Akad vestis*, 1979, no. 3, pp. 108–109 (In Russian).
14. Klingauf F. Natural substances in complex protection against bacteria. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], 1995, no. 4, pp. 41–42 (In Russian).
15. Radbil B. A., Zakharova T. V., Fedyasheva E. M., Barkina E. A., Tsvetkova V. G. Method for obtaining compounds of resin acids with tin, showing microbiological activity. Patent RU 2030418, 1995 (In Russian).
16. Makiyenko G. P., Peshkov I. B., Susorov I. A., Barsukov V. K. Cable-protection bitumen material. Patent RU 2131445C1, 1999 (In Russian).
17. Zemchenkova G. K., Kuznetsov V. M., Kolbin A. M., Garifullina N. A. Fungicidal composition. Patent RU 2573375C1, 2016 (In Russian).
18. Zazhivikhina E. I., Markova S. A., Smirnova S. N., Soshitov K. S., Kleymenov D. Ya., Blinova K. N. Disinfection product. Patent RU 97105318A, 1999 (In Russian).
19. Bovtrel A. Yu., Bozhelko I. K., Klyuev A. Yu., Skakovsky E. D., Dubodelova E. V. Evaluation of the antiseptic properties of rosin-based formulations. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2020, no. 2 (234), pp. 244–253 (In Russian).
20. Puchkova N. V., Danishevskiy V. N., Mulyarchik V. V., Zhidkov Yu. N., Agabekov V. Ye., Duko Yu. V., Klyuev A. Yu. A method of obtaining a fungicidal additive. Patent BY 15028, 2011 (In Russian).
21. Puchkova N. V., Danishevskiy V. N., Duko Yu. V., Agabekov V. Ye., Mulyarchik V. V., Klyuev A. Yu., Zhidkov Yu. N. Fungicidal composition for wood impregnation. Patent BY 16154, 2012 (In Russian).
22. Kuzmich V. V., Kozlov N. G., Poganin Yu. S., Karpunin I. I., Balabanov O. V., Klyuev A. Yu. On the use of active packaging materials with bactericidal properties. *Zhurnal nauchnykh publikatsiy aspirantov i doktorantov. Khimiya i khimicheskiye tekhnologii* [Journal of scientific publications of graduate students and doctoral students. Chemistry and chemical technologies], 2017, no. 1–2, pp. 68–71 (In Russian).
23. Kuzmich V. V., Karpunin I. I., Kozlov N. G., Pichugina A. A. Development of ecological antiseptics with high fungicidal activity for building materials. *Informatsionnyye tekhnologii v politicheskikh, sotsial'no-ekonomicheskikh i tekhnicheskikh sistemakh: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Information technologies in political, socio-economic and technical systems: materials of the scientific and practical conference]. Minsk, 2022, pp. 271–274 (In Russian).

### Информация об авторах

**Клюев Андрей Юрьевич** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: andrey\_kluev\_bstu@mail.ru

**Прокопчук Николай Романович** – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры полимерных композиционных материалов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: nrprok@gmail.com

**Мазало Надежда Александровна** – аспирант. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: mazalo@belstu.by

### Information about the authors

**Klyuev Andrey Yur'yevich** – DSc (Engineering), Professor, Professor, the Department of Woodworking Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: andrey\_kluev\_bstu@mail.ru

**Prokopchuk Nikolay Romanovich** – Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, DSc (Chemistry), Professor, Professor, the Department of Polymer Composite Materials. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nrprok@gmail.com

**Mazalo Nadezhda Aleksandrovna** – PhD student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: mazalo@belstu.by

Поступила 19.05.2023