

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

# ЛЕСОВЕДЕНИЕ

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1967 г.

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

2

1990

МОСКВА · «НАУКА»

## МЕТОДИЧЕСКИЕ СТАТЬИ

УДК 630\*561.24 + 630\*552 + 630\*42 (470.51/.54)

© 1990 г.

С. Г. ШИЯТОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫВАЛА ДЕРЕВЬЕВ  
ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Рассматриваются способы точной датировки вывалов деревьев (ветровала, снеговала, пассивного вывала) при помощи древесно-кольцевого анализа в условиях южно-таежных темнохвойных лесов Среднего Урала. Они основаны на определении времени формирования подкорového слоя прироста древесины и механических повреждений на стволах и ветвях, датировке начала формирования реактивной древесины и резкого изменения величины радиального прироста.

*Вывал хвойных деревьев, дендрохронология, ель сибирская, Средний Урал.*

В лесных биогеоценозах постоянно происходит выворачивание деревьев с корневой системой и комом земли под действием силы ветра (ветровал), тяжести осевшего на кронах снега (снеговал) и падения соседних деревьев (пассивный вывал). Различают единичный, групповой и массовый вывал деревьев. Место, время и интенсивность вывала зависят от многих факторов — орографических, климатических, почвенно-гидрологических, фитоценологических, биологических, антропогенных [4, 6, 7]. Знание точных дат вывала деревьев за возможно более длительные интервалы времени представляет большой интерес при изучении пространственно-временной динамики лесных биогеоценозов и их отдельных компонентов, для разработки лесохозяйственных мероприятий, способствующих увеличению устойчивости древостоев.

Существуют прямые и косвенные способы определения времени вывала деревьев. Самые точные из них — прямые способы, основанные на многолетних наблюдениях в лесных массивах и на постоянных пробных площадях. Обычно фиксируются массовые вывалы, наносящие большой урон лесному хозяйству [6, 7]. Наблюдения над групповыми и особенно единичными вывалами проводятся редко, хотя они наиболее распространены. К недостаткам прямых способов относится их трудоемкость и, кроме того, невозможность восстановления хронологии старых вывалов (до начала наблюдений).

Косвенные способы датировки вывалов поэтому применяются наиболее часто. При этом используются такие признаки, как степень разложения древесины у вывалившихся деревьев, сохранность ветвей и корней различной крупности, степень осыпания почвенной массы с корней, толщина слоя мохового покрова на валеже, возраст подроста, появившегося после вывала в пределах западины и земляного бугра, а также на валеже [6]. Точность датировки при использовании косвенных признаков сравнительно невысокая — до 5—10 лет для вывалов возрастом до 20—30 лет и до нескольких десятилетий для сравнительно старых (80—100-летних) вывалов. Эта точность явно недостаточна при изучении таких вопросов, как смена пород и возрастных поколений, скорость разложения древесины, величина и интенсивность отпада, про-

дуктивность древостоев и интенсивность биологического круговорота веществ. Кроме того, возникает необходимость разработки специальных датировочных шкал для конкретного района, типа условий местообитания, вида древесного растения.

Как известно, в дендрохронологии разработан метод перекрестной датировки колец прироста древесины, который позволяет выявлять ложные и выпадающие кольца и тем самым датировать кольца с точностью в 1 год [8, 10—12]. Датировка основана на неповторимом во времени чередовании узких и широких колец прироста, которое обусловлено действием общих лимитирующих факторов (в основном климатических). Однако до настоящего времени дендрохронологические методы не использовались для датировки вывалов деревьев. Они применялись лишь для определения времени образования сухостоя [3]. В связи с этим была поставлена задача проверить возможность использования древесно-кольцевого анализа для определения времени вывала деревьев, выявить наиболее пригодные признаки и способы, установить возможные временные пределы такой датировки.

### Объекты и методика исследований

Объектами исследований были единичные и групповые разного возраста вывалы ели сибирской (*Picea obovata* Ldb.) в составе южно-таежных темнохвойных лесов Среднего Урала, на территории охранной зоны Висимского государственного заповедника. Лесной массив, в котором проводили исследования, расположен в 1,5 км к юго-западу от с. Большие Галашки на высоте 340—390 м над ур. м. Этот участок тайги не подвергался рубкам и пожарам в течение последних 200—250 лет. Преобладающими типами леса являются пихтоельники: крупнопоротниковый, мелкотравно-зеленомошный и липняковый [1]. Для детального изучения было отобрано 4 единичных и групповых вывала. На каждом из них описывали состояние вывалившихся деревьев (степень поражения гнилями древесины ствола, сохранность ветвей и корней различной крупности, степень осыпания земли с корней, толщина мохового покрова на валеже, возраст подроста, появившегося на вываленном стволе, в западине и на земляном бугре). Подрост и деревья, произрастающие в пределах окна вывала и в непосредственной близости к нему, были картированы в масштабе 1 : 200 (рис. 1). У них были измерены основные таксационные характеристики, горизонтальная проекция кроны, взяты образцы древесины (керны и спилы) на высоте 30—100 см. С погибших деревьев брали поперечные спилы древесины. У деревьев и подроста, произрастающих в непосредственной близости к вывалившемуся дереву, фиксировали все возможные следы механических повреждений, наклоны и изгибы стволов, связанные с падением рассматриваемого дерева. В местах поранений ствола и ветвей брали спилы на контакте живой и отмершей частей. У деревьев со сломанной вершиной и оставшимися живыми ветвями спилы брали под основаниями наиболее развитых ветвей, а если уже сформировалась новая вершина, то и в ее основании.

Кроме того, с меньшей степенью детальности было обследовано еще 10 единичных и групповых вывалов. Здесь не проводили картирование подроста и деревьев, а керны древесины брали у меньшего числа деревьев. Основное же внимание уделяли выявлению механических повреждений и анализу радиального прироста деревьев нижних ярусов.

Всего было взято и проанализировано 130 кернов и 60 спилов древесины. Ширину годичных колец измеряли с точностью  $\pm 0,025$  мм. Ложные и выпадающие кольца выявляли путем сравнения графиков изменения ширины годичных колец. При вычислении индексов прироста в качестве динамической нормы использовалась 11-летняя средняя скользящая с шагом в 1 год. Обобщенные дендрохронологические ряды были получены путем использования 5—10 модельных деревьев для 4 вывалов, причем отдельно по ели и пихте. Эти ряды использовали для датировки годич-

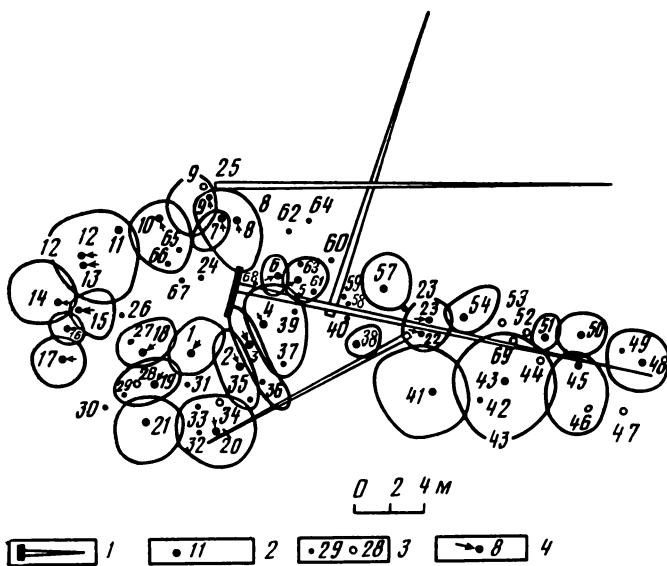


Рис. 1. Карта ветровального окна на вывале 1: 1—вываленное дерево; 2—окружающие окно деревья; 3—подрост; 4—деревья, с которых взяты буровые образцы древесины

ных колец у погибших деревьев и оценки климатически обусловленных изменений прироста древесины. Всего было измерено и датировано около 12 500 годичных колец.

### Признаки и методы датировки вывалов деревьев

Анализ полученных материалов позволил сделать заключение о перспективности использования дендрохронологических методов для целей точной датировки вывалов деревьев. Такая датировка может быть осуществлена при помощи использования следующих признаков и методов.

**Определение календарной даты образования подкорового слоя прироста древесины у погибших при вывале деревьев.** Как правило, вывороченные с корнем деревья вскоре погибают. Кроме того, во время падения дерева иногда ломаются стволы рядом стоящих деревьев, часть из которых также погибает. Установить время гибели таких деревьев можно при помощи определения года формирования подкорового слоя прироста древесины. Такую датировку можно осуществить в том случае, если древесина погибших деревьев сохранила слоистую структуру, т. е. из ствола можно еще взять поперечный спил и измерить на нем ширину годичных колец. В районе исследований слоистая структура заболонной древесины сохраняется до 20—30, а ядровой— до 40—60 лет. Отсюда следует, что выявить и определить год формирования подкорового слоя прироста можно лишь у вывалов, возраст которых не более 30 лет. У молодых вывалов (возрастом до 10—15 лет) подкоровой слой прироста еще настолько хорошо сохраняется, что можно определить не только год, но и сезон гибели дерева — летом (под микроскопом виден еще не сформировавшийся слой ранней древесины) или в осенне-зимне-ранневесеннее время года, когда мы видим уже сформировавшийся годичный слой древесины. Если древесина заболони сильно перегнила, а ядровая еще сохранила слоистую структуру, то время гибели дерева также может быть установлено, но с меньшей степенью точности (до 5—10 лет). Выявлено, что для определенного вида и возраста дерева, произрастающего в определенном типе условий местообитания, число годичных слоев прироста, образующих заболонь, более или менее постоянно и легко может быть установлено на рядом растущих живых деревьях [12].

Важным условием успешности перекрестной датировки является наличие в древесно-кольцевых хронологиях достаточно сильного климатического сигнала. Чем сильнее погодичная изменчивость прироста, чем она синхроннее у разных деревьев, тем более сильный климатический сигнал содержится в хронологиях и тем легче осуществлять датировку [11].

Для датировки необходимо выявление деревьев, погибших во время вывала, а также выбор участков ствола, наиболее подходящих для взятия образцов древесины. Отметим, что при глазомерном обследовании не всегда удается сделать заключение о том, действительно ли эти деревья погибли во время вывала и были ли они до момента вывала живыми или усохшими. Поэтому желательно взять спилы со всех погибших деревьев для проведения древесно-кольцевого анализа. Спилы необходимо брать с участков ствола, где сохранилась слоистая структура древесины и имеется подкоровой слой прироста. Присутствие последнего можно установить по наличию остатков коры и луба на поверхности ствола.

Перекрестная датировка намного облегчается и становится более надежной, если в образце древесины содержится 50—100 и более годичных колец. Поэтому спилы нужно брать возможно ближе к основанию ствола. Сохранность древесины наибольшая около сучьев и на участках ствола, которые пропитаны смолой и не соприкасаются с поверхностью земли. Круговые спилы брать не обязательно, можно ограничиться взятием наиболее сохранившегося сектора (от сердцевины до боковой поверхности). Для того чтобы при выпиливании, транспортировке и дальнейшей обработке спил не развалился на куски, его необходимо стянуть алюминиевой или другой мягкой проволокой. По мере усыхания спила время от времени нужно стягивать проволоочный обруч плоскозубцами.

В лабораторных условиях спилы подвергаются той же обработке, что и при проведении других дендрохронологических исследований: выбор радиусов для измерения колец, полировка образца, разметка годичных колец по десятилетиям, измерение величины прироста, построение графиков, нахождение возрастной нормы прироста, вычисление индексов прироста [8, 11].

Для того чтобы можно было определить календарные даты формирования годичных колец у погибших при вывале деревьев, в том числе и подкорового кольца, необходимо получить древесно-кольцевые хронологии по ныне живущим деревьям, произрастающим в непосредственной близости от места вывала. Для целей такой датировки можно обойтись взятием буровых образцов с 5—10 деревьев. Важно лишь, чтобы эти деревья были достаточно старыми, т. е. чтобы погибшие и ныне живущие деревья в прошлом росли одновременно в течение нескольких десятков лет. Если климатический сигнал в древесно-кольцевых хронологиях сильный, то для целей перекрестной датировки вполне пригодны графики ширины годичных колец, полученные для отдельных модельных деревьев. Если же климатический сигнал слабый, необходимо его усилить, для чего следует рассчитать индексы прироста и построить обобщенную хронологию по 5—10 деревьям. Перекрестная датировка обычно осуществляется глазомерно при помощи сопоставления хронологий, полученных по погибшим и живым деревьям. Пример такой датировки приведен на рис. 2. В качестве стандартной шкалы использовался обобщенный ряд индексов прироста, полученный для 9 деревьев ели сибирской.

Таким образом, при помощи перекрестной датировки древесно-кольцевых хронологий, полученных для погибших и ныне живущих деревьев, можно с высокой степенью точности (год, сезон) определить время вывала, давность которого не превышает 20—30 лет, а с меньшей степенью точности (до 5—10 лет) — вывалы возрастом до 40—60 лет.

**Датировка механических повреждений у деревьев и подроста.** Во время вывала растущие рядом деревья могут испытать следующие механические повреждения: обдир коры с лубом и повреждение камбия, слом ствола и ветвей, наклон и изгиб ствола. Такие повреждения могут сохраняться длительное время и датироваться с высокой степенью точ-

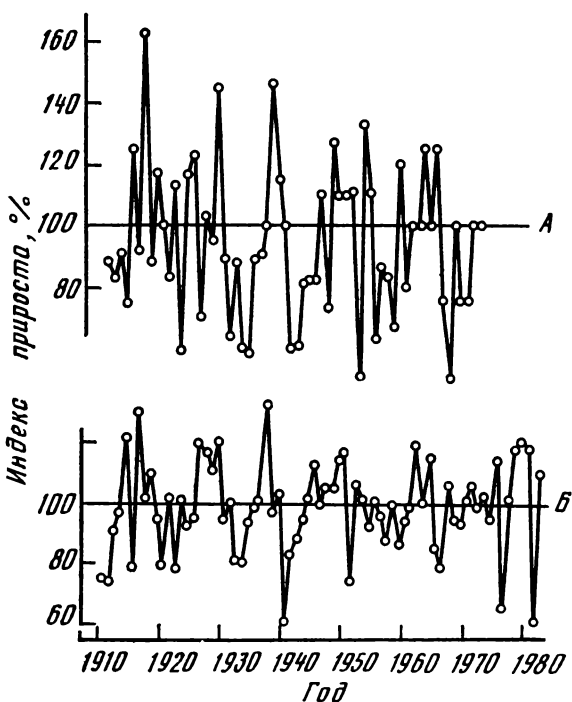


Рис. 2. Пример датировки времени формирования подкорового слоя прироста древесины (1972 г.) у вываленной ели сибирской (А) при помощи обобщенного дендрохронологического ряда (Б) на вывале 2

ности. Важно лишь убедиться в том, что повреждения вызваны падением рассматриваемого дерева.

Один из наиболее распространенных видов механических повреждений — *обдир коры с лубом и повреждение камбиального слоя на участках ствола и ветвей*. Механические повреждения наносятся как падающим стволом, так и наиболее крупными ветвями; причем ветвями повреждаются преимущественно удаленные деревья, тогда как стволом — рядом стоящие (на удалении до 15 м от основания вывалившегося дерева). Характер и ориентировка ран, наносимых стволом, существенно отличаются от ран, наносимых ветвями. В первом случае обычно полностью сдирается кора с лубом, притом лишь на стороне ствола и ветвей, обращенной к упавшему дереву. В ряде случаев кора и не сдирается, но в результате трения стволов повреждается и прекращает свою деятельность камбий. На месте обдира коры с лубом образуется сухобочина, часто очень длинная (до нескольких метров), прерывистая или сплошная, шириной до 10—12 см (чем больше диаметр имеет поврежденное дерево, тем шире сухобочина). Сухобочина начинает затем зарастать с боков и спустя 40—50 лет обычно полностью затягивается. Однако место поранения хорошо различимо еще длительное время — сохраняются неровная поверхность ствола и ложбинка с натеками смолы. Если же кора с лубом не были содраны, то местонахождение подкоровой сухобочки можно определить по наличию на поверхности ствола углубления с натеками смолы.

Механические повреждения, наносимые ветвями падающего дерева, наиболее хорошо выражены на поверхности стволов. Их обычно много, они небольшого размера (длиной до 30 см и шириной до 5—7 см), косо-направленные (по отношению к оси ствола), прерывистые, ориентированы преимущественно в сторону основания упавшего дерева. Однако довольно часто встречаются и поранения на той стороне ствола, которая обращена к упавшему дереву и даже к его вершине. Такие раны довольно скоро заливаются смолой и зарастают, но смоляные натеки в местах

поранений сохраняются длительное время (до 70—90 лет). Иногда ветвями наносятся и более обширные повреждения, на месте которых образуются даже открытые сухобочины.

Другое из наиболее распространенных повреждений — *облом живых и усохших сучьев в их основании*. Для целей датировки вывалов интерес представляют живые сучья. Дата их облома может быть определена таким же способом, как и раны на стволе,— путем установления числа колец прироста, образовавшихся после слома сучка. Кроме того, для датировки времени облома сучка эффективен следующий прием: определить разницу в числе годовичных колец у основания сломанного сучка и у ствола на высоте расположения сучка. У хвойных видов обломок живого сучка довольно легко можно отличить от уже усохшего: древесина первого обильно пропитана смолой и на поверхности ствола видны смоляные натёки.

Обдир коры с лубом и повреждение камбия чаще всего встречаются у видов древесных растений с тонкой и мягкой корой, в районе наших исследований — у пихты сибирской. Облом же сучьев здесь более характерен для ели сибирской.

Для определения даты образования сухобочины необходимо сделать спил на контакте живой и усохшей поверхностей ствола и подсчитать число годовичных колец, сформировавшихся после поранения. У хвойных видов годовичные слои прироста древесины, образовавшиеся после нанесения раны, обычно пронизаны многочисленными патологическими смоляными ходами и обильно пропитываются смолой. Эти признаки намного облегчают нахождение и датировку кольца прироста, образовавшегося на следующий год после повреждения дерева. Например, в нормальной древесине пихты сибирской нет смоляных ходов, но после поранения ствола в непосредственной близости от сухобочины образуется большое число вертикальных патологических смоляных ходов.

Следует иметь в виду, что у сильно поврежденных и угнетенных деревьев может происходить выпадение годовичных колец, в связи с чем допускаются ошибки в определении даты повреждения, если пользоваться простым подсчетом их числа. Необходимо поэтому использовать метод перекрестной датировки как для целей точной датировки колец, так и в тех случаях, если имеющее сухобочину дерево усохло по другим причинам.

Точность датировки механических повреждений на стволах и ветвях деревьев составляет 1 год. Этот способ позволяет датировать вывалы возрастом до 80—100 лет.

Во время вывала иногда происходит *слом вершины и крупных ветвей*, но при этом дерево не погибает. Для определения даты слома вершины необходимо сделать спил чуть ниже одной из наиболее развитых живых ветвей и проанализировать годовичные слои прироста древесины. После столь значительного повреждения, каким является слом вершины, начинают откладываться очень узкие годовичные кольца. Часто наблюдается сегментный рост, т. е. нарастание древесины не по всей окружности ствола, а лишь в районе прикрепления ветви. Подсчет и датировка этих колец позволяет определить возраст повреждения с точностью до 1 года. У некоторых деревьев вскоре после такого повреждения начинается формирование новых вершин из боковых ветвей и спящих почек. Определение возраста таких вершин дает возможность судить о времени вывала с точностью в несколько лет.

При вывале наблюдается также *наклон стволов соседних деревьев*, но наиболее часто *наклон и изгиб стволиков у подростка*. У таких деревьев и подростка сразу начинают формироваться годовичные слои прироста древесины, которые резко отличаются от нормальной древесины цветом, эксцентричностью годовичных колец, формой и строением клеток, т. е. образуется реактивная (креновая и тяговая) древесина [9]. Чтобы определить время наклона или изгиба ствола, необходимо взять спилы и проанализировать на них годовичные слои прироста. Спилы следует брать на тех участках ствола, где изгиб наибольший. Возраст этих

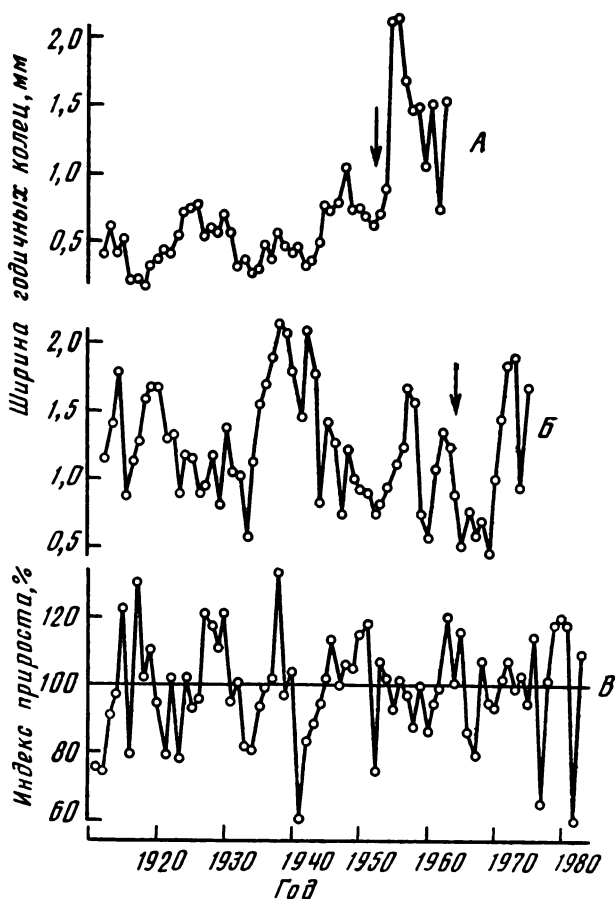


Рис. 3. Изменчивость радиального прироста ели сибирской в районе вывала 2: А — у дерева из II яруса (вывал 1930 г.); Б — у дерева из I яруса (вывал 1920 г.); В — обобщенный ряд индексов прироста. Стрелками указано время вывала дерева (зима 1972/73 г.)

повреждений определяется с точностью до 1 года путем подсчета и датировки годовых слоев прироста, состоящих из реактивной древесины. Этим способом могут датироваться очень старые вывалы (до 80—100 лет). Особое внимание нужно обращать на молодые деревья и подрост, поднятые упавшим деревом, а также произрастающие на вывороченном корнями коме земли. У многих наклоненных и изогнутых деревьев формируются вертикальные побеги и вершины, определение возраста которых также может быть использовано для установления даты вывала.

**Определение времени начала резкого увеличения прироста у подроста и деревьев нижних ярусов.** После образования ветровального окна существенно изменяются микроклиматические условия для роста и развития подроста и угнетенных деревьев, произрастающих в непосредственной близости к вывалившемуся дереву. В темнохвойных лесах особенно резко изменяется световой режим, он становится более благоприятным для таких деревьев. В результате у них наблюдается существенное увеличение годовичного прироста по диаметру и в высоту. Анализ радиального прироста у большого числа деревьев I яруса показал, что они практически не реагируют на вывал соседнего дерева (рис. 3, Б). Подрост и деревья нижних ярусов, наоборот, резко увеличивают прирост после образования ветровального окна (рис. 3, А). В первый год после вывала ширина годовых колец у угнетенных деревьев увеличивается незначительно, затем в течение нескольких лет происходит резкое, в 2—4 раза и более, увеличение прироста. Важно убедиться в том,



Способы и результаты датировки вывалов ели сибирской

Номер вывала	Тип вывала	Время вывала; сезон, год	Датировка				
			образования подкорового кольца	обдира коры с лубом	слома ствола и ветвей	наклона и изгиба ствола	начала резкого увеличения прироста
8	Единичный	Лето 1976	+	+			+
1	»	Зима 1976/77	+		+		+
9	Групповой	» 1973/74	+	+			+
2	»	» 1972/73	+	+		+	+
4	»	» 1965/66	+	+		+	+
6	Единичный	» 1965/66		+		+	+
7	»	» 1964/65	+	+			+
14	»	» 1964/65		+			+
12	Групповой	» 1963/64		+		+	
13	Единичный	» 1962/63		+			+
11	»	» 1958/59		+			+
3	Групповой	» 1955/56			+		+
5	Единичный	» 1953/54					+
10	»	» 1918/19		+			

что оно вызвано вывалом дерева и образованием ветровального окна, а не улучшением климатических или других условий. Поэтому большую помощь может оказать сопоставление графиков изменения прироста у рассматриваемых деревьев с графиками индексов прироста деревьев I яруса (рис. 3, В). Точность датировки при помощи анализа радиального прироста деревьев различных классов роста («социального» положения в пологе) составляет 1—3 года. Этим способом можно датировать вывалы возрастом до 100 лет и более.

### Результаты датировки и обсуждение результатов

В таблице приведены результаты и способы датировки всех 14 изученных единичных и групповых вывалов ели сибирской. Возраст этих вывалов 10—70 лет, все они были датированы с точностью 1 год. Появление абсолютного большинства вывалов приурочено к осенне-зимне-ранневесеннему периоду (в таблице для краткости указано «зима») и лишь 1 дерево (номер 8) вывалилось летом. Такие заключения были сделаны на основе анализа степени сформированности подкорового слоя прироста у погибших при вывале деревьев и периферийного слоя прироста у подсушин. Поскольку работа приняла методический характер, основное внимание было уделено сравнительно молодым вывалам, возраст которых не превышал 20—25 лет. Это позволило выявить и описать виды повреждений, возникающих при падении деревьев.

Почти все изученные вывалы деревьев были датированы при помощи использования нескольких способов одновременно (таблица). Это обеспечило получение как оценки точности различных способов, так и возможного временного диапазона их применения. Наиболее надежными, точными и в то же время простыми способами являются датировки: образования подкорового слоя прироста у погибших во время вывала деревьев и начала формирования периферийного слоя прироста у деревьев, имеющих сухобочины и другие повреждения (облом сучьев и вершин). Поэтому эти способы должны использоваться в первую очередь. Существенный недостаток первого из них — пригодность лишь для сравнительно молодых вывалов (возрастом до 20—25 лет). Вторым способом можно датировать гораздо более старые вывалы (до 100 лет), но при этом часто возникают проблемы, связанные с поиском следов старых повреждений.

Что касается использования таких способов, как датировка начала формирования реактивной древесины у наклоненных и изогнутых стволов, а также анализ радиального прироста у угнетенных в момент вывала деревьев, то они позволяют датировать наиболее старые вывалы

(до 100 лет и более). Однако точность этих способов несколько ниже (до 1—3 лет), хотя она и вполне достаточна для решения многих вопросов, связанных с изучением динамических процессов в лесных биогеоценозах. Молодые вывалы в большинстве случаев уверенно датируются одним — двумя способами. Для датировки старых вывалов желательное использование возможно большего числа способов.

**Заключение.** В южно-таежных темнохвойных лесах дендрохронологические методы позволяют определять возраст достаточно старых вывалов (до 100 лет) с высокой степенью точности (1—3 года).

На первом этапе работы большую пользу может оказать использование более грубых косвенных методов датировки вывалов [6], в том числе определение в пределах ветровального окна возраста древесных растений, появившихся после вывала, в частности на земляном бугре и валеже. При использовании этого способа следует учитывать следующие обстоятельства. Во-первых, необходимо разделение экземпляров растений, появившихся до и после вывала. Для этих целей в первую очередь следует ориентироваться на данные анализа прироста подроста и молодых деревьев по диаметру и высоте и их распределения по возрасту. Особое внимание нужно обратить на древесные растения, появившиеся на вновь образовавшихся субстратах (земляном коме, западине, валеже). Во-вторых, важное значение имеет использование методик определения точного возраста древесных растений [2, 5]. В-третьих, необходимо определить интервал времени между вывалом дерева и началом лесовозобновления на новых субстратах, особенно на стволе вывалившегося дерева. В районе наших исследований всходы темнохвойных видов (ель, пихта) появляются на валеже через 15—20 лет после вывала дерева. С учетом вышесказанного календарная дата вывала дерева при помощи этого способа может быть установлена с точностью 5—10 лет, что вполне достаточно для некоторых видов исследований. Этот способ трудоемок и его использование целесообразно лишь в тех случаях, если другие из описанных в настоящей работе способов применить невозможно.

Описанные приемы и способы датировки вывалов деревьев посредством древесно-кольцевого анализа могут быть использованы и при определении возраста слома стволов деревьев (ветролома, снеголома).

#### Список литературы

1. Колесников Б. П. Средне-Уральский горно-лесной биогеоценологический стационар в 1974 году//Информ. матер. Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара по итогам 1974 г. Свердловск, 1975. С. 3—14.
2. Комин Г. Е. Методика определения возраста деревьев в заболоченных лесах//Зап. Свердлов. отд-ния ВБО. Свердловск, 1964. Вып. 3. С. 133—140.
3. Комин Г. Е. Определение отпада в древостоях дендрохронологическим методом//Экология. 1970. № 2. С. 104—106.
4. Мелехов И. С. Лесоведение. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 406 с.
5. Придня М. В. Опыт определения возраста у подроста ели сибирской по сердцевинным узлам//Лесоведение. 1967. № 5. С. 72—78.
6. Скворцова Е. Б., Уланова Н. Г., Басевич В. Ф. Экологическая роль ветровалов. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 190 с.
7. Турков В. Г. О вывале деревьев ветром в первобытном лесу как биогеоценологическом явлении (на примере горных пихтово-еловых лесов Среднего Урала)//Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. 1979. Вып. 128. С. 121—140.
8. Шиятов С. Г. Дендрохронология, ее принципы и методы//Зап. Свердлов. отд-ния ВБО. Свердловск, 1973. Вып. 6. С. 53—81.
9. Яценко-Хмелевский А. А. Основы и методы анатомического исследования древесины. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 335 с.
10. Douglass A. E. Climatic cycles and tree-growth. Wash.: Carnegie Inst. of Washington, 1919. 127 p.
11. Fritts H. C. Tree rings and climate. L.: Acad. Press, 1976. 567 p.
12. Trenard Y. Making wood speak: an introduction to dendrochronology//Forestry Abstr. 1982. V. 43. № 12. P. 729—759.

**THE USE OF DENDROCHRONOLOGICAL METHODS IN DETERMINING  
TREE WINDTHROW TIME**

The time of tree windthrow using tree ring analysis method with the accuracy of 1-3 years in dark coniferous forest of Middle Urals is observed. These methods are based on time mapping of underbark layer increment of windthrown trees, timing mechanical stem and branches damages, starting points of reactive wood formation in deviated or twisted stems, considerable tree ring width increase in neighbouring trees. The windthrow time of 100 year old trees or older can be determined by this method.