

## Перспективы и преимущества возведения многоэтажных деревянных зданий

*Анна Викторовна Гранева, Алёна Максимовна Свириденко*

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный  
университет, Москва*

**Аннотация:** Дерево как строительный материал имеет древние корни и долгую историю использования. С развитием технологий и стремлением к проживанию в лучших экологических условиях, интерес к использованию дерева для возведения многоэтажных зданий растет. Данная статья посвящена перспективам развития деревянных многоэтажных зданий в России, в частности, с применением CLT-панелей, популярность которых растет во всем мире. В качестве методов исследования применялись сравнительно-сопоставительный, статистический и логический анализы.

В статье рассматриваются современные методы и технологии строительства многоэтажных деревянных зданий, включая их преимущества с точки зрения экологии, энергоэффективности и дизайна, проводится сравнительный анализ зданий из железобетона и CLT-панелей, предлагается технологическая схема реконструкции зданий с использованием CLT-панелей, в том числе с надстройкой дополнительных этажей. Освещаются вызовы и перспективы дальнейшего развития этой технологии, предложены стратегические решения для снижения стоимости CLT-панелей.

**Ключевые слова:** clt-панели; строительство из древесины; деревянные конструкции; реконструкция, реновация; высотное деревянное домостроение.

### Введение

С растущим в обществе осознанием важности устойчивого развития и экологической ответственности, строительная индустрия начинает обращать внимание на альтернативные материалы и методы строительства, которые смогли бы стать заменой железобетону. Дерево, как биоразлагаемый и возобновляемый, имеющий тысячелетнюю историю применения, ресурс, становится привлекательным вариантом для возведения многоэтажных

зданий, преимуществом которых является также экологичность и энергоэффективность.

Применение CLT-панелей (Cross Laminated Timber, перекрёстно-ламинированная древесина) активно распространяется по всему миру. Так в 1996 году, был спроектирован первый жилой дом в 8 этажей с использованием CLT-панелей. Британские архитекторы спроектировали девятиэтажный деревянный дом, который считается первым многоэтажным жилым деревянным зданием. Многоэтажные деревянные здания построены в Швеции, Австралии, Канаде и др. Лидерами по потреблению CLT-панелей являются такие страны, как Австрия, Германия, Великобритания, Швейцария, Швеция и Норвегия. Эти регионы, с разнообразными климатическими условиями, демонстрируют универсальность и адаптируемость CLT-панелей в различных вариантах возведения объектов капитального строительства. Наряду с этим стали появляться интересные проекты складских, производственных зданий, спортивных сооружений [1].

Данная статья посвящена перспективам развития деревянных многоэтажных зданий в России. В качестве методов исследования применялись сравнительно-сопоставительный, статистический и логический анализы.

### **Перспективы применения многоэтажных деревянных зданий в жилищном строительстве**

Клеевые структурные панели из древесины предоставляют собой прочное основание для стен и полов многоэтажных зданий. Эти панели могут быть предварительно изготовлены в условиях завода и затем доставлены на стройплощадку.

---

Деревянные панели могут быть использованы не только для нового строительства, но и в качестве основного материала для реконструкции морально и технически устаревших пятиэтажек.

Снос пятиэтажек - мероприятие не только затратное, но и сопровождающееся рядом экологических проблем (выбросы углерода, неперерабатываемые материалы, загрязнение почвы, водоемов и воздуха; при сносе здания может происходить выброс пыли, которая содержит в себе вредные вещества, такие как асбест, свинец и другие тяжелые металлы, которые могут оказывать негативные воздействия на здоровье людей; использование специализированной техники и оборудования, что приводит к дополнительным выбросам парниковых газов).

Использование CLT-панелей при проведении реконструкции зданий (рис.1) имеет несколько преимуществ:

- меньший вес по сравнению с традиционными для многоэтажного домостроения материалами, что ведет к экономии затрат на транспорт, грузоподъемные механизмы, ресурсов для возведения фундаментов и т.п.,
  - экологичность (при склеивании ламелей не используются меламиновые или формальдегидные смолы),
  - отсутствие усадки,
  - хорошая сейсмостойчивость,
  - высокие теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства,
  - использование древесины как строительного материала способствует уменьшению выбросов углеродного диоксида,
  - деревянные здания могут быть разобраны и переработаны после своего срока службы,
  - энергоэффективность дополняется возможностью использования солнечных панелей и других возобновляемых источников энергии, что очень важно для возведения зданий по зеленым технологиям.
-



Рис. 1. Возведение здания из CLT-панелей

Основная задача зеленого строительства - снижение уровня потребления ресурсов всего жизненного цикла здания, на протяжении которого происходит загрязнение окружающей среды. Это выхлопные газы от строительной техники, пыль, выброс большого объема  $\text{CO}_2$ , например, во время процесса отвердевания бетона [2].

Применение деревянных панелей позволит уменьшить использование металла и бетона, повсеместно используемыми в строительстве сегодня, на долю которых приходится в 16% общей сложности  $\text{CO}_2$  выбросов в мире [3].

Важным преимуществом использования деревянных панелей для многоэтажного строительства является простота монтажа конструкций. Для монтажа здания из CLT-панелей необходимо звено плотников, легкие электроприборы и подъемный кран. Монтаж одной панели занимает около 20 минут [4]. Панели поступают в зону монтажа в полной заводской готовности, так как все проемы и технологические отверстия выполняются на заводе. Сам процесс возведения здания, напоминает сборку конструктора [5-7], независимый от времени года и температуры окружающей среды.

Панели выпускают любой конфигурации и из разных сортов древесины, что позволяет не ограничивать полет фантазии архитекторов и дизайнеров.

Несмотря на многочисленные преимущества, строительство многоэтажных деревянных зданий также сталкивается с проблемами. Одной из них является необходимость разработки строгих строительных норм и стандартов для обеспечения безопасности и прочности таких зданий. Важно учитывать вопросы противопожарной безопасности и устойчивости к экстремальным погодным условиям, а также то, что стоимость CLT панелей значительно выше по сравнению с другими строительными материалами.

Можем предложить несколько стратегических решений, которые потенциально снизят стоимость CLT-панелей:

1. Масштаб производства. Увеличение масштаба производства может привести к экономии, снижая стоимость единицы продукции.

2. Местные источники. Учитывая то, что 20% запасов древесины находится в России, использование древесины местного производства может снизить транспортные расходы и поддержать экономику региона.

3. Оптимизированная конструкция. Проектирование конструкций с использованием панелей стандартных размеров может минимизировать отходы и снизить затраты, связанные с панелями по индивидуальному заказу.

4. Автоматизация. Внедрение автоматизированных производственных процессов может повысить эффективность производства и снизить трудозатраты.

5. Вертикальная интеграция. Контроль всей цепочки поставок, от сырья до готовой продукции, может снизить затраты.

6. Дальнейшие исследования и новые разработки могут привести к более эффективным технологиям производства и использованию менее дорогих клеев или других материалов без ущерба для качества.

7. Повышение осведомленности и спроса на CLT-панели может привести к созданию более конкурентного рынка с более экономически эффективными решениями.

---

8. Важно учитывать общую стоимость возведения объекта, а не только первоначальные материальные затраты. CLT-панели потенциально могут сократить время строительства и трудозатраты, что, если учесть его в общем бюджете, может сделать его более рентабельным, чем традиционные материалы, несмотря на более высокую первоначальную стоимость панели.

Опыт восточной Европы и бывшей ГДР показывает, что реконструкция устаревшего жилищного фонда не только эффективна и экономически выгодна, но и позволяет повысить эстетическую привлекательность пятиэтажных кварталов, расширить спектр удобств для жильцов и даже соответствовать современным требованиям энергоэффективности [8]. Традиционная модернизация пятиэтажек – облицовка фасадов с целью повышения энергоэффективности зданий и надстройка этажей, которая зависит от несущей способности фундамента и особенности конструктивной схемы здания. Как правило, это возведение металлического каркаса, на который и опирается надстройка и который необходимо заполнить ограждающими конструкциями, либо возведение 1-2 этажей из пеноблоков, при условии положительного заключения инженерных изысканий. Выполнение этих работ требует больших финансовых и временных затрат, а также в стесненных городских условиях усложняет комфортное проживание граждан.

Альтернативой традиционным материалам для реконструкции старого жилого фонда могут стать деревянные панели. Небольшой вес конструкции позволяет устроить надстройку на здание с минимальной несущей способностью, исключает необходимость использования сложной и дорогостоящей грузоподъемной техники, позволяет проводить работы в любое время года и в минимальные сроки, так как технология возведения здания не предусматривает технологические перерывы.

Их легкость, прочность и соответствие требуемой эффективности делают их идеальным выбором для укрепления старых конструкций и создания новых элементов внутреннего дизайна (рис.2) [9, 10].

Кроме того, использование CLT панелей в реновации может способствовать экологической устойчивости проекта, так как древесина является возобновляемым ресурсом, и производство CLT-панелей обычно имеет низкий уровень выбросов углекислого газа.



Рис. 2. Реконструкция здания CLT-панелями

В настоящее время подавляющее количество многоэтажных жилых домов возводят из монолитного железобетона. Здания из железобетона традиционно отличаются повышенной прочностью, огнестойкостью, долговечностью и устойчивостью к статическим и динамическим нагрузкам. Однако анализ показывает (таблица 1), что производственный процесс железобетона сопровождается значительным энергопотреблением, использованием большого объема природных ресурсов, что снижает его экологическую эффективность.

CLT-конструкции демонстрируют аналогичные показатели прочности и устойчивости, при этом способствуют повышению экологичности строительства.

Таблица 1

Сравнение возведения здания из CLT-панелей и железобетона

№	Критерии сравнения	Возведения здания из CLT-панелей	Возведения здания из железобетона
1	Экологическая устойчивость	CLT панели изготавливаются из древесины, которая является возобновляемым ресурсом	Железобетон требует большого количества энергии и природных ресурсов
2	Возведение	CLT-панели легче и быстрее устанавливаются, что снижает трудоёмкость работ, монтаж не зависит от погодных условий, что может сократить время строительства	Затраты времени на технологические перерывы для твердения бетона, необходимость использования машинных механизмов с большой грузоподъемностью
3	Дизайн и архитектурные возможности	Легкость создания различных дизайнерских решений и архитектурных форм, изготовление заготовок в заводских условиях	Для возведения здания сложной архитектурной формы необходима специально разработанная для одного объекта опалубка
4	Теплоизоляционные свойства	Древесина имеет хорошие теплоизоляционные свойства, что снижает энергозатраты на отопление и кондиционирование воздуха	Обязательное использование утеплителей, что приводит к большему расходу времени при монтаже фасада, удорожание конструкции

### Заключение

Рассмотрев особенности CLT-панелей с целью применения их для возведения или реконструкции многоэтажных зданий, можно сделать следующие выводы:

1. CLT-панели обладают высокой прочностью и устойчивостью, что делает их идеальным материалом для усиления конструкций при реконструкции зданий.

2. Использование CLT-панелей при реконструкции позволяет сохранить экологическую устойчивость здания, так как древесина является экологически чистым и возобновляемым ресурсом.

3. CLT-панели могут быть изготовлены заранее и быстро установлены на месте реконструкции, что ускоряет процесс и сокращает затраты.

4. При реконструкции с использованием CLT панелей можно улучшить теплоизоляцию здания, что поможет снизить энергозатраты на отопление.

5. CLT-панели могут быть использованы для создания новых архитектурных форм и конструкций при реконструкции здания, что позволяет сделать его внешний вид более современным и с лучшими теплофизическими качествами.

Сравнительный анализ показывает, что выбор между железобетоном и CLT должен опираться не только на механические и эксплуатационные характеристики материалов, но и на их воздействие на окружающую среду, стоимость всего жизненного цикла здания, а также на требования к скорости и удобству строительства.

Технология возведения многоэтажных зданий из дерева представляет собой многообещающую область исследований и разработок ввиду широкого спектра преимуществ рассматриваемого материала [11, 12]. С учетом правильного проектирования, строго соблюдаемых норм и технологических инноваций, деревянные здания могут стать символом устойчивого и инновационного будущего строительной индустрии.

### **Литература**

1. Косов И.И. Деревянные панели CLT в строительстве общественных зданий // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2019. № 2–1. С. 253-259.



2. Смитюк Ю. Отказ от бетона и цемента может сократить выбросы CO<sub>2</sub>  
URL: [nauka.tass.ru/nauka/7618061](http://nauka.tass.ru/nauka/7618061) (дата обращения: 12.04.2022).
3. Осетрина Д.А, Савельева Ю.К. Мировой опыт проектирования домов с нулевым выбросом углерода и их технологии Международный научно-исследовательский журнал № 5 (119). Часть 4. Май DOI: [//doi.org/10.23670/IRJ.2022.119.5.106](https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.119.5.106)
4. Мавлюбердинов А.Р., Хоцанян Д.Н. Технологические особенности возведения многоэтажных жилых зданий из CLT-панелей. Известия КГАСУ, 2018, № 1 (43). с. 219–225.
5. Gerhard Schickhofer CLT – European experiences // Institute for timber engineering and wood technology. 2011, p. 18.
6. Cross Laminated Timber – CLT // [structurecraft.com](http://structurecraft.com): интернет-изд. 2016.  
URL: [// structurecraft.com/materials/mass-timber/cross-laminated-timber](http://structurecraft.com/materials/mass-timber/cross-laminated-timber)  
(дата обращения: 01.02.2018).
7. CLT Houses // [multicomphort.ee](http://multicomphort.ee). 2013. URL: [// multicomfort.pl/en/prefabricated-houses/technology/](http://multicomfort.pl/en/prefabricated-houses/technology/) (дата обращения: 03.02.2018).
8. Надстройка — привлекательно для жильцов, прибыльно для инвесторов  
URL: [// profnastil.com/services/advice/advice\\_298.html](http://profnastil.com/services/advice/advice_298.html)
9. Теперь можно использовать CLT-панели. URL: [//zsr.ru/directway/2022/01/24/teper-mozhno-ispolzovat-clt-paneli](http://zsr.ru/directway/2022/01/24/teper-mozhno-ispolzovat-clt-paneli)
10. Личаев А.И. Энергоэффективность деревянных зданий их CLT панелей. Сборник докладов XV Международного молодежного форума. Белгород, 2023. С. 74-77
11. Дворцова А.С., Ушаков А.Ю. Перспектива применения CLT-панелей в многоэтажном строительстве // Строительство: наука и образование. 2023. Т. 13. Вып. 4. Ст. 5. URL: [//nso-journal.ru](http://nso-journal.ru). DOI: 10.22227/2305-5502.2023.4.5

12. Казаков Ю.Н. Исследование эффективности технологии строительства зданий с применением экспериментальных clt-панелей из перекрестно-клееной древесины в Санкт-Петербурге // Строительство и техногенная безопасность. Специальный выпуск. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Методология безопасности среды жизнедеятельности. 2023» С. 187-193.

### References

1. Kosov I.I. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologii Integral. 2019. № 2–1. pp. 253-259.
2. Smityuk YU. Otkaz ot betona i tsementa mozhet sokrati' vybrosy CO<sub>2</sub> [Eliminating concrete and cement can reduce CO<sub>2</sub> emissions]. URL: nauka.tass.ru nauka 7618061 (date assessed: 12.04.2022).
3. Osetrina D.A, Savel'yeva YU.K. Mezhdunarodnyĭ nauchno-issledovatel'skiĭ zhurnal No 5 (119) Chast 4 Maĭ DOI: doi.org 10.23670 IRJ.2022.119.5.106
4. Mavlyuberdinov A.R., Khotsanyan D.N. Izvestiya KGASU, 2018, № 1 (43), pp. 219–225.
5. Gerhard Schickhofer CLT European experiences Institute for timber engineering and wood technology. 2011, p. 18.
6. Cross Laminated Timber – CLT structurecraft.com: internet-izd. 2016. URL: structurecraft.com materials mass-timber cross-laminated-timber (data obrashcheniya: 01.02.2018).
7. CLT Houses multicomphort.ee. 2013. URL: multicomfort.pl/en/prefabricated-houses/technology (data obrashcheniya: 03.02.2018).
8. Nadstroyka privlekatel'no dlya zhil'tsov, pribyl'no dlya investorov [The superstructure is attractive for residents and profitable for investors]. URL: profnastil.com/services/advices/advices\_298.html.



9. Teper' možhno ispol'zovat' CLT-paneļi sayt Za-Stroy.RF [Now you can use CLT panels on the Za-Stroy.RF website]. URL: [zsrf.ru/directway/2022/01/24/teper-mozhno-ispolzovat-clt-paneļi](https://zsrf.ru/directway/2022/01/24/teper-mozhno-ispolzovat-clt-paneļi).
10. Lichayev A.I. Energoeffektivnost' derevyannykh zdaniy ikh CLT paneļey. Sbornik dokladov XV Mezhdunarodnogo molodezhnogo foruma. Belgorod, 2023. pp. 74-77.
11. Dvortsova A.S., Ushakov A.YU. Perspektiva primeneniya CLT-paneļey v mnogoetazhnom stroitel'stve Stroitel'stvo: nauka i obrazovaniye. 2023. T. 13. Vyp. 4. St. 5. URL: [nso-journal.ru](https://nso-journal.ru). DOI: 10.22227/2305-5502.2023.4.5
12. Kazakov YU.N. Issledovaniye effektivnosti tekhnologii stroitel'stva zdaniy s primeneniyyem eksperimental'nykh clt-paneļey iz perekrestno-kleyenoĭ drevesiny v Sankt-Peterburge Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. Spetsial'nyĭ vypusk. Materialy VI mezhdunarodnoĭ nauchno-prakticheskoy konferentsii «Metodologiya bezopasnosti sredy zhiznedeyatel'nosti 2023». pp. 187-193.

**Дата поступления: 23.02.2024**

**Дата публикации: 31.03.2024**