

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 4(91) С. 159–167.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 4(91) P. 159–167.

Научная статья

УДК 674.02

DOI: 10.51318/FRET.2024.91.4.016

## ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПОД ОТДЕЛКУ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЕЕ ЦИКЛЕВАНИЕМ И ШЛИФОВАНИЕМ

Ирина Валерьевна Яцун<sup>1</sup>, Матвей Сергеевич Чекасин<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> yatsuniv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3195-2410>

<sup>2</sup> chekasin01gto10v@gmail.com

**Аннотация.** В статье описываются два основных способа подготовки поверхности древесины перед отделкой – циклевание и шлифование. Рассматриваются преимущества и недостатки каждого из способов, применяемый режущий инструмент. На основании выполненного обзора сделаны выводы о том, что вопросы обработки поверхности древесины циклеванием и шлифованием недостаточно изучены. В частности, нет сведений, позволяющих обосновать правильность способа подготовки поверхности к отделке (шлифование или циклевание). На основании этого целью исследований было проведение сравнительного анализа качества подготовки поверхности древесины при ее обработке циклеванием и шлифованием. Предметом исследования являлась величина шероховатости поверхности древесины различных пород после обработки каждым из этих способов. Оценка качества подготовки поверхности образцов древесины проводилась согласно методике, описанной в ГОСТ 15612–85 «Изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения параметров шероховатости поверхности». Исследования проводились на образцах 27 пород древесины размером 130 × 50 × 40 мм, которые были разделены на четыре группы: хвойные, мягколиственные, твердолиственные и экзотические. Все образцы перед проведением исследований предварительно фуговались, а затем одна половина шлифовалась при помощи виброшлифовальной машинки, а вторая циклевалась ручной плоской циклей. По результатам проведенных исследований даны рекомендации о том, какой способ обработки поверхности перед отделкой для каждой из исследуемых групп древесины является наиболее предпочтительным. Также сделан вывод о том, что как при шлифовании древесины, так и при циклевании на ее поверхности можно сформировать покрытие только под непрозрачную отделку.

**Ключевые слова:** подготовка поверхностей древесины к отделке, циклевание древесины, шлифование древесины, качество подготовки поверхности древесины к отделке, виды циклевания, достоинства и недостатки циклевания

**Для цитирования:** Яцун И. В., Чекасин М. С. Исследования качества подготовки поверхности древесины под отделку при обработке ее циклеванием и шлифованием // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 4 (91). С. 159–167.

Original article

## STUDIES OF THE QUALITY OF PREPARATION OF THE SURFACE OF WOOD FOR FINISHING WHEN PROCESSING IT BY CYCLING AND GRINDING

Irina V. Yatsun<sup>1</sup>, Matvey S. Chekasin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> yatsuniv@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3195-2410>

<sup>2</sup> chekasin01gto10v@gmail.com

**Abstract.** The article describes two main methods of preparing the surface of wood before finishing – cycling and grinding. The advantages and disadvantages of each of the methods used by the cutting tool are considered. Based on the review, it was concluded that the issues of wood surface treatment by cycling and grinding have not been sufficiently studied, and in particular there is no information to justify the correctness of the method of surface preparation for finishing (grinding or cycling). Based on this, the purpose of the research was to conduct a comparative analysis of the quality of wood surface preparation during its processing by cycling and grinding. The subject of the study was the amount of surface roughness of wood of various species after processing by each of these methods. The assessment of the quality of surface preparation of wood samples was carried out according to the methodology described in GOST 15612–85 “Products made of wood and wood materials. Methods for determining surface roughness parameters”. The research was carried out on samples of 27 wood species with a size of 130 × 50 × 40 mm, which were divided into four groups: coniferous, soft-leaved, hard-leaved and exotic. All samples were pre-jointed before conducting the research, and then one half was ground with a vibration grinding machine, and the second was cycled with a manual flat cycle. Based on the results of the conducted research, recommendations are given on which method of surface treatment before finishing is the most preferable for each of the studied wood groups. It is also concluded that in this particular case, both when grinding the surface of wood and when cycling it, they can be coated only for an opaque finish.

**Keywords:** preparation of wood surfaces for finishing, wood cycling, wood grinding, quality of wood surface preparation for finishing, types of cycling, advantages and disadvantages of cycling

**For citation:** Yatsun I. V., Chekasin M. S. Studies of the quality of preparation of the surface of wood for finishing when processing it by cycling and grinding // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 4 (91). P. 159–167.

### Введение

В процессе механической обработки древесины фрезерованием и строганием на поверхностях деталей и заготовок образуются неровности в виде гребней, волн, впадины и т.д. При формировании защитно-декоративных лакокрасочных покрытий на таких поверхностях все вышеуказанные дефекты обработки поверхности бросаются в глаза. Поэтому перед формированием покрытия деталей и заготовок необходимо проводить подготовку их поверхности к отделке.

В настоящее время существует два основных способа подготовки поверхности древесины к нанесению финишного покрытия – циклевание и шлифование.

*Циклевание* – этот способ подготовки поверхности древесины к отделке, который известен еще с древних времен. Под ним понимается технологическая операция выравнивания поверхности древесины путем срезания тонкой стружки (толщиной от 0,025 до 0,15 мм) ножом или циклей (Буглай, 1960, Чекасин, Яцун, 2024). Цикля позволяет

удалять неровности поверхности на ограниченной площади, снимать тонкие слои древесины в тех местах, куда невозможно добраться шлифовальной машинкой. В процессе циклевания в отличие от шлифования не образуется мелкодисперсная древесная пыль, которая забивает поры древесины (Буглай, 1960). При подгонке небольших деталей и заготовок цикля позволяет добиться максимально плотного прилегания режущего инструмента к обрабатываемой поверхности.

Для создания цикли используются стальные пластины толщиной от 1,5 до 2 мм, изготавливаемые из инструментальной стали с заточкой под углом 90°. А для повышения качества обработки древесины в ее конструкции предусмотрен заусенец, который идет по всей рабочей поверхности пластины. Рукоятки для режущего инструмента изготавливаются из древесины твердолиственных пород или спрессованной фенольной массы (Михайлов, 1951; Циклевание деталей, 2023).

Можно выделить следующие виды циклевания (Применение инструмента..., 2023):

а) в зависимости от конструкции цикли:

– плоское – для обработки плоских поверхностей с использованием плоских циклей (рис. 1);

– фигурное – для обработки поверхностей сложной формы с использованием фигурных циклей (из-за сложности заточки цикли осуществляется вручную) (рис. 2);

б) в зависимости от исходного состояния и конечных требований:

– промежуточное – между операциями строгания или фрезерования древесины;

– финишное – полирование древесины;

в) в зависимости от способа обработки поверхности:

– ручное – с применением ручной цикли;

– механическое – с применением циклевальных станков.

Главным преимуществом механического циклевания является его высокая производительность, но обрабатывать таким образом можно лишь плоские детали и заготовки. Для этого применяются циклевальные станки проходного типа, такие как станок марки СЦ-170 и станок «Молния». Во избежание образования неровностей на поверхностях деталей и заготовок в станок они подаются вдоль волокон древесины или под углом не более 10°. Как правило, количество проходов через станок не превышает двух раз. Принципиальная схема работы станка изображена на рис. 3 (Михайлов, 1951).



Рис. 1. Цикля для плоского циклевания  
Fig. 1. A loop for flat cycling

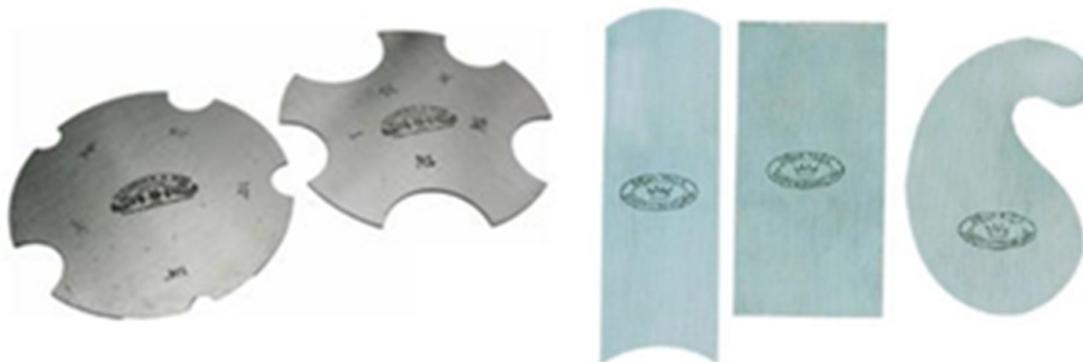


Рис. 2. Цикли для фигурного циклевания  
Fig. 2. Cycles for curly cycling

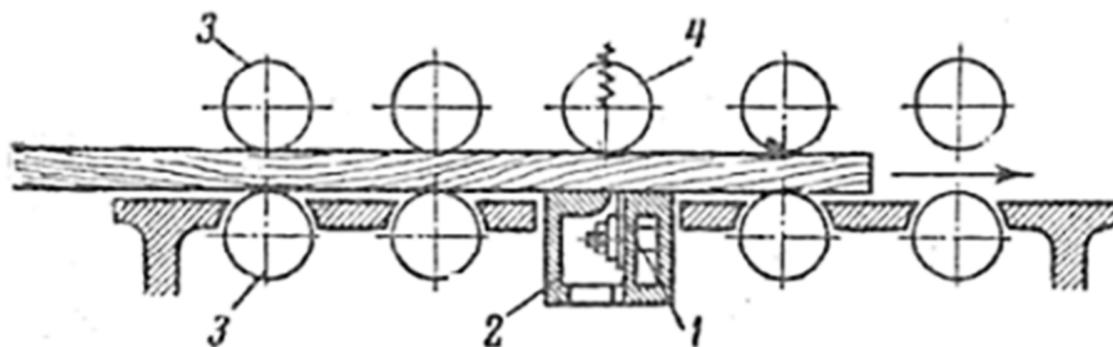


Рис. 3. Принципиальная схема работы циклевального станка:  
 1 – нож-цикля, 2 – патрон-короб, 3 – гладкие подающие ролики, 4 – прижимной валик  
 Fig. 3. Schematic diagram of the operation of the looping machine:  
 1 – knife loop, 2 – cartridge box, 3 – smooth feed rollers, 4 – pressure roller

Ручное циклевание – это достаточно трудоемкая, малопроизводительная операция. Также такой способ обработки поверхности древесины не дает той плоскостности обрабатываемой поверхности, которая достигается путем применения механического способа циклевания.

Из-за особенностей базирования деталей и заготовок толщина снимаемого слоя в процессе обработки является непостоянной величиной, т.е. наблюдаются отклонения плоскостности у обрабатываемой поверхности. Отклонения будут возрастать не только при увеличении толщины снимаемого слоя, но и при увеличении количества проходов по поверхности режущим инструментом. С этой целью необходимо особое внимание уделять чистоте подготовки поверхностей деталей и заготовок перед циклеванием (Михайлов и др., 1964).

*Шлифование* – наиболее распространенный способ подготовки поверхности к отделке. Это процесс резания древесины, в котором участвует большое количество элементарных резцов в виде отдельных зерен шлифовальной шкурки (Михайлов и др., 1964).

Разница между циклеванием и шлифованием заключается в том, что при циклевании поверхность выравнивается, а при шлифовании имеющиеся на поверхности неровности сглаживаются за счет скалывания мелких частиц древесины и их измельчения (Михайлов и др., 1964).

Чистота поверхности при шлифовании зависит от таких факторов, как скорость резания, зерни-

стость шлифовальной шкурки, величина удельного давления на шлифуемую поверхность, а также твердость древесины.

Древесину практически всегда шлифуют вдоль волокон или под небольшим углом к ним. В противном случае на поверхности деталей и заготовок будут образовываться такие дефекты обработки, как царапины (Михайлов и др., 1964).

Выполнять операцию шлифования можно ручным и механизированным способами. Недостатком ручного шлифования являются его небольшая производительность и более низкое качество подготовки поверхности перед отделкой. Механическое шлифование осуществляется как с применением шлифовальных станков, так и при помощи ручных шлифмашин.

Шлифование будет более эффективным в том случае, если поверхность древесины более качественно подготовлена на предыдущих стадиях ее механической обработки.

Анализ литературных источников показал, что вопросы обработки поверхности циклеванием и шлифованием в настоящее время недостаточно изучены, в частности нет сведений:

- о том, как обработка поверхностей циклей влияет на качество подготовки поверхности древесины для различных пород перед отделкой;
- позволяющих обосновать правильность способа подготовки поверхности к отделке (шлифование или циклевание).

## Цель, объект и методика исследования

Целью исследования являлось проведение сравнительного анализа качества подготовки поверхности древесины при ее обработке ручным циклеванием и машинным шлифованием.

Объектом исследования стала величина шероховатости поверхности  $R_{m_{max}}$ .

Оценка качества подготовки поверхности образцов древесины проводилась согласно ГОСТ 15612–85 «Изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения параметров шероховатости поверхности». Для измерений неровностей поверхности использовался микроскоп двойной для измерения неровностей микропрофиля МИС-11 (Микроскоп, 2023), в котором в качестве измерительного средства применяется окулярный микрометр. Замеры производились в пяти точках исследуемого образца.

Длина исследуемого участка для измерения неровностей составляла более двух шагов неровностей по впадинам. Микрометр устанавливался таким образом, чтобы одна из визирных нитей была параллельна средней линии профиля. Затем измерялось расстояние от самой высокой точки до самой низкой. С этой целью визирная нить микрометра, параллельная средней линии профиля, совмещалась сначала с вершиной гребня и снимались показания, а затем с дном впадины. Полученные значения заносились в журнал испытаний.

Расстояние от высшей до низшей точек неровности определялось по формуле

$$H_{max_i} = \frac{5}{N}(S_{1i} - S_{2i}), \quad (1)$$

где  $H_{max}$  – расстояние от высшей до низшей точки  $i$ -й неровности, мкм;

$S_{1i}, S_{2i}$  – показания микрометра в делениях шкалы;

$N$  – увеличение объектива, раз.

Шероховатость поверхности деталей вычислялась согласно формуле

$$R_{m_{max}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_{max_i} \quad (2)$$

где  $R_{m_{max}}$  – шероховатость поверхности, мкм;

$n$  – количество замеров, шт.

## Результаты и их обсуждение

Для проведения экспериментальных исследований подготовлены образцы 27 пород древесины размером  $130 \times 50 \times 40$  мм. Все исследуемые образцы сначала фуговались на деревообрабатывающем станке «Могилев» ИЭ 6009 А4 (Республика Беларусь). Режим фугования: скорость вращения ножевого вала 5200 об/мин, скоростью подачи от 1 до 8 м/мин. Далее первая половина образцов шлифовалась виброшлифовальной машинкой FIT SA-280. Шлифование осуществлялось за три прохода шлифовальными шкурками на бумажной основе с зернистостью Р 100, Р 180, Р 240. Вторая половина образцов циклевалась плоской ручной циклей.

Все подготовленные образцы были разделены по породам древесины на 4 группы (таблица):

- группа 1 – хвойные породы;
- группа 2 – мягколиственные породы;
- группа 3 – твердолиственные породы;
- группа 4 – экзотические породы.

Разделение образцов по группам  
Separation of samples into groups

Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3	Группа 4 Group 4
Кедр Cedar	Липа Linden tree	Береза Birch tree	Сапелле Sapelle
Ель Fir	Осина Aspen	Бук Beech	Падук Paduk
Сосна Pine tree	Ольха Alder	Ясень Ash tree	Гледичия Honey locust

Окончание таблицы  
The end of table

Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3	Группа 4 Group 4
Лиственница Larch	Ива Willow	Дуб Oak	Карагач Карагач
–	–	Вишня Cherry	Мербау Merbau
–	–	Черемуха Bird cherry	Бубинго Bubingo
–	–	Клен Maple	Венге Wenge
–	–	Граб Hornbeam	Ятоба Yatoba
–	–	Грецкий орех Walnut	Амарант Amaranth
–	–	Яблоня Apple tree	–

Полученные в ходе исследования значения шероховатости поверхности древесины после операций фугования, шлифования и циклевания обрабатывались методами математической статистики (Пижурин, 1984; Мялицин, 2023). Были определены такие показатели, как среднее арифметическое значение, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, средняя квадратическая

ошибка среднего значения, показатель точности среднего значения, ошибка среднего квадратического отклонения, а также найден доверительный интервал математического ожидания. Полученные результаты использовались для построения диаграмм по оценке качества поверхности древесины перед отделкой по каждой группе, которые представлены на рис. 4–7.

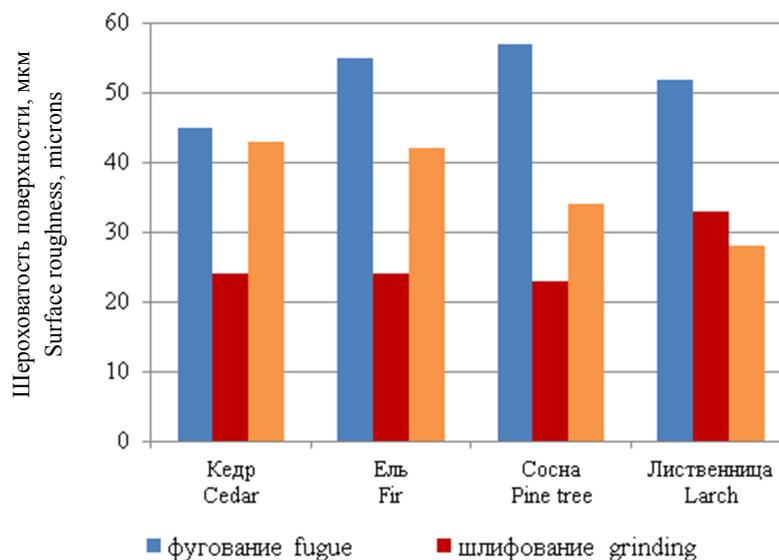


Рис. 4. Шероховатость поверхности образцов группы 1  
Fig. 4. Surface roughness of group 1 samples

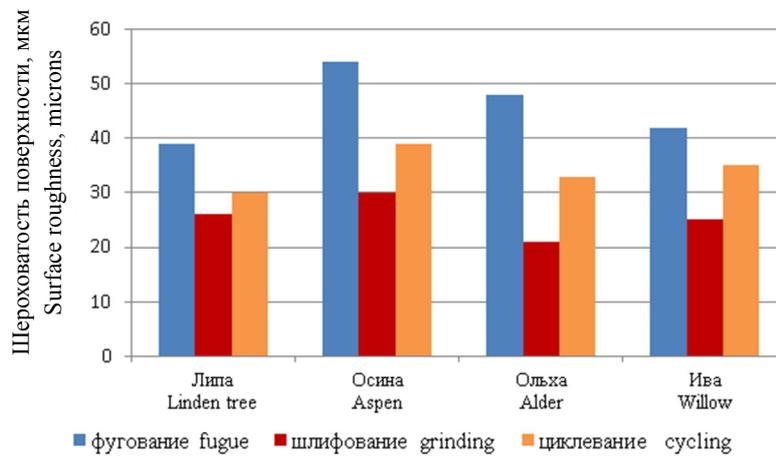


Рис. 5. Шероховатость поверхности образцов группы 2  
Fig. 5. Surface roughness of group 2 samples

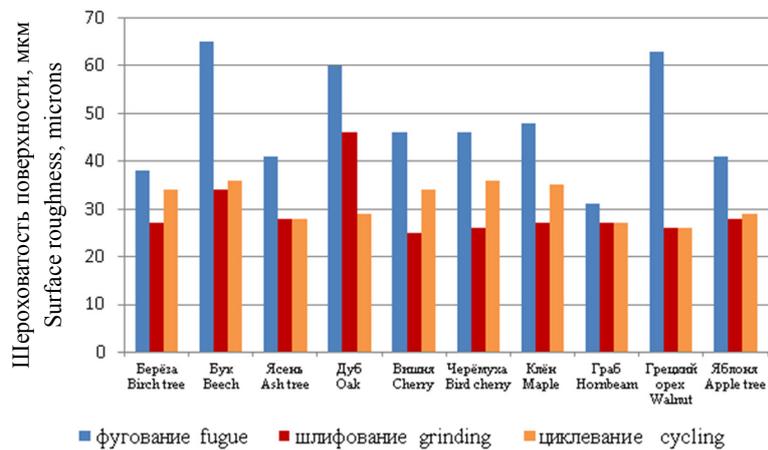


Рис. 6. Шероховатость поверхности образцов группы 3  
Fig. 6. Surface roughness of group 3 samples

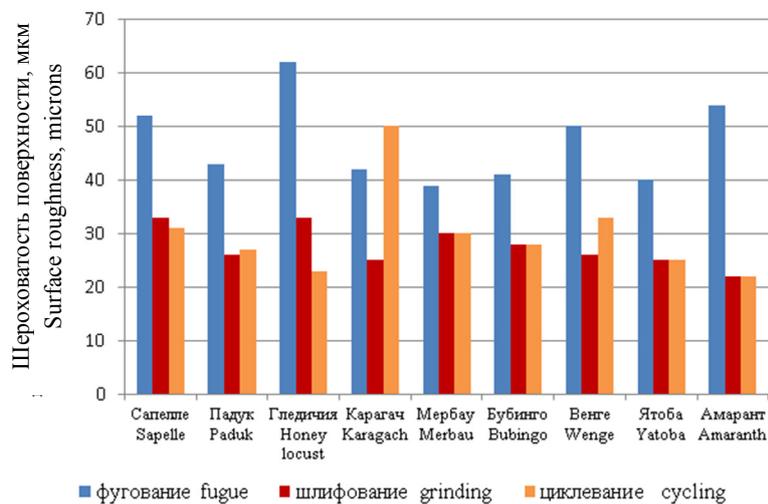


Рис. 7. Шероховатость поверхности образцов группы 4  
Fig. 7. Surface roughness of group 4 samples

### Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Для хвойных пород древесины наиболее приемлемым способом обработки поверхности перед отделкой является шлифование с использованием шлифовальных шкур.

2. Для мягколиственных пород рекомендуется в качестве черновой обработки вместо шлифования крупнозернистой шлифовальной шкуркой применять циклевание, а для финишной обработки поверхности – шлифование.

3. Для твердолиственных и экзотических пород древесины можно рекомендовать применять в равной степени как циклевание, так и шлифование поверхности.

4. Поскольку полученные значения шероховатости поверхности образцов после обработки циклеванием и шлифованием колеблются в пределах от 21 до 46 мкм, то на них можно сформировать покрытие только под непрозрачную отделку.

### Список источников

- Буглай Б. М.* Технология столярно-мебельного производства : учебник для техникумов. 2-е изд., перераб. М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1960. 327 с.
- Микроскоп двойной для измерения неровностей микропрофиля МИС-11 // Приборы и средства измерений ГРСИ РФ : [сайт]. URL: <https://grmetr.ru/gosreestr/Микроскоп> (дата обращения: 20.11.2023).
- Михайлов В. Н.* Столярно-механические производства : учебник для лесотехн. и лесохоз. ин-тов. 3-е изд., перераб. М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1951. 612 с.
- Михайлов В. Н., Куликов В. А., Власов Г. Д.* Технология механической обработки древесины. М. : Лесн. пром-сть, 1964. 566 с.
- Мялицин А. В.* Методика планирования эксперимента и обработки их результатов при исследованиях технологических процессов в деревообрабатывающей промышленности : учеб.-метод. пособие. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2023. 76 с.
- Пижурин А. А.* Исследования процессов деревообработки. М. : Лесн. пром-сть, 1984. 231 с.
- Применение инструмента для дерева и паркета // Строй-подсказка : [сайт]. URL: <https://stroy-podskazka.ru/Применение> (дата обращения: 20.11.2023).
- Циклевание деталей // ВсеИнструменты.ру : интернет-магазин. URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/Циклевание> (дата обращения: 20.11.2023).
- Чекасин М. С., Яцун И. В.* Циклевание как способ обработки поверхностей деталей из древесины // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XX Всерос. науч.-практ. конф. студ. и аспирантов. Екатеринбург, 2024. С. 519–521.

### References

- A double microscope for measuring irregularities of the MIS-11 // Devices and measuring instruments of the GRSI RF : [website]. URL: <https://grmetr.ru/> (accessed 20.11.2023).
- Buglai B. M.* Technology of carpentry and furniture production. Textbook for technical schools. 2nd ed., revised. Moscow ; Leningrad : Goslesbumizdat, 1960. 327 p.
- Chekasin M. S., Yatsun I. V.* Cycling as a method of surface treatment of wood parts // Scientific creativity of youth – to the forest complex of Russia : materials of the XX All-Russian scientific and practical conference of students and postgraduates. Yekaterinburg, 2024. P. 519–521. (In Russ.)
- Looping details // Vseinstrumenti.ru [website]. URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/Cycling> (accessed 20.11.2023).

- Mikhailov V. N.* Carpentry and mechanical production. Textbook for forestry and forestry institutes. 3rd ed., revised. Moscow, Leningrad : Goslesbumizdat, 1951. 612 p.
- Mikhailov V. N., Kulikov V. A., Vlasov G. D.* Technology of mechanical processing of wood. Moscow : Forest industry, 1964. 566 p.
- Myalitsin A. V.* Methods of planning experiments and processing their results in the study of technological processes in the woodworking industry (educational and methodological manual). Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering univ., 2023. 76 p.
- Pyzhurin A. A.* Studies of woodworking processes. Moscow : Forest industry, 1984. 231 p.
- The use of tools for wood and parquet // Stroy-podskazka.ru [website]. URL: <https://stroy-podskazka.ru/> Application (accessed 20.11.2023).

### ***Информация об авторах***

*И. В. Яцун* – доктор технических наук, доцент;  
*М. С. Чекасин* – студент.

### ***Information about the authors***

*I. V. Yatsun* – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor;  
*M. S. Chekasin* – student.

*Статья поступила в редакцию 21.05.2024; принята к публикации 15.09.2024.*  
*The article was submitted 21.05.2024; accepted for publication 15.09.2024.*

---

---