

УДК 630*845:633.877.3:630*907.32(571.513)

МОНИТОРИНГ ВСПЫШКИ РАЗМНОЖЕНИЯ КОРОЕДА ШЕСТИЗУБЧАТОГО – *IPS SEXDENTATUS* BOERN. НА СОСНЕ СИБИРСКОЙ (УЧАСТОК «МАЛЫЙ АБАКАН» ЗАПОВЕДНИКА «ХАКАССКИЙ»)

Исаева И.Л.

ФГБУ ГПЗ «Хакасский», Абакан, e-mail: reserve@khakasnet.ru

В данной статье приводятся промежуточные результаты мониторинговых исследований на территории государственного природного заповедника «Хакасский», проводимых в высокогорной кедровой тайге, в месте локализации вспышки размножения вторичного стволового вредителя короёда шестизубчатого. В частности, приводятся данные о распространении очага размножения вредителя на заповедной территории, об истории развития очага поражения, а так же приводится гипотеза о стадиях развития поражения внутри древостоя. Посредством визуальных мониторинговых наблюдений за территорией, поражённой вредителем, а также посредством анализа космоснимков выявлено, что начало поражения приходится на 1997–1998 гг. и возникло сразу в нескольких исходных точках. Годами максимального распространения вредителя являются 2000 и 2010 гг. Внутри древостоя очаг проходит три стадии развития: начало поражения с возникновением небольшого локального очага поражения внутри здорового древостоя, максимальное поражение древостоя, когда очаг увеличивается с максимально возможной скоростью и внешне выглядит как усохший эпицентр, окруженный мощным фронтом усыхания и протяженной зоной предочага с единичными усыхающими деревьями и стадия смыкания границ локальных очагов. В эпицентрах поражённых древостоев усыхание деревьев кедров достигает 90%, здоровые деревья отсутствуют; во фронтальных частях очагов до 30% древостоя является усохшим, до 60% древостоя ослаблено и усыхает, остальная часть древостоя находится в удовлетворительном состоянии; в зонах пред очагов усохших деревьев, как правило, нет. Усыхающие деревья единичны, остальной древостоем является либо незначительно ослабленным, либо здоровым. Чем моложе локальный очаг, тем выше скорость его распространения по территории. На этапе смыкания границ локальных очагов увеличения площади поражения, как правило, уже не происходит и дальнейшее распространение зоны поражения происходит за счет образования новых локальных очагов в здоровых древостоях.

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

MONITORING OUTBREAKS OF *IPS SEXDENTATUS* BOERN. ON THE *PINUS SIBIRICA* («MALY ABAKAN» CLUSTER, RESERVE «KHAKASSKY»)

Isaeva I.L.

FGBU GPZ «Khakassky», Abakan, e-mail: reserve@khakasnet.ru

This article presents the interim results of the monitoring researches in the territory of the state natural reserve «Khakassky», conducted in highland cedar forest, in the place of localization of breeding outbreak of secondary stem pest *Ips sexdentatus*. In particular, the data of the pest breeding center in the protected area, history of lesion development, as well as the hypothesis on the development stages of lesion inside the forest are given. By means of visual monitoring observations of the territory, affected by the pests, as well as through analysis of satellite imagery it was revealed that the beginning of lesion falls on the 1997-1998 and originated at several points. The years of maximum pest spread are 2000 and 2010. Inside the forest, the center of pests infection passes three stages of development: the onset of a lesion with the appearance of a small local focus of damage within a healthy stand, the maximum damage of the stand, when the focus increases at the highest possible speed and looks like a shrunken epicenter, surrounded by a strong drying front and an extended zone in front of the focus with individual drying trees and the stage of closing the boundaries of local foci. In the epicenters of the affected forest, the drying of cedar trees reaches 90%, healthy trees are absent; in the frontal parts of the focus up to 30% of the forest is withered, up to 60% of the forest is weakened and shrinks, the rest of the forest is in a satisfactory condition; in the areas before the focus there are no withered trees, as a rule. Withering trees are rare, the rest of the forest is either slightly weakened or healthy. The younger the local focus, the higher the speed of its spread throughout the territory. At the stage of closing the boundaries of local focus the increasing of the lesion area hasn't occurred, as a rule, and further spreading of the affected area has occurred due to the formation of new local focus in healthy forest.

Keywords: reserve «Khakassky», *sexdentatus boern*, secondary stem pest, reproduction outbreak, distribution area of the lesion, monitoring of reproduction outbreaks

Антропогенные факторы местного характера в комбинации с экологическими изменениями, в первую очередь глобальным изменением климата, приводят к масштабному усыханию лесов, в том числе вызванному вспышками численности насекомых и болезнетворных организмов [1–3].

Кедр, или сосна сибирская (*Pinus sibirica*), являясь одной из основных средообразующих пород в лесах Сибири, а также благодаря высоким питательным свойствам семян, давно признан ценнейшим деревом. В кедровых лесах Сибири благодаря наличию кедров до сих пор сохранились уникальные комплексы животных [4].

Цель исследования: мониторинг состояния древостоев кедрового участка Малый Абакан заповедника «Хакасский» – месте локализации вспышки размножения вторичного стволового вредителя короеда шестизубчатого – *Ips sexdentatus* Voern.

Поставленной цели соответствовали следующие задачи:

1. Оценить степень усыхания древостоев на выделенных временных пробных площадях, располагающихся в кедровниках, повреждаемых короедом шестизубчатым.

2. Проследить многолетнюю динамику распространения очага размножения вредителя на участке Малый Абакан заповедника по визуальным наблюдениям и снимкам из космоса.

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

Материалы и методы исследования

В пределах исследуемых древостоев, подверженных воздействию короеда шестизубчатого, были заложены 6 временных пробных площадей, выбранных по признаку степени и давности повреждения: 2 пробных площади в центральной части очага с большим числом усохших и усыхающих деревьев, 2 пробных площади во фронтальной части очага с интенсивным действующим усыханием и 2 пробных площади на краю распространения очага с единичными повреждаемыми деревьями.

Для оценки степени усыхания древостоев в пределах пробных площадей выделялась площадка размером 100×100 м, внутри которой производился осмотр каждого дерева и оценивалось их состояние по 6-балльной шкале состояний: К1 – здоровые деревья, К2 – ослабленные деревья, К3 – сильно ослабленные деревья, К4 – усыхающие деревья, К5 – свежий сухостой, К6 – старый сухостой (отработанные стволовым вредителем). При перечете деревьев по 6-балльной шкале категорий состояния помимо общей оценки состояния кроны, ствола, корневых лап, отмечается (путем их осмотра) заселенность стволовыми вредителями с указанием вида насекомого.

Построение карт распространения поражения территории короедом шестизубчатым проводилось на основе дешифрирования космических снимков исследуемой территории. Работы по дешифрированию космических снимков и построению карт осуществлялась ФБУ «Центр защиты леса Красноярского края».

Характеристика исследуемых древостоев

Древостой № 1, с пробными площадями 1–3: кедрово-пихтовый, мохово-разнотравный лес. Склон южной экспозиции. Основными видами древесного яруса выступают *Pinus sibirica* Du Tour., *Abies sibirica* Ledeb. и *Picea obovata* Ledeb. Подлесок и кустарниковый ярус имеют проективное покрытие до 15%. В первом преобладает *Sorbussibirica* Hedl., во втором – *Caragana frutex* (L.) K. Koch. Травяной ярус имеет проективное покрытие до 80–85%, абсолютно доминирует *Carex macroura* Meinsh. s.str. Очень хорошо развит моховой ярус (проективное покрытие достигает 100%).

Древостой № 2 с пробными площадями 4–6 (устье реки Откыл): кедрово-пихтовый, злаково-разнотравный лес. Склон южной экспозиции. Основными древесными породами выступают *Pinus sibirica* Du Tour., *Abies sibirica* Ledeb. и *Picea obovata* Ledeb. Подлесок и кустарниковый ярус имеют проективное покрытие до 20%. В первом преобладает – *Sorbus sibirica* Hedl., во втором – *Spiraea chamaedryfolia* L., *Ribes atropurpureum* С.А. Меу. Травяной ярус имеет проективное покрытие до 80–90%, обильно встречаются *Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenkins et A. Jermy, *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm., и т.д. Очень хорошо развит моховой ярус (проективное покрытие достигает 80–85%).

Результаты исследования и их обсуждение

1. Оценка состояния пробных площадей.

Пробная площадь № 1. Расположена на второй террасе реки Малый Абакан, у подножия крутого горного склона. В кедровом древостое наблюдается активное поражение, здоровые деревья отсутствуют, так же, как и малоослабленные. 72% древостоя составляют староусохшие деревья, 15% свежий сухостой текущего года отпада, 4% усыхающие деревья и 6% сильно ослабленные. Поскольку большая часть деревьев кедрового древостоя является старым сухостоем (возраст отпада не менее 2–3 лет), под пологом леса идет активное зарастание кустарником и травостоем, основу которого составляют злаки, а также наблюдается достаточное количество молодого подроста до 5 лет (кедр, пихта).

Пробная площадь № 2. Располагается по крутому склону горы, идущему от второй террасы реки. Так же наблюдается высокая степень общей захламленности древостоя. Поскольку выпад деревьев кедрового древостоя значительно меньше, наблюдается меньшая степень

зарастания кустарником и травостоем. Лесовозобновление хорошее подростом разных пород. Старый сухостой занимает 15% от общего состава древостоя, свежий сухостой 12%, так же как и усыхающие деревья. 58% деревьев находятся в разной степени ослабленности и лишь 3% от состава древостоя не имеют признаков ослабления и следов присутствия стволовых вредителей. Тем не менее, следы присутствия короеда в этой части древостоя более заметны, чем в эпицентре очага, поскольку интенсивное поражение протекает здесь в настоящем времени и повсюду наблюдается большое количество вылетных отверстий насекомых и буровая мука на коре деревьев и у подножия стволов, ярко-рыжие усыхающие вершины кедров, поредение и осыпание хвои у сильно ослабленных деревьев, коры и мелких веток у свежего сухостоя.

Пробная площадь № 3. Положение в рельефе как и у предыдущей пробной площади. По-прежнему сильна захламлиенность древостоя ветровалом разного времени отпада. Весь древостой смотрится здоровым, деревья старше 100 лет относятся к категории

K2, моложе 100 лет к категории K1. Повсеместно наблюдается хороший подрост как пихтовый, так и кедр. Среди кустарникового яруса встречается только жимолость, и то в незначительном количестве. Травостой почти отсутствует, за исключением редких злаков, поверхность почвы покрыта мхами и плаунами. Как старый, так и свежий сухостой отсутствуют, к абсолютно здоровым и незначительно ослабленным деревьям кедр относятся 80,2% древостоя, 8,9% усыхают и 2,9% являются уже усыхающими.

Пробная площадь № 4. Располагается на первой террасе реки Малый Абакан. В древостое явно преобладает старый сухостой, при этом усыхают даже молодые деревья. Здоровое дерево в пределах пробной площади было найдено лишь одно, младше 50 лет. На фоне сильнейшей захламлиенности ветровалом хорошо развит кустарниковый ярус, травянистый ярус так же хорошо развит. Старый сухостой составляет 79% от общего состава древостоя, свежий сухостой 6%, усыхающих деревьев так же 6%, остальной древостой является сильно ослабленным и усыхающим.

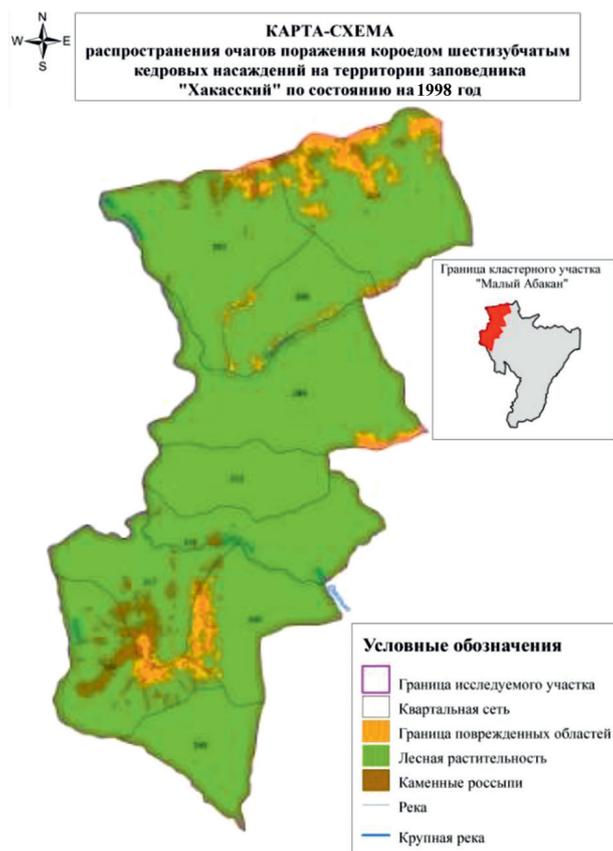


Рис. 1. Карта-схема распространения очага размножения короеда шестизубчатого по состоянию на 1998 г.

Пробная площадь № 5. Располагается на переходе от второй террасы реки Малый Абакан в горный склон. В пределах площади здоровые деревья наблюдаются не только среди молодых, но также и среди зрелых деревьев старше 100 лет. Захламлённость ветровальными деревьями по-прежнему высокая. Под пологом леса наблюдается обильный подрост всех пород деревьев, а также обильный кустарниковый и травянистый ярусы. 77% древостоя в удовлетворительном состоянии, 10% сильно ослаблены или усыхающие и 11% являются старо- или свежесохшими.

Пробная площадь № 6. Располагается в пределах горного склона. Захламлённые участки перемежаются с относительно чистыми от ветрала участками поверхности. Подрост присутствует, но его заметно меньше, чем в предыдущих пробных площадях. Здоровые и мало ослабленные деревья занимают 90% древостоя, 7% деревьев кедра являются сильно ослабленными и лишь 3% усыхает.

2. Общее текущее состояние территории и история возникновения и распростра-

нения вспышки размножения вредителя. По первоначальным результатам визуальных наблюдений и анкетного опроса инспекторского состава заповедника нами предполагалось, что начало вспышки размножения вредителя приходится примерно на 2000–2001 гг., поскольку именно тогда визуально начали отмечаться первые короедные участки в древостоях сосны сибирской в районе кордона «Малый Абакан» одноименного участка [5, 6]. Согласно последним данным, основанным на космоснимках обследуемой территории, заражение древостоев началось несколько раньше и пришлось на 1997–1998 г. (рис. 1). Ошибка в предположениях возникла вследствие того, что зарождение очага произошло не только от сопредельной с заповедником территории, располагающейся по соседнему берегу реки Малый Абакан, а том числе и в глубине лесных массивов самого заповедного участка и не было заметным от реки. В 2000 г., после резкого увеличения пораженной территории заражение стало заметным и в пределах поймы реки Малый Абакан (рис. 2).

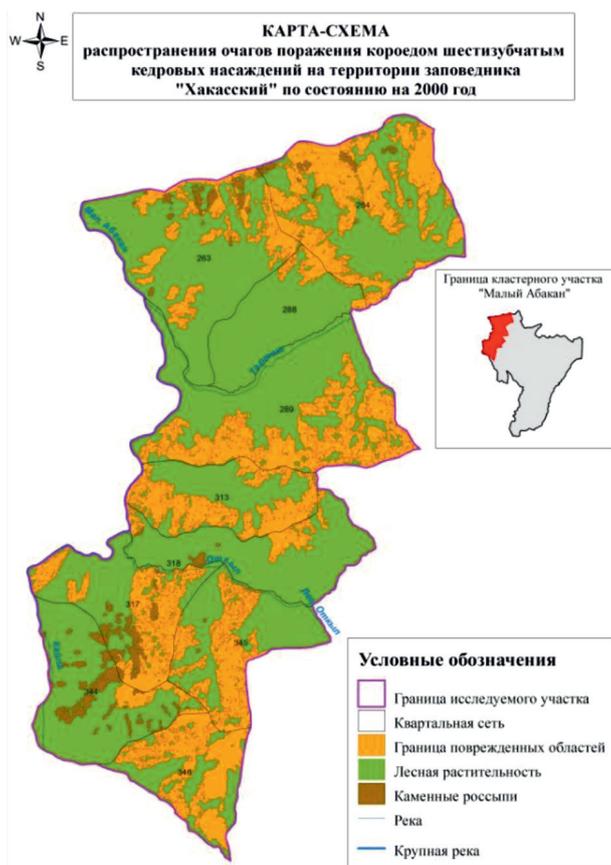


Рис. 2. Карта-схема распространения очага размножения короеда шестизубчатого по состоянию на 2000 г.

КАРТА-СХЕМА
динамики распространения очагов поражения короедом
шестизубчатым кедровых насаждений на территории
заповедника "Хакасский" (участок "Малый Абакан")

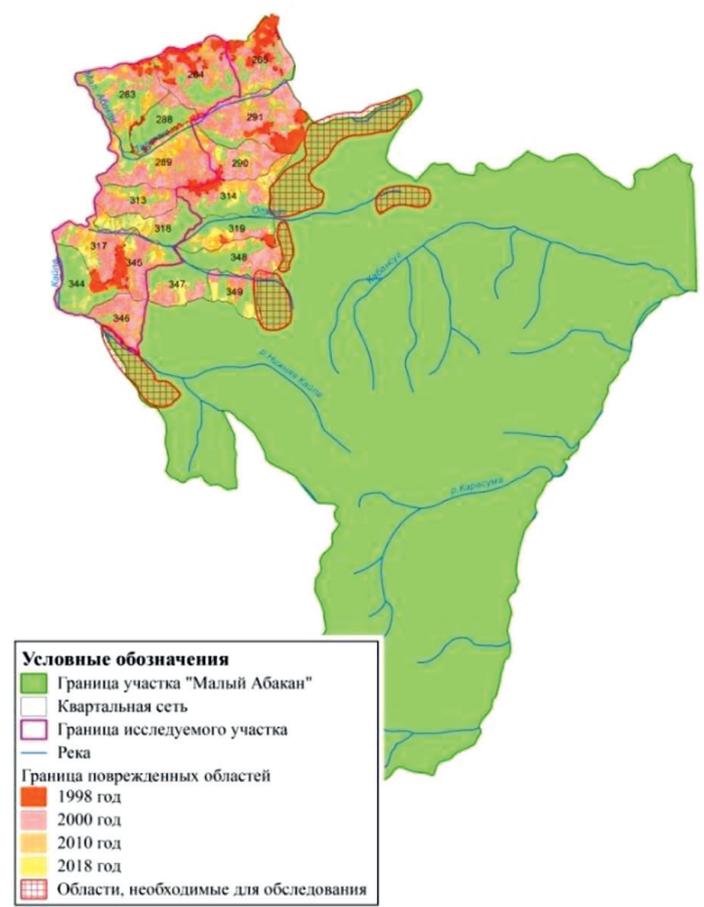


Рис. 3. Карта-схема распространения очага размножения короеда шестизубчатого по состоянию на 2018 г.

Подтвердилось предполагаемое нами место возникновения очага поражения – пойма реки Малый Кизас [5, 6]. Тем не менее имелось ещё несколько мест исходной локализации очагов поражения: территории вдоль русла реки Кайла в среднем течении и в междуречье рек Кайла и Откыл, территории вдоль русла реки Тарташ и территория в междуречье Тарташа и Откыла. Примечательно то, что локализация зарождения очагов была не точечная, а имела достаточную протяженность, что говорит в пользу глобального для всего участка (а скорее всего, гораздо более обширной территории) ослабления древостоя неизвестными причинами.

На текущий момент территория, поврежденная короедом шестизубчатым, более обширна и превышает предполагаемую нами площадь по крайней мере в 2,5 раза (рис. 3).

В ходе визуальных наблюдений за территорией повреждения нами фиксировались резкие приросты поражения древостоев в 2000, 2010 и 2015–2016 гг. и небольшие спады между этими пиками. При обследовании космоснимков территории за разные года, данные наблюдения подтвердились. Так, самый скачок в поражении территорий наблюдается на снимках в 2000 и 2010 гг. (рис. 3).

2. Характеристика динамики развития очага поражения внутри древостоя. Многолетние наблюдения за территорией распространения очага размножения короеда шестизубчатого позволили нам составить представление о характере возникновения и дальнейшей динамики локальных очагов размножения вредителя внутри древостоя. Первоначально внутри ослабленного древостоя появляется группа из небольшого

количества пораженных деревьев, которая хорошо заметна по ярко-рыжим макушкам кедра, поскольку для шестизубчатого короэда характерно вершинное поражение дерева. В последующие 1–3 весенне-летних сезона этот очаг разрастается с постепенным увеличением площади и появлением в центре сухостойных деревьев. Это будущий эпицентр образовавшегося очага.

В дальнейшем площадь локального очага продолжает разрастаться, формируя в центре ядро сухостоя (эпицентр очага), в котором имеются как староусохшие деревья, так и свежий сухостой. Скорость разрастания очага зависит от первоначального запаса вредителя в месте поражения, благоприятности погодных условий и давности возникновения очага (чем младше очаг, тем выше скорость его разрастания). Так, в первые 2–3 сезона после возникновения очага, его площадь ежегодно может увеличиваться в 2–3 раза, в дальнейшем скорость разрастания снижается.

Через 2–5 лет после возникновения локальный очаг поражения древостоя делится на три зоны:

1) усохший эпицентр, с выпадом деревьев 80–100%,

2) по периметру мощный «фронт» распространения очага с максимумом усыхающих деревьев (его протяженность зависит от длительности развития очага), хорошо заметный по преобладающей рыжей окраске крон деревьев;

3) зона «предочага», самая широкая, содержащая ослабленные древостои с единичными усыхающими деревьями [6] (рис. 4).

Как правило внутри древостоев одновременно возникает сразу несколько точек поражения и, как следствие, образование

нескольких локальных очагов размножения вредителя и усыхания древостоя. Неизбежно в какой-то момент происходит слияние границ этих очагов с образованием сплошь пораженного вредителем и усыхающего древостоя (рис. 4). При этом усыхание деревьев уже происходит хаотично по всему древостою, и в этот момент крайне сложно определить места первоначального возникновения поражения. Ширина перечисленных зон зависит от давности существования очага.

Как правило, дальнейшего «расползания» такого глобального очага по периметру уже не происходит, а если и происходит, то крайне медленно. В то же время внутри очага «доедание» оставшихся неповреждённых деревьев кедра может длиться очень долгое время, поскольку скорость распространения вредителя к этому моменту сильно снижается. Такие древостои остаются в определенном смысле резервами для хранения и накопления вредителя.

Дальнейшее увеличение пораженных площадей происходит в большей степени за счёт образования новых локальных очагов поражения вредителем в здоровых и ранее не затронутых эпидемией древостоях.

Заключение

Исследуемый очаг размножения вредителя является действующим и активно распространяющимся, затухания очага не ожидается. В пределах исследуемых массивов кедрово-пихтовой тайги существует постоянный значительный резерв вредителя, накапливающийся с годами и позволяющий мгновенно заселять ослабленные деревья кедра и сохранять потенциал для возникновения вспышки размножения.

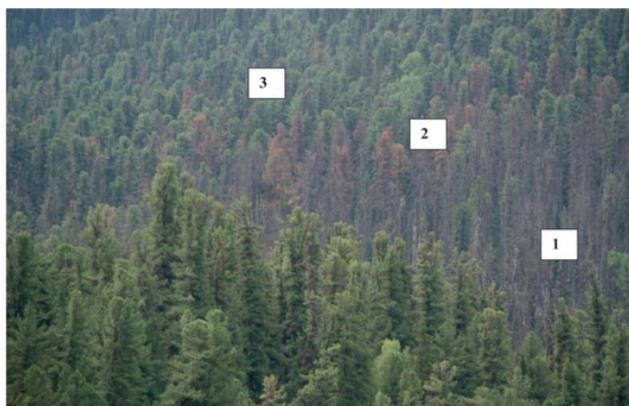
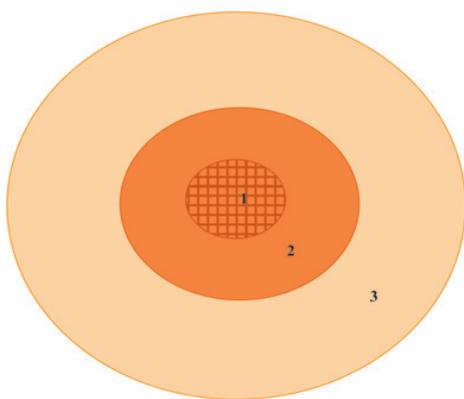


Рис. 4. Схема очага усыхания древостоя в момент вспышки размножения короэда шестизубчатого: 1. Эпицентр очага; 2. Фронт очага; 3. Зона предочага

Локальный очаг размножения короёда шестизубчатого внутри древостоя проходит три стадии развития: начало заражения, максимальное заражение древостоя и стадия смыкания локальных очагов. Процент повреждения древостоев в усохших эпицентрах размножения составляет 80–100%, из них до 80% составляет сухостой, остальное – сильно повреждённые и усыхающие деревья. Процент повреждения древостоев в участках с фронтальным поражением составляет 60–70%, из них 25–30% – усохший древостой, остальной сильно ослаблен или усыхает. В зонах «предочага» сухостойные деревья отсутствуют, сильно ослабленными и усыхающими являются до 11% древостоя.

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

Список литературы / References

1. Аверенский А.И., Исаев А.П. Формирование группировок стволовых вредителей в очагах сибирского шелкопряда в лесах Центральной Якутии // Поволжский экологический журнал. 2011. № 1. С. 3–13.
2. Averenskiy A.I., Isaev A.P. Development of Xylophagous Groups in Pesthole Areas of Dendrolimus Superans Sibiricus Tschetv. In Central Yakutia Forests // Povolzhskiy Journal of Ecology. 2011. № 1. P. 3–13 (in Russian).
3. Грибков А.В., Щур А.В., Кузменкин Д.В. Кедровые леса Алтая под угрозой: проблемы охраны и использования, рекомендации по устойчивому лесопользованию. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. 64 с.
4. Gribkov A.V., Shchur A.V., Kuzminki D.V. Altai Cedar forests under threat: problems of protection and use, recommendations for sustainable forest management. M.: WWF, 2014. 64 p. (in Russian).
5. Катаев О.А., Поповичев Б.Г. Лесопатологические обследования для изучения стволовых насекомых в хвойных древостоях: учеб. пособие. СПб.: СПбЛТА, 2001. 72 с.
6. Kataev O.A., Popovichev B.G. Forest pathology surveys for the study of stem insects inside the forest: textbook. SPb.: SpbLTA, 2001. 72 p. (in Russian).
7. Соколов Г.А. Млекопитающие лесов Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. 256 с.
8. Sokolov G.A. Mammals of the forests of Siberia. Novosibirsk: Nauka, 1979. 256 p. (in Russian).
9. Исаева И.Л. Мониторинг размножения короёда шестизубчатого (*Ips sexdentatus* Boern) в условиях высокогорной кедровой тайги (участок «Малый Абакан» заповедника «Хакасский») // Мониторинг состояния природных комплексов и многолетние исследования на особо охраняемых природных территориях: Материалы интернет-конференции, посвященной 40-летию Саяно-Шушенского заповедника. Вып. 1. Шушенское, 2016. С. 64–66. URL: <http://zapovedsever.ru/pdfs/o/2o.pdf> (дата обращения: 22.11.2018).
10. Isayeva I.L. Monitoring *IpsSexdentatusBoern* in the conditions reproduction of high-mountain cedar taiga («Maly Abakan» section of reserve Khakassky) // Monitoring of the state of natural complexes and long-term research in specially protected natural areas: Materials of the Internet conference dedicated to the 40th anniversary of the Sayano-Shushensky reserve. Issue 1. Shushenskoye, 2016. P. 64-66. URL: <http://zapovedsever.ru/pdfs/o/2o.pdf> (date of the application: 22.11.2018) (in Russian).
11. Исаева И.Л. Промежуточные итоги мониторинговых исследований вспышки массового размножения короёда шестизубчатого *Ips sexdentatus* Boern. в условиях высокогорной кедровой тайги (участок «Малый Абакан» заповедника «Хакасский») // Научные исследования в заповедниках и национальных парках Южной Сибири Новосибирск: СО РАН, 2017 г. Вып. 7. С. 10–16.
12. Isayeva I.L. Interim results of monitoring studies of the outbreak of mass reproduction of *Ips sexdentatus* Boern. in conditions of high-mountain cedar taiga («MalyAbakan» section of reserve Khakassky) // Scientific research in reserves and national parks of southern Siberia. Novosibirsk: SO RAN, 2017 Issue. 7. P. 10–16 (in Russian).