

УДК 630.561: 595.78

## ИЗМЕНЕНИЕ ГОДИЧНОГО РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА БЕРЕЗЫ, ДЕФОЛИРОВАННОЙ НЕПАРНЫМ ШЕЛКОПРЯДОМ *LYMANTRIA DISPAR* (L.)

Толкач О.В.

Ботанический сад Уральского отделения РАН, Россия (620144, г. Екатеринбург, 8-е Марта, 202а), e-mail: [tolkach\\_o\\_v@mail.ru](mailto:tolkach_o_v@mail.ru)

Рассмотрено влияние дефолиации непарным шелкопрядом *Lymantria dispar* (L.) на изменение годичного радиального прироста берёзы (*Betula* sp.) в связи с погодными условиями вегетационного сезона в год дефолиации и низовыми пожарами. Установлено, что рассеяно-сосудистые породы достаточно сложный объект для реконструкции всплеск массового размножения непарного шелкопряда, особенно при диффузной дефолиации. На фоне разных погодных условий величина годичного радиального прироста дефолированных и не дефолированных деревьев имеет разные соотношения, и установить факт дефолиации возможно только при учете погодных условий исследуемого периода. Располагая фактическими данными о динамике годичного радиального прироста, можно спроецировать их на участок с неизвестной историей по отношению к дефолиации, но при условии идентичности условий произрастания и характеристик древостоев. Использование характеристик формы кривой эксцесса и асимметрии в условиях северной лесостепи в березовых древостоях не позволило выявить закономерности распределения частот прироста в группах дефолированных и недефолированных деревьев. Методом главных компонент установлено, что факторы дефолиации и пожара могут спровоцировать дополнительную дисперсию величины годичного радиального прироста на 30—40%.

Ключевые слова: радиальный прирост, непарный шелкопряд, береза, дефолиация, пожары.

## CHANGE OF THE ANNUAL RADIAL GROWTH BIRCHES, DEFOLIATION THE GYPSY MOTH *LYMANTRIA DISPAR* (L)

Tolkach O.V.

Botanical garden Ural Branch of the Russian Academy of Science, Russia (620144, Ekaterinburg, 8March 202a), e-mail: [tolkach\\_o\\_v@mail.ru](mailto:tolkach_o_v@mail.ru)

Influence defoliation by gypsy moth *Lymantria dispar* (L). On change in annual radial growth a birch (*Betula* sp.) is considered in connection with weather conditions of a vegetative season in one year defoliation and ground fires. It is established, that scattered vascular species a difficult enough object for reconstruction of flashes of outbreaks of a gypsy moth especially in case diffuse defoliation. On a background of different weather conditions the size of a annual radial growth of defoliated and nondefoliated trees has different proportion and its possible to establish the fact of defoliation probably only by the account of weather conditions of the researched period. Having the actual data about dynamics of an annual radial growth it is possible to project on a site with unknown history in relation to defoliation, but subject to same conditions of growth and characteristics of forest stands. Use of characteristics of the form of a curve of an excess and asymmetry in conditions of northern forest-steppe in birch forest stands has not allowed to reveal the regularity of distribution of frequencies of a radial growth in groups defoliated and nondefoliated trees. By the principal component analysis we found out that the defoliation and the fire factors can provoke an additional dispersion of a annual radial growth up to 30-40%.

Keywords: radial growth, gypsy moth, birch, defoliation, fire.

### Введение

Исследование динамики величины годичного радиального прироста в связи с влиянием на нее таких факторов, как зоогенная дефолиация или низовые пожары, является достаточно интересной и одновременно сложной задачей. В последние десятилетия проблемой связи радиального прироста с дефолиацией насекомыми-филлофагами занимался целый ряд исследователей в разных странах мира [1; 8]. Одной из задач этих работ была реконструкция динамики всплеск массового размножения насекомых, которая представляет большой

интерес для выявления периодичности вспышек и прогнозирования их реализации в будущем, а также поиск влияния климатических флуктуаций на возникновение вспышки. Информационным признаком весенне-летней зоогенной дефолиации является снижение величины радиального прироста. Рядом исследователей при работе на кольцесосудистых и хвойных породах (дуб, сосна, лиственница) было установлено, что весенне-летняя дефолиация (50% и более) приводит не только к снижению общего прироста, но влияет и на величину прироста поздней древесины [1; 5; 6; 8]. Последнее с большой точностью позволяет выявить факт дефолиации. В то же время известно, что на размер поздней древесины годовичного кольца оказывают значительное влияние метеоусловия текущего вегетационного периода, а на величину годовичного прироста ранней древесины в большей степени оказывают влияние условия предшествующего сезона [5; 9]. Как правило, определение годов вспышки и степени дефолиации основывается именно на этих положениях. Однако они не применимы при исследовании величины радиального прироста у рассеяно-сосудистых пород, так как величинами ранней и поздней древесины у них оперировать невозможно, и поэтому используют только общую величину годовичного радиального прироста [4].

Целью работы была оценка влияния весенне-летней дефолиации березовых древостоев и низовых пожаров в зоне северной лесостепи на величину годовичного радиального прироста на фоне различных метеоусловий в период дефолиации с точки зрения перспективы использования данных о динамике годовичного радиального прироста для реконструкции вспышек в березовых насаждениях.

### **Материалы и методы**

Исследование проводили в северолесостепном (колочном) округе Зауральской равнинной провинции (по лесорастительному районированию Б.П. Колесникова [3]). По зональному делению район исследований расположен в зоне северной лесостепи. Подбор района исследования позволил рассмотреть влияние дефолиации листогрызущими насекомыми на радиальный прирост на фоне низких температур в период вегетации.

Для работы были заложены 5 пробных площадей (ПП). Все они, по сути, расположены в одном насаждении, разделенном дорогами, и находятся в трёх выделах одного квартала. Это насаждение представляет собой чистый березняк, тип леса коротконожково-костяничниковый, рельеф выровненный, режим увлажнения устойчиво свежий. Древостой имеет II бонитет, VIII класс возраста, относительную полноту — 0,7–0,8, средний диаметр 28, высоту 24. По видовому составу в насаждении преобладает берёза повислая (*Betula pendula* Ehrh.) с незначительной примесью берёзы белой (*Betula alba* Ehrh.). Номера ПП и годы дефолиации и пожаров приведены в таблице 1.

Годы отбора кернов на ПП и характеристика экстремальных факторов (дефолиация, низовой пожар, переувлажнение)

№ ПП	Год отбора кернов	Примечание
1	2006	Дефолиация диффузная 2006 г., без пожара
2	2008	Дефолиация диффузная 2008 г., с низовым пожаром 2006 г.
3	2009	Контроль с дефолиацией 25%, низовые пожары 2006 и 2009 гг.
4	2009	Дефолиация 100%, низовой пожар 2006 г.
5	2009	Дефолиация 100%, пожара не было, переувлажненные (оглеенные) почвы

Керны для анализа отбирались в годы существенной, или очень значительной дефолиации. В 2006 и в 2008 гг. в связи с высоким уровнем мозаичности дефолиации анализировали годичный радиальный прирост деревьев, растущих в непосредственной близости друг от друга, но дефолированных в разной степени (75–100% и 25–40% в 2006 г. и 50–70% и 0–25% в 2008 г.). В 2009 г. прошла сплошная дефолиация на значительных площадях, в связи с этим в качестве контроля был выбран древостой, непосредственно примыкающий к дефолированному, но сам подвергшийся слабой до 25% дефолиации (ПП 3). Деревья, с которых отбирали керны в 2006 и 2008 гг. (ПП 1 и 2), не были подвергнуты дефолиации начиная с 2001 г. Предыдущая история деревьев в плане дефолиации с остальных ПП нам точно не известна. В 2000 г. все древостои были дефолированы на 100% летне-осенним экологическим комплексом листогрызущих насекомых (ЛОЭГ) в первой-второй декадах августа. Восстановление дефолированных на 100% деревьев в 2009 г. на всех ПП в год дефолиации происходило в пределах 20–30%.

Керны отбирали приростным буром в конце сентября, с южной стороны ствола, на высоте 1,3 м. В каждом варианте отбиралось по 20 кернов с дефолированных (100%), слободефолированных (до 25%) или не дефолированных деревьев. Обработку материала производили с помощью микроскопа МБС-10, с точностью измерений 0,05 мм при двукратном увеличении. Данные приведены в миллиметрах. Поскольку древостой относится к VIII классу возраста, то относительная разновозрастность деревьев в пределах 2–5 лет не оказывает влияние на энергию прироста, а небольшой анализируемый период времени на фоне низкой скорости латерального роста не формирует возрастной тренд. Исходя из последнего, при анализе динамики величины годичного радиального прироста не

возникает необходимости прибегать к индексированию данных. Также не выполнялась перекрестная датировка, так как в анализируемый временной период до дефолиации не было экстремальных факторов, вызывающих выпадение годичных колец, кроме того, керны с отдельных деревьев отбирались с некоторой периодичностью и ложные или выпадающие кольца диагностировались по ранее отобраным с тех же деревьев образцам. Следует отметить, что выпадение колец отмечено только при 100%-ной дефолиации, проходящей два года подряд.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием пакета программ *Microsoft Excel 2003* и *Statistica 7(StatSoft)*.

### **Результаты и обсуждение**

Процесс дефолиации непарным шелкопрядом в районе исследования начинается с середины июня и продолжается до середины июля, в период кульминационного радиального прироста [2]. На формирование годичного кольца до дефолиации (середина июня) в древостое могут оказывать влияние, наряду с погодными условиями сезона, и эндогенные особенности деревьев, и, возможно, некоторое разнообразие микроэкоотопов. Как уже отмечено, весенне-летняя дефолиация приводит к снижению радиального прироста в год дефолиации [1; 8]. Деревья, не подвергшиеся значительной дефолиации, имеют возможность формировать радиальный прирост в течение всего сезона в соответствии с вышеперечисленными свойствами. Однако если погодные условия второй половины сезона провоцируют снижение прироста у всех деревьев исследуемого участка, вне зависимости от степени дефолиации, возникает вопрос, можно ли в этом случае установить факт дефолиации по величине общего снижения прироста, тем более что такой диагностический признак, как величина поздней древесины, у березы отсутствует.

Погодные условия сезонов исследования представлены на рис. 1, из которого следует, что в 2006 г. в период дефолиации (начиная с первой декады июля) произошло резкое похолодание. Средние декадные температуры (за исключением второй декады июля, когда произошло временное потепление) до середины августа не превышали 13 °С, то есть были на грани физиологической активности древостоя (Крамер, Козловский, 1963). В 2008 г. температурные условия были благоприятны для роста (средняя температура июня — 17 °С, июля — 21 °С, августа — 17 °С). Однако в третьей декаде мая и первой декаде июня 2008 г. отмечалось резкое похолодание (средние декадные температуры были около 10 °С), что могло сказаться на величине радиального прироста и замедлить процесс формирования радиального прироста. В 2009 г. температурные условия были на уровне средних многолетних (18 °С в июне, 17 °С в июле и 16 °С в августе).

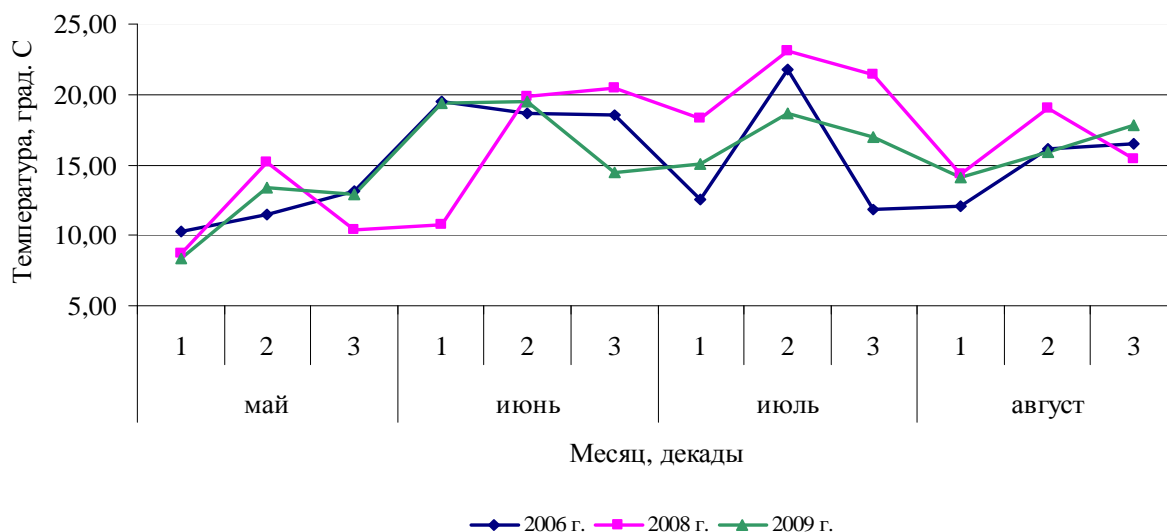


Рисунок 1. Температурный режим вегетационного сезона в годы дефолиации, °С

Анализ данных, полученных в 2006, 2008 гг. на ПП 1, 2 показал, что все деревья, вне зависимости от степени дефолиации, в анализируемые годы снизили величину своего годовичного радиального прироста: слабо дефолиированные на 32% (2006 г.) и 10-12% (2008 г.), деревья с 50%-ной дефолиацией на 32% (2008 г.), полностью дефолиированные на 43% (2006 г.) (рис. 2, 3). Степень снижения величины годовичного радиального прироста деревьев со слабым уровнем дефолиации зависела от погодных условий вегетационного сезона. Сравнение групп дефолиированных и слабо дефолиированных деревьев, сформировавших прирост в 2006 г. и дефолиированных, слабо дефолиированных и не дефолиированных деревьев в 2008 г. (ПП 1,2) по t-критерию Стьюдента показало, что различия между ними достоверны при  $p < 0.05$ . Однако эти различия существовали в отдельные годы рассматриваемого периода и при отсутствии дефолиации (рис. 2, 3).

То есть динамика величины годовичного радиального прироста групп деревьев, сформированных по кормовому предпочтению непарным шелкопрядом, протекает относительно синхронно, но отмечаются различия по его величине, за исключением отдельных сезонов. Особенно близки по рассматриваемому показателю группы деревьев были при дефолиации ЛОЭГ в 2000 г.

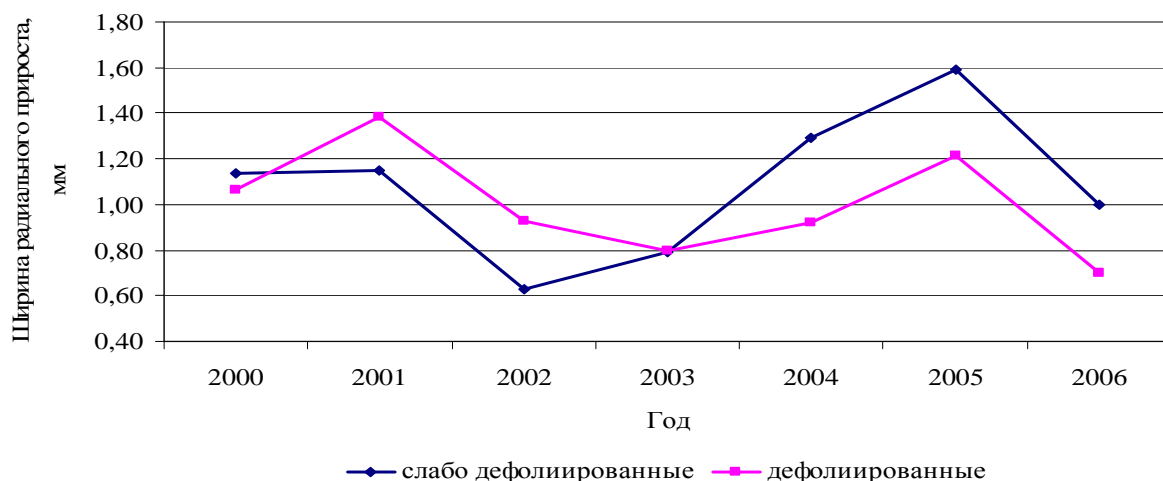


Рисунок 2. Динамика годичного радиального прироста у слабо и сильно дефолированных деревьев (ПП 1, дефолиация 2006 г.)

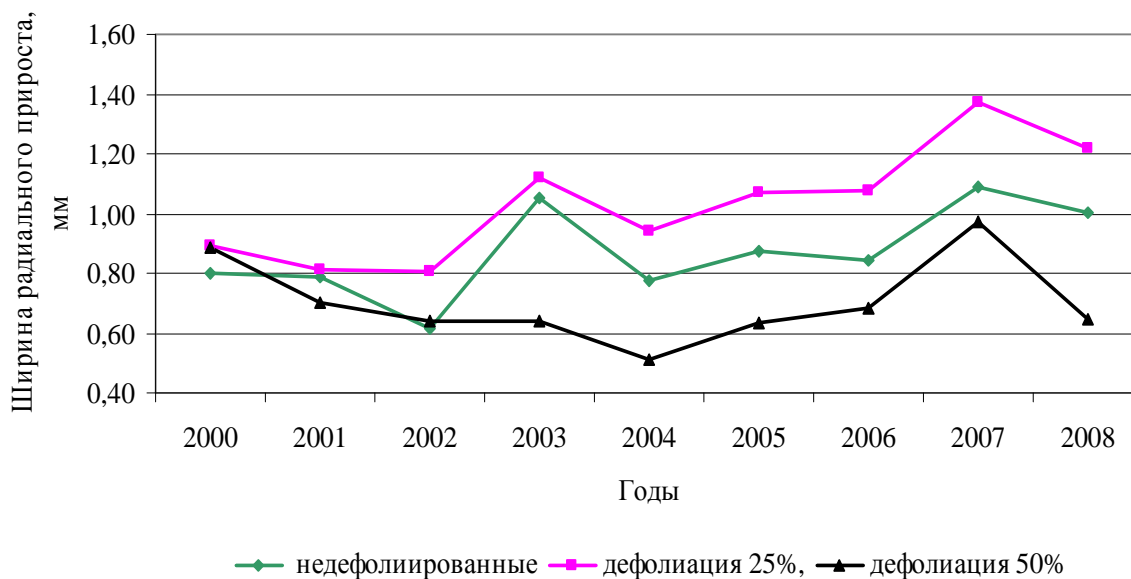


Рисунок 3. Динамика годичного радиального прироста у деревьев с разной степенью дефолиации (ПП 2, дефолиация 2008 г.)

В 2009 г. на фоне благоприятных погодных условий было отмечено очень резкое снижение величины годичного радиального прироста (ПП 4 и 5) у дефолированных деревьев (на 65%), в то время как у слабо дефолированных (ПП 3) произошло увеличение прироста на 36% (рис. 4).

Таким образом, имея только массив данных о величине годичного радиального прироста, факт дефолиации березняков на фоне не благоприятного вегетационного сезона выделить практически невозможно и установить факт реализации вспышки достаточно сложно без анализа погодных условий сезона.

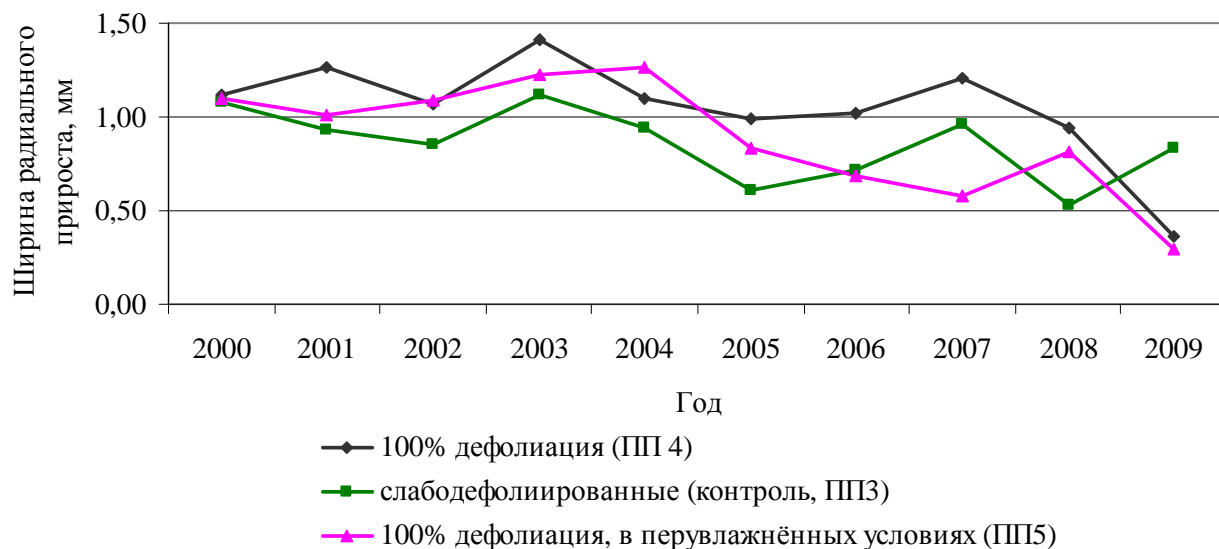


Рисунок 4. Динамика годичного радиального прироста в древостоях с разной степенью дефолиации (дефолиация 2009 г.)

На основании положения о том, что форма кривой распределения приростов при снижении их абсолютных значений с усеченной левой ветвью и острой вершиной может отражать влияние внешних факторов, например погодных условий, резко отличающихся от среднеемноголетних, или объедание листьев [6], нами была проанализирована выборка по показателям эксцесса и асимметрии. Однако в рассматриваемых условиях использование этих характеристик формы кривой также не позволило выявить закономерности распределения частот прироста как при дефолиации, совпадающей с неблагоприятными погодными условиями (2006, 2008 гг.), так и при характеристиках сезона, близких к среднеемноголетним.

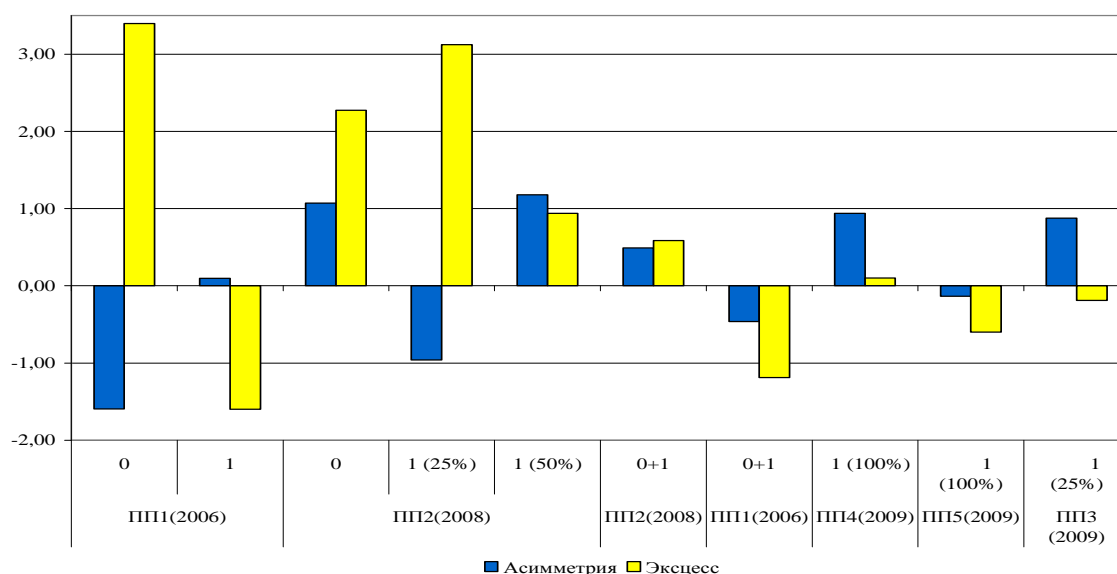


Рисунок 5. Показатели эксцесса и асимметрии при различных погодных условиях и дефолиации деревьев (0 - не дефолиированные деревья, 1 - дефолиированные деревья)

На ПП 4 при 100%-ной дефолиации и на ПП 3 (контроль) рассматриваемые показатели значительно не различались (рис. 5). Однако, обладая информацией о динамике величины годового радиального прироста (ПП 2), можно выделить группы деревьев, предположительно дефолированных на 50% и более в 2008 г., на идентичных участках (ПП 3, 4). Из данных, полученных на ПП 3 и 4 по величине годового радиального прироста, были выделены две совокупности деревьев: сильно снизившие прирост (предположительно дефолированные), и те, у которых снижение не отмечено, либо было незначительным (предположительно не дефолированные). В результате были получены графики (рис. 6, 7) динамики радиального прироста двух групп деревьев, полностью соответствующие динамике деревьев с разной степенью дефолиации, исследованных в 2008 г. (ПП 2, рис. 3).

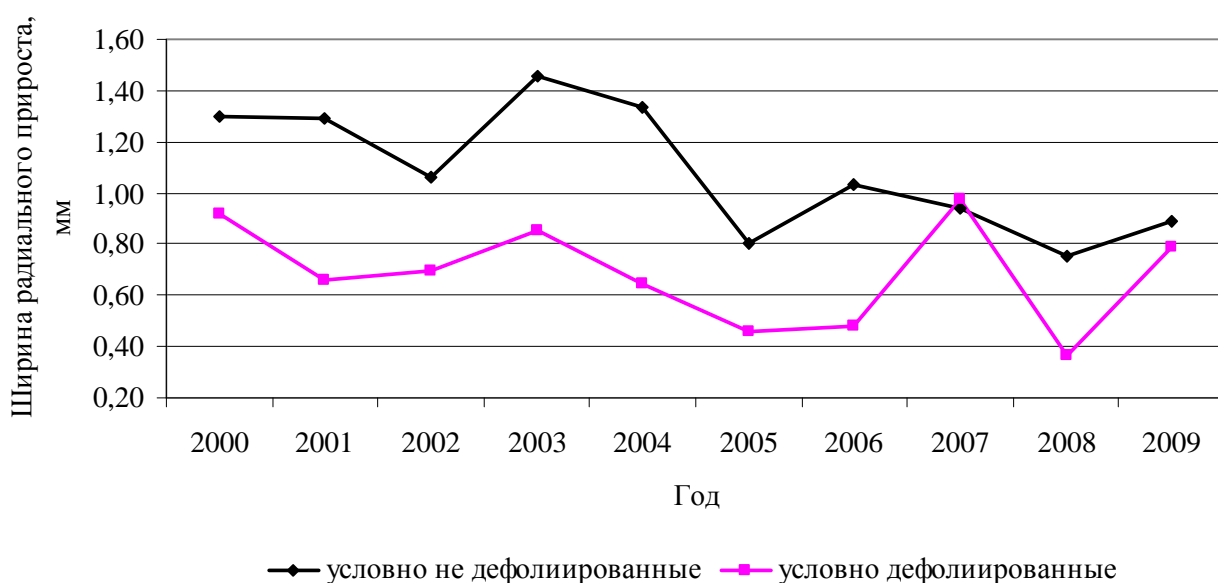


Рисунок 6. Динамика годового радиального прироста у деревьев, предположительно дефолированных и не дефолированных в 2008 г. (ПП 3, контроль 2009 г.)

То есть мы можем с большой долей уверенности полагать, что снижение прироста в 2008 г. у части деревьев с 3 и 4 ПП было вызвано значительной дефолиацией (не менее 50%). Кроме фактора дефолиации, на формирование радиального прироста оказал влияние беглый низовой пожар, прошедший в 2006 г. по всем ПП, кроме 1 и 5. В год пожара на ПП 2-4 наблюдалось увеличение величины годового радиального прироста от 3 до 20% по сравнению с предыдущим годом, несмотря на неблагоприятные погодные условия 2006 г. По нашему мнению, на увеличение радиального прироста после пожара повлияли либо кратковременный прогрев стволов и корней деревьев, либо изменение характеристик почвенного питания, так как есть данные [7], что в год пожара в верхних горизонтах почвы резко возрастает количество азота и калия.



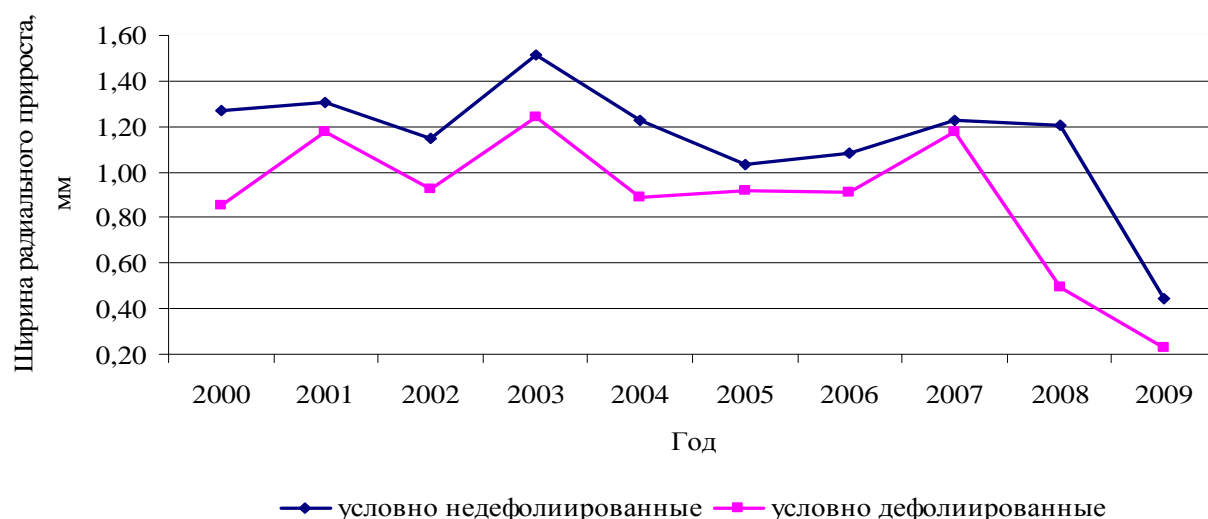


Рисунок 7. Динамика годичного радиального прироста у деревьев, предположительно дефолированных и не дефолированных в 2008 г. (ПП 4).

Для выявления варьирования величины годичного радиального прироста в зависимости от факторов дефолиации и пожара нами был проведен анализ данных с использованием метода главных компонент (таблица 2).

Таблица 2 — Доля фактора в дисперсии величины годичного радиального прироста

Вариант	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
2006 г.			
Доля суммарной дисперсии, %	49,41	41,72	8,87
ПП1 (слабо дефолированные деревья, 25-40%)	0,574	0,037	0,390
ПП1 (дефолированные деревья, 100%)	0,047	0,687	0,266
ПП 2.3.4. (пожар)	0,380	0,276	0,344
2009 г.			
Доля суммарной дисперсии, %	43,45	33,72	22,83
ПП3 (слабо дефолированная, 25%)	0,509	0,001	0,490
ПП4 (дефолированная, 100%)	0,103	0,769	0,128
ПП 5 (дефолированная, 100%, переувлажнение почвы)	0,387	0,230	0,382

При рассмотрении причин, вызывающих дисперсию признака, априори исключаются из анализа однородные факторы: погодные условия сезона и основные лесоводственно-таксационные характеристики объектов. В 2006 г. первой главной компонентой, определяющей 49,41% дисперсии прироста, являются физиолого-генетические особенности деревьев. В наибольшей степени ее влияние проявляется в совокупности деревьев, не пострадавших от внешних факторов, в меньшей, но достаточно значительной, у деревьев затронутых пожаром, но с неповрежденным ассимиляционным аппаратом. Практически отсутствует дисперсия, определенная первой компонентой у дефолированных деревьев, так как у них индивидуальные особенности были нивелированы дефолиацией. Вторая главная

компонента определяет 41,72% дисперсии прироста, вызванного в первую очередь влиянием дефолиации и в меньшей степени влиянием пожара, то есть варьирование приростов на 41% определяется внешними факторами. Третья главная компонента достаточно равномерно воздействует на формирование радиальных приростов у всех деревьев, и сложно предположить, какие факторы она объединяет. Возможно, но с низкой долей вероятности, это различия микроэкотопов произрастания растений или реакция на особенности погоды 2006 г.

В 2009 г. первую компоненту мы также связываем с эндогенными характеристиками деревьев, дисперсия которых на ПП 4 и 5 была нивелирована дефолиацией, вызвавшей 33% дисперсии годовичного радиального прироста (вторая компонента). Третья компонента вызывает 22,83% варьирования признака и, по-видимому, определяется особенностями увлажнения и, возможно, трофности почвы.

### **Заключение**

Таким образом, рассеяно-сосудистые породы достаточно сложный объект для реконструкции всплеск массового размножения непарного шелкопряда, особенно при диффузной дефолиации. На фоне разных погодных условий величина годовичного радиального прироста дефолиированных и не дефолиированных деревьев имеет разные соотношения, и установить факт дефолиации возможно только при учете погодных условий исследуемого периода. Располагая фактическими данными о динамике годовичного радиального прироста, можно спроецировать их на участок с неизвестной историей по отношению к дефолиации, но при условии идентичности условий произрастания и характеристик древостоев. Использование характеристик формы кривой эксцесса и асимметрии в условиях северной лесостепи в березовых древостоях не позволило выявить закономерности распределения частот прироста в группах дефолиированных и не дефолиированных деревьев. Методом главных компонент были проанализированы исходные данные динамики годовичного радиального прироста. При анализе было выявлено, что факторы дефолиации и пожара могут спровоцировать дополнительную дисперсию величины годовичного радиального прироста на 30—40%.

*Работа выполнена при поддержке совместного проекта УрО и СО РАН 12-С-4-1035.*

### **Список литературы**

1. Иерусалимов Е.Н. Зоогенная дефолиация и лесное сообщество. — М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. — 263 с.

2. Кищенко И.Т., Вантенкова И.В. Сезонный рост березы пушистой в Северной Карелии // Лесоведение. — 2011. — № 4. — С. 48-52.
3. Колесников Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. — Свердловск : УНЦ АН СССР, 1973. — 175 с.
4. Крамер П., Козловский Т. Физиология растений. — М. : Гослесбумиздат, 1963. — 624 с.
5. Кучеров С.Е. Влияние массовых размножений листогрызущих насекомых и климатических факторов на радиальный прирост древесных растений : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Свердловск, 1988. — 24 с.
6. Кучеров С.Е. Влияние непарного шелкопряда на радиальный прироста дуба черешчатого. // Лесоведение. — 1990. — № 2. — С. 20-29.
7. Лукина Н.В., Полянская Л.М., Орлова М.А. Питательный режим почв северотаежных лесов. — М. : Наука, 2008. — 342 с.
8. Пальникова Е.Н., Свидерская И.В., Суховольский В.Д. Сосновая пяденица в лесах Сибири: Экология, динамика численности, влияние на насаждения. — Новосибирск : Наука, 2002. — 232 с.
9. Рубцов В.В., Уткина И.А. Адаптационные реакции дуба на дефолиацию. — М. : Гриф и К, 2008. — 302 с.

**Рецензенты:**

Кожевников А.П., д.с-х.н., доцент, профессор кафедры лесоводства, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург.

Меньщиков С.Л., д.с-х.н., старший научный сотрудник, заведующий лабораторией «Экология техногенных растительных сообществ», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург.