

## Физико-механические процессы в деревообработке

УДК 684.4

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕБЕЛИ И ИНТЕРЬЕРА

Т.В. Ефимова, Т.Л. Ищенко, С.М. Ефименко, А.В. Зарытовских

*Дизайн – это создание предметного мира средствами индустриальной техники по законам красоты и функциональности. В настоящее время дизайн существует одновременно в двух измерениях, двух мирах – в области чистого искусства и в области техники. Для удовлетворения эстетических требований дизайнеры могут использовать художественный анализ и применять подходящие геометрические и композиционные приемы. Это важная часть проектирования. Геометрические принципы, благодаря своим возможностям, позволяют соблюсти точность и четкость формы, что способствует ее гармонизации. Целью настоящей работы является раскрытие возможностей использования художественного анализа, геометрических и композиционных приемов при проектировании мебели и интерьера. Знания о средствах композиции и работе с ними всегда находят отражение в творческих работах начинающих конструкторов, проектировщиков и дизайнеров. Из проведенной работы можно сделать вывод, что знания и опыт, полученные в области художественной геометрии и анализа, представляют собой важную часть, необходимую для работы дизайнера с целью создания продукта, отвечающего высоким стандартам и всем критериям гармоничного дизайна.*

**Ключевые слова:** дизайн, проектирование, геометрия, принципы, золотое сечение, средства композиции.

#### Введение

Дизайн – это создание предметного мира средствами индустриальной техники по законам красоты и функциональности. В настоящее время дизайн существует одновременно в двух измерениях, двух мирах – в области чистого искусства и в области техники [1, 2].

В большинстве источников происхождение понятия «дизайн» в графическом его написании *disegno*, означающем «знак, намереваться, означать», приписывается Италии. По другим данным, слово считается прямым заимствованием из новоанглийского языка, которое пришло туда из французского (*dessein*) и итальянского (*disegno*). Последнее является производным от итальянского глагола *desegnare*, что означает «намереваться, обозначать» [3, 4]. В итальянский это понятие пришло из латыни, от глагола *designare* («делать наброски, рисовать, представлять, обозначать»), и тесно связано с латинским существительным *signum* («метка, знак, символ, печать, картина, сигнал»).

Таким образом, дизайн – это художественное конструирование с учетом различных социально-технических проблем функционирования производства, потребления, существования людей в предметной среде, путем рационального построения ее визуальных и функциональных свойств. Дизайнеры в своей работе сочетают конкретные задуманные формы с практической функцией предмета. Что касается функциональных продуктов, то важно, чтобы содержание, выраженное в конкретной форме, также достигало некоторой эстетической ценности. Это считается само собой разумеющимся в отношении предметов искусства [5, 6].

Для удовлетворения эстетических требований дизайнеры могут использовать художественный анализ и применять подходящие геометрические и композиционные приемы. Это важная часть проектирования. Геометрические принципы, благодаря своим возможностям, позволяют соблюсти точность и четкость формы, что способствует ее гармонизации. В настоящее время, когда современные технологии потеснили традиционные методики процесса конструирования, важно осознать необходимость точного подхода к созданию и проектированию новых объектов и, следовательно, к

решению их формы. Простое использование геометрии может быть также полезным подспорьем. Геометрические принципы и конструкции могут помочь в начале проектирования или, наоборот, в конце, когда форма разрабатывается более тщательно. В то же время применение геометрических принципов предполагает сознательную и продуманную работу наряду с процессом абстрактного мышления.

Целью настоящей работы является раскрытие возможностей использования художественного анализа, геометрических и композиционных приемов при проектировании мебели и интерьера.

В рамках занятий в студенческом научном кружке в ВГЛТУ на базе кафедры механической технологии древесины были рассмотрены особенности метода художественного анализа и применения подходящих геометрических и композиционных приемов при проектировании мебели и интерьера.

Создание проекта изделия или интерьера – творческий процесс, в котором взаимно увязываются характеристики и роль различных факторов, влияющих на выполнение проекта и придающих ему надлежащие эстетические качества. При этом дизайнер всегда руководствуется:

- стилевой направленностью;
- эргономическими и антропометрическими факторами;
- средствами композиционного решения: формой, массой, цветом; статичностью, динамичностью формы; симметрией, асимметрией; пропорциональностью; масштабом, ритмом, модулем; нюансами, контрастом; объемно-пространственной структурой, тектоникой и др.

Грамотный профессиональный специалист всегда правильно определит долю влияния каждого из факторов [7, 8].

Учитывая важность влияния конструкции на форму, можно выделить несколько моментов, на которые дизайнер должен обращать внимание:

- необходимо выявить в новой форме основную конструктивную систему;
- при проектировании нового предмета использование старой конструкции неизбежно приведет к получению лишь старой характеристики формы, связанной со старой конструкцией;
- новому материалу и новой конструкции всегда должна соответствовать новая форма.

### Материалы и методы

Геометрические принципы проектирования использовались многими всемирно признанными дизайнерами и художниками при создании конкретных объектов. Знание принципов композиции позволяет более точно оценивать текущую работу над объектом и более грамотно подходить к процессу его создания.

Одним из наиболее распространенных геометрических методов, которые используются на практике для коррекции и создания особого дизайна, художественного качества проектируемого объекта, является работа с его пропорциями. Простое введение объекта в гармоничные и последовательные рамки пропорций способствует хорошему конечному результату. Целью этого метода является введение всех элементов и частей во взаимное соответствие, уместность и родство. Создание гармоничных форм с использованием метода пропорций и пропорциональности использовалось с древних времен. Многие исследователи уверены, что при создании выдающихся памятников архитектуры, так или иначе, использовался принцип золотого сечения.

Золотое сечение – это математическое понятие, введенное еще в античные времена. Согласно определению Евклида, золотая пропорция – это соотношение величин, при котором большее число относится к меньшему так же, как сумма этих чисел к большему из них. Это число  $\phi$  (фи), которое примерно равно 1,6180. Именно это соотношение заложено в самой конструкции известного разметочного инструмента - разметчика Фибоначчи. Исходя из описанного принципа, золотым (или гармоничным) прямоугольником является такой, стороны в котором соотносятся как 1:1,618. Золотая пропорция лежит в основе многих естественных соотношениях и даже построения Вселенной [9-13].

Например, соотношение между соседними фалангами пальцев равно  $\phi$  (фи) = 1,618; соотношение между локтем и кистью также равно  $\phi$ ; дистанции между солнцем и первыми пяти планетами в солнечной системе так же соотносятся как  $\phi$ . Подобных примеров великое множество и это соотношение использовалось на протяжении веков дизайнерами и архитекторами.

При строительстве древнегреческого храма Парфенона в древних Афинах использовалось соотношение  $\phi$  при определении внешних размеров и соотношения его частей (рис. 1) Восемь квадратов,

последовательно вписываемых в уменьшающиеся в пропорции  $\phi^{-1}$  золотые прямоугольники, соответствуют традиционному способу построения равнобочной логарифмической спирали.

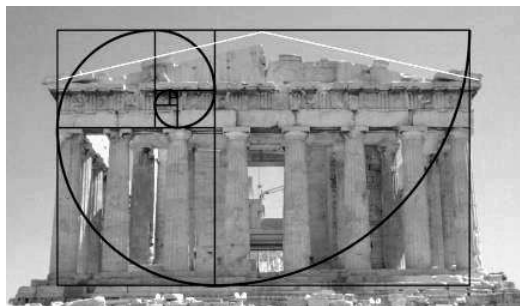


Рис. 1. Золотые пропорции Парфенона

Золотые пропорции можно обнаружить в выдающихся памятниках средневековья и нового времени, например, в Соборе Парижской Богоматери (ранняя французская готика, 1163–1345) и Тадж-Махале (индийская архитектура, 1630–1652) (рис. 2).

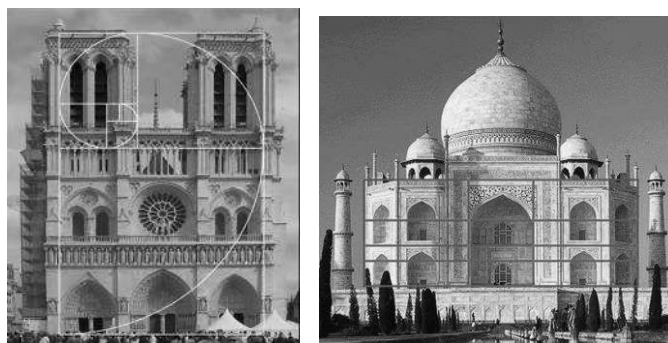


Рис. 2. Собор Парижской Богоматери и Тадж-Махал

Геометрические принципы встречаются в объектах современной архитектуры, например, музей Соломона Гуггенхайма в Нью Йорке, спроектированный архитектором Фрэнком Ллойдом Райтом в виде опрокинутой спирали (рис. 3), многочисленные работы Ле Корбюзье (Вилла Штейн в Гарш (1927), вилла Ла Рош (1924), вилла Савой (1929) (рис. 4). Ле Корбюзье отмечал: «Геометрия – это основа. Кроме того, она является материальным воплощением символов, выражающих все совершенное и возвышенное». В 1940-х гг. Ле Корбюзье разработал систему гармонических величин, основанную на пропорциях человеческого тела, которая должна была стать отправной точкой архитектурного проектирования; она получила название «модульор». Одними из самых известных его работ в дизайне мебели стали кресло с каркасом из стальных трубок LC2 и шезлонг LC4 (рис. 5), модернистская округлая конструкция которого позволяет пользователю зафиксировать ее в желаемом положении, и подчиняется главному принципу чистого функционального дизайна – эргономике. Мебель здесь служит продолжением человеческого тела [14].

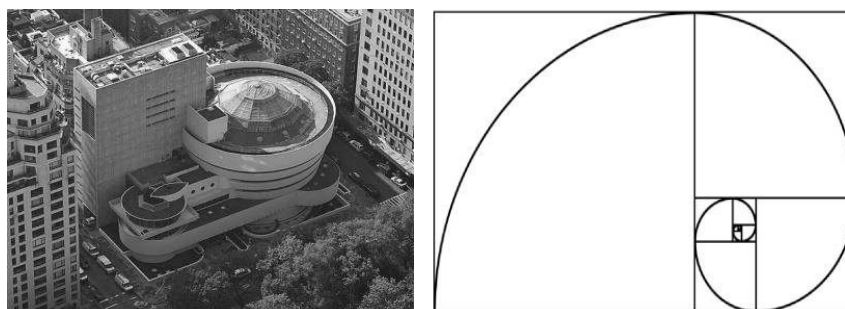


Рис. 3. Музей Соломона Гуггенхайма в Нью Йорке



Рис. 4. Вилла Савой



Рис. 5. Кресло LC2 и шезлонг LC4 (1929)

Форма составных элементов мебели, в особенности корпусной, в большинстве случаев представляет собой простые геометрические фигуры. Для того чтобы добиться гармоничной композиции изделия очень важно, чтобы соотношение длины и ширины элементов было выразительным, особенно если они повторяются неоднократно. И при поиске такого соотношения за исходную фигуру может быть принят квадрат [6, 7]. Но в квадратной форме нет контраста, она слабо выразительна. Более выразительной формой является прямоугольник. Его можно построить на основе квадрата и при этом получать различные соотношения длины и ширины. Также на основе квадрата можно получить еще один очень мощный инструмент композиции – корневые прямоугольники – это прямоугольники с соотношением сторон  $1:\sqrt{2}$ ,  $1:\sqrt{3}$ ,  $1:\sqrt{4}$ ,  $1:\sqrt{5}$  и т. д. (рис. 6).

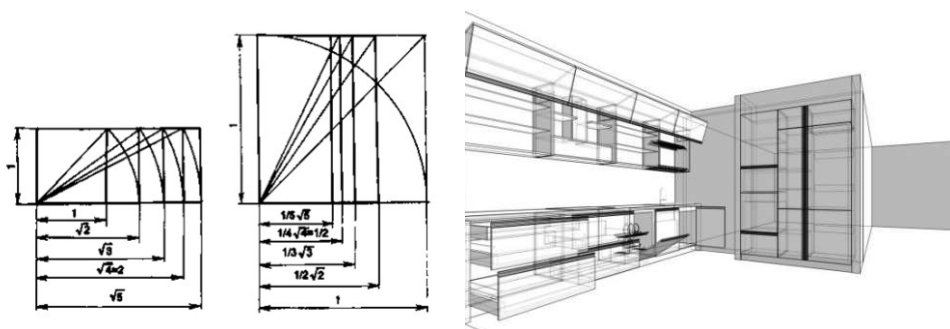


Рис. 6. Графическое построение прямоугольников и их использование при создании объектов интерьера

### Результаты

Использование разнообразных средств композиции позволяет создать гармоничный интерьер, разработать дизайн нового предмета обстановки. Теоретическое знание художественного анализа, креативность и интуиция дизайнера позволяют материализовать самые смелые идеи, и в результате получаются дизайны, эскизы, рисунки или объекты, обладающие высокими эстетическими качествами. Рациональный подход, геометрические и композиционные закономерности, используемые уже в самом проекте, вносят порядок и гармонию в художественные объекты.

Использование средств композиции, в том числе пропорций золотого сечения в процессе обучения играет важную роль в подготовке молодого специалиста. С визуальной точки зрения, пропорциональное соотношение частей проектируемых объектов или нескольких объектов в интерьере влияет на

эстетическую сторону больше всего. Полученные знания о средствах композиции и работе с ними всегда находят отражение в творческих работах начинающих конструкторов, проектировщиков и дизайнеров.

На рисунке 7 представлен эскиз стола с выдвижным круглым подстольем (автор: Зарытовских А.В.). Подстолье может быть использовано как дополнительная зона размещения или в качестве «детской зоны». Конструкция стола выполнена с учетом принципа золотого сечения. Габаритные размеры стола (ширина, длина, высота) согласованы между собой таким образом, чтобы изделие отвечало своей функциональной принадлежности.

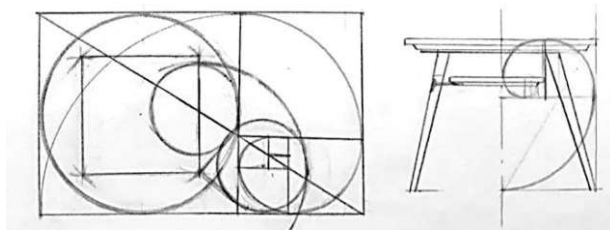


Рис. 7. Стол с выдвижным круглым подстольем

На рисунке 8 представлен эскиз дивана, выполненный по правилам композиционных средств формообразования мебели (автор: Зарытовских А.В.). Полукруглая часть может располагаться как с одной, так и с обеих сторон дивана.

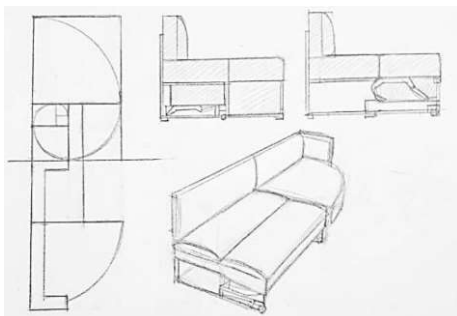


Рис. 8. Эскиз дивана

На рисунке 9 представлены эскизы интерьера квартиры, разработанные с учетом основных знаний проектирования (автор: Зарытовских А.В.). Золотое сечение учтено в пропорциях полок центральной зонированной перегородки и мебели, размеры которых по ширине, длине и высоте гармонично подобраны. Пространство грамотно структурировано и отвечает функциональным и эргономическим требованиям: выделены зона кухни, зона столовой, учтены все требования к организации пространства.



Рис. 9. Эскизы интерьера

Очевидно, что применение геометрических принципов при проектировании изделий мебели и создании интерьеров не может быть бездумным, необходимо в каждом конкретном случае выбирать соответствующие приемы и методы. К каждому изделию предъявляются свои функциональные и

эргономические требования, и поэтому принципы геометрического конструирования должны выбираться адекватно ситуации.

### Заключение

Художественная геометрия является связующим звеном между наукой (геометрией) и искусством, что открывает большие возможности для ее использования в творческом процессе создания изделий мебели, интерьеров, дизайнерских разработок. Использование художественного и геометрического анализа в дизайнерской деятельности, работа с пропорциями и композицией требует не только знаний геометрии, но и, конечно, обусловлена талантом дизайнера. Это гармоничное соединение знаний и внутренней чувствительности является ключевым моментом при создании объектов высочайшего эстетического качества, что является основной задачей и предназначением каждого дизайнера. Умение работать, используя геометрические принципы формообразования, дает возможность дизайнеру быстро и просто создавать эскизы или первичные наработки в соответствии с эстетическими принципами. Таким образом, фаза поиска идеальных форм, особенно для композиционно более сложных объектов, облегчается.

Геометрия в определенной степени способствует рационализации творчества, что соответствует высоким требованиям современного технического периода. Как было рассмотрено выше, геометрические принципы при проектировании использовались и в прошлом. Применение известных методик возможно уже в самом начале конструирования объекта, и это было представлено в авторских проектах. Таким образом, поставленные цели были выполнены.

Таким образом, знания и опыт, полученные в области художественной геометрии и анализа, представляют собой важную часть, необходимую для работы дизайнера с целью создания продукта, отвечающего высоким стандартам и всем критериям гармоничного дизайна.

В рамках занятий в научном кружке со студентами удалось разработать несколько эскизов мебели и интерьера. Реализация на практике поставленной задачи показала существование огромного количества возможностей, которые можно применять в работе дизайнера.

### Литература

1. Яцевич О.Е. Этимология понятия «дизайн»: корреляты design / dasein/ О.Е. Яцевич // Общество: философия, история, культура. – 2015. – № 6. – С. 69-71.
2. Ильина О.В. Принципы проектирования в промышленном дизайне: учебно-методическое пособие / О.В. Ильина; ВШТЭ СПбГУПТД. – 3-е изд. перераб. и доп. – Санкт-Петербург, 2017. – 32 с.
3. Ефимова Т.В. Применение принципов биомимикрии при проектировании мебели и предметов интерьера / Т.В. Ефимова, Т.Л. Ищенко, А.В. Зарытовских, В.А. Довгаль // Лесотехнический журнал. - 2021. - № 1. - С. 64-77. - DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2021.1/6.
4. Левин Г.Д. Гносеологическое исследование геометрического (по происхождению) метода анализа и синтеза / Г.Д. Левин // Философская мысль. – 2020. – № 12. – С. 1 - 14. - DOI: 10.25136/2409-8728.2020.12.34503.
5. Давыдова Е.М. Роль художественного образа в проектировании комплекта мебели для сферы услуг / Е.М. Давыдова, В.Ю. Радченко, Т.Д. Казакова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 11. – С. 6-11.
6. Барташевич А.А. Конструирование мебели / А.А. Барташевич, В.Д. Богуш. – Минск: Высшая школа, 1998. – 343 с. – ISBN 985-06-0233-3.
7. Аракелян Г. Математика и История Золотого Сечения / Г. Аракелян; Москва, Логос, 2014. – 404 с. - ISBN: 978-5-98704-663-0.
8. Lizoňová D. Artistic analysis and geometric procedures in furniture designing / D. Lizoňová, J. Luptáková // ACTA FACULTATIS XYLOLOGIAE ZVOLEN. – 2016. - № 58(2). – P. 5-14. - DOI:10.17423/afx.2016.58.2.01
9. Elam K. Geometry of design: Studies in proportion and composition / K. Elam; New York: Princeton Architectural Press, 2011. - 143 p. - ISBN 978-16-1689-036-0.
10. Hejazi M. Geometry in nature and Persian architecture / M. Hejazi // Building and Environment. – 2005. - Volume 40, Issue 10. - P.1413-1427. - doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.11.007.

11. Shekhawat K. Why golden rectangle is used so often by architects: A mathematical approach / K. Shekhawat // Alexandria Engineering Journal. – 2015. - Volume 54, Issue 2. – P. 213-222. - doi.org/10.1016/j.aej.2015.03.012.
12. Practical furniture design / Newtown, CT: Taunton Press. - 2009. – 268 p. - ISBN 978-1-60085-07.
13. Mutlu Danaci H. Aesthetics in Cultural Landscape and Architectural Education / H. Mutlu Danaci // Procedia - Social and Behavioral Sciences. – 2015. - № 191. – P. 190– 195. - DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.04.242.
14. Ле Корбюзье/Misstyle Look. - URL: [http://misstyle-look.blogspot.com/2012/01/blog-post\\_15.html](http://misstyle-look.blogspot.com/2012/01/blog-post_15.html) (дата обращения: 25.02.2022).

©**Ефимова Т.В.** – канд. техн. наук, доцент кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» (ФГБОУ ВО «ВГЛТУ»), e-mail: [tanechka-ef@rambler.ru](mailto:tanechka-ef@rambler.ru); **Ищенко Т.Л.** – канд. техн. наук, доцент кафедры механической технологии древесины ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», e-mail: [tl\\_ishchenko@mail.ru](mailto:tl_ishchenko@mail.ru); **Ефименко С.М.** – канд. пед. наук, преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ города Москвы «Колледж Архитектуры, Дизайна и Реинжиниринга № 26», e-mail: [svetlana@efimenko.su](mailto:svetlana@efimenko.su); **Зарытовских А.В.** – студент ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», e-mail: [tetanasty2001@gmail.com](mailto:tetanasty2001@gmail.com).

UDC 684.4

## USING ARTISTIC ANALYSIS AND GEOMETRIC PRINCIPLES IN FURNITURE AND INTERIOR DESIGN

T.V. Efimova, T.L. Ishchenko, S.M. Efimenko, A.V. Zaritovsky

*Design is the creation of an objective world by means of industrial technology according to the laws of beauty and functionality. Currently, design exists simultaneously in two dimensions, two worlds - in the field of pure art and in the field of technology. To meet aesthetic requirements, designers can use artistic analysis and apply appropriate geometric and compositional techniques. This is an important part of the design. Geometric principles, due to their capabilities, allow maintaining the accuracy and clarity of the form, which contributes to its harmonization. The purpose of this work is to reveal the possibilities of using artistic analysis, geometric and compositional techniques in the design of furniture and interiors. Knowledge about the means of composition and working with them is always reflected in the creative work of novice designers, designers and designers. From the work carried out, it can be concluded that the knowledge and experience gained in the field of artistic geometry and analysis is an important part necessary for the work of the designer in order to create a product that meets high standards and all criteria for harmonious design.*

**Keywords:** design, engineering, geometry, principles, golden ratio, means of composition.

### References

1. Jacevich O.E. Jetimologija ponjatija «dizajn»: korreljaty design / dasein [Etymology of the concept «design»: correlates design / dasein] Obshhestvo: filo-sofija, istorija, kul'tura [Society: philosophy, history, culture], 2015, no. 6. pp. 69-71.
2. Ilyina O.V. Principy proektirovanija v promyshlennom dizajne: uchebno-metodicheskoe posobie [Design principles in industrial design: teaching aid]. VShTJe SPbGUPTD. – SPb., 2017. 32 p.
3. Efimova T.V., Ishchenko T.L., Zarytovskikh A.V., Dovgal V.A. Primenenie principov biomimikrii pri proektirovanii mebeli i predmetov in-ter'era [Application of the principles of biomimicry in the design of furniture and interior items] Lesotekhnicheskij zhurnal [Forest Engineering Journal]. 2021, no. 1. pp. 64-77. doi: 10.34220/issn.2222-7962/2021.1/6.
4. Levin G.D. Gnoseologicheskoe issledovanie geometricheskogo (po proishozhdeniju) metoda analiza i sinteza [Gnoseological study of the geometric (by origin) method of analysis and synthesis] Filosofskaja mysl'[Philosophical Thought]. 2020, no. 12. pp. 1 - 14. doi: 10.25136/2409-8728.2020.12.34503.
5. Davydova E. M. Radchenko V. Ju., Kazakova T. D. Rol' hudozhestvennogo obraza v proektirovanii komplekta mebeli dlja sfery uslug [The role of the artistic image in the design of a set of furniture for the service

sector] Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i este-stvennyh nauk [International journal of Humanities and natural Sciences], 2017, no. 11, pp. 6-11.

6. Bartashevich A.A., Bogush V.D. Konstruirovaniye mebeli [Furniture design]. Minsk, Higher School, 1998. 343 p. ISBN 985-06-0233-3.

7. Arakelyan G. Matematika i Istorija Zolotogo Sechenija [Mathematics and History of the Golden Ratio]. Logos, 2014. 404 p. ISBN: 978-5-98704-663-0.

8. Lizoňová D. Luptáková J. Artistic analysis and geometric procedures in furniture designing. ACTA FACULTATIS XYLOLOGIAE ZVOLEN, 2016. Vol. 58(2). pp. 5-14. doi:10.17423/afx.2016.58.2.01

9. Elam K. Geometry of design: Studies in proportion and composition. New York: Princeton Architectural Press, 2011. 143 p. ISBN 978-16-1689-036-0.

10. Hejazi M. Geometry in nature and Persian architecture. Building and Environment. 2005. Vol. 40, Issue 10. pp.1413-1427. doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.11.007.

11. Shekhawat K. Why golden rectangle is used so often by architects: A mathematical approach. Alexandria Engineering Journal. 2015. Vol. 54, Issue 2. pp. 213-222. doi.org/10.1016/j.aej.2015.03.012.

12. Practical furniture design. Newtown, CT: Taunton Press. 2009. 268 p. ISBN 978-1-60085-07.

13. Mutlu Danaci, H. Aesthetics in Cultural Landscape and Architectural Education. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2015. Vol. 191. pp. 190–195. doi.: 10.1016/j.sbspro.2015.04.242.

14. Le Korbjuze [Misstyle Look] Available at: [http://misstyle-look.blogspot.com/2012/01/blog-post\\_15.html](http://misstyle-look.blogspot.com/2012/01/blog-post_15.html) (accessed 25 February 2022)

---

©Efimova T.V. – PhD of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Production, Mechanical Wood Technology department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov (VSUFT), e-mail: tanechka-ef@rambler.ru; Ishchenko T.L. – PhD of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Production, Mechanical Wood Technology department, VSUFT, e-mail: tl\_ishchenko@mail.ru; Efimenko S.M. – PhD in Pedagogical Sciences, Teacher of the highest qualification category at State budgetary professional educational institution of the city of Moscow «College of Architecture, Design and Reengineering No. 26», e-mail: svetlana@efimenko.su; Zaritovskiy A.V. – student VSUFT, e-mail: tetanasty2001@gmail.com.

УДК 674.047.3

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СВЧ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В ОСЦИЛЛИРУЮЩЕМ РЕЖИМЕ

А.И. Шагеева, П.А. Кайнов, Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин

*Данная работа посвящена разработке математической модели процесса СВЧ сушки пиломатериалов в осциллирующем режиме. В статье приведена формализация модели теплопереноса в условиях внутренней и внешней задачи процесса и апробация математической модели на адекватность. Представлены расчетные и экспериментальные зависимости изменения температуры центра и поверхности материала, а также влагосодержания древесины от давления в аппарате. По результатам физического моделирования была определена оптимальная схема проведения СВЧ сушки пиломатериалов. Установлено, что процесс СВЧ нагрева пиломатериалов в режиме осциллирующей среды может протекать при атмосферном давлении среды или с предварительным удалением газа из аппарата.*

**Ключевые слова:** сушка, СВЧ нагрев, осциллирующий режим, древесина.

### Введение

Процесс сушки является важнейшей составляющей технологии производства пиломатериалов, а также наиболее энергоемкой и трудоемкой операцией, во многом определяющей качество получаемого продукта. На сегодняшний день широко известны способы сушки древесины, осуществляемые в условиях вакуумных аппаратов с подводом тепловой энергии контактными или конвективными методами [1-10]. Каждый из этих способов обладает определенным рядом преимуществ и недостатков, однако для