

УДК 630*4:632.7

ДИНАМИКА ПОРАЖЕНИЯ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ СИБИРСКОЙ УЧАСТКА «МАЛЫЙ АБАКАН» ЗАПОВЕДНИКА «ХАКАССКИЙ» ВТОРИЧНЫМ СТВОЛОВЫМ ВРЕДИТЕЛЕМ – КОРОЕДОМ ШЕСТИЗУБЧАТЫМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВИЗУАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМОСНИМКОВ

¹Исаева И.Л., ^{1,2}Лебедева С.А.¹Государственный природный заповедник «Хакасский», Абакан, e-mail: inna_maymanakova@mail.ru;²Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан,
e-mail: lebedeva-1411@yandex.ru

В данной статье приводятся результаты мониторинговых исследований на территории государственного природного заповедника «Хакасский», проводимых в высокогорной кедровой тайге, в месте вспышки размножения вторичного стволового вредителя кородея шестизубчатого. В частности, говорится о том, что начало поражения всегда идет от водоразделов и спускается со временем к поймам рек, очаги поражения возникают в районе наивысших точек водораздела и двигаются в обе стороны от него вдоль хребтов и к речным поймам, которые повреждаются в последнюю очередь. Основным направлением движения очага размножения вредителя внутри заповедного участка является северо-западное, в южном же направлении очаг практически не распространяется. Посредством визуальных мониторинговых наблюдений дана характеристика современного состояния древостоев на территории заповедного участка, приведены данные о том, что в эпицентрах локальных очагов до 90% древостоя является сухостойным, остальная часть усыхает и здоровые деревья отсутствуют. Во фронтальных частях очагов усыхает до 30% древостоя и до 30% деревьев являются уже усохшими. В зонах предочагов древостой относительно здоровы, но таких древостоев становится всё меньше за счёт смыкания границ локальных очагов размножения вредителя и, как следствие, увеличения скорости поражения и усыхания деревьев кедр. На участках леса, не подвергшихся воздействию кородея шестизубчатого, в травяном ярусе доминируют низкорослые теневыносливые виды. При увеличении освещенности растёт количество видов подлеска и их обилие, повышается густота травостоя. На участках с почти полностью выпавшей материнской древесной породой увеличивается проективное покрытие травяного яруса и его высота. Смена доминантов выражается в уменьшении обилия низкорослых, тенелюбивых видов, а доля светолюбивых видов возрастает.

Ключевые слова: заповедник «Хакасский», короед шестизубчатый, вторичный стволовой вредитель, вспышка размножения, территория распространения очага поражения, мониторинг вспышки размножения

DYNAMICS OF DESTRUCTION OF FOREST STANDS OF SIBERIAN PINE AREA «MALY ABAKAN» RESERVE SECONDARY PEST STEM – BARK SETSUBTOTAL THE RESULTS OF INTERPRETATION OF VISUAL OBSERVATIONS AND SPACE IMAGES

¹Isaeva I.L., ^{1,2}Lebedeva S.A.¹Khakassky State Nature Reserve, Abakan, e-mail: inna_maymanakova@mail.ru;²Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan, e-mail: lebedeva-1411@yandex.ru

This article presents the results of monitoring studies on the territory of the state nature reserve «Khakassky», conducted in the high-mountain cedar taiga, at the location of the outbreak of reproduction of the secondary stem pest of the six-tooth bark beetle. In particular, says that the beginning of defeat always comes from the watershed down to the alluvial plains, the lesions occur near the highest points of the watershed and moving to both sides from it along the ridges to river floodplains, which become damaged in the least. The main direction of movement of the pest breeding center within the protected area is North-West, while in the southern direction the center practically does not spread. By means of visual monitoring observations, the characteristic of the current state of stands on the territory of the protected area is given, data is given that in the epicenters of local foci, up to 90% of the stand is dry, the rest is shrinking and there are no healthy trees. In the frontal parts of the lesions dries to 30% forest and 30% are already shrunken, and in areas predation a relatively healthy forest stands, but such stands are becoming smaller due to the closing of boundaries local centers of reproduction of the pest and, as a consequence, increase the speed of the destruction and shrinkage of the cedar trees. In areas of the forest that have not been exposed to the six-tooth bark beetle, the grass tier is dominated by low-growing shade-tolerant species. With increasing light, the number of species of undergrowth and their abundance increases, and the density of the herbage increases. In areas with almost completely fallen parent tree species, the projective coverage of the grass tier and its height increase. The change of dominants is expressed in a decrease in the abundance of low-growing, shadow-loving species, and the share of light-loving species increases.

Keywords: Khakassky nature reserve, six-toothed bark beetle, secondary stem pest, breeding outbreak, distribution area of the lesion, monitoring of the breeding outbreak

Сосна сибирская является основной средообразующей породой в подавляющей части древостоев среднегорных ландшафтов Алтае-Саянского экорегиона [1, 2] и в пода-

вляющей части древостоев горно-таёжной группы участков заповедника «Хакасский». Масштабный выпад деревьев кедр в пределах заповедной тайги неизменно приведёт

к смене типа растительных сообществ и, как следствие, резкому изменению микроклиматических условий внутри экосистем. Последствия таких изменений могут стать угнетающими и даже губительными для отдельных видов животных и растений, и масштабы негативного влияния на текущий момент предположить крайне сложно. Подобные явления, вызванные агрессивными видами насекомых, описаны в литературе [3–5], где состояние биологического разнообразия лесных экосистем становится объектом экологического мониторинга.

Короед шестизубчатый является одним из самых агрессивных видов стволовых вредителей для лесов всего евразийского континента, и его биология и экология подробно изучались и изучаются учёными многих стран [6]. Тем не менее на текущий момент не разработано эффективных мер борьбы с данным видом вредителей и остаются неясными основные факторы ослабления древостоев, ведущие к дальнейшему заселению их короедом.

Территория поражения древостоя кедр в пределах заповедного участка, выявленная авторами в 2018 г. [7], оказалась весьма значительной, обозначив необходимость проведения тотального исследования территорий участка на предмет распространения вспышки размножения вредителя.

Целью исследования является оценка современного состояния древостоев кедр сибирского на территории участка «Малый Абакан» заповедника «Хакасский» – в месте вспышки размножения вторичного стволового вредителя короеда шестизубчатого – *Ips sexdentatus* Воен.

Поставленной цели соответствовали следующие задачи:

1. Оценить степень повреждения древостоев вторичным стволовым вредителем – короедом шестизубчатым на момент лета 2019 г.

2. Проследить многолетнюю динамику распространения очага размножения вреди-

теля на участке «Малый Абакан» заповедника по снимкам из космоса.

3. Проследить изменение флористического состава травяного яруса на постоянных пробных площадях под воздействием короеда шестизубчатого.

4. Сформулировать прогнозы по дальнейшему развитию вспышки размножения короеда шестизубчатого на территории заповедного участка и в непосредственной близости от него.

Материалы и методы исследования

Исследования древостоев на предмет флористического состава травяного яруса, степени повреждённости и усыхания деревьев кедр сибирского проводили в очагах массового размножения короеда шестизубчатого на постоянных пробных площадях, на территории заповедника «Хакасский» (участок «Малый Абакан») в 2018–2019 гг. На двух участках было заложено по три пробные площади. Участок № 1 располагается в окрестностях кордона «Нижний», участок № 2 – устье реки Откыл [8]. Общая характеристика пробных площадей представлена в таблице.

Для выявления изменений, происходящих в растительных сообществах в очагах короеда шестизубчатого, были сделаны геоботанические описания на пробных площадях на поврежденных участках и в нетронутых вредителем кедровниках (контрольные) размером 20x20 м (400 м²), по общепринятой методике [9]. Латинские названия растений приведены по сводке «Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения» [10].

При визуальной оценке степени усыхания древостоев в пределах пробных площадей производился осмотр каждого дерева и оценивалось их состояние по шестибальной шкале состояний: К1 – здоровые деревья, К2 – ослабленные деревья, К3 – сильно ослабленные деревья, К4 – усыхающие деревья, К5 – свежий сухостой, К6 – старый сухостой (отработанные стволовым вредителям).

Общая характеристика пробных площадей

Пробные площади	Состав древостоя		Кол-во усохших деревьев, %		ОПП** травяного яруса, %		Кол-во видов травяного яруса, шт.	
	I*	II	I	II	I	II	I	II
Усохший короедник	6К3П1Е	6К3П1Е	87	85	85	90	13	13
Переходная зона	7К2П1Е	6К3П1Е	27	11	75	70	17	15
Зона «предочага» (контроль)	6К3П1Е	5К4П1Е	0	0	55	30	11	13

Примечания: *I – Участок № 1 (окрестности кордона «Нижний»).

II – Участок № 2 (устье реки Откыл).

**Общее проективное покрытие (далее ОПП).

При перечете деревьев по шестибалльной шкале категорий состояния помимо общей оценки состояния кроны, ствола, корневых лап, отмечается (путем их осмотра) заселенность стволовыми вредителями с указанием вида насекомого.

Анализ поврежденности древостоев производился так же для всей территории участка «Малый Абакан» заповедника по данным дистанционного зондирования Земли спутником Sentinel-2 путём дешифрирования и дальнейшей обработки рядом специализированных спектральных (вегетационных) индексов и методом классификации с результатами достоверной верификации по наземным данным [11]. Результаты дешифрирования проходили обработку при помощи ГИС-технологий с составлением карт повреждения [11].

Работа по дешифрированию космоснимков и построению карт осуществлялась ФБУ «Центр защиты леса Красноярского края».

Динамика развития очага вредителя и его современное состояние

Наблюдаемый нами с 2015 г. повторный резкий всплеск размножения вредителя – как следствие благоприятности погодных условий и, предположительно, накопления критической массы вредителя в уже поврежденных древостоях – наблюдается по текущее время. Последствием нового витка вспышки размножения вредителя становится резкое увеличение числа повреждаемых деревьев внутри уже освоенных вредителем древостоев, а также захват новых территорий.

Результаты пробного картирования части участка заповедника, проводимого нами в 2018 г., показавшие, что заражение древостоев началось приблизительно в 1997–1998 гг. и имело не одиночно-точечную локализацию, а достаточно протяженность и несколько мест образования, подтвердились исследованиями этого года, проведенными для всей территории участка «Малый Абакан» заповедника.

Согласно данным картирования, местами возникновения очагов поражения стали междуречья Тарташа, Откыла и Нижней Кайлы. Максимально глубоко поражение древостоев продвинулось до истоков рек Откыл и Кабансуг с их основными притоками, откуда далее не продвинулось до текущего момента (рис. 1).

Начало поражения всегда идет от водоразделов и спускается со временем к пой-

мам рек. Очаги поражения возникают в районе наивысших точек водораздела и двигаются в обе стороны от него вдоль хребтов и к речным поймам, которые повреждаются в последнюю очередь.

Возникнув на северной границе, дальнейшее распространение очаг поражения получил по годам вглубь заповедного участка в северо-западном (максимально быстро) и юго-восточном направлениях, почти не распространяясь на юг. Но значительным расширением границ поражения было не за счёт движения границ поражения вовне, а за счёт развития очага вовнутрь уже освоенных территорий упомянутых выше междуречий (рис. 2).

Максимальное развитие очаг размножения вредителя получил в 2000, 2010, 2015 и 2019 гг. Динамика очагов выражалась в заметном увеличении площади поражённых древостоев и количестве усыхающих деревьев внутри древостоев, появлении новых эпицентров внутри очагов. Кроме того, при новых витках развития зона поражения продвигалась всё выше по течению реки Малый Абакан и внутрь участка заповедника, в древостой, ранее не охваченные вредителем.

Летом 2019 г. на участке «Малый Абакан» заповедника по-прежнему наблюдалась активная деятельность вредителя внутри кедровников, приводящая к значительной степени повреждения и усыхания древостоев и увеличению площади очага. В пределах непосредственно заповедной территории наиболее сильно древостой кедр повреждены вредителем по водораздельным гривам в междуречьях Кизаса и Тарташа, Тарташа и Откыла, Откыла и Нижнего Откыла, Нижнего Откыла и Средней Кайлы.

Современное состояние древостоев в месте локализации вспышки вторичного стволового вредителя короеда шестизубчатого

При визуальных обследованиях пробных площадей выявлено следующее. В эпицентрах очагов 75–90% древостоя являются старым или свежим сухостоем, остальной древостой находится на различных стадиях усыхания. В таких участках древостоя здоровые деревья кедр либо не встречаются, либо единичны.

Во фронтальных частях очагов усыхает порядка 25–30% древостоя. Старый сухостой в таких участках леса занимает примерно 50% древостоя, остальная часть деревьев либо незначительно ослаблена, либо здорова (чаще всего это молодые деревья).

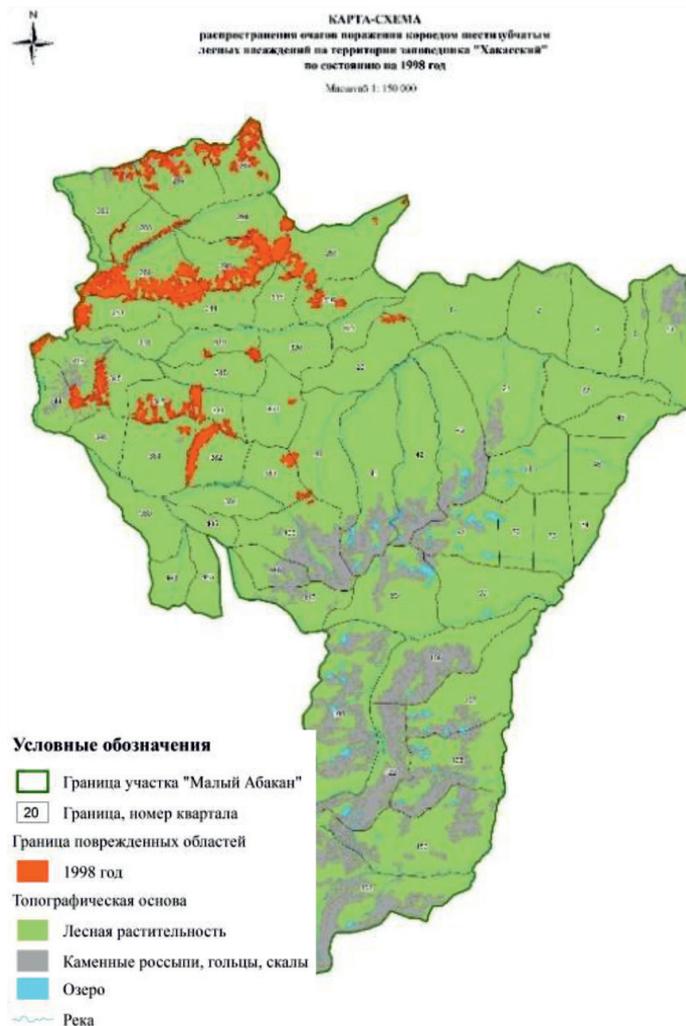


Рис. 1. Распространение очагов поражения древостоев сосны сибирской короедом шестизубчатым в пределах заповедного участка «Малый Абакан» по состоянию на лето 1998 г.

В зонах предочагов древостои выглядят здоровыми, ослабленные или усыхающие деревья единичны или отсутствуют, сухостоя нет.

Повсеместно наблюдается смыкание границ локальных очагов и их фронтальных зон. Следствием смыкания становится резкое нарастание скорости заражения и выпадения деревьев и исчезновение здорового древостоя.

Изучение почвенного покрова

Растительные сообщества исследуемой территории – это кедрово-пихтовые мохово-разнотравные леса, которые представлены на территории Северной Азии реликтовыми сообществами темнохвойных субнеморальных черневых лесов. Произрастание данных растительных сообществ на территории Южной Сибири обуслов-

лено локальными мезоклиматическими условиями предгорий Алтая и Саян, характеризующимися умеренной континентальностью, высокой влажностью и высокой теплообеспеченностью [12].

Древостой на пробных площадях представлен *Pinus sibirica* Du Tour (с разной степенью деградации), *Abies sibirica* Ledeb. и *Picea obovata* Ledeb. Высота сосны сибирской достигает 25–30 м, диаметр 50–70 см; высота пихты 12–15 м, диаметр 30–35 см. Кустарниковый ярус несомкнутый (покрытие 7–20%), представлен разновысокими экземплярами различных видов кустарников. Постоянными видами являются *Sorbus sibirica* Hedl., *Lonicera altaica* Pall. ex DC, *Ribes tropurpureum* C.A. Mey., *Spiraea chamaedryfolia* L., *Rubus sachalinensis* H. Lev. и *Padus avium* Mill.

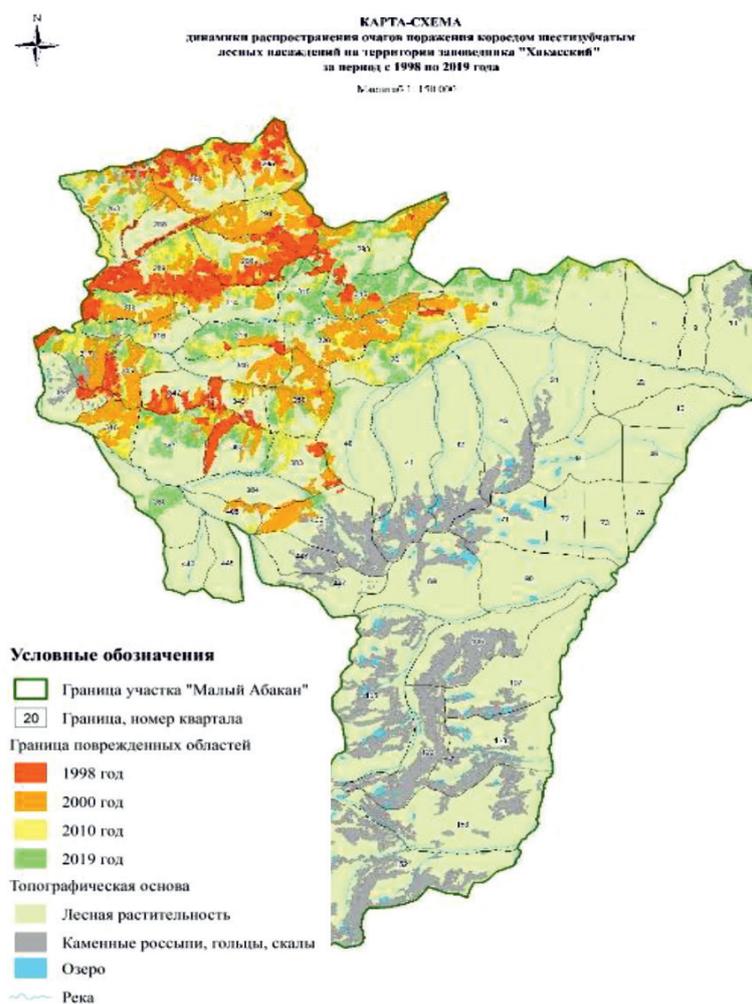


Рис. 2. Динамика распространения очагов поражения древостоев сосны сибирской короедом шестизубчатым в пределах заповедного участка «Малый Абакан» с 1998 по 2019 г.

Хорошо развит травяной ярус, состоящий из двух подъярусов. Первый подъярус высотой 35–50 см представлен *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Calamagrostis obtusata* Trin., *Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenkins et A. Jermy, *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Kurata, *Equisetum pretense* Ehrh.; присутствует представитель высокотравья – *Aconitum septentrionale* Koelle. Второй подъярус (высота 5–27 см) выполняет основную роль, и в нем сосредоточена большая часть видов, среди которых доминируют *Vaccinium myrtillus* L., *Carex macroura* Meinsh. s. str., *Linnaea borealis* L., *Cruciata krylovii* (Iljin) Pobed., *Cerastium pauciflorum* Stev. ex Ser., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Stellaria bungeana* Fenzl s. str., *Trientalis europaea* L. Проективное покрытие мохового яруса 40–60%.

На контрольных участках произрастают кедровые таежные леса с мелкотравными и мелкотравно-зеленомошными сообществами. В их травяном ярусе доминируют теневыносливые виды, находящиеся в нижнем подъярусе: *Cruciata krylovii*, *Oxalis acetosella* L., *Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*. Крупнотравные виды (1 подъярус) представлены менее обильно (*Calamagrostis obtusata* Trin., *Dryopteris carthusiana* Vill. H.P. Fuchs, 1959), проективное покрытие злаков составляет 2–5%.

После повреждения кедровых лесов короедом шестизубчатым происходит целый ряд изменений нижних ярусов растительных сообществ. В слабо деградированных сообществах при увеличении освещенности увеличивается количество видов подлеска и их обилие, повышается густота травостоя

(общее проективное покрытие травяного яруса достигает 70–75%) по сравнению с контролем. Увеличение проективного покрытия подлеска сдерживает бурное развитие светолюбивых видов, в том числе злаков, и поэтому основу травяного яруса, так же как и на контрольных участках, составляют тенелюбивые виды таежного мелкотравья: *Maianthemum bifolium*, *Linnaea borealis*, *Trientalis europaea* и др. – которые сохраняются на участках, находящихся под тенью здоровых и ослабленных деревьев, где еще сохраняется зеленомошный покров.

На участках с почти полностью выпавшей материнской древесной породой увеличивается ОПП травяного яруса (85–90%) и его высота достигает 150–160 см. Смешанная доминанта выражается в уменьшении обилия низкорослых, тенелюбивых видов, а доля светолюбивых видов (крупнотравья) возрастает. Особенно сильно увеличивается проективное покрытие злаков, достигающее 10–15% (по сравнению с контролем 2–5%). Стоит отметить, что если в слабо деградированных растительных сообществах моховой ярус достигает 50–80%, то в деградированных он может полностью исчезать, сохраняясь только в затененных местах.

Прогнозы по развитию очага размножения вредителя

Общая площадь, покрытая лесами с преобладанием хвойных пород, в горно-таежной части заповедника, составляет 102 706 га, с преобладанием кедров – 98 675 га. На конец 2019 г. площадь поврежденных кедровых древостоев равна 18 314,86 га, что составляет 17,8% от общего лесного фонда и 18,6% от фонда лесов с преобладанием сосны сибирской.

В настоящее время необходимо констатировать, что внутри древостоев накоплена настолько значительная масса вредителя, что угасание вспышки размножения возможно лишь при возникновении каких-либо катастрофических явлений (либо для леса, следствием чего станет гибель значительной части древостоев, и это задержит продвижение вредителя, либо для самого вредителя, что приведёт к массовой его гибели). Но даже при условии резкого затухания вспышки, что крайне маловероятно, в процессе её угасания будут повреждены ещё значительные площади древостоя.

С увеличением площади поврежденных древостоев, снижением сомкнутости крон будут продолжаться изменения в живом напочвенном покрове. В частности,

будут формироваться растительные сообщества с представителями разнотравья и крупнотравья, с зарослями кустарников, что будет негативно сказываться на естественном возобновлении кедров (сосны сибирской).

Заключение

Очаг размножения короеда шестизубчатого на территории заповедника «Хакасский» является действующим и хроническим. Повсеместно наблюдаются возобновляющиеся и новообразующиеся очаги размножения вредителя в районах отработанных древостоев и ранее незатронутых биоценозов.

В эпицентрах очагов усохшими являются до 90% деревьев кедров, во фронтальных частях – до 80%. Повсеместно наблюдается слияние границ локальных очагов с последующим резким увеличением количества повреждаемых и усыхающих деревьев.

Данные по изменению видового состава растений напочвенного покрова на разных стадиях поражения кедровых лесов, полученные в ходе работ, могут быть использованы в качестве одного из критериев, которые положены в основу оценки эколого-экономического ущерба, вызванного инвазией короеда шестизубчатого в кедровых лесах.

В настоящий момент угасание вспышки размножения вредителя возможно лишь при возникновении каких-либо катастрофических явлений. Но даже при условии резкого затухания вспышки, что крайне маловероятно, в процессе её угасания будут повреждены ещё значительные площади древостоя.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-44-190004p_a «Оценка состояния кедровых лесов республики Хакасия в месте локализации вспышки размножения вторичного стволового вредителя короеда шестизубчатого (на примере урочища Малый Абакан заповедника Хакасский)».

Список литературы / References

1. Овчинникова Н.Ф. Динамика видового состава и фитомассы напочвенного покрова в производных фитоценозах черневого пояса Западного Саяна // Флора и растительность Западной Сибири и Дальнего Востока. Чтения им. Л.М. Черепнина и материалы Шестой Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 110 лет со дня рождения Л.М. Черепнина и 80 лет Гербария им. Л.М. Черепнина (KRAS) / Под ред. Е.М. Антипова. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева, 2016. С. 206–211.

Ovchinnicova N.F. Species composition and biomass of above-ground plants dynamics under canopy in after-growth cenosis of West Sayan chern belt // Flora and vegetation of Western Siberia and the Far East. Readings named after L.M. Cherepnin and materials of the Sixth all-Russian

conference with international participation, dedicated to the 110th anniversary of the birth of L.M. Cherepnin and the 80th anniversary of the herbarium named after L.M. Cherepnin (KRAS) / pod. red. Ye.M. Antipova. Krasnoyarsk: Krasnoyarskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet imeni V.P. Astaf'yeva, 2016. P. 206–211 (in Russian).

2. Бочарников М.В. Ботаническое разнообразие высотного поясного спектра северного макросклона Западного Саяна // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 1 (4). С. 974–977.

Bocharnikov M.V. Botanical diversity of the altitude-belt spectrum of the Northern macroslope of the Western Sayan // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2011. V. 13. № 1 (4). P. 974–977 (in Russian).

3. Кривец С.А., Басирова Э.М., Чернова Н.А., Пац Е.Н., Керчев И.А. Комплексная характеристика биологического разнообразия кедровых лесов на южном пределе их распространения в Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2014. № 2 (26). С. 130–150.

Krivets S.A., Basirova E.M., Chernova N.A., Pats E.N., Kerchev I.A. A complex description of Siberian stone pine forests biodiversity at the southern border of their outreach in West Siberia // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 2014. № 2 (26). P. 130–150 (in Russian).

4. Кривец С.А., Басирова Э.М., Керчев И.А., Пац Е.Н., Чернова Н.А. Трансформация таежных экосистем в очаге инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий. 2015. Т. 8. № 1. С. 41–63.

Krivets S.A., Basirova E.M., Kerchev I.A., Pats E.N., Chernova N.A. Transformation of taiga ecosystems in the Western Siberian invasion focus of four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) // Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy. 2015. V. 8. № 1. P. 41–63 (in Russian).

5. Евсеева Н.А., Никулина Н.А. Оценка очагов карантинных вредителей в Иркутской области // Вестник КрасГАУ. 2016. № 9 (120). С. 40–44.

Yevseeva N.A., Nikulina N.A. Assessment of the centers of quarantine pests in the Irkutsk region // Vestnik KrasGAU. 2016. № 9 (120). P. 40–44 (in Russian).

6. Власов Р.В., Давыдова И.А. Современное состояние исследований короедов в России и за рубежом // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2009. № 187. С. 70–80.

Vlasov R.V., Davydova I.A. Current state of research bark beetles in Russia and abroad // Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii. 2009. № 187. P. 70–80 (in Russian).

7. Исаева И.Л. Мониторинг вспышки размножения короеда шестизубчатого – *Ips sexdentatus* Boern. на сосне

сибирской (участок «Малый Абакан» заповедника «Хакасский») // Успехи современного естествознания. 2018. № 12–1. С. 50–56.

Isaeva I.L. Monitoring of the outbreak of reproduction of the six-toothed bark beetle-*Ips sexdentatus* Boern. on the Siberian pine (Small Abakan section of the Khakassky reserve) // Advances in current natural sciences. 2018. № 12–1. P. 50–56 (in Russian).

8. Лебедева С.А. Изменение флористического состава нижних ярусов фитоценозов кедровых лесов под влиянием короеда шестизубчатого – *Ips sexdentatus* Boern. (участок «Малый Абакан» заповедника «Хакасский») // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. Т. 11. № 1. С. 35–46. DOI: 10.12731/2658-6649-2019-11-1-35-46.

Lebedeva S.A. Changing the floral composition of the lower tiers of phytocenoses of cedar forests under the influence of the six-tooth bark beetle-*Ips sexdentatus* Boern. (Small Abakan section of the Khakassky nature reserve) // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. V. 11. № 1. P. 35–46 (in Russian).

9. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. 2-е изд. М.: Изд. АН СССР, 1961. 144 с.

Sukachev V.N., Sonn S.V. Methodological guidelines for the study of forest types. 2-nd ed. M.: Izd. AN SSSR, 1961. 144 p. (in Russian).

10. Конспект Флоры Сибири: Сосудистые растения / Отв. ред. Байков К.С. Новосибирск: Наука, 2005. 362 с.

Conspectus florae Sibiriae: Planta vasculares. / Отв. ред. Baykov K.S. Novosibirsk: Nauka, 2005. 362 p. (in Russian).

11. Быкова-Сашко Е.В., Голубев Д.В., Кнорре А.А., Исаева И.Л. Дешифрирование лесных насаждений, поврежденных стволовыми вредителями на примере территорий заповедника «Хакасский» и «Столбы» с применением материалов космической съемки и ГИС-технологий // Лесные экосистемы boreальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск, 26–31 августа 2019 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 66–69.

Bykova-Sashko E.V., Golubev D.V., Knorre A.A., Isaeva I.L. Decoding of forest plantations damaged by stem pests on the example of the territories of the Khakassky and Stolby nature reserve using space survey materials and GIS technologies // Forest ecosystems of the boreal zone: biodiversity, bioeconomics, environmental risks. Materials of the all-Russian conference with international participation. Krasnoyarsk. August 26–31, 2019. Krasnoyarsk: IL SO RAN, 2019. P. 66–69 (in Russian).

12. Ермаков Н.Б. Разнообразие boreальной растительности Северной Азии. Гемибореальные леса. Классификация и ординация. Новосибирск: Изд. СО РАН, 2003. 232 с.

Ermakov N.B. Diversity of boreal vegetation in Northern Asia. Hemiboreal forests. Classification and ordination. Novosibirsk: Izd. SO RAN, 2003. 232 p. (in Russian).