



ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.74.4>

EDN: YIQFHR

ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЛЕСАХ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

Научная статья

Воронин В.И.^{1,*}, Софронов А.П.², Морозова Т.И.³, Осолков В.А.⁴, Суховольский В.Г.⁵, Ковалев А.В.⁶¹ ORCID : 0000-0002-1467-9865;² ORCID : 0000-0002-7247-0269;³ ORCID : 0009-0002-5630-7442;⁴ ORCID : 0000-0002-4339-1094;⁵ ORCID : 0000-0003-0407-2290;⁶ ORCID : 0000-0002-9744-768X;^{1,3,4} Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Российская Федерация² Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Российская Федерация⁵ Институт леса им. В.Н. Сукачева, Красноярск, Российская Федерация⁶ Красноярский научный центр, Красноярск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (bioin[at]sifibr.irk.ru)

Предложена: 27.07.2026; Принята: 18.09.2026; Опубликовано: 19.10.2026

Аннотация

В Южном Прибайкалье более 20 лет (в период с 2006 по 2025 годы) проводилось комплексное изучение проблемы усыхания темнохвойных лесов на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан, причиной этого стало заболевание «бактериальная водянка», вызванное комплексом бактерий (*Pectobacterium carotovorum*, *Pseudomonas* sp., *Xanthomonas* sp., *Erwinia nimipressuralis*). Запуском развития заболевания послужило маловодье, которое наблюдалось в этот период на этой территории. Для оценки масштабов повреждения темнохвойников был использован ландшафтный подход и было сделано ранжирование лесов по трем степеням пораженности древостоя: сильная (наибольшая), средняя, единичная (слабая), проведена оценка площадей распространения заболевания. Основные участки нарушенных лесов сосредоточены в восточной и западной части хребта Хамар-Дабан в средней и верхней полосе горно-таежного пояса. Установлено, что наиболее повреждены кедррачи, пихта — меньше, но в ряде мест нарушение кедрового и пихтового древостоя сопоставимо, усыхания елового древостоя не обнаружено. Резкое снижение радиального прироста в кедровых лесах приходится на период 2006–2009 гг. Кроме этого, отмечается уменьшение содержания питательных веществ в пыльцевых зернах кедра и снижение активности их прорастания, наблюдаются избыточное засмоление и недоразвитость шишек кедра, что является одним из диагностических признаков бактериальной водянки. Данные нарушение генеративной сферы негативно сказываются на вызревании семян и значительно сокращают процесс его естественного возобновления. В 2018 году был обнаружен опаснейший инвайдер, повреждающий пихту — уссурийский полиграф, деятельность которого усугубила данный процесс. Ранее нами по дендрохронологическим данным было показано, что внедрение уссурийского полиграфа в пихтачи региона Прибайкалья произошло в 2004 г. Заселению вредителем здоровых деревьев способствовало два обстоятельства: 1) затяжной маловодный период на Байкале и 2) предварительное ослабление деревьев бактериальной водянкой. Начиная с 2020 г. были обнаружены новые очаги размножения уссурийского полиграфа в пихтовых лесах Хамар-Дабана.

Ключевые слова: «Бактериальная водянка», кедр сибирский, геосистемы Прибайкалья, дендрохронология.

THE FOREST PATHOLOGY SITUATION IN THE FORESTS OF THE SOUTHERN BAIKAL REGION

Research article

Voronin V.I.^{1,*}, Sofronov A.², Morozova T.I.³, Oskolkov V.A.⁴, Sukhovolskii V.G.⁵, Kovalev A.V.⁶¹ ORCID : 0000-0002-1467-9865;² ORCID : 0000-0002-7247-0269;³ ORCID : 0009-0002-5630-7442;⁴ ORCID : 0000-0002-4339-1094;⁵ ORCID : 0000-0003-0407-2290;⁶ ORCID : 0000-0002-9744-768X;^{1,3,4} Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Irkutsk, Russian Federation² V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russian Federation⁵ V.N. Sukachev Forest Institute, Krasnoyarsk, Russian Federation⁶ Krasnoyarsk Scientific Center, Krasnoyarsk, Russian Federation

* Corresponding author (bioin[at]sifibr.irk.ru)

Suggested: 27.07.2026; Accepted: 18.09.2026; Published: 19.10.2026

Abstract

In the Southern Baikal region, a complex study of the problem of the dieback of dark coniferous forests on the northern macroslope of the Khamar-Daban Range was carried out over a period of more than 20 years (from 2006 to 2025); this was

caused by the disease ‘bacterial dropsy’, triggered by a complex of bacteria (*Pectobacterium carotovorum*, *Pseudomonas* sp., *Xanthomonas* sp., *Erwinia nimipressuralis*). The onset of the disease was triggered by the water shortage observed in this area during that period. A landscape-based approach was used to assess the extent of damage to the dark coniferous forests, and the forests were classified into three levels of stand severity: severe (most severe), moderate and isolated (mild); an evaluation of the areas affected by the disease was also carried out. The main areas of disturbed forest are concentrated in the eastern and western parts of the Khamar-Daban Range, within the middle and upper zones of the mountain-taiga belt. It has been established that cedar stands are the most severely damaged, fir stands less so; however, in a number of locations, the damage to cedar and fir stands is comparable, whilst no dieback of spruce stands has been detected. A sharp decline in radial growth in cedar forests occurred during the period 2006–2009. Furthermore, a reduction in the nutrient content of cedar pollen grains and a decrease in their germination activity have been noted; excessive resin accumulation and underdevelopment of cedar cones have also been observed, which is one of the diagnostic signs of bacterial dropsy. These disturbances to the generative sphere have a negative impact on seed maturation and significantly slow down the process of natural regeneration. In 2018, a highly dangerous invasive species damaging fir trees—*Polygraphus proximus*—was discovered, the activity of which has exacerbated this process. We had previously demonstrated, based on dendrochronological data, that *Polygraphus proximus* first appeared in the fir stands of the Baikal region in 2004. Two factors contributed to the pest’s infestation of healthy trees: 1) a prolonged period of low water levels in Lake Baikal, and 2) the trees having been previously weakened by bacterial dropsy. Since 2020, new breeding sites of *Polygraphus proximus* have been discovered in the fir forests of Khamar-Daban.

Keywords: ‘Bacterial dropsy’, Siberian cedar, geosystems of the Baikal region, dendrochronology.

Введение

Неблагополучие темнохвойных лесов Южного Прибайкалья в виде его пожелтения и усыхания изучается уже более 40 лет. В начале эти изменения связывали с деятельностью Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, а именно исключительно с химическим повреждением от атмосферных выбросов Байкальского ЦБК [1], [2], [3]. По мере изучения ситуации данный процесс стал выглядеть не таким однозначным. В частности, выяснилось, что в большинстве случаев непосредственная причина пожелтения крон деревьев региона вызвана не химическим отравлением, а массовыми грибными эпифитотиями и размножением насекомых-дендрофагов [4]. В последние годы картина еще более усложнилась в связи с обнаружением в регионе больших очагов бактериозов хвойных [5]. На протяжении которых наблюдается устойчивое ухудшение санитарного состояния темнохвойных лесов этого региона. Масштабы данного явления значительны, счет идет уже на десятки тысяч гектаров. Безусловно, в этой ситуации возрастает роль лесопатологического мониторинга, позволяющего дать оценку влияния на санитарное состояние лесов того или иного повреждающего фактора.

Бактериальные заболевания хвойных пород Сибири были наиболее полно изучены Т.М. Рыбалко и А.Б. Гукасяном [6], которые считают, что бактериоз является самым вредоносным заболеванием для хвойных пород 100% снижает качество древесины, приводит к образованию некрозов, раковых разрастаний и трещин, которые способствуют проникновению и дальнейшему заражению деревьев грибными болезнями, после чего ослабленные деревья заселяются стволовыми вредителями.

Бактериальная водянка — системный, сосудисто-паренхиматозный бактериоз, поражающий все органы, ткани и части растения. Возбудителем бактериальной водянки является неспороносная, грамтрицательная энтеробактерия, имеющая несколько характерных видо- и родоспецифичных биохимических свойств по которым данный вид резко отличается от других близких видов [7]. Ее биохимическая специфичность опосредованно проявляется в характерной симптоматике и вредоносности, бактерия активно сбраживает большинство углеводов сред с образованием кислоты и газа за счет выработки большого количества протеолитических, пектолитических и целлюлолитических ферментов, которые обуславливают важнейшие и основные факторы патогенности — высокую агрессивность и полифагию.

Кроме того бактериальные болезни лесов, получившие широкое распространение в последние десятилетия с большой долей вероятности вызваны климатическими изменениями. На это прямо указывают наши экспериментальные данные, полученные ранее [8]. Поэтому следует ожидать расширения регионального распространения данного грозного явления, которое ранее не изучалось в достаточной степени. Соответственно, детально не был изучен ни состав возбудителей патологического процесса, ни начальные условия его возникновения и, наконец, не определены радикальные способы борьбы с этими заболеваниями.

Результаты и обсуждение

Были проведены комплексные исследования эпидемической вспышки бактериальной водянки в Прибайкалье и осуществлен ряд экспериментов по более точной идентификации доминирующей бактерии, вызывающей бактериальную водянку, и ее патогенности. При этом выявлен комплекс нескольких видов бактерий (*Pectobacterium carotovorum*, *Pseudomonas* sp., *Xanthomonas* sp., *Erwinia nimipressuralis*) [7]. Возбудители бактериальной водянки могут стать иногда непосредственно первопричиной усыхания деревьев, причем чаще всего такое происходит в благоприятных условиях произрастания, порою без участия вредных насекомых и патогенных грибов. Для выяснения триггера процесса ослабления темнохвойных лесов был проведен анализ динамики радиального прироста кедра и пихты. Установлено, что при поражении бактериальной водянкой общим моментом для пихты и кедра является короткий отрезок пролетального снижения радиального прироста, приходящийся на период долговременного снижения количества летнего атмосферного увлажнения в регионе. Таким образом, темнохвойные древостои повреждаются бактериальной водянкой и могут быстро погибнуть при возникновении продолжительной засухи.

Установлено, что в настоящее время в очагах, где в прежние годы шло активное развитие бактериальных болезней, свежий сухостой и выпавшие деревья составляют 65–70%, а здоровые деревья практически отсутствуют. В среднем, погибшие деревья могут составлять 30% древостоя и более, деревья с повреждением кроны 5–10% составляют 7–10%,

с повреждением кроны 11–40% до 25%, и до 40% древостоя составляют деревья с повреждением кроны более чем на 40%. Это характерно как для кедра, но и, в равной степени, для пихты. Погибшие деревья затем активно заселяются стволовыми вредителями, микромицетами и трутовыми грибами. Таким образом, можно уверенно говорить о распаде кедрово-пихтовых древостоев в средней части горно-таежного пояса Хамар-Дабана на всем его протяжении.

В этих темнохвойных лесах наиболее тяжелая фитопатологическая обстановка складывается в кедрово-пихтовых чернично-травяных насаждениях, имеющих хорошую теплообеспеченность и увлажнение: на пихте здесь в массе проявляется увядание побегов (*Delphiniella balsameae*) и раковые заболевания ветвей (*Lachnellula pini*, *L. calyciformis*); хвоя кедра поражается обыкновенным шютте (*Lophodermium pinastri*), ветви — раковым заболеванием (*L. pini*). Последний возбудитель имеет высокую вредоносность и в кедровых чернично-зеленомошных лесах, а также в подгольцовых кедровостланиковых зарослях. В темнохвойных кустарничково-моховых лесах отмечается массовое поражение пихты бурым шютте (*Herpotrichia juniperi*). В древостоях, ослабленных бактериальной водянкой, эти грибные заболевания получают широкое распространение.

Всего нами было выделено три области поражения лесов:

- 1) леса с наибольшим поражением древостоя;
- 2) леса со средними показателями пораженности;
- 3) леса с единичными поражениями древостоя [9].

В первую категорию нами отнесены леса, где доля поврежденных составляет 60% и более. Характерным является тот факт, что наибольшее повреждение испытывают кедровые древостои, ранее входившие в группу орехопромысловых. Деревья здесь имеют обширные участки механических повреждений стволов от ударов колотом (шрамы). Именно через эти шрамы и происходит проникновение бактериальных агентов внутрь ствола деревьев, о чем свидетельствуют некротические зоны древесины в месте их дислокации.

Вторая категория представлена лесами с повреждением кедра от 20% до 60%. В лесах третьей категории повреждение кедра носит единичный характер или не наблюдается совсем. Кроме кедра бактериальная водянка повреждает пихту, но в меньшей степени. Повреждения ели бактериальной водянкой нами не отмечено.

Предварительная оценка площадей поврежденных темнохвойных лесов Хамар-Дабана следующая:

- 1) леса с наибольшим поражением кедрового древостоя — 1950 км²;
- 2) леса со средними показателями пораженности — 310 км²;
- 3) леса с единичными поражениями древостоя — 1370 км².

Анализ данных космосъемки и проведенных натурных исследований показал, что основная часть поврежденного древостоя находится в западном и восточном районах хребта, тогда как в центральной части Хамар-Дабана древостои повреждены в гораздо меньшей степени. Оценка пространственного распределения поврежденного древостоя показала, что основная часть поврежденных древостоев приходится на геосистемы горных склонов произрастающих на абсолютных отметках от 600 м над ур. м. по градиенту. Кедровые в нижней части горно-таежного пояса практически не повреждены или встречаются лишь единичные усыхающие деревья.

Такое распределение лесов по усыханию кедрового древостоя коррелирует с распределением осадков по району исследования, поскольку наименьшее повреждение кедровых лесов происходит как раз в наиболее влажной центральной области, нижней части горно-таежного пояса, как наиболее подверженного увлажняюще-охлаждающему влиянию оз. Байкал, а также в долинных лесах. Бактериальные болезни лесов, получившие широкое распространение в последние десятилетия с большой долей вероятности вызваны климатическими изменениями. На это прямо указывают наши экспериментальные данные [8]. И нам следует ожидать расширения географии и масштабов данного грозного явления, которое ранее не изучалось в достаточной степени. Соответственно, не изучены детально ни состав возбудителей патологического процесса, ни начальные условия его возникновения и, наконец, не определены радикальные способы борьбы с этими заболеваниями.

Анализ изменчивости радиального прироста кедра и пихты на ключевом участке в восточной части Хамар-Дабана, в наиболее поврежденных древостоях (Бабушкинское лесничество) позволил установить начальный период развития болезни и выяснить динамику ослабления темнохвойных лесов. Установлено, что при поражении бактериальной водянкой общим для пихты и кедра является короткий отрезок пролетального снижения радиального прироста. В нашем случае у пихты он обозначился в 2003 г. С этого года в Прибайкалье начался период долговременного снижения количества летнего атмосферного увлажнения. Негативные тенденции радиального прироста кедра проявились чуть позже, с 2006 г., когда количество осадков стало существенно ниже средней нормы. Анализируемые деревья кедра погибли в 2009 г., после трехлетнего дефицита атмосферного увлажнения. Аналогичные результаты были получены при исследовании реакции темнохвойных древостоев на изменения климата в этом же районе хребта Хамар-Дабан при дистанционном изучении динамики состояния лесов, сопряженном с анализом динамики индекса сухости — Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI). [10]. По данным авторов, спад радиального прироста кедра фиксируется с середины 1980-х, далее после засухи 2003 года, сильно повлиявшей на прирост, происходит разделение деревьев на две когорты — «выжившие» и «усыхающие» деревья. Тренды падения прироста и индекса сухости проявляются в один период и обладают синхронностью. Индекс прироста кедра когорты «усыхающих» деревьев и индекс сухости SPEI за вегетационный период связаны значимой корреляционной зависимостью ($r=0.89$). Таким образом, древостои, поврежденные бактериальной водянкой, могут быстро погибнуть при наступлении неблагоприятной погодной ситуации, в нашем случае, при возникновении продолжительной засухи.

Повреждения лесов на Байкальской природной территории приняли широкомасштабный характер, а методы борьбы с новой болезнью деревьев неизвестны. Специалистам ФГБУ Рослесозащита было предложено проводить превентивную вырубку лесов с целью подавления эпидемии. Нами же было высказано предположение, что эпидемия миновала эруптивную фазу и должна пойти на спад, поскольку в Южном Прибайкалье наступил период повышенного атмосферного увлажнения, а поэтому превентивная рубка пока не является необходимой. Исследования, начиная с

2019–2020 гг. по настоящее время, не выявили бактериальные агенты, вызывающие бактериальную водянку деревьев старших возрастов, что подтвердило наше предположение вывод о переходе болезни в латентную стадию. Но в то же время было обнаружено резкое ухудшение состояния кедрового подроста в поврежденных древостоях, количество которого и так невелико в силу повреждения генеративной сферы кедров бактериальной инфекцией (около 3000 экз/га). При изучении генеративной сферы поврежденных кедров установлено, что бактериальная водянка привела к деградации шишек и снижению их генеративного качества. Поврежденные шишки отличаются обильным выделением смолы, которое происходит при полном отсутствии повреждений, какими бы то ни было насекомыми, и является точным диагностическим признаком бактериальной зараженности. В 2019–20 гг. было установлено, что до 50% подростов возраста 8–13 лет повреждено бактериальной водянкой. Повреждение выражается в ленточном некрозе луба по направлению от корня к кроне, что позволяет предполагать почвенную передачу инфекции. Таким образом, перспективы возобновления кедровых исходной породой крайне противоречивы. Похоже на то, что после распада поврежденных кедров на их месте образуются вторичные древостои из лиственных пород (осина, береза) с участием пихты. Таким образом, значительное ухудшение семенного материала поврежденных бактериальной водянкой деревьев кедров, снижение качества пыльцы негативно отражаются на лесовозобновительном процессе темнохвойных лесов Хамар-Дабана, который может быть очень существенно нарушен в результате интенсивного крупномасштабного лесного пожара при наличии значительного количества сухого горючего материала погибших лесов.

Не менее важным результатом негативного развития лесопатологической ситуации является обнаружение нами в 2018 г. опаснейшего инвайдера вредителя пихты — уссурийского полиграфа. По дендрохронологическим данным внедрение его в пихтовую тайгу Южного Прибайкалья произошло не позднее 2004 г. Заселению вредителем здоровых деревьев способствовало два обстоятельства:

- 1) затяжной маловодный период на Байкале;
- 2) предварительное ослабление деревьев бактериальной водянкой.

В настоящее время он начал экспансию в пихтовые леса Хамар-Дабана и на всем протяжении хребта были обнаружены новые очаги размножения инвайдера в пихтовых древостоях.

Заключение

В Южном Прибайкалье в кедрово-пихтовых лесах наблюдается значительное повреждение древостоев от бактериальных болезней, с тенденцией к переходу в хронический характер течения болезней, прерываемых латентными фазами в результате циклического улучшения атмосферного увлажнения. Это явление служит первичным стресс-фактором и существенно ослабляет иммунитет темнохвойных лесов. Вторичными факторами ослабления этих древостоев выступает поражение от патологических грибов-микромикотомов, а затем и насекомых-вредителей, среди которых особенно опасны инвазии уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*). Особую тревогу вызывает бактериальное поражение подростов кедров, что может привести к перерыву лесовозобновительного процесса кедрово-пихтовых лесов и образованию на их месте длительнопроизводных мелколиственных лесов. В настоящее время атмосферное увлажнение в Южном Прибайкалье входит в фазу спада интенсивности и ближайшие десятилетия может произойти очередное существенное снижение уровня атмосферных осадков, которое в совокупности с первичными и вторичными стресс-факторами вновь запустят процесс массового усыхания темнохвойных лесов в этом регионе. Перечисленные выше факторы ставят под угрозу само существование темнохвойных лесов Южного Прибайкалья как целостной экосистемы. Положение усугубляется тем, что эта территория относится к центральной экологической зоне Байкальской природной территории с особо жестким природоохранным режимом. Химические методы борьбы с вредителями здесь категорически запрещены, а биологические методы борьбы с уссурийским полиграфом пока практически не разработаны. Против же эпидемии бактериальной водянки вообще не существует каких-либо методов борьбы, кроме санитарных рубок, которые опять же затруднены в данном регионе и, в немалой степени, из-за горного рельефа и отсутствия развитой дорожной сети, не говоря уже о природоохранных ограничениях. Таким образом, проблему дальнейшего сохранения темнохвойной тайги Южного Прибайкалья предстоит еще решать и разрабатывать методы действенных способов борьбы с болезнями и вредителями кедров и пихты.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках государственного задания Минобрнауки России для Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук (Рег. № НИОКТР – 125021702405-5).

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of Russia for the Federal State Budgetary Institution of Science, the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Reg. No. NIOKTR — 125021702405-5).

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.



Список литературы / References

1. Рожков А.С. Усыхание горных темнохвойных лесов южного и юго-восточного побережий оз. Байкал / А.С. Рожков, М.К. Соков, Г.И. Массель [и др.]. — Иркутск : СИФИБР СО АН СССР, 1983. — 61 с.
2. Воронин В.И. Действие серосодержащих эмиссий на пихту сибирскую в Южном Прибайкалье : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / В.И. Воронин; ИЛиД СО РАН им. В.Н. Сукачева. — Красноярск, 1989. — 19 с.
3. Воронин В.И. Влияние сероорганических компонентов атмосферных выбросов на пихту сибирскую / В.И. Воронин, М.К. Соков // Лесоведение. — 2005. — № 2. — С. 62–64.
4. Плешанов А.С. Микромитеты пихты сибирской и атмосферное загрязнение лесов / А.С. Плешанов, Т.И. Морозова. — Новосибирск : Академическое изд-во «ГЕО», 2009. — 116 с.
5. Воронин В.И. Бактериальное повреждение кедровых лесов Прибайкалья / В.И. Воронин, Т.И. Морозова, Д.Ю. Ставников [и др.] // Лесное хозяйство. — 2013. — № 3. — С. 39–41.
6. Рыбалко Т.М. Бактериозы хвойных Сибири / Т.М. Рыбалко, А.Б. Гукасян. — Новосибирск : Наука, 1986. — 77 с.
7. Черпаков В.В. *Pectobacterium carotovorum* (Jones, 1901), Waldee, 1945. Пектобактериум картоворум/Wetwood / В.В. Черпаков, Т.И. Морозова, В.И. Воронин [и др.] // Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г. Петросян, Л.А. Хляп. — Москва : Т-во научных изданий КМК, 2018. — С. 27–33.
8. Краснобаев В.А. Аномальные оттепели как одна из причин повреждений кроны молодых хвойных деревьев в южном Прибайкалье / В.А. Краснобаев, В.И. Воронин // География и природные ресурсы. — 2011. — № 2. — С. 75–78.
9. Воронин В.И. Ландшафтная приуроченность бактериальных болезней темнохвойных лесов хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) / В.И. Воронин, А.П. Софронов, Т.И. Морозова [и др.] // География и природные ресурсы. — 2019. — № 4. — С. 56–65.
10. Kharuk V.I. Siberian pine decline and mortality in southern Siberian mountains / V.I. Kharuk, S.T. Im, P.A. Oskorbin [et al.] // Forest Ecology and Management. — 2013. — № 310. — P. 312–332.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Rozhkov A.S. Usykhaniye gornyykh temnokhvoynykh lesov yuzhnogo i yugo-vostochnogo poberezhnyy oz. Baykal [Drying of mountain dark coniferous forests of the southern and south-eastern coasts of Lake Baikal] / A.S. Rozhkov, M.K. Sokov, G.I. Massel [et al.]. — Irkutsk : Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1983. — 61 p. [in Russian]
2. Voronin V.I. Deystviye serosoderzhashchikh emissiy na pikhtu sibirskuyu v Yuzhnom Pribaykal'ye [The effect of sulfur-containing emissions on Siberian fir in the Southern Baikal region] : abstract of diss. ... Cand. Biol. Sciences : 03.00.16 / V.I. Voronin ; V.N. Sukachev Institute of Forest and Wood of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. — Krasnoyarsk, 1989. — 19 p. [in Russian]
3. Voronin V.I. Vliyaniye seroorganicheskikh komponentov atmosferynykh vybrosov na pikhtu sibirskuyu [The influence of organosulfur components of atmospheric emissions on Siberian fir] / V.I. Voronin, M.K. Sokov // Lesovedeniye [Russian Forest Science]. — 2005. — № 2. — P. 62–64. [in Russian]
4. Pleshanov A.S. Mikromitsety pikhty sibirskoy i atmosfernoye zagryazneniye lesov [Micromycetes of Siberian fir and atmospheric pollution of forests] / A.S. Pleshanov, T.I. Morozova. — Novosibirsk : Academic Publishing House "GEO", 2009. — 116 p. [in Russian]
5. Voronin V.I. Bakterial'noye povrezhdeniye kedrovyykh lesov Pribaykal'ya [Bacterial damage of cedar forests of the Baikal region] / V.I. Voronin, T.I. Morozova, D.Yu. Stavnikov [et al.] // Lesnoye khozyaystvo [Forestry]. — 2013. — № 3. — P. 39–41. [in Russian]
6. Rybalko T.M. Bakteriozy khvoynykh Sibiri [Bacterioses of conifers of Siberia] / T.M. Rybalko, A.B. Gukasyan. — Novosibirsk : Nauka, 1986. — 77 p. [in Russian]
7. Cherpakov V.V. *Pectobacterium carotovorum* (Jones, 1901), Waldee, 1945. *Pectobacterium carotovorum*/Wetwood [Pectobacterium carotovorum (Jones, 1901), Waldee, 1945. Pectobacterium carotovorum/Wetwood] / V.V. Cherpakov, T.I. Morozova, V.I. Voronin [et al.] // Samyye opasnyye invazionnyye vidy Rossii (TOP-100) [The most dangerous invasive species of Russia (TOP-100)] / ed. by Yu.Yu. Dgebuadze, V.G. Petrosyan, L.A. Khlyap. — Moscow : KMK Scientific Press Ltd., 2018. — P. 27–33. [in Russian]
8. Krasnobaev V.A. Anomal'nyye ottepeli kak odna iz prichin povrezhdeniy krony molodykh khvoynykh derev'yev v yuzhnom Pribaykal'ye [Anomalous thaws as one of the causes of damage to the crowns of young coniferous trees in the southern Baikal region] / V.A. Krasnobaev, V.I. Voronin // Geografiya i prirodnnyye resursy [Geography and Natural Resources]. — 2011. — № 2. — P. 75–78. [in Russian]
9. Voronin V.I. Landshaftnaya priurochennost' bakterial'nykh bolezney temnokhvoynykh lesov khrebta Khamar-Daban (Yuzhnoye Pribaykal'ye) [Landscape occurrence of bacterial diseases of dark coniferous forests of the Khamar-Daban ridge (Southern Baikal region)] / V.I. Voronin, A.P. Sofronov, T.I. Morozova [et al.] // Geografiya i prirodnnyye resursy [Geography and Natural Resources]. — 2019. — № 4. — P. 56–65. [in Russian]
10. Kharuk V.I. Siberian pine decline and mortality in southern Siberian mountains / V.I. Kharuk, S.T. Im, P.A. Oskorbin [et al.] // Forest Ecology and Management. — 2013. — № 310. — P. 312–332.