

УДК 582.632.2:595.787:630.561.21 (470.55/58)

Реконструкция массовых размножений непарного шелкопряда на Зилаирском плато на основе анализа радиального прироста дуба черешчатого

С.Е. Кучеров*

Ботанический сад-институт
Уфимского научного центра РАН,
Россия 450080, Уфа, Менделеева 195, корп. 3¹

Received 2.12.2011, received in revised form 9.12.2011, accepted 16.12.2011

*За последние 200 лет для территории Зилаирского плато (Южный Урал) на основе анализа прироста поздней древесины дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) была проведена реконструкция сильных повреждений листьев дуба непарным шелкопрядом (*Limantria dispar* L.). Показано, что во время массовых размножений непарного шелкопряда, как правило, в первый год массового размножения шелкопряда повреждались дубняки, расположенные в южной части плато. На второй и третий годы массового размножения сильные повреждения дуба смещались в северном направлении.*

Ключевые слова: дуб черешчатый, непарный шелкопряд, радиальный прирост поздней древесины, Зилаирское плато.

Введение

На состояние и динамику лесных экосистем большое влияние оказывают различные нарушающие воздействия (аномальные погодные явления, пожары, массовые размножения листогрызущих насекомых) (Швиденко и др., 2007). Изучение истории воздействия нарушающих явлений и событий на лесные экосистемы важно для понимания современного состояния и оценки их дальнейшего разви-

тия. Сведения о нарушающих событиях, как правило, охватывают небольшие интервалы времени. В связи с этим перспективно изучение годичных слоев древесины деревьев, зафиксировавших в своем строении и величине время и характер нарушающих воздействий за большие интервалы времени (Fritts, Sweetnam, 1989).

Одним из основных нарушающих факторов, оказывающих сильное влияние на

* Corresponding author E-mail address: skucherov@mail.ru

¹ © Siberian Federal University. All rights reserved

лесные экосистемы, являются массовые размножения хвое-листогрызущих насекомых. К настоящему времени выполнено лишь несколько дендрохронологических реконструкций массовых размножений хвое-листогрызущих насекомых по хвойным видам деревьев для территории США (Swetnam, Lynch, 1989, 1993; Swetnam et al., 1995; Speer et al., 2001; Ryerson et al., 2003; Babst et al., 2010) и одна реконструкция массовых размножений непарного шелкопряда (*Limantria dispar* L.) для двух пунктов на территории Южного Урала (Кучеров, 1988, 1990). Целью настоящей работы было проведение с использованием древесно-кольцевого анализа пространственно-временной реконструкции сильных повреждений дуба непарным шелкопрядом (полных объеданий листьев кроны) во время его массовых размножений на Зилаирском плато (Южный Урал).

Район работ, материалы и методы

Район работ

Зилаирское плато расположено на южной оконечности Южного Урала между широтной излучиной р. Белой на севере (53°00'с.ш.), долиной р. Сакмара на юге (51°35'с.ш.) и востоке (57°50' в.д.) и долиной р. Большой Ик на западе (56°40' в. д.). Рельеф в северной и центральной наиболее возвышенной части плато выровненный, на западной и южной окраинах грядово-холмистый (Кадильников и др., 1964). Поверхность плато рассечена узкими глубоко врезанными речными долинами. Климат континентальный. Весна характеризуется частыми поздними весенними заморозками. Летом выпадает наибольшее по сезонам количество осадков, но не редки засушливые периоды.

В северной и центральной, наиболее возвышенной части плато, ранее покрытой

сосново-лиственничными и смешанными широколиственно-хвойными лесами, к настоящему времени из-за вырубki лиственницы и сосны произрастают смешанные леса из дуба, липы, березы, ильма, осины, сосны, лиственницы и местами сосново-березовые леса. В восточной части плато преобладают березняки с примесью сосны и березово-осиновые леса, в западной – широколиственные леса из липы, клена, ильма, дуба с примесью березы и осины. В южной лесостепной части плато в лесных массивах возрастает участие дуба, который здесь произрастает местами совместно с лиственницей и сосной, но большей частью с липой, березой и осинной.

Объектами исследования были деревья дуба черешчатого, произрастающие в различных по составу древостоях. Пункты исследования расположены практически на всей территории Зилаирского плато – от хребта Шайтан-тау на юге до широтного отрезка р. Белой на севере и от западной границы плато до восточной границы произрастания дуба на востоке (рис. 1). В этой работе приводятся результаты анализа радиального прироста дуба по 111 пунктам.

Методы

В очагах массового размножения непарного шелкопряда у каждого дерева глазомерно (в %) оценивалась степень объедания листьев кроны. Образцы древесины (керны) были взяты в 1985–2006 гг. Образцы брали из нижней части стволов на минимально возможной высоте (15–40 см) от уровня земли. У образцов измеряли ширину годичных слоев (RW) и ширину зоны поздней древесины (LW). Параллельно с измерениями делали схематические зарисовки годичных слоев с особенностями анатомического строения. Всего в анализ были включены данные по результатам измерений около 1500 деревьев.

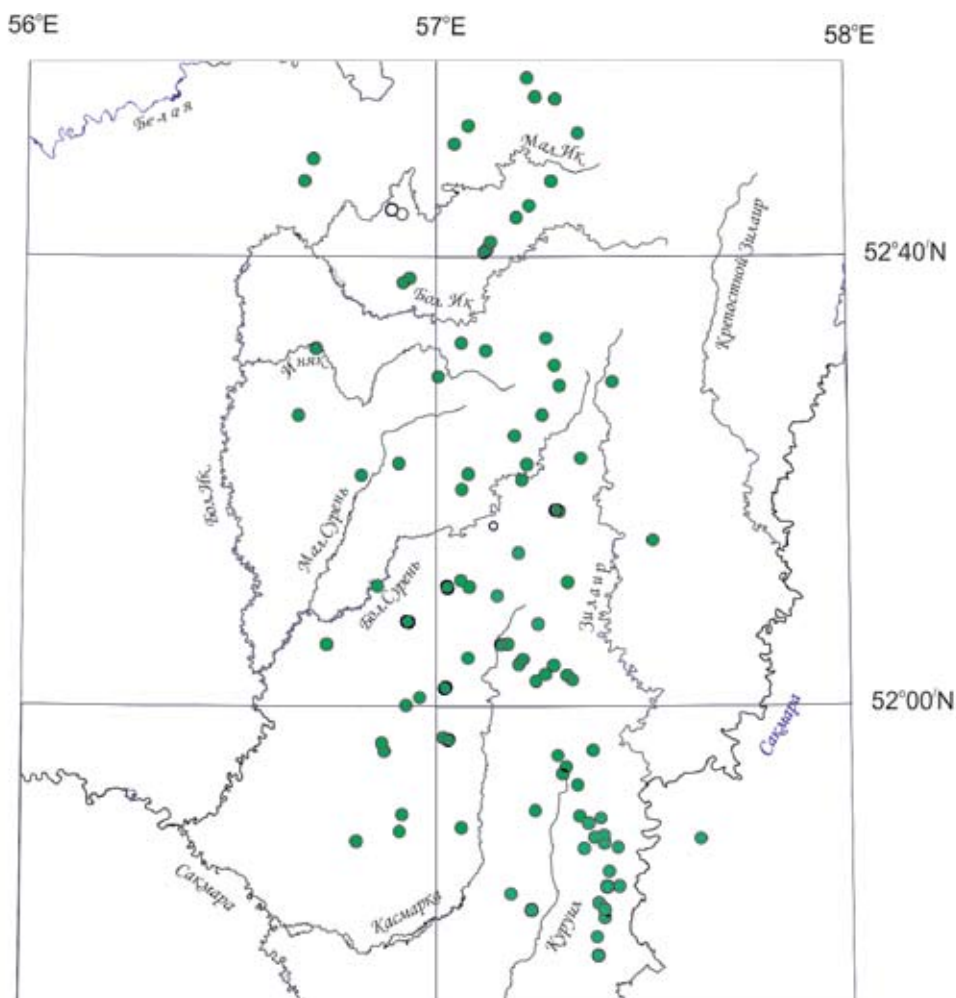


Рис. 1. Картограмма Зилаирского плато, на которой кружками отмечены пункты взятия образцов древесины дуба черешчатого

Стандартизация проводилась относительно трендов, вычисленных с применением сплайна длиной 30 и 40 лет с использованием программы ARSTAN из программного пакета DPL (Holmes, 1994). Длина сплайна была подобрана эмпирически для устранения долговременных трендов в рядах прироста и сохранения кратковременной (внутривековой) изменчивости, связанной с воздействием на прирост таких факторов, как повреждение листьев заморозками или шелкопрядом. Стандартизированные ряды прироста RW и LW у отдельных деревьев усреднялись для

каждой пробной площади с целью получения обобщенных древесно-кольцевых хронологий. Начальные отрезки хронологий, на которых $EPS < 0,85$, были исключены (Wigley et al., 1984).

В ряде работ было показано, что при сильном объедании листьев дуба непарным шелкопрядом наибольшее уменьшение в год повреждения имеется у прироста поздней древесины (Хашес, Михлина, 1978; Кучеров, 1988, 1990, 2009; Muzika, Liebhold, 1999; Fajvan, 2008). В связи с этим в данной работе при реконструкции массовых

размножений непарного шелкопряда был использован радиальный прирост поздней древесины дуба. Ранее было показано, что сильное уменьшение прироста у дуба происходит и при полной гибели молодых листьев вызванной поздним весенним заморозком и гибелью побегов, почек и повреждением камбия экстремальными морозами (Кучеров, 1988, 1990, 1995, 1996). Для идентификации природы повреждающего фактора были использованы как анатомические признаки годичных слоев при повреждении заморозком или морозом (Кучеров, 1988, 1990, 1996; Хасанов, 2004), наличие внутренней заболони (Болычевцев, 1967; Кучеров, 1995), так и то обстоятельство, что повреждение непарным шелкопрядом имеет, как правило, мозаичный характер в отличие от обширных по площади поврежденных, вызываемых заморозком или морозом.

Для определения влияния объедания листьев дуба непарным шелкопрядом на показатели радиального прироста (RW и LW) были использованы сведения только о прямых наблюдениях в очагах массового размножения. Сведения о массовых размножениях непарного шелкопряда, сопровождавшиеся полным объеданием листьев дуба на Зилаирском плато с точной территориальной привязкой, немногочисленны. К ним относятся данные С.И. Снигиревского и М.Г. Ханисламова по массовому размножению шелкопряда в 1953 и 1954 гг. (Условия..., 1954, 1955), наблюдения за полным объеданием листьев шелкопрядом в 1953 г. (С.Г. Шиятов), в 1967 и 1975 гг. (Е.В. Кучеров), а также собственные наблюдения (1985, 2002–2003 гг.). Данные обзоров лесопатологической службы за последние 45 лет имеют обобщенный характер и не содержат сведений о степени повреждения листьев у дуба в конкретных пунктах массового раз-

множения непарного шелкопряда на территории Зилаирского плато.

Результаты

Влияние сильного объедания листьев дуба непарным шелкопрядом на радиальный прирост дуба

Анализ полученных хронологий прироста LW в пунктах с прямыми наблюдениями за степенью повреждения листьев показал, что при полном объедании листьев дуба в 1952, 1953, 1967, 1975, 1985 гг. значения индексов LW не превосходят величину 0,35.

Для определения длительности периода уменьшения прироста RW и LW в очагах с полным объеданием листьев были проанализированы хронологии прироста двух пробных площадей (пл. 1 и пл. 2) на хребте Шайтан-тау во время массового размножения непарного шелкопряда в 2002–2003 гг. (Кучеров, 2009). На пл.1 полное объедание листьев было одногодичным (2002 г.), на пл. 2 два года подряд (2002 и 2003 гг.). Наиболее низкий прирост LW на пл. 1 образовался в год повреждения (2002 г.) (рис. 2Б), а наиболее низкий прирост RW – на следующий год (2003 г.) после повреждения (рис. 2А). В этом проявился эффект последствия на величину прироста RW, обнаруженный в годичных слоях дуба на Зилаирском плато после массового размножения непарного шелкопряда в 1985 г. (Кучеров, 1988, 1990). Восстановление радиального прироста LW и RW дуба на пл. 1 произошло через один год после повреждения (2004 г.) (рис. 2А, Б). На пл. 2 минимальный прирост LW сформировался в течение трех лет (2002–2004 гг.), с абсолютным минимумом во второй год повреждения (2003 г.) (рис. 2Б). Другими словами, при двукратном полном объедании листьев (пл. 2), в отличие от однократного (пл. 1), уменьшение приро-

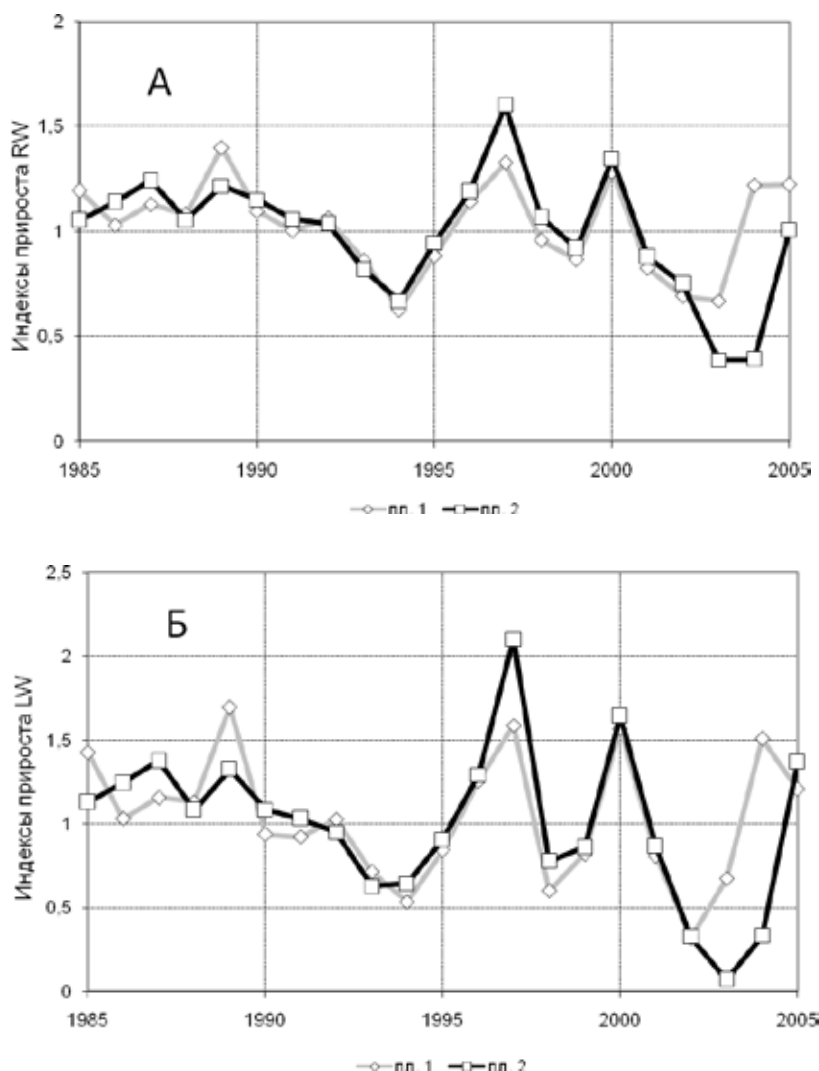


Рис. 2. Отрезок хронологий RW (А) и LW (Б) пл. 1 (полное объедание листьев в 2002 г.) и пл. 2 (полное объедание листьев в 2002 и 2003 гг.) с 1985 по 2005 гг.

ста LW зафиксировано и на следующий год после завершения массового размножения непарного шелкопряда. Минимум прироста RW у дуба на пл. 2 был в течение двух лет (2003–2004 гг.) (рис. 2А). Как видно из этого рисунка, в случае полного объедания листьев у дуба два года подряд (пл. 2) эффект последствия на прирост RW, как и в случае одногодичного полного объедания листьев (пл. 1), длился только в течение одного года после окончания массового размножения не-

парного шелкопряда (рис. 2А). Восстановление радиального прироста LW, и RW на пл. 2 произошло в 2005 г. (рис. 2А, Б).

Реконструкция сильных повреждений дуба непарным шелкопрядом

Для идентификации сильного повреждения дуба непарным шелкопрядом было использовано значение индекса прироста LW, не превышающее 0,35, наряду с особенностями анатомической структуры годичных слоев и

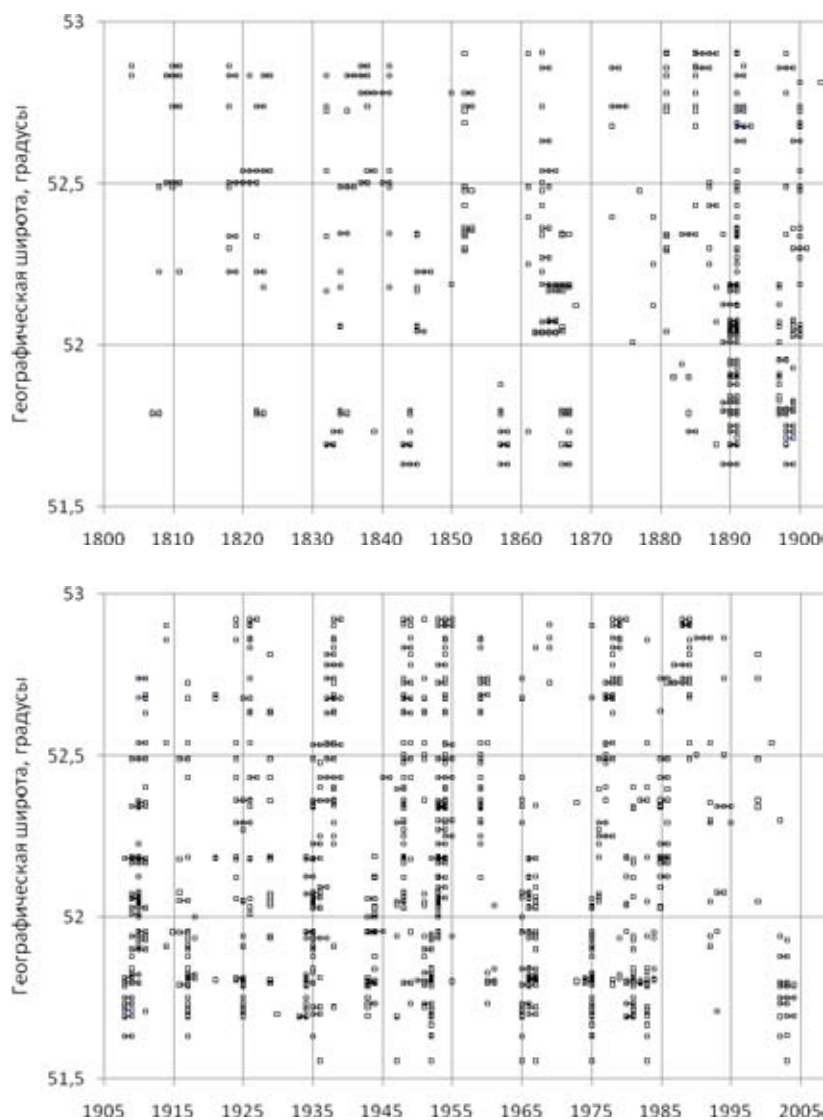


Рис. 3. Распределение пунктов с $LW \leq 0,35$ по широте местности с 1800 по 2005 гг.

картины пространственного распределения повреждений. На рис. 3 представлено распределение во времени 111 пунктов со значениями $LW \leq 0,35$ на широтном градиенте. После исключения пунктов в годы сильных повреждений дуба весенними заморозками и экстремальными зимними морозами получена последовательность дат сильного объедания листьев дуба непарным шелкопрядом: 1796–1797, 1807–1811, 1822–1823, 1833–1838, 1843–1845, 1856–1858, 1863–1867, 1873–1877,

1884–1886, 1890–1892, 1897–1900, 1908–1911, 1914–1917, 1924–1925, 1933–1937, 1943–1945, 1947–1949, 1952–1954, 1965–1967, 1973–1980, 1983–1986, 1993–1994 и 2002–2003 гг. Интервалы между начальными годами массовых размножений шелкопряда имеют последовательность: 11, 15, 11, 10, 13, 7, 10, 11, 6, 7, 11, 6, 10, 9, 10, 4, 5, 13, 8, 10, 10, 9 лет. Среднее значение интервала равно 9,4 года. Наиболее короткие интервалы между массовыми размножениями шелкопряда были в 80-е и

90-е гг. XIX столетия и в 40-е и 50-е гг. XX столетия.

В распределении пунктов со значениями $LW \leq 0,35$ на широтном градиенте (рис. 3) для массовых размножений шелкопряда наблюдается смещение во времени сильных повреждений дуба в северном направлении. Такая картина наблюдалась в 1807–1811, 1833–1838, 1843–1845, 1884–1886, 1890–1892, 1897–1900, 1908–1911, 1933–1937, 1943–1945, 1947–1949, 1952–1954, 1973–1980, 1983–1986 и 1993–1994 гг. Для массовых размножений 1863–1867, 1914–1917 и 1924–1925 гг. была обратная картина: смещение вспышек размножения во времени с севера на юг. Массовое размножение с сильным повреждением листьев дуба в 1822–1823 гг. происходило одновременно по всей территории, в 1796–1797 и 1856–1858 гг. – только на юге, в 1873–1874 гг. – на севере и в центре Зилаирского плато.

Смещение пунктов с сильным повреждением дуба непарным шелкопрядом для массовых размножений в 1890–1892 и 1952–1954 гг. представлено на рис. 4 и 5. Наибольшее различие в величине прироста между южными и северными пунктами было в 1952 г. (рис. 5). Это связано с тем, что в этом году погодные условия были очень благоприятными для роста дуба. В северных, где не было массового размножения непарного шелкопряда, прирост был выше среднего в 1,5–2,5 раза. На юге плато, где было очень сильное повреждение листьев дуба шелкопрядом, прирост составил менее 0,35 от среднего (рис. 5). Доля пунктов с сильным повреждением листьев дуба непарным шелкопрядом в реконструированной последовательности дат представлена на рис. 6.

Обсуждение

В работе проведена реконструкция только полных объеданий листьев дуба непарным

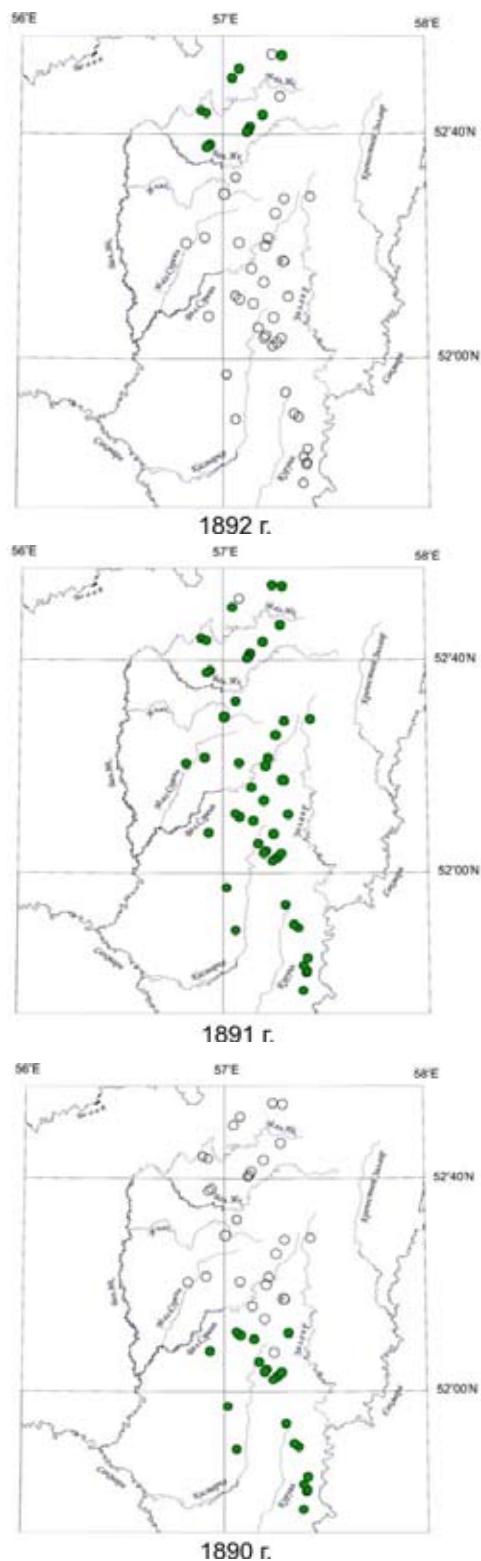


Рис. 4. Пункты с сильным повреждением листьев дуба непарным шелкопрядом в 1890–1892 гг. (закрашены)

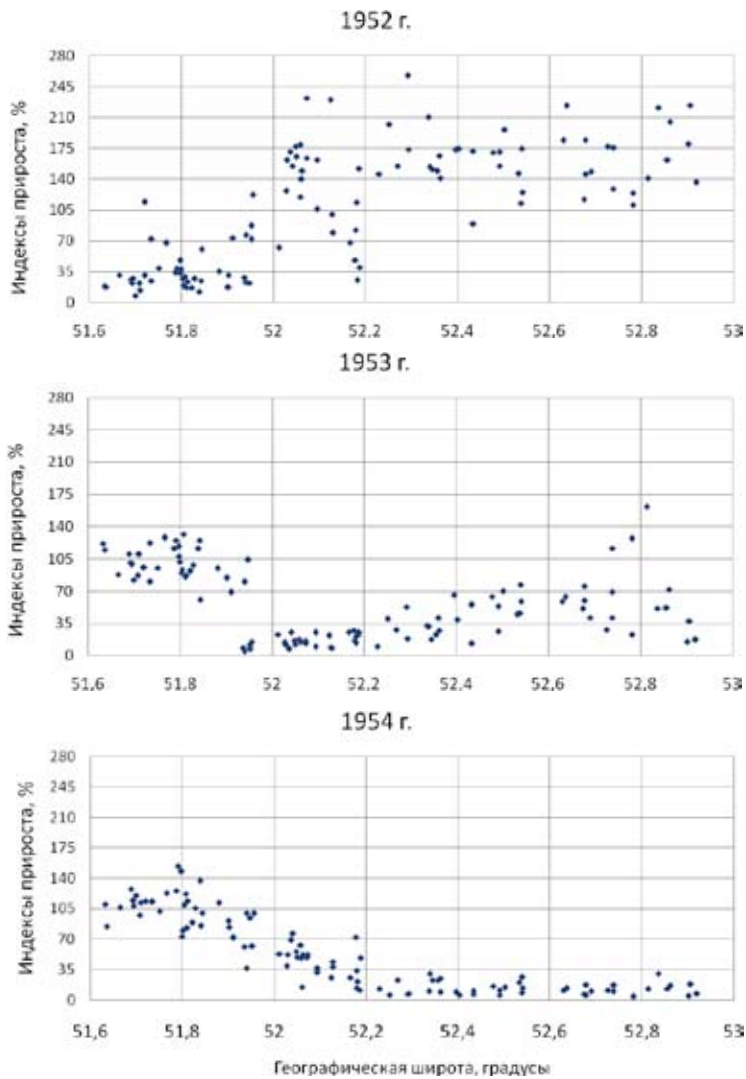


Рис. 5. Распределение пунктов вдоль географической широты по величине индекса LW в 1952–1954 гг.

шелкопрядом. Это связано с тем, что неполные объедания листьев дуба совершаются и другими видами листогрызущих насекомых. Например, в конце 40-х гг. XX столетия на Зилаирском плато были зафиксированы очаги массового размножения кольчатого шелкопряда (*Malacosoma neustria* L.) (Ханисламов и др., 1958). Но, по данным лесопатологов и собственным наблюдениям с 1985 г., полные объедания листьев у дуба происходили только в очагах массового размножения непарного шелкопряда. Поэтому эта реконструкция с

большой долей уверенности относится именно к непарному шелкопряду.

Сопоставление полученной реконструкции с данными, полученными другими исследователями по архивным материалам (Ханисламов и др., 1958), показывает, что с 1860 по 1956 гг. сходная картина наблюдалась в 7 из 9 случаев. Скорее всего, расхождение по двум массовым размножениям непарного шелкопряда связано с тем, что обобщенные этими исследователями данные относятся к массовым размножениям в центральных

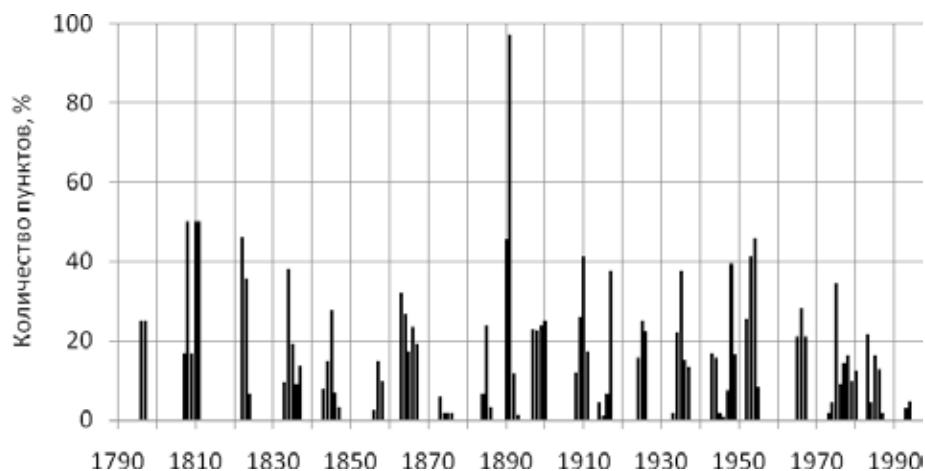


Рис. 6. Количество пунктов с сильным повреждением листьев ($LW \leq 0,35$) в годы массовых размножений непарного шелкопряда, в % от общего количества пунктов

районах Башкирии. Это подтверждается, например, тем, что в нашей реконструкции сильное повреждение дуба было в 1890–1892, а по данным упомянутых исследователей – в 1893–1894 гг. То есть наблюдается сдвиг дат повреждений в северном направлении, полученный нами для Зилаирского плато для большей части массовых размножений непарного шелкопряда. Наличие сдвига начала массовых размножений на широтном градиенте подтверждается и корреляционным анализом. Так, коэффициент корреляции между самой южной хронологией и хронологиями пунктов, отстоящих от неё на расстоянии 4, 7, 12, 18, 28, 45, 75, 120 км к северу и северо-западу (на каждом расстоянии рассматривались по 4–5 пунктов), лежит в интервалах:

0,6–0,8; 0,6–0,9; 0,45–0,8; 0,35–0,75; 0,30–0,45; 0,01–0,20; -0,1–0,20. Видно, что на расстоянии до 20 км корреляция высокая, а на расстоянии более 30 км она низкая или отсутствует.

В полученной реконструкции были исключены годы с минимумами прироста поздней древесины, когда дуб повреждался поздними весенними заморозками и экстремальными зимними морозами. Это может отразиться на полноте полученной реконструкции, так как существует вероятность, что в годы с сильным повреждением заморозком или морозом было также и объедание листьев шелкопрядом. Такая ситуация имела место в 2002 г. на хребте Шайтан-Тау (Кучеров, 2005).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 98-04-49539).

Список литературы

Большевцев В.Г. (1967) Дендроклиматическое исследование фауны дуба в Лесной опытной даче. В: Докл. ТСХА. 124: 297–303.

Кадильников И.П., Цветаев А.А., Смирнова Е.С., Хисматов М.Ф. (1964) Физико-географическое районирование Башкирской АССР. Уфа: Башкирский государственный университет, 210 с.

Кучеров С.Е. (1988) Влияние массовых размножений листогрызущих насекомых и климатических факторов на радиальный прирост древесных растений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 24 с.

Кучеров С.Е. (1990) Влияние непарного шелкопряда на радиальный прирост дуба черешчатого. Лесоведение 2: 20–29.

Кучеров С.Е. (1995) Зависимость прироста дуба от климатических условий на восточной границе его ареала. В: Регион и география: Ч. 4. Пермь, с. 80–81.

Кучеров С.Е. (1996) Характеристика радиального прироста дуба в лесных насаждениях г. Уфы. В: Дендроэкология: техногенез и проблемы лесовосстановления. Уфа: Гилем, с. 65–79.

Кучеров С.Е. (2005) Характеристика радиального прироста в усыхающих дубняках на хребте Шайтан-Тау. В: Уралэкология. Природные ресурсы. Уфа-Москва, с. 181.

Кучеров С.Е. (2009) Динамика радиального прироста дуба черешчатого на хребте Шайтан-Тау после массового размножения непарного шелкопряда в 2002, 2003 гг. Вестник ОГУ 6 (100): 179–181.

Обзор распространения вредителей и болезней леса в Башкирской АССР и Оренбургской области в 1986 году, прогноз появления их и 1987 году и меры борьбы с ними (1987) Уфа, 36 с.

Условия развития массовых размножений главнейших вредных лесных насекомых и меры борьбы с ними в БАССР (1954) Науч. отчет за 1953 год. Уфа: Институт биологии БФАН СССР, 134 с.

Условия развития массовых размножений главнейших вредных лесных насекомых и меры борьбы с ними в БАССР (1955) Науч. отчет за 1954 год. Уфа: Институт биологии БФАН СССР, 68 с.

Ханисламов М.Г., Гирфанова Л.М., Яфаева З.Ш., Степанова Р.К. (1958) Массовые размножения непарного шелкопряда в Башкирии. В: Исследования очагов вредителей леса Башкирии: Вып. 1, Уфа, с. 5–45.

Хасанов Б.Ф. (2004) Абнормальные годовичные кольца дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) как инструмент дендрохронологии и дендроклиматологии. В: Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых учёных. М.: Товарищество научных изданий КМК, с. 192–197.

Хашес Ц.М., Михлина Л.Б. (1978) Дендрохронологические исследования сезонного прироста дуба черешчатого в связи с его повреждением листогрызущими насекомыми. В: Лесоводство и агролесомелиорация, №51, Харьков, с. 44–48.

Швиденко А., Щепашенко Д., МакКаллум Я., Нильссон С. (2007) CD-ROM «Леса и лесное хозяйство России». Международный институт прикладного системного анализа и Российская Академия наук. Лаксенбург, Австрия. Электронный ресурс -www.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest_cdrom/russian/for_dist_ru.html.

Babst F., Esper J., Parlow E. (2010) Landsat TM/ETM+ and tree-ring based assessment of spatiotemporal patterns of the autumnal moth (*Epirrita autumnata*) in northernmost Fennoscandia. Remote Sensing of Environment 114: 637–646.

Fajvan M.A., Rentch J., Gottschalk K. (2008) The effects of thinning and gypsy moth defoliation on wood volume growth in oaks. Trees 22: 257–268.

Fritts H.C., Swetnam T.W. (1989) Dendroecology: A tool for evaluating variations in past and present forest environments. Advances in Ecological Research 19: 111–188.

Holmes R.L. (1994) Users manual. Laboratory of tree ring research. Tucson, University of Arizona, 53 p.

Muzika R.M., Liebhold A.M. (1999) Effects of gypsy moth defoliation on radial growth of host and non-host tree species. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 1365–1373.

Ryerson D., Swetnam T.W., Lynch A.M. (2003) Tree-ring reconstruction of western spruce budworm outbreaks in the San Juan Mountains of Colorado. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 1010–1028.

Swetnam T.W., Lynch A.M. (1989) A tree-ring reconstruction of western spruce budworm outbreaks in the Southern Rocky Mountains. *Forest Science* 35(4): 962–986.

Swetnam T.W., Lynch A.M. (1993) Multi-century, regional-scale patterns of western spruce budworm history. *Ecological Monographs* 63(4): 399–424.

Swetnam T.W., Wickman B. E., Paul H. G., Baisan C. H. (1995) Historical patterns of western spruce budworm and Douglas-fir tussock moth outbreaks in the Northern Blue Mountains, Oregon since A.D. 1700. Research Paper PNW-RP-484. Portland, OR: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 27 p.

Speer J.H., Swetnam T.W., Wickman B.E., Youngblood A. (2001) Changes in pandora moth outbreak dynamics during the past 622 years. *Ecology* 82: 679–697.

Wigley T.M.L., Briffa K.R., Jones P.D. (1984) On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *J. Climate and Applied Meteorology* 23: 201–213.

The Reconstruction of Gypsy Moth Outbreaks on the Zilair Plateau by Oak-Trees Radial Growth Analysis

Sergey E. Kucherov
*Botanical Garden-Institute of Ufa Scientific Centre
of Russian Academy of Science,
195/3 Mendeleeva Str., Ufa, 450080 Russia*

*For the last 200 years for territory of the Zilair plateau (Southern Ural Mountains) on the basis of the analysis of an increment of late wood of common oak (*Quercus robur* L.) reconstruction of strong damages of leaves of an oak by gypsy moth (*Limantria dispar* L.) was made. It is shown that during gypsy moth outbreaks, as a rule, in the first year of outbreak the oak forests located in a southern part of a plateau were damaged. For the second and third years of outbreak strong damages of an oak were displaced in northern direction.*

Keywords: common oak , gypsy moth, late wood increment, Zilair plateau.
