

# Обеспечение эффективного использования материалов и технологий за счет применения экологичных материалов с учетом всего жизненного цикла

## Мировые тенденции и опыт применения в строительстве экологичных строительных материалов

***Матвеева Лариса Юрьевна***, доктор технических наук, профессор,  
профессор Санкт-Петербургского государственного архитектурно-  
строительного университета



## ***Введение***

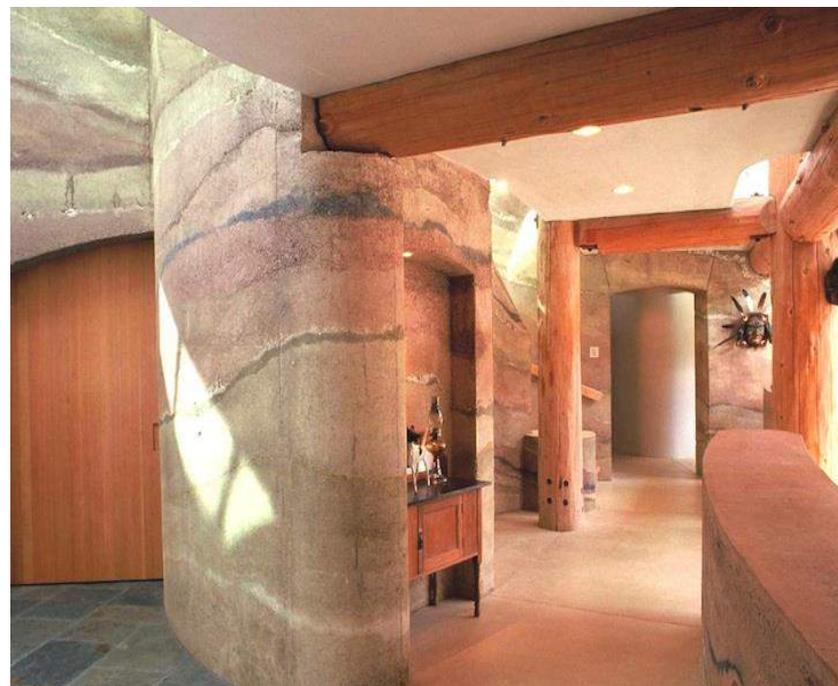
Термин **«Зеленое строительство»** или **«экостроительство»** подразумевает концепцию энерго-и ресурсосбережения, технической и экономической эффективности возведения и эксплуатации строительных объектов и использование экологичных технологий и материалов.

Экологичные материалы и технологии – это только одна сторона решения проблем экологии в строительстве, но очень важная, поскольку напрямую касается человека, его самочувствия и здоровья.

В современном строительстве предпочтение отдается использованию технологий и материалов, которые не несут опасности окружающей среде, самочувствию и здоровью людей.



Использование в строительстве **«экологически чистых»** материалов позволяет жильцам домов или работникам офисов не беспокоиться о своем здоровье. Они избавлены от возникновения аллергических реакций в процессе проживания и трудовой деятельности таких, как головная боль, тошнота, раздражение глаз и другое. Ухудшение самочувствия в связи с некачественными стройматериалами называется **жилищным синдромом**. Если жить или работать в таком здании постоянно, токсичные вещества могут накапливаться в организме и оказывать вред здоровью.



**Зал Парламентской Ассамблеи Совета Европы в Страсбурге, Франция. Землебитное современное жилье**

Современный строительный рынок предлагает материалы, которые безопасны для человека и окружающей среды.

Сырьем для экологичных строительных материалов служат созданные природой вещества, материалы и химические соединения, а технологии их производства не создают дополнительно промышленных отходов, и зачастую способствуют их утилизации и переработке.



# Строительство из прессованной соломы

**Соломенные дома** с использованием современных технологий строят во всём мире. Надёжные, тёплые, уютные, они прекрасно выдержали испытание и российским климатом. Однако до сих пор современная технология строительства из прессованной соломы у нас известна немногим, хотя она основана на лучших свойствах этого уникального природного материала. В прессованном виде солома становится отличным строительным материалом. Прессованную солому также считают и **лучшим утеплителем**. Соломенные стебли растений – трубчатые, полые. В стеблях и между ними содержится воздух, который, как известно, отличается самой низкой теплопроводностью. Благодаря своей пористости солома обладает и хорошими звукоизоляционными свойствами.



«Огнестойкий соломенный дом», кажется, звучит парадоксально. Но оштукатуренной стене из соломы огонь не страшен. Оштукатуренные блоки из соломы выдерживают 2 часа воздействия открытого пламени. Соломенный блок открытый только с одной стороны не поддерживает горения. Плотность прессованного тюка соломы составляет 200–300 кг/м<sup>3</sup>. В настоящее время дома из соломы строят в Америке, Европе, Китае. В США есть даже проект строительства соломенного небоскреба в 40 этажей. Самые высокие дома из соломы сегодня – это пятиэтажные здания, которые скомбинированы с железобетонными или металлическими каркасами.



Основные **преимущества** строительства домов из соломы.

**1. Долговечность.** У многих людей солома ассоциируется с хрупким, ненадежным сухим и недолговечным материалом. Но на удивление такое жилье может прослужить очень длительный срок. Так, например, в Америке некоторые дома из соломы служат уже более 100 лет.

**2. Экономичность.** Постройка соломенного дома обходится намного дешевле, чем из любого другого популярного сегодня материала, как, например, древесина, камень, кирпич и т.п. К тому же, при строительстве получится сэкономить на фундаменте: он гораздо менее массивен ввиду небольшого веса соломенного сруба. Экономия на транспортировке: соломенные блоки объемные, но при этом очень легкие, их легко перевозить и перемещать на транспорте небольшой грузоподъемности.

**Солома является постоянным сельскохозяйственным отходом.**

**3. Экологичность.** Поскольку солома – натуральный природный материал, экологичность такого жилья – на высоте. Тюки из ржаной соломы можно даже ничем не пропитывать – грызуны ржаной соломой не питаются. Для защиты соломы от внешних природных разрушающих воздействий (дождь, влажность) соломенный блок желателен со всех сторон обработать, например, раствором глины.

**4. Теплопроводность.** Солома отлично удерживает тепло, даже лучше традиционной древесины. На обогрев такого жилья необходимо будет тратить намного меньше энергоресурсов. В летнее время такие дома будут отлично накапливать тепло из окружающей среды. Документальный фильм.

**5. Пожаробезопасность.** На первый взгляд может показаться, что соломенное жилье имеет один очень серьезный недостаток – чрезмерно высокую воспламеняемость. Однако тестовые испытания показали, что горючесть правильно спрессованной соломы крайне низкая: при направлении пламени огня от горелки на соломенную стену, возгорание происходит при более высокой температуре, чем дерево.

**6. Скорость постройки.** Дом можно построить всего за несколько недель. Первым делом возводится деревянный каркас, после чего стены и перекрытия заполняются блоками из спрессованной соломы. Далее остается сделать кровлю и можно заниматься отделочными работами.



Но существуют и **недостатки** у дома из соломы. Экодома из соломы можно строить не везде. Солома подвержена гниению и достаточно **быстро разрушается при постоянном нахождении в сырости**. Таким образом, строить экодома из соломы в районах с длительными сезонами дождей и высокой влажностью не рекомендуется. Это жилье рассчитано на теплые сухие южные города или страны. И все же, такие постройки имеют неплохие шансы на популяризацию в будущем благодаря своей неприхотливости, дешевизне, скорости постройки. Главное – строго следовать определенным правилам, чтобы не совершать ошибок при строительстве и соблюдать технологию строительства.





## Земляной грунт в качестве строительного материала

Пример, когда все новое – это хорошо забытое старое. Популярность вновь приобретают дома **из землебита**. Этот материал сегодня используется для строительства опорных конструкций и стен. В основе землебита – обычный земляной грунт. Земляная грунтовая масса имеет высокую влагостойкость и практически не дает усадки. А теплотехнические характеристики землебита могут быть усилены добавлением, например, соломенной нарезки. Спустя несколько лет землебит становится практически таким же прочным, как и бетон. Землебит прошел апробацию временем, из него строили еще в Древнем Риме. У нас самым известным зданием, построенным из землебита, можно считать находящийся в Гатчине **Приоратский Дворец**, который отнесён к разряду построек культурного наследия России. Его стены построены полностью из земли. Рубеж XVIII – XIX веков в России стал расцветом малоэтажного землебитного строительства. Такие постройки оказались крепче сегодняшних коттеджей.



Уже более 200 лет строение простояло в нашем влажном климате как символ высокого мастерства и надежности **землебитной технологии.**



**К недостаткам** можно отнести необходимость в прочном фундаменте и тщательной гидроизоляции, поскольку основной враг землебитных стен – это грунтовая влага. К недостатку относится и высокая трудоемкость возведения построек из землебита. Работы необходимо выполнять в теплый (летний) период года для хорошего просушивания стен. Но все эти недостатки можно так или иначе обойти.

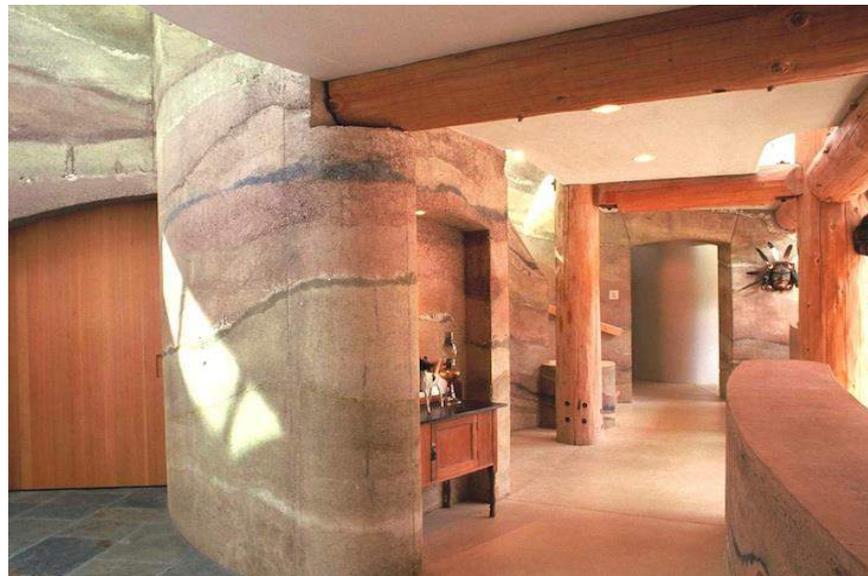
## Преимущества землебитной технологии

Землебитные дома стоят в 5 раз дешевле, чем кирпичные или бетонные. Трудозатраты и затраты на топливо снижаются в 1,5 раза, экономия на транспорте – почти в 5 раз. Высокая прочность стен, увеличивающаяся с течением времени. **Экологичность и пожаробезопасность. Низкая теплопроводность:** в таком доме всегда тепло зимой при наличии отопления и прохладно в летнее время.



Отличием современной технологии землебитного малоэтажного строительства стало использование пневматических трамбовок для прессования. Для строительства землебитного сооружения необходимо сбалансировать состав грунта, включающий глину, песок, наполнитель, которым может быть, например, щебень. Песка используется до 70%, остальное приходится на другие компоненты. Иногда в смесь добавляют немного цемента. Водостойкость грунта массы повышается при добавлении в нее портландцемента в количестве 3% от веса или массы торфяной крошки 70-90 кг на 1м<sup>3</sup> грунта (водостойкость от торфяной крошки повышается почти в 10 раз).

**Рецептура смесей** для землебитных стен разнообразна и зависит от свойств местных грунтов. «Жирные» и «тощие» грунты непосредственно применять нельзя, но после корректировки различными добавками они вполне пригодны для строительства стен. В руководствах по землебитному возведению стен 19 века подробно описаны составы смесей, конструкция опалубок, приемы и особенности строительства в разных регионах. С учетом возможностей использования современных материалов, например цемента, можно построить прочное, сравнительно дешевое и экологически чистое жилье. Но нужно помнить, что речь идет о малоэтажных (1-2 этажа) постройках. Многоэтажные постройки из землебита невозможны вследствие малой его начальной прочности.



# Эковата

**Эковата** – это рассыпной экологичный высокоэффективный утеплитель нового поколения, состоящий из измельченной **вторичной целлюлозы**, борной кислоты и буры (тетрабората натрия). Последние «ингредиенты» являются пламягасительными веществами и антисептиками. Они также отпугивают мышей и других грызунов. В России, как и в Европе, эковата становится распространенным видом теплоизоляции, хотя ее популяризация в России произошла не так давно – в конце двадцатого столетия. Производство эковаты в нашей стране устойчиво растет. Наиболее крупные производства находятся в Москве, Санкт-Петербурге, Тюмени, Уфе и Новосибирске. В отличие от пенопласта и стекловаты, целлюлозный утеплитель сохраняет свои свойства надолго, не гниет сам и препятствует появлению плесени и грибка. Это дает эковате преимущество перед разными теплоизоляционными материалами. Срок эксплуатации целлюлозного утеплителя составляет в мировой практике более 85 лет.

Монтаж эковаты осуществляется с помощью выдувной установки или вручную.

Механизированная укладка позволяет создать бесшовный непрерывный теплоизоляционный слой. Можно установить материал своими руками. Это чуть дольше, чем теплоизоляция методом выдува. Свойства эковаты:

- теплопроводность 0,038–0,042 Вт/м·°С;
- плотность 32–55 кг/м<sup>3</sup>;
- паропроницаемость 0,32 мг/м·ч·Па.



Эковата имеет некоторые **преимущества** перед другими видами утеплителей.

**1. Экологичный материал:** эковата безвредна для человека и не является загрязнителем окружающей среды.

**2. Отличная звукоизоляция:** прекрасно изолирует помещение от посторонних звуков. Для сравнения: целлюлозная вата в 2 раза лучше изолирует помещение, нежели минеральная вата (63 и 37 децибелл, соответственно).

**3. Пожарная безопасность:** может долго противостоять пламени, при этом не выделяются ядовитые вещества.

**4. Бесшовность:** эковата удерживает дополнительно до 30% тепла за счет отсутствия швов. Таким образом, этот утеплитель является одним из самых технологичных и энергоэффективных среди существующей теплоизоляции.

**5. Защита от грызунов:** мыши не прогрызают ходы через утеплитель, потому что бора и борная кислота обладают неблагоприятными для них свойствами.



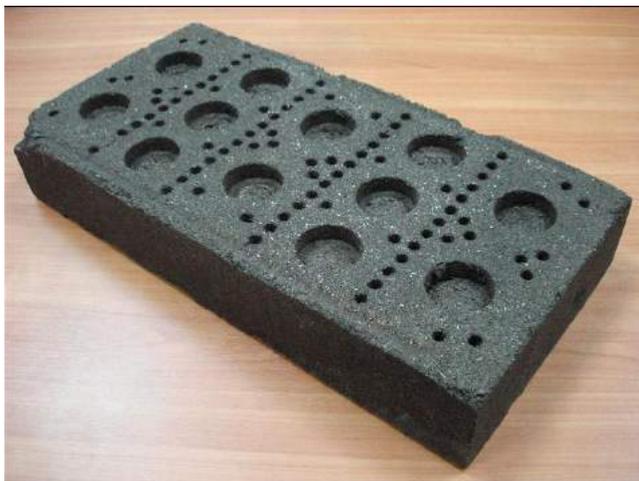
Помимо задувного утеплительного материала можно сделать утеплительные блоки и плиты небольшого размера (500×500×100), если сделать комбинацию **эковаты** с полимер-минеральным связующим + добавить жесткие частицы (опилки, вспученный перлит и пр.) по так называемой **«полусухой технологии»**, т.е. когда воды будет совсем мало: **плитно-блочные утеплители**. При этом весовое содержание минерального связующего составит 10–15% от веса готового продукта, а объем и того меньше. Минеральный компонент увеличит огнестойкость. Специальная технология обработки **эковаты** позволит наносить полимер-минеральное связующее только на поверхность частиц. При высыхании получается безупрочный материал **Эковата-плит**.



# Торфоблоки

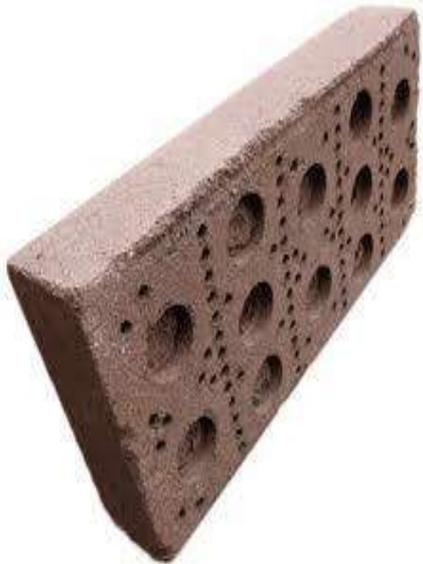
Теплоизоляционные блоки "ГеоКар", производимые на основе торфа являются перспективной новинкой на рынке строительных материалов. Блок "ГеоКар" изготавливается **из натурального природного сырья** – торфа и древесной стружки, поэтому материал абсолютно экологичен, что подтверждено институтом имени Эрисмана. Кроме того, торф, как известно, обладает бактерицидным действием, и "ГеоКар" оказывает бактерицидное действие на вредные микроорганизмы. "ГеоКар" снижает уровень проникающей радиации в помещении до пяти раз, не гниет и не подвергается атакам грызунов. И еще это жесткий теплоизоляционный материал. При малоэтажном строительстве (до двух этажей при высоте этажа до трех метров) торфоблоки могут использоваться для возведения несущих стен.

Цена "ГеоКар" в несколько раз ниже, чем цена всех известных изоляционных материалов. Единственный материал, способный конкурировать с "ГеоКаром" по цене, – это пенополистирол. **Достоинства:** высокое сопротивление теплопередаче: 0,047-0,08 Вт/м·°С.



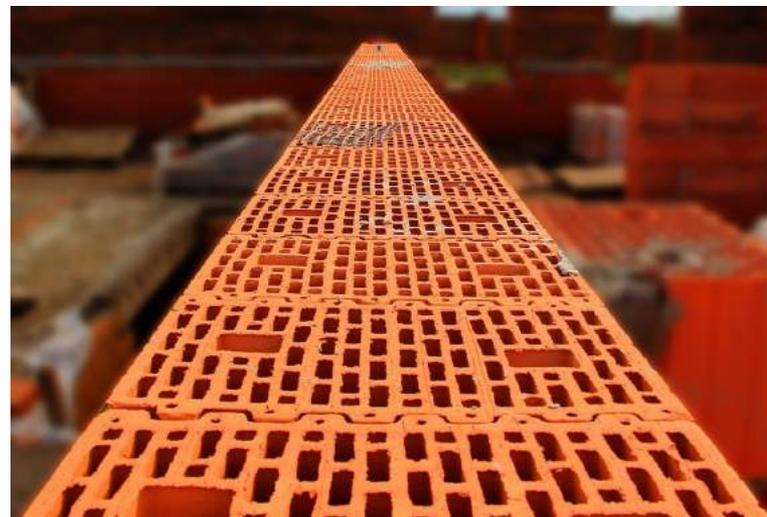
Массовое распространение на территории РФ сырья для его производства: **53% мировых запасов торфа находятся в РФ.** Связующим в торфоблоке «ГеоКар» является сам торф. В качестве наполнителя можно применять любые материалы растительного происхождения, такие как: опилки, льняную и конопляную костру, измельченную солому и т.д. При кирпичном строительстве снижается стоимость стены в 2 раза, теплопотери – в 3 раза. Вес 1 м<sup>3</sup> блока находится в пределах 0,40 – 0,45 тонн. При кладке не требуется цемент.

**Торфоблок "ГеоКар"** – это экологичный энергоэффективный материал. Он легко поддается обработке и подгонке, обладает широкой гаммой архитектурных решений, защищает от радиации, обладает бактерицидными свойствами, создает комфортные условия проживания – **эффект «деревянного дома»**, позволяет значительно сократить стоимость строительства. Новый теплоизоляционный материал разработан на основе торфа по заданию Минстроя России в рамках программы «Жилище» проектным институтом **«Тверьгражданпроект» и АО «Сократ» с привлечением ведущих специалистов ЦНИИСК им. Курченко, НИИСФ РАСН, ВНИИТМ им. Радченко.** Материал и технологии строительства защищены приоритетными справками и патентами на изобретения, а также двумя свидетельствами на товарный знак «ГеоКар» и Полезную модель. Материал разрабатывался под кирпичное строительство, поэтому размер блоков кратный четырём полуторным кирпичам.



## Поризованные большеформатные керамические блоки

Популярной разновидностью **энергосберегающих экологических** строительных материалов является поризованный керамический блок. Керамические поризованные блоки выполняются из красной глины, т.е. из того же доступного сырья, которое используется для выпуска стандартного керамического кирпича. Отличие заключается в том, что в данном случае глину обогащают мелкими стружками и древесными опилками. Это позволяет существенно снизить вес материала, поскольку в конечном итоге в структуре керамики появляются щелевые пустоты. После формования сырые блоки отправляют в печь для обжига, где под воздействием высоких температур дерево выгорает, и вместо стружек и опилок образуются пустоты, а сама глина становится высокопрочным камнем. Боковые поверхности, которые при кладке должны образовывать вертикальные швы, оформляются «замками» – выемками соответствующих друг другу форм. Благодаря этому поризованный блок можно использовать практически без цементного раствора.





Из **положительных** характеристик керамических блоков следует особенно выделить:

1. Низкую теплопроводность (до  $0,22 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ ), дом со стенами толщиной 45 см можно дополнительно не утеплять.
2. Благодаря высокой паропроницаемости блоков в здании **обеспечивается комфортный микроклимат**, и сам материал способствует естественному регулированию влажности.
3. Масса пустотного поризованного керамического материала сопоставима с древесиной..  
**Фундамент может быть облегченным и недорогим.**
4. Предел прочности на сжатие М-15 и более: благодаря этому показателю блоки могут быть использованы для кладки стен в здании высотой до 3 этажей.
5. Поризованная структура и технологические пустоты являются к тому же препятствием для распространения звука, керамические блоки можно применять как при кладке внешних стен, так и для создания самонесущих простенков между отдельными помещениями.
6. Технология предусматривает кладку с использованием специального клея: благодаря наличию **системы «паз-гребень»**, промазывать вертикальные швы не обязательно.
7. Технологические выемки крупноформатных кирпичей ускоряют процесс монтажа. По сравнению с традиционным «эффективным» кирпичом, керамический блок позволяет снизить трудозатраты и проводить работу **в 5 раз быстрее.**
8. Блоки из керамики соответствуют нормам противопожарной безопасности, поскольку керамический материал **не поддерживает горение.**

# Инновации в строительстве с использованием монолитного деревянного бруса

**Древесина** – древнейший и очень распространенный строительный материал. Но современные инновационные технологии успешно внедряются и в этой сфере, делая более эффективным современное строительство из древесины. Дерево – хоть и медленный, но всё же возобновляемый уникальный природный строительный ресурс. В настоящее время из дерева изготавливают современные композитные материалы, отличающиеся высокой прочностью и долговечностью. При этом для производства высокотехнологичных строительных материалов, в частности, панелей и бруса, можно использовать **низкосортную древесину, щепу и прочие отходы**. Производство строительных конструкций из древесины, а также их транспортировка и монтаж обходятся дешевле по сравнению со стальными и железобетонными конструкциями.



Работа с древесиной **менее энерго- и трудоёмка** за счет применения более простых инструментов и оборудования, а также кранов меньшей грузоподъемности. Монтаж деревянных конструкций при этом отличается высокой скоростью и технологичностью, так как часто используются готовые блоки и модули заводской сборки. Здания из дерева отвечают всем **современным нормам экологичного и энергоэффективного строительства**. Сооружения из древесины могут быть возведены на территориях со сложными геологическими условиями, в том числе, сейсмически активных, при наличии горных и инженерных выработок, в условиях возможной просадочности грунтов. Дерево – материал «своенравный». **Натуральная древесина может иметь до 15 видов различных пороков**, которые могут влиять на эксплуатационное поведение деревянного сооружения. Именно поэтому в настоящее время в строительстве всё чаще востребован **клееный брус – это инновационный материал**, обладающий всеми достоинствами натурального дерева, но значительно более надежный и удобный в работе. На клееный брус всегда имеется документация, в которой указываются все технические и прочностные характеристики.



**Клееный брус** (клееный профилированный брус) – инновационный строительный материал из древесины. Термин закрепился и прижился в русском техническом языке для обозначения строительных и столярных монолитных материалов, деталей конструкций, изготовленных путём продольного склеивания деревянных фрагментов (ламелей), и является одним из типов клееных деревянных конструкций.

Производство клееного бруса осуществляется путем составления отдельных досок (ламелей) в пакеты и склеивания по плоскости. Изготавливается из древесины хвойных пород, **преимущественно из ели**. В России для производства клееного бруса, в основном, используется сосна и ель, реже – сибирская кедровая сосна и некоторые виды лиственницы. В США, Канаде и Японии клеёный брус также производится из пихты.



Сооружения из клееных конструкций изготавливают на основании точных расчетов. При эксплуатации **клееный брус не будет деформироваться, клееная балка не будет растрескиваться, клееная ферма не прогнется**, например, под тяжестью снега. Применение клееных деревянных конструкций даёт неограниченные возможности для архитекторов, поскольку позволяет управлять пространством практически без ограничений, в том числе и по площади перекрытий. В деревянных конструкциях нового типа проще учитывать неравномерности нагрузок на стены, наличие арок и т.п., поскольку инженер-конструктор подкрепляет своими расчетами конструктивные решения архитектора.



В качестве несущего стенового материала применяется не только клееный брус, но и также клееное бревно и клееное D-бревно. Дом из клееных и D-бревен снаружи выглядит как бревенчатый, а изнутри имеет гладкие стены. Все стеновые материалы, и брус, и бревна обязательно профилируют, таким образом, им придается определенная форма поперечного сечения, при этом профили могут быть разными.

**Профилирование не только обеспечивает плотное прилегание и лучшее сцепление всех элементов конструкций, но и снимает остаточные внутренние напряжения,** тем самым, исключая возможность деформирования бруса в процессе эксплуатации. В отличие от цельного бруса или **бревна клееный брус не меняет форму при эксплуатации, не растрескивается, обладает большей прочностью, чем натуральное дерево.** Конструкция, как правило, имеет хорошее качество лицевых поверхностей: стена выглядит ровной, монолитной и не требует дополнительной отделки, позволяет существенно сократить сроки строительства. Важно также и то, что при производстве клееных деревянных конструкций используют экологически безопасные клеи на водной основе.



Свойства клееных конструкций позволяют применять их даже при возведении **большепролетных зданий**, и в частности, бассейнов. Клееные балки могут достигать в длину 20 м, обладают достаточной прочностью, чтобы выдерживать нагрузки без установки промежуточных опор. Клееные деревянные материалы менее подвержены разрушению грибками, но всё же, перед монтажом необходимо **обработать клееный брус составом против плесневых грибов**, особенно стыковочные части «пазы-выступы» и торцы.

В северо-западном регионе строительством домов из клееных деревянных конструкций в настоящее время занимаются отечественные и финские строительные фирмы. Финны имеют собственное производство клееных деревянных конструкций. Отечественные строители чаще всего размещают свои заказы на комбинатах в Архангельской, Вологодской, Новгородской и других областях северного и северо-западного регионов.



## Клееный брус



Деревянный клееный брус относится к **экологичным и безопасным инновационным материалам**, которые всё чаще находят применение в современном строительстве. Благодаря этим элементам можно сделать пространство уютным и достичь комфортных условий. Производство деревянного клееного бруса зависит от конкретной разновидности лесоматериала, а размеры готовых изделий варьируются от конкретных задач. С помощью клееного бруса легко строить коттедж, дачу, возводить арки, лестничные пролеты и т.д.



## Известные здания из клееного бруса

**Дом Сибелиуса** в Лахти (Финляндия) – самый крупный в Северной Европе концертный зал и конгресс-холл из дерева .

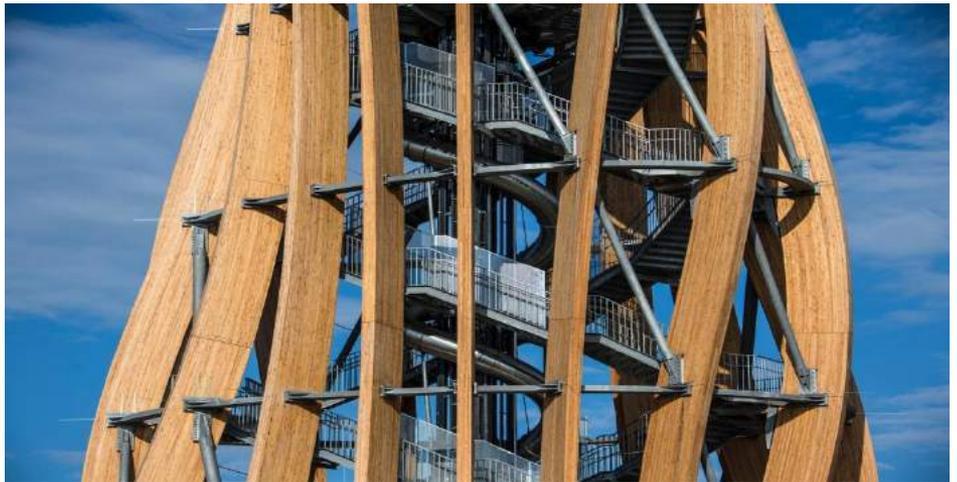


**Активный дом** – конструкции каркаса первого в России «активного» дома в Подмосковье сооружены из клееного бруса. "Активный дом" – это жилой дом, который объединяет три основных принципа концепции "Active House": энергоэффективность, здоровый микроклимат и бережное отношение к природе.

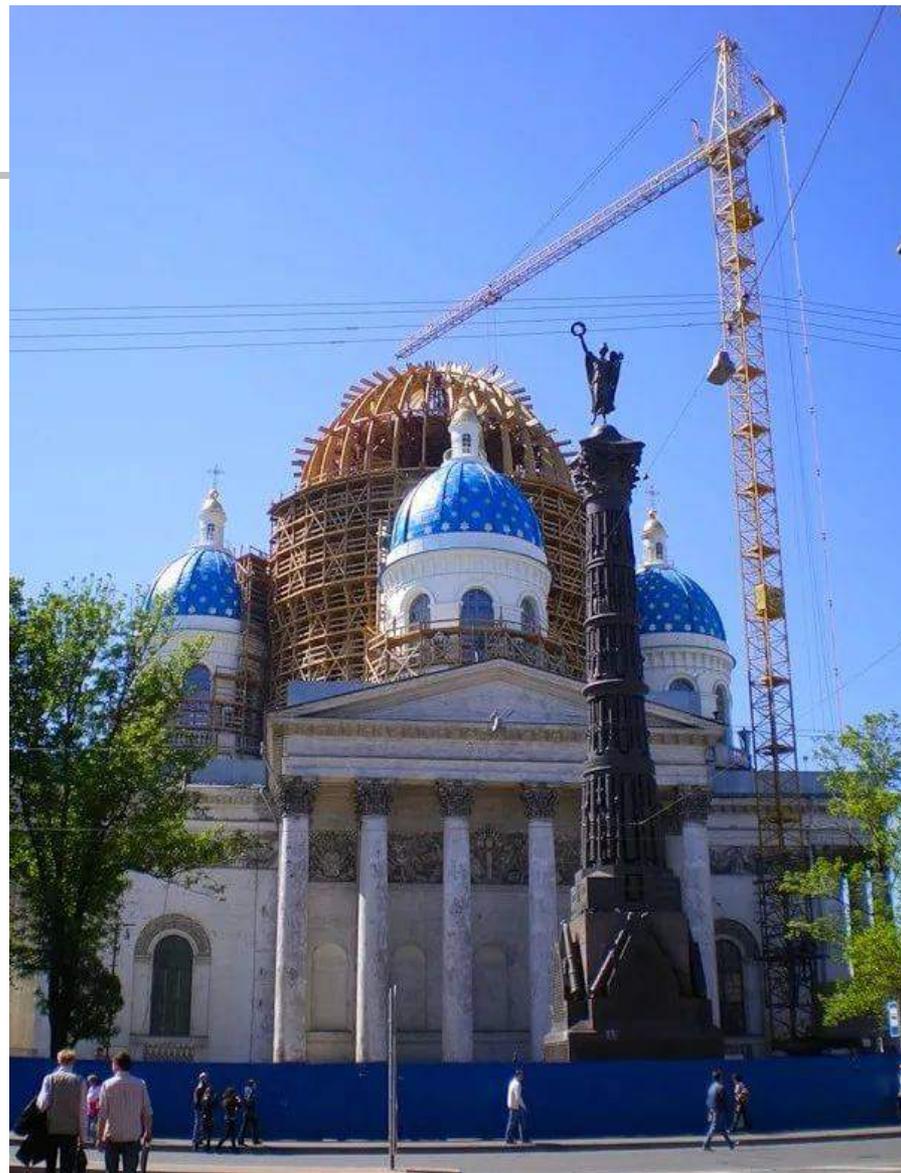
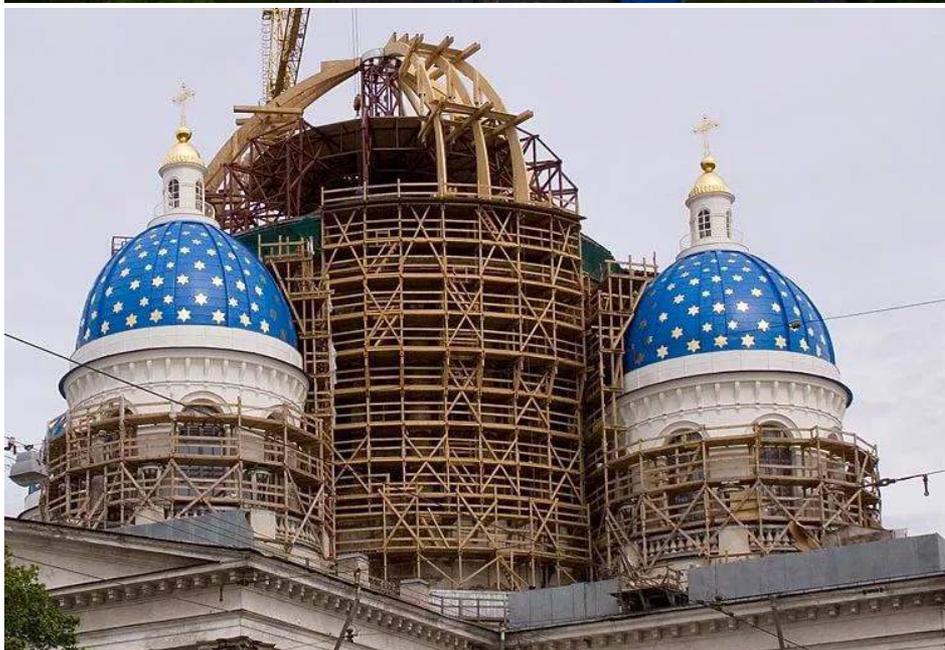
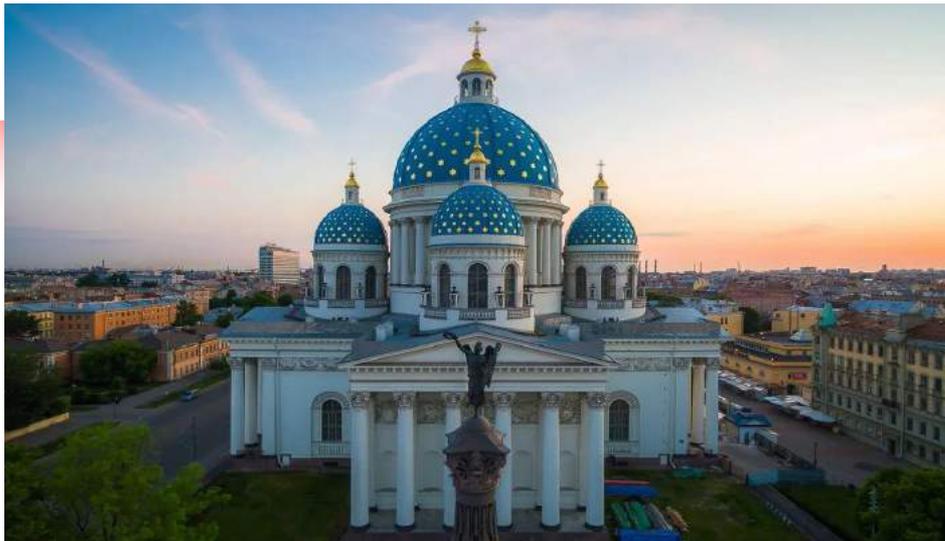




**Pyramidenkogel,  
100 м в высоту. Австрия**



## Троице-Измайловский собор. Сложные конструкции из клееного бруса использованы при реконструкции Троицкого собора в г. Санкт-Петербурге



## Центр Помпиду в Меце. Франция



## GOOD WOOD PLAZA – офисное здание из дерева (Россия)



Зал заседаний Парламентской Ассамблеи Совета Европы. Франция

# Арболит – новый деревобетон

**Арболит** (от фр. *arbre* «дерево») – представляет собой лёгкий бетон на основе цементного вяжущего, органических заполнителей (до 80–90 % объёма) и химических добавок. Он также известен как **древобетон**. В состав арболита входят: **наполнитель** – древесная щепа, ограничиваемая в размерах, возможна также измельченная рисовая солома, коISTRA льна, стебли хлопчатника, хвоя, кора и др.; **вяжущее** – цемент соответствующей марки, зависит от назначаемой прочности материала, но не ниже М300; **химические добавки** в малых количествах обеспечивают лучшее взаимодействие составляющих, быстрое твердение и др. Используются в основном хлористые соли калия, кальция, алюминия, а также «жидкое стекло». **Арболит** – не новый, но пока малоизвестный материал, который к тому же довольно часто путают с **опилкобетоном**. По своим качествам арболит ближе к теплоизоляционным материалам, чем к конструкционным, годится только для малоэтажного строительства.



Большое значение имеет **древесное сырье**: размер щепы – **не более 25 мм в длину и 10 в ширину, определенная степень шероховатости**. Лучшие породы дерева – хвойные: **ель, сосна**, а также **бук**. Важен и характер древесины – ранняя или поздняя, **поздняя предпочтительнее**. При соблюдении всех требований и норм ГОСТ материал получается легкий, «дышащий», пористый, но при этом достаточно прочный.

Состав и качество исходных компонентов влияет на результат. Для теплоизоляционного материала соотношение обычно такое: 1 часть вяжущего, 1 часть щепы и 1,5 части воды, вернее, водного раствора с солями. Для получения конструкционного материала доля вяжущего увеличивается в зависимости от заданной прочности.

При производстве арболита регламентируются не пропорции основных компонентов, а достигнутые свойства материала. Если они соответствуют ГОСТ или ТУ, материал считается пригодным к работе. **Арболит не предназначен для строительства высотных зданий** ввиду не достаточной для этого прочности, однако в качестве **теплоизоляционного материала** его применение эффективно и в высотных конструкциях зданий.



# Преимущества арболита

- 1. Теплоизоляционные свойства** – наиболее значимая характеристика арболита. Материал имеет теплопроводность  $\sim 0,08 \text{ Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$ , что гораздо лучше, чем, например, у поризованного бетона и кирпича. Кроме этого, арболит относится к аккумулирующим материалам и сохраняет долго своё тепло. В домах из арболита не наблюдается резких скачков и перепадов температуры.
- 2.** В отличие от других древесных материалов арболит благодаря минеральным вяжущим и добавкам относится к веществам **трудновоспламеняемым, трудногорючим** и образующим минимальное количество дыма, и его можно считать **пожаробезопасным**.
- 3.** Арболит отличается очень высокой паропроницаемостью, хотя уступает по этому показателю натуральному дереву.
- 4.** Прочность материала достигает класса В3,5, что не слишком много: из него можно строить здания не выше 3 этажей. В то же время арболит устойчив к нагрузкам на растяжение, а это значит, что при подвижках и усадках фундамента материал не будет трескаться и разрушаться.
- 5.** Морозостойкость у разных видов арболита колеблется от класса F25 до F50.
- 6.** Арболит превосходно пилится, режется и отлично держит крепеж.
- 7.** Материал отличается малым весом, что значительно облегчает строительство и снижает трудозатраты.



**Выпускают 2 вида арболита: конструкционный** – с большим содержанием цемента и более высокой плотностью – от 500 до 800 кг/м<sup>3</sup>. Из конструкционного деревобетона разрешается возводить самонесущие и несущие стены. При необходимости материал можно армировать сеткой и стрежнями; **теплоизоляционный** – с большей долей щепы и меньшей плотностью – до 500 кг/м<sup>3</sup>. Из него можно строить перегородки, а для несущих стен использовать в качестве теплоизолятора. Деревобетон может иметь две формы выпуска. **Блоки** – готовые изделия определенных размеров. ГОСТ регламентирует не столько размерные параметры, сколько отклонения от них. Блоки позволяют сократить до минимума сроки сооружения, поскольку темпы строительства связаны лишь со скоростью отвердения кладочного раствора. **Монолитный арболит** производится на стройплощадке и тут же используется, т.к. хранить материал в этих условиях нельзя. Монолит чаще всего применяют именно для теплоизоляции стен и пола. Однако возможно и монолитное строительство небольших зданий. Изготовление монолита удешевляет строительство, однако снижает скорость: как и всем остальным видам бетона деревобетону также необходим относительно большой срок, чтобы набрать проектную прочность.





## Дома печатают из биопластика (Амстердам, Голландия)

Компанией ***Dus Architects*** разработан проект по печати жилого здания на 3D-принтере **из биопластика**. Строительство ведется с помощью промышленного 3D-принтера *KarmaMaker*, который печатает пластиковые стены. Конструкция здания очень необычна – к трехметровому торцу дома прикрепляются стены как в конструкторе **«Lego»**. Если требуется перепланировка постройки, то ее легко изменить, заменив одну деталь на другую. Для строительства используется разработанный компанией ***Henkel*** биопластик – смесь растительного масла и микрофибры, фундамент дома сделан из легкого бетона. После полного завершения строительства здание должно будет состоять из тринадцати отдельных комнат. В будущем эта технология может изменить строительную индустрию. Старые жилые здания и офисы можно будет **«переплавлять»** и делать из них новые.



## 3D-печать из биопластика поможет избавиться от отходов

Голландская дизайнерская студия нашла **метод переработки промышленных органических отходов, таких как картофельный крахмал и шелуха какао и др.** для создания биоразлагаемых изделий и мебели, 3D-печатных домов и различных аксессуаров. Студия *Eric Klarenbeek* экспериментирует с 3D-печатными домами, сделанными из смеси органических отходов. В Голландии – Эрик Кларенбик (Eric Klarenbeek) и Мартжи Дрос (Maartje Dros) изобрели способ получения биопластика из водорослей, а вернее, технологию превращения водорослей в жидкое сырье, из которого посредством 3D-принтера можно напечатать любой трехмерный пластиковый объект. Сначала водоросли выращивают, потом сушат и перерабатывают в жидкий биоматериал, затем создают с помощью 3D-принтера желаемую форму.



Дизайнеры считают свою разработку настоящим прорывом – вместо нефти, являющейся невозобновляемым ископаемым, используются водоросли, которые можно культивировать в любых объемах. Не менее важно и то, что в процессе роста водоросли поглощают углекислый газ, тогда как нефть при сжигании его выделяет.

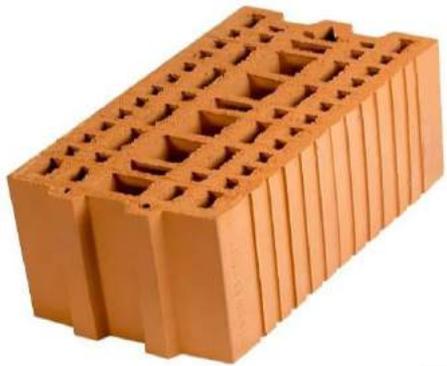
## В Китае дома из мусора начали печатать с помощью 3D-принтера (г. Наньтун, провинция Цзянсу)

Китайские архитекторы изобрели способ строительства **дешевых домов из отходов**. Их секрет в огромном 3D-принтере, который печатает здание. В настоящее время в этом уже нет ничего необычного – технологии печатанья зданий уже известны. Инновация в том, что китайские дома собираются изготавливать **из строительного мусора**. Таким образом специалисты архитектурной компании **Winsun** намерены решить сразу две проблемы: помимо создания недорогих домов проект даст вторую жизнь строительному мусору и отходам промышленного производства – именно из этого создаются дома. Гигантский принтер имеет внушительные размеры – 150x10x6 метров. Устройство мощное и высокопроизводительное, и за сутки может напечатать до 10 домов. Себестоимость каждого из этих домов составляет не более 5 000 \$.

Огромная 3D-принтерная машина возводит наружную конструкцию, внутренние перегородки монтируют позже – вручную. С помощью технологии 3D-печати в КНР надеются решить насущную проблему доступного жилья. Уже в скором времени в стране появится несколько сотен фабрик, на которых из строительного мусора будут производить расходные материалы для гигантского принтера.



На рынке строительных материалов существует множество разнообразных видов экологических материалов. Качественный строительный материал создаст микроклимат, который будет благоприятно воздействовать на человека и не вредить окружающей среде. При проектировании здания или сооружения нужно довольно серьезно подойти к выбору того или иного материала, подробно изучить его характеристики и свойства.



**Спасибо за внимание**