

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2021, №4, Том 13 / 2021, No 4, Vol 13 <https://esj.today/issue-4-2021.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/07SAVN421.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Горбатов А.П., Бызов В.Е. Пиломатериалы радиальной распиловки для изготовления клееных элементов несущих строительных конструкций // Вестник Евразийской науки, 2021 №4, <https://esj.today/PDF/07SAVN421.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Gorbatov A.P., Byzov V.E. (2021). Radial sawn timber for the manufacture of glued elements of load-bearing building structures. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(13). Available at: <https://esj.today/PDF/07SAVN421.pdf> (in Russian)

**Горбатов Алексей Павлович**

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет», Архангельск, Россия  
Соискатель

E-mail: [a.gorbatov@narfu.ru](mailto:a.gorbatov@narfu.ru)

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1089957](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1089957)

**Бызов Виктор Евгеньевич**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»,  
Санкт-Петербург, Россия

Доцент кафедры «Прикладная механика и инженерная графика»

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: [mapana@inbox.ru](mailto:mapana@inbox.ru)

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=514337](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=514337)

## **Пиломатериалы радиальной распиловки для изготовления клееных элементов несущих строительных конструкций**

**Аннотация.** Элементы из клееной древесины находят широкое применение при строительстве малоэтажных деревянных зданий. Увеличение в последнее время объемов загородного строительства приводит к росту потребности в таких элементах. В связи с этим требуется все большее количество пиломатериалов для изготовления элементов строительных конструкций. Традиционные методы производства пиломатериалов не предусматривают получения пиломатериалов с определенной ориентацией годовичных слоев. Однако, пиломатериалы для изготовления элементов несущих конструкций должны обладать высокими эксплуатационными характеристиками. Такими характеристиками обладают пиломатериалы радиальной распиловки. Пиломатериалы радиальной распиловки хорошо сохраняют геометрическую форму поперечного сечения, в меньшей степени подвержены короблению при изменении условий эксплуатации, изготовленных из них изделий.

Авторами статьи представлен анализ методов раскря круглых лесоматериалов для решения различных специальных задач, в том числе получения пиломатериалов в зависимости от их назначения. Обозначены причины влияния различных факторов на рассеивание ширин пиломатериалов. Указана степень снижения общего выхода за счет уменьшения выхода толстых досок, которое обуславливается их укорочением из-за обзола. Сокращению этих потерь способствует рациональное использование пласти бруса при раскря за счет повышения точности сортирования бревен по диаметрам и улучшения базирования бревен и двухкантных брусев. Также обращено внимание на то, что неkratность толщин вырабатываемых пиломатериалов приводит к потерям сырья. Особое внимание уделено применению

индивидуальных методов раскря с целью получения радиальных пиломатериалов. Рассмотрены различные способы раскря круглых лесоматериалов с позиции получения пиломатериалов с необходимым расположением годичных слоев. Проанализированы схемы распиловки круглых лесоматериалов развально-секторным и развально-сегментными способами.

В результате анализа результатов многочисленных исследований выбрана схема раскря, обеспечивающая получение пиломатериалов радиальной распиловки для изготовления элементов несущих конструкций из клееной древесины.

**Ключевые слова:** раскря круглых лесоматериалов; развально-сегментный способ раскря; пиломатериалы радиальной распиловки; пиломатериалы для строительных конструкций; элементы из клееной древесины

### Введение

Характеристика факторов, влияющих на показатели распиловки, дана в работах многочисленных исследователей, в частности Фельдмана Х.Т., Шапиро Д.Ф., Гутермана М.Н., Титкова Г.Г., Песоцкого А.Н., Власова Г.Д., Аксенова П.П., Батина Н.А., Ветшевой В.Ф., Турушева В.Г. и других. Впервые теоретические основы раскря бревен на пиломатериалы изложены Х.Л. Фельдманом в работе «Система максимальных поставов на распиловку» опубликованной в 1932 году. Задача повышения выхода пиломатериалов при раскря бревен решена им путем определения наибольших по площади — прямоугольников, вписываемых в вершинный торец бревна. Корректировка выхода пилопродукции производилась вычитанием площадей, занимаемых пропилами и усушкой. Дальнейшее развитие теория раскря получила в работах А.Н. Песоцкого. В частности, им выявлены зависимости снижения объемного выхода пиломатериалов вследствие эллиптичности поперечного сечения бревен, кривизны, неточности определения диаметра и погрешностей их базирования. Г.Д. Власов ввел понятие нормального постава, который учитывает требования стандартов и технических условий на пиломатериалы.

Ранее выполненные исследования по объемному выходу пиломатериалов были дополнены Н.А. Батиным. Он установил количественную зависимость объемного выхода пиломатериалов от размеров и формы сырья, поставов, ширин пропилов, способа раскря бревен и необрезных досок. Им предложены графоаналитический метод расчета поставов и графики для определения оптимальных толщин досок. Н.А. Батин впервые дал общее теоретическое решение вопроса о выгоде брусочки перед развалом. Исследования по уменьшению числа ширин досок, выполненные в ЦНИИ механической обработки древесины (г. Архангельск), показывают, что их сокращение достигается: при распиловке бревен ограниченного диапазона диаметров, при распиловке бревен одного диаметра по качеству (порокам формы). Наибольшего снижения числа одновременно вырабатываемых ширин досок достигают при поочередной выпилке досок смежных ширин и уменьшении диапазона диаметров одновременно распиливаемых бревен. Распределение толщин выпиливаемых пиломатериалов по анализу спецификации предприятий, выполненному ЦНИИМОДом, показывает, что раскря пиловочника брусочным способом с получением досок одной толщины дает несущественную разницу в выходе пиломатериалов.

Для изготовления элементов клееных несущих конструкций целесообразно применять пиломатериалы радиальной распиловки. Они меньше подвергаются короблению в процессе сушки и при изменении условий эксплуатации, изготовленных из них изделий [1]. Особенностью пиломатериалов радиальной распиловки (англ. — quarter sawn timber) является расположение годичных слоев по отношению к пластям сортиментов. То есть у радиальных

пиломатериалов для клееных конструкций угол между годичными слоями и пластью должен быть более  $45^\circ$ .

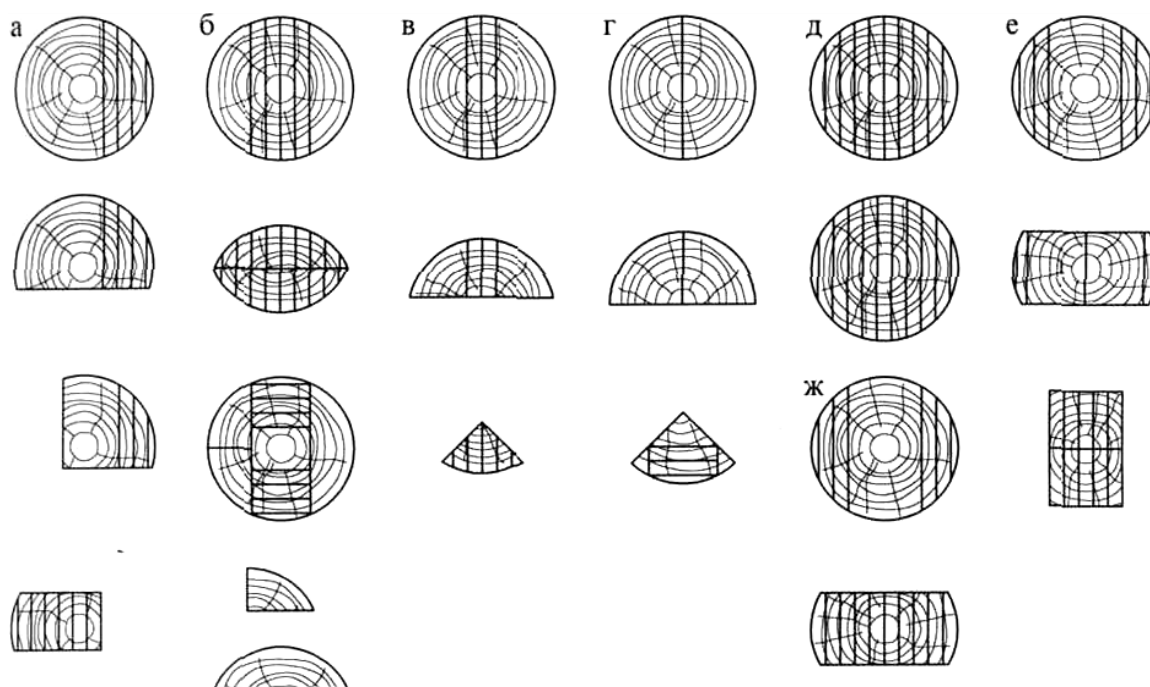
Выбор способа раскря круглых лесоматериалов обуславливается размерами заданной пилопродукции и техническими требованиями к ней. Для выработки пилопродукции смешанной распиловки широко используют развальный и брусово-развальный способы, а для получения пилопродукции радиальной распиловки — секторный, развально-сегментный и брусово-сегментный способы [2]. Сегментный или брусово-сегментный способ распиловки характерен тем, что из средней части бревна выпиливается брус или несколько досок, а сегменты, полученные из крайних частей бревна, распиливаются на втором и последующих проходах. Этот способ даёт возможность получить большее количество радиальных пиломатериалов. Однако ширина этих пиломатериалов будет меньше, чем при обычном способе распиловки. Данный способ также рекомендуется при наличии в круглых лесоматериалах внутренней ядровой гнили. Секторный способ распиловки характеризуется тем, что на первых двух проходах бревно распиливают на четыре равных сектора, иногда с выпиливанием сердцевинных досок. Каждый сектор отдельным проходом распиливается на радиальные и тангенциальные пиломатериалы [3]. Радиальные пиломатериалы выпиливаются этим способом для музыкальных инструментов, а тангенциальные для лыжных брусков или для деталей клавиатуры музыкальных инструментов. Эффективным методом индивидуального раскря бревен является также круговой способ. Целесообразно его применение при раскря круглых лесоматериалов с ядровой гнилью.

Таким образом, анализ способов распиловки круглых лесоматериалов для получения пиломатериалов определенных размеров и качества показал, что для получения пиломатериалов радиальной распиловки целесообразно применять развально-секторный или развально-сегментный способы раскря, а также круговой способ. Целью данного исследования является разработка схемы раскря позволяющей получить максимальное количество радиальных пиломатериалов необходимого качества для изготовления элементов клееных несущих строительных конструкций.

### Методы раскря

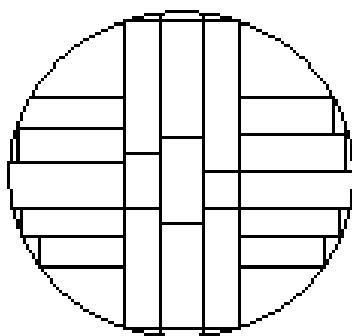
Рассмотрим факторы влияющие на возможность получения радиальных пиломатериалов при различных методах раскря круглых лесоматериалов. Производство радиальных пиломатериалов осуществляется в основном из сырья диаметром от 30 до 50 см. Для реализации кругового, сегментного или развально-сегментного методов раскря с целью получения пиломатериалов необходимого качества применяют различные типы ленточнопильного оборудования. Схемы раскря бревен на ленточнопильных станках приведены на рисунке 1.

Развально-сегментный способ распиловки характерен тем, что из средней части бревна выпиливается брус или несколько досок, а сегменты, полученные из крайних частей бревна, распиливаются на втором и последующих проходах. Этот способ даёт возможность получить большее количество радиальных пиломатериалов. Однако ширина этих пиломатериалов будет меньше, чем при обычном способе распиловки. Данный способ также рекомендуется при наличии внутренней гнили. Развально-сегментным способом (рис. 2) вырабатывают преимущественно радиальную и полурадальную продукцию. Достигается это путем раскря бревен в центральной зоне на необрезные доски определенной толщины, а в боковой зоне — на сегменты, которые в следующей операции раскраиваются на радиальные и полурадальные доски заданной толщины с одной обрезной кромкой.



*а — круговой; б — сегментный; в — секторный на радиальные пиломатериалы; г — секторный на тангенциальные пиломатериалы; д — вразвал; е — с брусковкой в три прохода; ж — с брусковкой в два прохода*

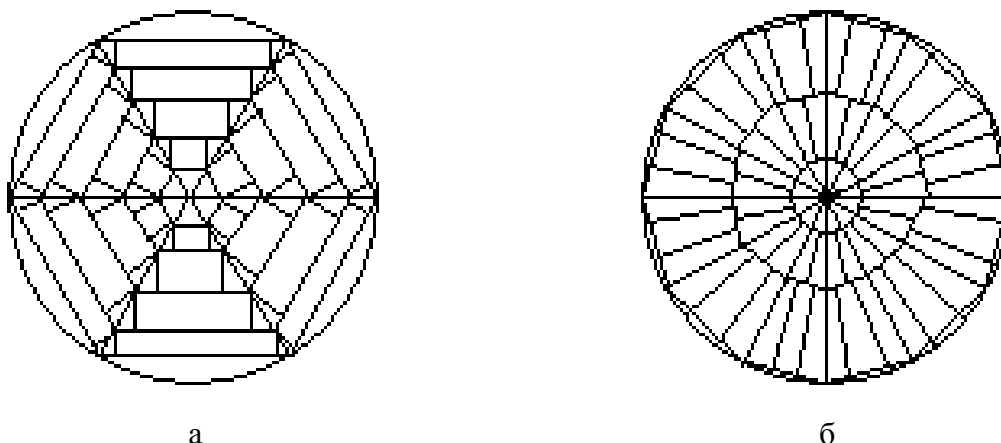
**Рисунок 1.** Схемы раскря бревен на ленточнопильных станках (рисунок авторов)



**Рисунок 2.** Схема развально-сегментного способа раскря бревен с получением радиальных пиломатериалов (рисунок авторов)

Секторный способ распиловки характеризуется тем, что на первых двух проходах бревно распиливают на четыре равных сектора, иногда с выпиливанием сердцевинных досок. Каждый сектор отдельным проходом распиливается на радиальные и тангенциальные пиломатериалы. Радиальные пиломатериалы выпиливаются этим способом для музыкальных инструментов, а тангенциальные для лыжных брусков или для деталей клавиатуры музыкальных инструментов. Для выработки радиальной и тангенциальной продукции бревна делят по радиусам на сектора, а последние — на радиальную или тангенциальную продукцию (рис. 3).

Для получения радиальной продукции секторы иногда распиливают на пиломатериалы пропилами, близкими к радиусам, а для производства тангенциальной продукции распиловка ведется по касательной к годичным слоям [4].



*а — тангенциальные; б — радиальные*

**Рисунок 3.** *Схема секторного способа раскря бревен на пиломатериалы (рисунок авторов)*

Секторный способ раскря бревен позволяет вырабатывать пиленую продукцию со строгой ориентацией их пластей относительно годовичных слоев древесины [5–7]. Однако этот способ раскря характеризуется большими отходами древесины и трудоемкостью процесса. Кроме того, отклонение диаметра бревен в меньшую сторону приводит к нецелесообразности применения этого способа из-за значительного снижения выхода пиломатериалов [8; 9]. Во избежание этого в настоящее время для выработки радиальной продукции применяют преимущественно развально-сегментный, а для получения тангенциальной продукции брусово-развальный способы. Эти способы характеризуются меньшей трудоемкостью и дают меньше отходов.

При распиловке круглых лесоматериалов с целью получения пиломатериалов специального назначения кроме развально-секторного или развально-сегментного способов раскря применяют так называемый индивидуальный круговой способ раскря. Он характеризуется тем, что бревно после отпиливания одной, двух или же трёх параллельно-расположенных досок поворачивается на угол  $90^\circ$  для отпиливания следующей группы досок. Круговой способ даёт возможность выделить сердцевинную дефектную часть и не включать её в пиломатериалы. Данный способ распиловки бревен закреплен патентом<sup>1</sup> и заключается в формировании четырехкантного обзолного бруса, получающегося при повороте бревна на  $90^\circ$ . Затем с противоположных пластей из бруса отпиливаются доски. Аналогами данного патента являются патенты<sup>2,3</sup>.

Как правило раскря круглых лесоматериалов развально-секторным, развально-сегментным или индивидуальным методами осуществляется на ленточно-пильном оборудовании. В последнее время для увеличения производительности ленточнопильных станков начали осуществлять одновременную распиловку бревен двумя и четырьмя ленточнопильными механизмами. У таких ленточнопильных установок механизм подачи конвейерного, проходного типа. При 2, 4 и более пилах за счёт их регулировки на данный постав, сохраняя преимущественно групповой распиловки, можно осуществлять некоторые

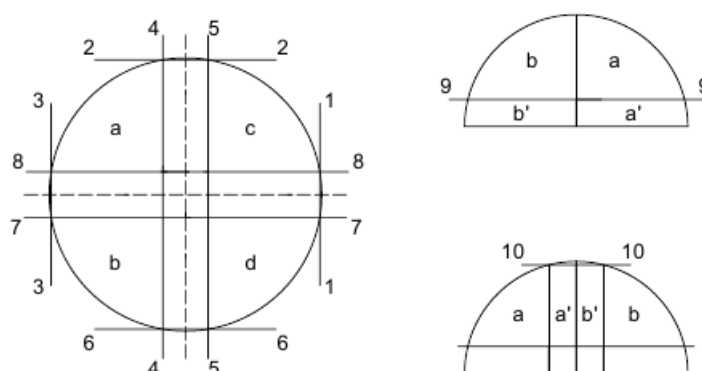
<sup>1</sup> Способ раскря круглых лесоматериалов / Gebrüder Linck Maschinenfabric und Eisengießerei "Gatterlinck", Германия // Патент 1982 года № 147237 МКИ В27В 1/00 Норвегия.

<sup>2</sup> Способ переработки бревен / ОТТО KREIBAUM, Германия // Патент 1979 года № 1.543.110 МКИ В27М 1/00 Великобритания.

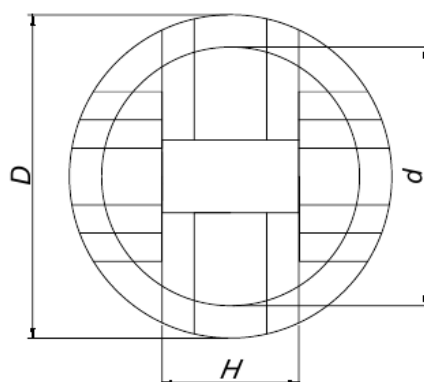
<sup>3</sup> Способ раскря бревен / Franciosi Gioanni, Италия // Патент 1980 года № 2.458.368 МКИ В27В 1/00 Франция.

схемы индивидуального раскроя, то есть использовать ещё и особенности индивидуального метода распиловки<sup>4</sup>.

Кроме широко применяемого ленточнопильного оборудования распиловку круглых лесоматериалов для получения радиальных пиломатериалов применяют и круглопильное оборудование. В частности, используют головное круглопильное оборудование фирмы «KARA» [10]. Распиловка может проводиться с применением секторного или брусово-сегментного способов раскроя бревен. Порядок распиловки при секторном способе представлен на рисунке 4. Пропилы осуществляются в порядке, обозначенном на рисунке. Вначале обрезаются горбыли, а затем вырезается сегмент и сердцевинная доска. Затем сердцевинная доска убирается, заготовки зажимаются и производится их совместный распил. Из одного сегмента получается две обрезных радиальных доски и два сектора. Таким образом, на первом этапе распиловки получается четыре обрезных радиальных доски и четыре сектора. В дальнейшем происходит попарный раскрой секторов. Вначале отпиливают две нижние радиальные доски. Затем сектора и отпиленные доски поворачиваются на  $90^\circ$  и производятся нижний пропил и два вертикальных пропила. Оставшиеся сектора вновь поворачиваются на  $90^\circ$  и повторяется предыдущая операция. При распиловке по секторной схеме производительность распиловки ниже, чем при распиловке по брусово-развальной схеме на 15–20 %.



**Рисунок 4.** Схема секторного способа раскроя круглых лесоматериалов на пиломатериалы на оборудовании KARA [10]



**Рисунок 5.** Схема брусово-сегментного способа раскроя круглых лесоматериалов на пиломатериалы на оборудовании KARA [10]

Для получения радиальных пиломатериалов чаще применяют сегментные способы раскроя. Выход радиальной пилопродукции меньше, чем, при секторном способе раскроя,

<sup>4</sup> Алексеев, Александр Евгеньевич. Ресурсосберегающие технологии раскроя поливочного сырья: диссертация ... доктора технических наук: 11.00.11. — Архангельск, 1998. — 590 с.: ил. РГБ ОД, 71 00-5/323-6.

однако производительность сравнима с производительностью распиловки по обычным схемам. Последовательность распиловки брусом-сегментным способом приведена на рисунке 5. Сначала отпиливаются два горбыля и затем отпиливаются сегменты, из которых выпиливаются радиальные доски и доски со смешанным наклоном волокон. Оставшаяся центральная часть распиливается на два трехкантных бруса и брус, содержащий сердцевинную трубку. Трехкантные брусья распиливаются на радиальные пиломатериалы, а сердцевинный брус является конечной продукцией.

### Результаты исследования

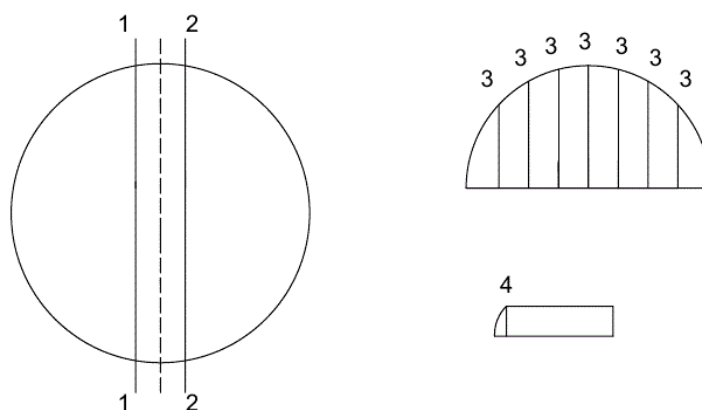
Для раскря круглых лесоматериалов с целью получения радиальных пиломатериалов для изготовления клееных элементов конструкций могут быть применены различные схемы раскря.

Выбор схемы раскря производится по следующим критериям:

1. Выполнение спецификации и соответствие пилопродукции конкретному назначению.
2. Состав и технические параметры основного и вспомогательного технологического оборудования.
3. Техничко-экономические показатели лесопильного потока с оценкой рентабельности производства.

В качестве дополнительного критерия выступают размерные и качественные характеристики круглых лесоматериалов и соответственно минимизация количества резов на головном станке лесопильного потока и более полное использование качественной здоровой древесины раскраиваемых сортиментов.

В результате проведенных исследований установлено, что сегментный способ раскря отличается наименьшим числом пропилов, что увеличивает производительность работы лесопильного потока. Кроме того, небольшое количество пропилов значительно уменьшает объем опилок, что повышает использование качественной здоровой древесины. Предлагаемый нами сегментный способ раскря круглых сортиментов в лесопильном потоке заключается в том, что из средней части бревна выпиливается доска толщиной 50 мм, а с боковых сторон получают две пластины, имеющие в поперечном сечении вид сегментов. Толщина средней доски 50 мм позволяет включить в нее сердцевинную трубку и расположенную вокруг нее слабую в прочностном отношении древесину.



**Рисунок 6.** Схема раскря круглых лесоматериалов в технологическом процессе получения радиальных пиломатериалов для клееных элементов (рисунок авторов)

В дальнейшем пластины распиливаются на многопильном станке с направлением пропилов перпендикулярно пласти для получения преимущественно радиальных пиломатериалов. Пиломатериалы имеют две пласти и одну обрезную кромку. Затем на обрезном станке необрезная кромка обрезается и получают чисто обрезные доски (рис. 6). Этот способ раскря целесообразен для получения радиальных пиломатериалов при распиловке сортиментов диаметром 30 см и более.

Рациональное использование сырья и получение пилопродукции определенных размеров и качества вызывает необходимость четкого планирования распиловок. План раскря сырья представляет собой систему поставок, обеспечивающих выполнение заданной спецификации пиломатериалов. Для составления раскря необходимо иметь спецификацию пиловочного сырья по размерам и качеству, спецификацию пиломатериалов, подлежащих выработке. Таким образом, принятая нами технологическая схема раскря круглых лесоматериалов обеспечит максимальный объем пиломатериалов радиальной распиловки для конкретного диаметра пиловочного сырья. Поставы для раскря лесоматериалов являются предметом дальнейших исследований.

### Выводы

Применение пиломатериалов для изготовления клееных элементов несущих строительных конструкций с высокими прочностными характеристиками актуально для современного строительства. Преимуществом радиальных пиломатериалов является их высокая прочность и хорошая формоустойчивость при эксплуатации.

В результате проведенных исследований установлено:

1. Наибольшая производительность раскря круглых лесоматериалов на радиальные пиломатериалы достигается при сегментном способе раскря.
2. Выбор постава для получения пиломатериалов радиальной распиловки зависит от вида технологического оборудования, применяемого для проведения раскря.
3. Предложенная в статье схема раскря круглых лесоматериалов целесообразна для получения радиальных пиломатериалов для изготовления клееных конструкций, применяемых в строительстве.
4. Применение пиломатериалов радиальной распиловки позволяет получать элементы из клееной древесины с необходимыми прочностными характеристиками при меньших размерах поперечного сечения, что снижает материалоемкость несущих конструкций.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Волынский В.Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях / В.Н. Волынский, С.Н. Пластинин // ООО «Риэл-пресс» — Москва, 2005 г. — 256 с.
2. Янушкевич А.А. Технология лесопильного производства / А.А. Янушкевич // БГТУ — Минск, 2010 г. — 330 с.
3. Батин Н.А. К составлению поставок на распиловку радиальных пиломатериалов / Н.А. Батин, А.А. Янушкевич // Механическая технология древесины — Минск: Вышэйшая школа, 1971. — Вып. 1. — С. 9–13.
4. Мехов И.С. Исследование влияния основных факторов на выход радиальных пиломатериалов / И.С. Мехов, Ф.Н. Карпунин, Л.К. Осипова. // Деревообраб. пром-сть. — 1996, № 3. — С. 8–10.
5. Янушкевич А.А. Обоснование способа распиловки бревен на пиломатериалы для клееных брусьев / А.А. Янушкевич, Д.Л. Рапичук // Тр. БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-сть. — Минск: БГТУ, 1999. — Вып. VII. С. 162–164.
6. Янушкевич, А.А. Раскрой бревен на радиальные пиломатериалы / А.А. Янушкевич, С.В. Шетько // Труды БГТУ. — Сер. II, Лесная и деревообрабатывающая пром-сть. — Минск: БГТУ, 1998. — Вып. VI. — С. 94–99.
7. Янушкевич А.А. Совершенствование лесопиления на основе индивидуальных моделей раскроя / А.А. Янушкевич, М.К. Яковлев // Деревообраб. пром-сть. — 1991. № 3. — С. 18–19.
8. Уласовец В.Г. Влияние формы бревен на оптимальные размеры выпиливаемых пиломатериалов / В.Г. Уласовец // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: матер. конф. Екатеринбург: УГЛТУ. — 2003. — С. 149–151.
9. Янушкевич, А.А. Ресурсосберегающая технология сортировки бревен / А.А. Янушкевич, С.В. Шетько // Деревообрабатывающая промышленность. — 2005. № 4. — С. 7–8.
10. Черных П.П. Основные положения раскроя сырья на радиальные пиломатериалы с использованием оборудования фирмы "KARA" / П.П. Черных // Лесопромышленник — 2004, № 3. С. 2–3.

**Gorbatov Aleksej Pavlovich**

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

E-mail: [a.gorbatov@narfu.ru](mailto:a.gorbatov@narfu.ru)

RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1089957](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1089957)

**Byzov Viktor Evgenievitch**

Saint-Petersburg State Forestry University, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: [mapana@inbox.ru](mailto:mapana@inbox.ru)

RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=514337](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=514337)

## **Radial sawn timber for the manufacture of glued elements of load-bearing building structures**

**Abstract.** Glued timber elements are widely used in the construction of low-rise wooden buildings. The recent increase in the volume of suburban construction leads to an increase in the need for such elements. In this regard, an increasing amount of sawn timber is required for the manufacture of building structural elements. Traditional methods of sawn timber production do not provide for the production of lumber with a specific orientation of annual layers. However, lumber for the manufacture of structural elements must have high performance characteristics. Radial sawn timber has these characteristics. Radial sawn timber retains the geometric shape of the cross-section well, and is less susceptible to warping when operating conditions change, the products made from them. The authors of the article present an analysis of methods for cutting round timber for solving various special problems, including obtaining sawn timber, depending on their purpose. The reasons for the influence of various factors on the dispersion of the widths of sawn timber are indicated. The degree of reduction in the total yield due to a decrease in the yield of thick boards, which is caused by their shortening due to wane, is indicated. The reduction of these losses is facilitated by the rational use of the face of the timber during cutting by increasing the accuracy of sorting logs by diameter and improving the basing of logs and double-edged beams. Attention is also drawn to the fact that the non-multiple thickness of the produced sawn timber leads to the loss of raw materials. Particular attention is paid to the application of individual cutting methods in order to obtain radial sawn timber. Various methods of cutting round timber are considered from the point of view of obtaining sawn timber with the required arrangement of annual layers. The schemes of sawing round timber using the breakup-sector and breakup-segment methods have been analyzed. As a result of the analysis of the results of numerous studies, a cutting scheme was selected that ensures the production of radial sawn timber for the manufacture of elements of load-bearing structures from glued wood.

**Keywords:** cutting of round timber; split-segment cutting; radial sawn timber; timber for building structures; glued timber elements