

И. В. Фуряев^{1}, С. В. Жила¹*

Изменение пожарной опасности нарушенных темнохвойных насаждений средней и южной Сибири

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация
*e-mail: furya_i@mail.ru

Аннотация. Целью проведенного исследования являлось изучение изменения пожарной опасности нарушенных темнохвойных насаждений Сибири, в сравнении с ненарушенными. Под нарушенными насаждениями понимались те, которые подверглись либо инвазиям насекомых, либо каким-то иным внешним воздействиям, в том числе пройденные пожарами. В представленной работе рассматривается изменение природной пожарной опасности темнохвойных насаждений подзоны южной тайги Красноярского края. Объектами исследований стали крупнотравно-зеленомошные пихтарники, представленные в основном пихтой сибирской (*Abies sibirica*), имеющими в составе сопутствующие породы, такие как: ель, кедр и сосна. Насаждения подверглись инвазии короеда полиграфа уссурийского (*Polygraphus Proximus Blandford*). Инвазия стала возможной вследствие климатических изменений и наличию хорошей кормовой базы для короеда, во всех местах произрастания исследуемых темнохвойных насаждений. На заложенных пробных площадях было произведено исследование живого и мертвого напочвенного покрова, сделан учет упавших древесных горючих материалов, сухостоя и древесины перешедшей в категорию валежа. В результате исследований было установлено, что в нарушенных темнохвойных насаждениях, по истечении восьми – десяти лет с начала инвазии, значительно увеличивается количество горючих материалов. Основное увеличение происходит в основном за счет упавших древесных горючих материалов, при 70-90 % переходе древесины в категорию валежа.

Ключевые слова: нарушенные пихтарники, изменения климата, инвазия полиграфа уссурийского, пожарная опасность темнохвойных насаждений, упавшие древесные горючие материалы, отпад древесины, запас горючих материалов

I. V. Furyaev^{1}, S. V. Zhila¹*

Changes in the fire hazard of disturbed dark coniferous plantations in central and southern Siberia

¹V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russian Federation
*e-mail: furya_i@mail.ru

Abstract. The purpose of the study was to study changes in the fire hazard of disturbed dark coniferous plantations in Siberia, in comparison with undisturbed ones. Disturbed plantings were understood to be those that had been subjected either to insect infestations or to some other external influences, including logging of the main use. The presented work examines the change in the natural fire danger of dark coniferous plantations in the subzone of the southern taiga of the Krasnoyarsk Territory. The objects of research were large-grass and green-mossy fir trees, represented mainly by Siberian fir (*Abies sibirica*), which include related species such as spruce, cedar and pine. The plantings were invaded by the bark beetle of the Ussuri polygraph (*Polygraphus Proximus Blandford*).

The invasion became possible due to climatic changes and the presence of a good food base for bark beetles in all places of growth of the studied dark needles. On the laid-out test areas, a study of living and dead ground cover was carried out, accounting for fallen wood combustible materials, dead wood and wood that passed into the category of deadwood was made. As a result of the research, it was found that in disturbed dark coniferous plantations, after eight to ten years from the beginning of the invasion, the amount of combustible materials increases significantly. The main increase is mainly due to fallen wood combustible materials, with 70-90% of the transition of wood to the category of dead wood.

Keywords: disturbed fir trees, climate change, invasion of the Ussuriysky polygraph, fire danger of dark coniferous plantations, fallen wood combustible materials, loss of wood, stock of combustible materials

Введение

В последние десятилетия, климат на планете быстро меняется. Эти изменения ставят под угрозу биологическое разнообразие, как на видовом, так и экосистемном уровнях. Особую угрозу может представлять воздействие насекомых – инвайдеров на растительные сообщества. Усыхание больших площадей лесных насаждений ведет к деградации основных функций лесов. Снижается их ресурсный потенциал, изменяется средообразующая функция, снижается пожароустойчивость, увеличивается горимость.

Усыхание темнохвойных лесов в результате инвазии полиграфа уссурийского (*Polygraphus proximus*) фиксируется в России более десяти лет [1]. Этот вид не является аборигенным видом южно-таежных темнохвойных насаждений Сибири. Его агрессивному распространению способствовали участвовавшие в последние десятилетия засушливые периоды, приводящие к снижению устойчивости темнохвойных насаждений [2]. К тому же пихта сибирская неустойчива к комплексу патогенных офиостомовых грибов, ассоциированных с полиграфом, это приводит к быстрому усыханию пораженных короедом насаждений [3].

География появления полиграфа уссурийского на территории нашей страны весьма обширна. Пихта сибирская является основной лесообразующей породой в лесах Средней и Южной Сибири. По данным [4], полиграф распространился уже на 4,9 млн. га пихтарников, что составляет почти треть их ареала. Повреждение пихты сибирской уссурийским полиграфом в последние десятилетия стало актуальным для Красноярского края, где короедом повреждены более 1 млн. га темнохвойных лесов [5].

Вопросами идентификации, экологии, жизненного цикла полиграфа уссурийского занимается множество специалистов – энтомологов, лесопатологов. Опубликовано много научных материалов, статей, обзоров на эту тематику. Однако, в этих работах не были рассмотрены вопросы изменения пожарной опасности нарушенных и ненарушенных темнохвойных насаждений, с точки зрения оценки запасов лесных горючих материалов их влагосодержания и хода их пожарного созревания [6,7].

Исходя из этого, целью нашей работы являлась оценка изменения пожарной опасности нарушенных и ненарушенных темнохвойных насаждений.

Методы и материалы

Для оценки пожарной опасности было заложено две пробные площади в нарушенных насаждениях, а также контроли к ним. На первой пробной площади, расположенной в Мининском лесничестве (55°99'с.ш. и 92°06'в.д.), пихта усохла на 75-80 %. На второй, расположенной в Емельяновском лесничестве (56°13'с.ш. и 91°59'в.д.), усыханием пихты составило 45-50 %.

По данным лесоустройства 2015 года повреждение сибирской пихты на первой пробной площади началось в 2012-2013 годах, на второй площади в 2020 году.

Район исследований относится к Среднесибирской равнине, расположен в ее южно-таежной части, на стыке с горной системой Восточного Саяна. Район входит в территорию водораздела бассейнов рек Оби и Енисея, для которого характерно наличие обширных плоскогорий, а также плоских водораздельных гор, высотой до 877 метров. Климат района умеренно-континентальный, с холодной длинной, зимой и жарким, коротким летом. Для района характерно достаточное и даже избыточное количество осадков (в год 800 мм. и более). Почвы подзолистые, имеют развитый гумусовый горизонт, выраженную кислую реакцию.

В течении полевого сезона была проведена оценка поврежденных короедом пихтовых насаждений. Темнохвойные насаждения с преобладанием пихты сибирской (*Abies sibirica*) относятся к крупнотравно-зеленомошному типу леса. Древостои одноярусные, с хорошо развитым подлеском из спиреи рябинолистной (*Spiraea L.*), рябины (*Sorbus L.*) и малины лесной (*Rubus idaeus*). Средний возраст древостоев составляет 120-130 лет. Древостои в насаждениях относятся к III классу бонитета, средний диаметр варьирует от 18 до 22 мм, средняя высота от 20 до 25 м, полнота 0,5-0,7.

В травяно-кустарничковом ярусе доминируют осока, вейник, борец, подмаренник, незабудка, папоротник, крапива. Всего около 15 видов. Общее проективное покрытие составляет от 5 до 60 %. Высота яруса 5-25 см. Общее проективное покрытие мхов 30-40 %, высота 2-2,5 см, наблюдается четкая приуроченность степени развития мохового покрова к структуре полога древостоя. В составе мохового покрова доминируют плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi*) и гилокомий блестящий (*Hylocomium splendens*).

Общая численность подроста варьирует от 0,92 до 5,55 тыс. шт./га, представлен пихтой и березой, а также елью.

На каждой пробной площади закладывались 50-ти метровые трансекты, на которых проводились работы по оценки запасов лесных горючих материалов, а также учет отпада деревьев, после вспышки уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*). Согласно методике, на каждом трансекте закладывали по 15 площадок 25x20 см. На площадках собирали живой напочвенный покров (травы и кустарнички), опад, который включал такие фракции как хвоя, кора, шишки, веточки, сохранившие свою структуру листья и ветошь, мох и подстилку. На углах заложеной площадки измеряли толщину слоя лесных горючих материалов, а также отдельно учитывали толщину мха. Образцы живого напоч-

венного покрова, опада и подстилки сушили в лабораторных условиях, после чего определяли вес в абсолютно сухом состоянии. Всего было отобрано около 200 образцов живого напочвенного покрова, опада и подстилки [8].

Запас упавших древесных материалов определяли методом пересеченных линий. Этот метод заключается в определении классов диаметра элементов древесных горючих материалов (менее 7 см в диаметре), входивших в вертикальную плоскость пересечения с пробной линией, при помощи специальной мерной вилки, просветы между зубцами которой соответствуют разным классам диаметра. Элементы свыше 7 см в диаметре, попавшие в эту плоскость, измеряли с помощью большой мерной вилки с точностью до 0,1 см. Учет производили на линии длиной 5 м (всего было заложено 42 линии). В конце измерений количество элементов, пересеченных линией складывалось по классам диаметра для пробной точки, где производили пересчет упавших древесных горючих материалов. В дальнейшем для определения запаса упавших ветвей и валежа был подобран соответствующий постоянный, переводной коэффициент, который умножали на число пересеченных элементов данного класса диаметра. Учет деревьев в поврежденном насаждении описывали методом перечислительной таксации [9, 10]. У каждого выбранного дерева замеряли высоту, диаметр на высоте 1,3 м, степень пожелтения крон, оценивали жизнеспособность по двум категориям – живые или усохшие, а также степень заселения насекомыми. Всего было учтено около 400 деревьев.

Описание нижних ярусов растительности проводили по методике А.В. Побединского [11]. Для учета возобновления закладывали учетные площадки размером 5 на 5 м (всего было заложено 34).

Результаты

В ходе данных исследований было установлено что нарушенность темнохвойных насаждений в ходе инвазии короеда полиграфа уссурийского (*Polygraphus Proximus Blandford*) привела к изреживанию данных древостоев, снижению прироста и качества древесины. Следствием этого стало изменение светового, а также теплового режимов под кронами основного яруса. В нарушенных насаждениях наблюдается значительное изменение видового состава травяно-кустарничкового яруса, а также его запасов. После гибели древесного яруса изменяется температурный режим и влажность почвы. Формируется благоприятная среда для крупнотравной растительности и как следствие этого, деградации мохового покрова. Что в свою очередь способствует накоплению значительных запасов напочвенных горючих материалов и повышению пожарной опасности темнохвойных насаждений. Так, на пробной площади №1, с отпадом деревьев верхнего яруса до 80 %, запас трав и кустарничков составил более 1 т/га (таблица 1). Здесь в видовом составе преобладает крупнотравье, злаковые, а также несколько видов папоротников [12, 13]. На пробной площади № 3 с частичным отпадом древесного яруса (отпад до 60 %) запас данного показателя составил 0,95 т/га. На данном участке, как и в контрольных насаждениях, наблюдается значительная доля мелкотравных видов, а также мхов.

Запасы горючих материалов на пробных площадях, т/га

Пробная площадь	Травы и кустарнички	Опад	Упавшие древесные горючие материалы	Подстилка	Всего
1	1,03	1,63	3,08	3,75	9,49
2	0,73	0,90	0,26	3,15	5,04
3	0,95	1,65	1,12	1,72	5,44
4	0,49	1,13	0,92	2,10	4,46

В ходе работы были произведена количественная и качественная оценка состояния подроста в нарушенных и ненарушенных темнохвойных насаждениях. На исследуемых площадях преобладает подрост пихты, березы, ели, осины и кедра встречается единично.

По результатам исследования отпада деревьев, наибольшей процент его был на малой и средней ступенях толщины. Это полностью соответствует выводам энтомологов о том, что относительно тонкокорые и тонкомерные, имеющие сердцевидную гниль и пониженное смолообразование деревья повреждаются полиграфом уссурийским в первую очередь [1,3]. Выше сказанное, полностью соответствует процентному распределению живых деревьев по ступеням толщины на пробных площадях. На нем видно, что наибольшее количество живых деревьев отмечено в группах с малой и средней ступенями толщины, с 8 по 20 ступени. Это свидетельствует о том, что именно такие деревья доминировали в насаждении до момента начала инвазии.

В результате исследования, было установлено, что наибольшее количество горючих материалов было зафиксировано на пробной площади со значительным повреждением древесного яруса (до 80 %), запас составил более 9 т/га. При этом доля упавших древесных горючих материалов в общем запасе составила 40 %, что в значительной степени отличается от донного показателя в ненарушенном насаждении (пробная площадь № 2)..

Очевидно, что основной прирост массы произошел за счет вываленных деревьев, упавших веток, сучьев. На пробной площади № 1 существенно выросла масса подстилки (3,75 т/га). Масса травы и кустарничков на пробных участках существенно не увеличилась, что противоречит данным, полученным при исследовании шелкопрядников [14]. Это свидетельствует о разнице в условиях места произрастания, ландшафтов, климата, типах почвенного покрова исследуемых насаждений.

Изменение климата на планете неизбежно будет приводить к дальнейшим инвазиям различных насекомых в аборигенные леса. Учитывая, что в мире существует более 2 млн. энтомологических видов, а описано не более 800 тыс., встреча с ними может быть непредсказуемой и опасной [2,3]. То, что леса, поврежденные уссурийским полиграфом, становятся менее пожароустойчивыми,

очевидно по результатам проведенного исследования. В нарушенных насаждениях происходит массовый отпад деревьев, что приводит к изреживанию древостоев, способствует увеличению запасов и созреванию горючих материалов. Исходя из этого, становятся актуальными исследования, которые помогают оценить воздействие негативных факторов, влияющих на жизненное состояние насаждений в целом, а также на их отдельные компоненты. В дальнейшем, расширяя объём данных можно будет дать оценки ущерба и последующих процессов восстановления поврежденных насаждений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Старк В.Н. Короеды // Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. М.-Л.: Издательство АН СССР, 1952. 31. 464 с.
2. Астапенко С.А., Ягунов М.Н., Голубев Д.В., Сашко Е.В. Оценка воздействия и распространения насекомых - вредителей в лесах Красноярского края на примере полиграфа уссурийского // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф., г. Железногорск, 2014 г. Железногорск: СПСА, 2014. С. 46-51.
3. Баранчиков Ю.Н., Демидко Д.А., Лаптев А.В., Петько В.М. Динамика отмирания деревьев пихты сибирской в очаге уссурийского полиграфа // Вестн. МГУЛ–Лесн. вестн. 2014. Т. 18, № 6. С. 132-138.
4. Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Пац Е.Н., Чернова Н.А., Демидко Д.А., Мухортова Л.В., Пашенова Н.В., Петько В.М., Баранчиков Ю.Н. Механизмы экспансии и роль уссурийского полиграфа в современных сукцессионных процессах сибирской тайги: итоги 3-летних исследований: презентация на VIII чтениях памяти О.А. Катаева. Режим доступа: <http://spbftu.ru/UserFiles/Image/kataev/2015/Krivets.pdf>. Дата обращения: 09.12.2014.
5. С.А. Кривец, И.А. Керчев, Э.М. Бисирова, Н.В. Пашенова, Д.А. Демидко, В.М. Петько, Ю.Н. Баранчиков // Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений). Методическое пособие. Томск - Красноярск.
6. Баранчиков Ю.Н., Пашенова Н.В., Петько В.М. Факторы динамики численности популяций уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) на фронтах его инвазийного наступления // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2012. Т. 4. С. 100-104
7. Krivets S.A, Bisirova 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). Russian Journal of Biological Invasions. 2015;6(2):94-108.
8. Курбатский Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии. Красноярск: ИЛИД, 1970. С.5-58.
9. McRae D.J., Alexander M.E., Stocks B.J. Measurement of fuels and fire behavior on prescribed burns / A Handbook. Can. For. Serv., Great Lakes For. Res. Cent., Sault Ste. Marie, ON, Inf. Rep. O-X-287, 1979. 44 p.
10. Van Wagner C.E. The line intersect method in forest fuel sampling // Forest Sci, 1968. – V.14. – P. 20-26.
11. Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов (методические указания). Красноярск, 1962. 60 с.
12. Жила С.В., Иванова Г.А., Иванов В.А., Цветков П.А. Лесовозобновление после пожаров разной интенсивности в сосняках Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2019. № 6. С. 53-62.

13. Санников, С.Н., Санникова Н.С., Петрова И.В. Естественное лесовозобновление в Западной Сибири // Эколого-географический очерк. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 197 с.
14. Фуряев В.В.//Шелкопрядники тайги и их выжигание. Москва. Наука, 1966.

© И. В. Фуряев, С. В. Жила, 2024