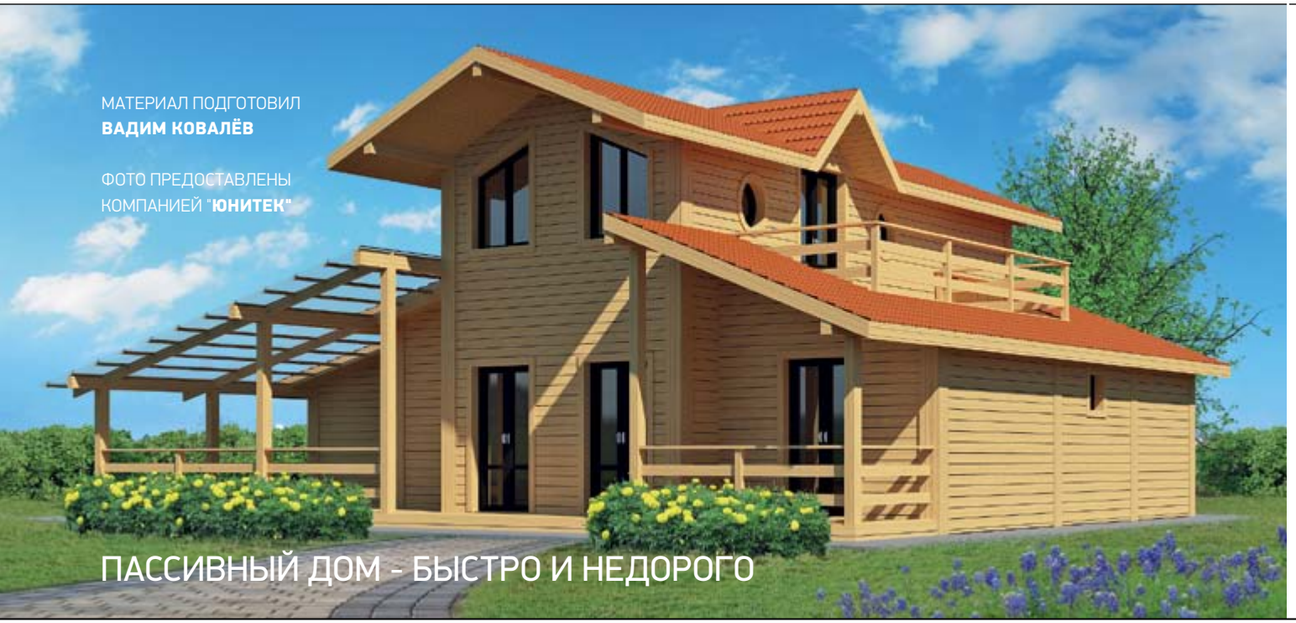


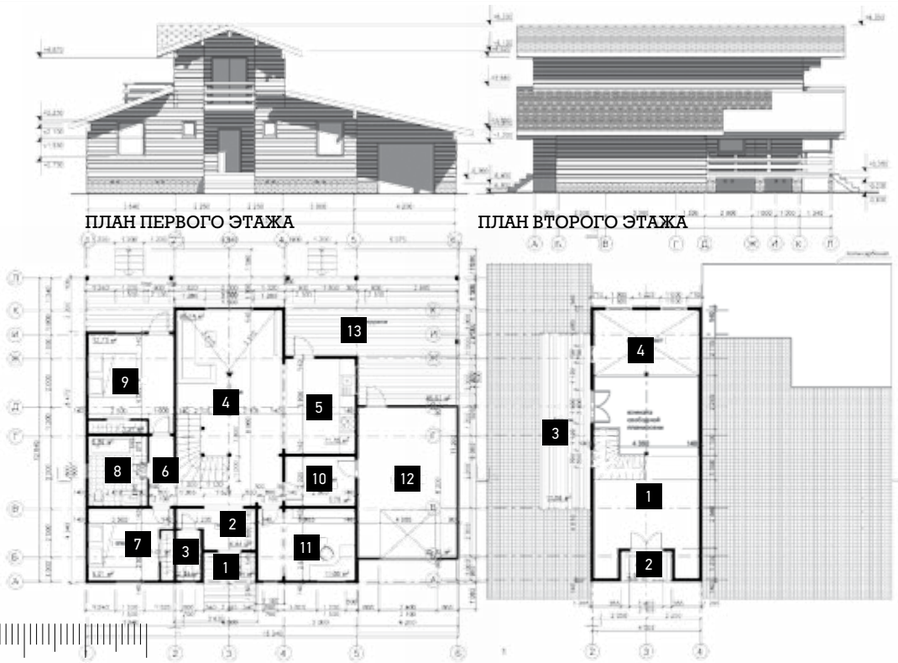
МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВИЛ
ВАДИМ КОВАЛЁВ

ФОТО ПРЕДОСТАВЛЕНЫ
КОМПАНИЕЙ "**ЮНИТЕК**"

ПАССИВНЫЙ ДОМ - БЫСТРО И НЕДОРОГО

Тёплый пакетный брус

Наш журнал уже рассказывал о том, что представляет из себя сотовый или пакетный брус и опыте возведения из него жилых домов. Эта технология была усовершенствована её разработчиками и теперь позволяет строить даже пассивные дома. Знакомимся с новинкой!



ЭКСПЛИКАЦИЯ ПЕРВОГО ЭТАЖА

1. Крыльцо ..... 2,6 м²
2. Тамбур ..... 4,4 м²
3. Санузел ..... 2,0 м²
4. Гостиная ..... 35,1 м²
5. Кухня ..... 11,2 м²
6. Коридор ..... 3,0 м²
7. Спальня ..... 10,0 м²
8. Санузел ..... 6,9 м²
9. Спальня ..... 13,9 м²
10. Кладовая ..... 5,8 м²
11. Кабинет ..... 11,7 м²
12. Гараж ..... 25,3 м²
13. Терраса ..... 46,6 м²

ЭКСПЛИКАЦИЯ ВТОРОГО ЭТАЖА

1. Комната свободной планировки ..... 29,0 м²
2. Балкон ..... 2,6 м²
3. Балкон ..... 15,6 м²
4. Второй свет

Рост цен на энергоносители привёл к тому, что практически во всех развитых странах мира, и в том числе в России были повышены требований к теплосберегающей способности материалов для возведения стен современных домов. Однако в последнее время сформировалась огромная группа застройщиков, выбирающих не просто энергосберегающие технологии, а отдающих предпочтение строениям так скажем сверхэнергоэффективным, т.е. домам, которые во всём мире принято называть пассивными. Возводятся такие дома в основном по каркасной технологии, однако нравится она далеко не всем, и те, кому она не нравится готовы чуть ли не по всему миру искать новые компромиссные варианты строительных технологий. Одной из таких разработок и является технология возведения домов из деревянного утеплённого пакетного бруса.

1-4. Пакетный брус шириной 430 мм для внешних стен (1) и шириной 250 мм - для внутренних стен (2). При сборке для соединения их по вертикали используются нагели длиной 280 мм и сечением 100 x 50 мм или 40 × 40 мм (3). Брус поступает на строительную площадку полностью готовым к сборке, и лишь иногда его соединительные плоскости требуют небольшой подгонки (4)

5, 6. До начала сборки стен в бетон плиты с шагом 2 м вмонтировали анкерные шпильки (5), с помощью которых позднее притянули первые три собранных ряда бруса в фундаменту

КОНСТРУКТИВ БРУСА

Рассматриваемая нами оригинальная технология возведения домов из пакетного бруса была разработана и запатентована специалистами компании «Юнитек» и получила название LOGECO.

Первоначально пакетный брус имел сечение 250 × 140 мм (Ш × В) и представляет собой многослойную деревянную конструкцию. Её наружные слои изготовлены из сухой профилированной доски толщиной 40 мм, внутренние — из сухой доски толщиной 25 мм. Слои разделяют бруски сечением 40 × 40 мм, расположенные в шахматном порядке с шагом 400 – 600 мм. Деревянные элементы не склеены, а стянуты в пакет (откуда и название технологии) полиэстеровой лентой, используемой при упаковке грузов - шаг стяжек колеблется от 400 до 600 мм. Эти стяжки способны выдерживать огромные нагрузки (усилие на разрыв до 750 кгс), не разлагаются под воздействием солнечных лучей и не трескаются на морозе и при этом обладают спо-

ФУНДАМЕНТ ДОМА

Основание под дом готовили французские строители. Для начала они подвели к дому поселковые коммуникации (включая систему ГВС), а затем создали свайно-ростверковую конструкцию (диаметр свай - 250 мм, глубина - 1700 мм, шаг - 1,5 м, сечение ростверка - 1000 x 400 мм), поверх которой была залита утеплённая снизу монолитная железобетонная плита (толщина слоя утеплителя - 100 мм, толщина бетона - 200 мм) (б). Цоколь фундамента и края плиты на ширину 500 мм (чуть больше толщины стены) по всему периметру были прикрыты специальной гидроизоляционной плёнкой (а).

7-12. Угловое (7, 8) и Т-образное соединение бруса (9-12) выполняли в следующем порядке: из сопрягаемой с нижележащим брусом части вынимали утеплитель (11), устанавливали брус на место и прикрепляли одну или обе его крайние ламели к сопрягаемому брусу саморезами (9, 10), а затем вновь вкладывали удаленный утеплитель в зазоры между ламелями (12)

13-15. Вертикальные и горизонтальные примыкания бруса в угловых и Т-образных соединениях стен уплотняли с помощью лент льноджутового полотна шириной 150 мм

16-19. Силовую конструкцию междуэтажного перекрытия создавали из деревянного бруса двух сечений 200 х 80 мм и 200 х 50 мм. Из более мощного бруса изготавливали силовые балки (17, 18), которые для надёжности, как правило, врезались в брус стены. Из бруса меньшего сечения изготавливались лаги пола, устанавливаемые с шагом 600 мм (16, 19)

20, 21. Технология создания стен второго этажа практически таже, что и стен этажа первого. Только здесь стены сначала собирали целиком, а потом подрезали по линии, создавая фронтоны

УКРЕПЛЕНИЕ ПРОЁМОВ

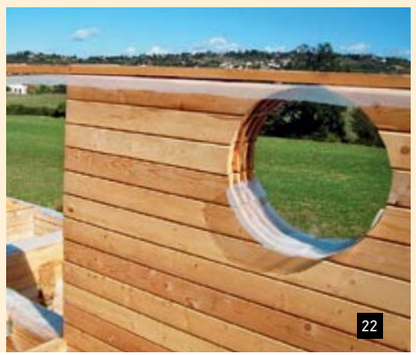
Для того, чтобы скрепить между собой торцы пакетного бруса выходящие в дверной или оконный проём в крайние пазы вкладывают бруски сечением 100 х 50 или 40 х 40 мм, выполняющие так же роль обсадного бруска. При установке окон или дверей к этим брускам прикрепят саморезами деревянную коробку из доски толщиной ?? мм, оставив над ней усадочный зазор, а затем к коробке закрепят раму окна. Естественной усадке брусовых стен конструкция не препятствует.

собностью упруго удлиняться под нагрузкой (растягиваться на 14 % от своей длины), а после её исчезновения возвращаться в исходное состояние, сохраняя первоначально заданное усилие по стягиванию конструкции. Применение стяжек позволило уменьшить себестоимость элементов за счёт снижения объёма работ при строгании элементов, а кроме того, исключить длительный этап склейки.

В результате брус представляет собой многослойную конструкцию из натуральной древесины, в которой при изготовлении сформированы полости-ячейки, аналогичные полостям в пустотелом кирпиче. И эти полости можно заполнять эффективным утеплителем. Каким? В этом вопросе у заказчика есть возможность осуществить свои самые смелые пожелания. Так, в базовом варианте эти полости должны заполняться гранулами пеностекла (без связующего). Это экологически чистый по химическому составу (как и обычное стекло) и эффективный звуко- и теплоизоляционный материал, срок службы которого неограничен. Второй вариант заполнения — эковата, которая затрамбовывается в ячейки бруса вручную. И наконец, вариант третий - использовать в качестве заполнителя минеральную вату на основе стекла или базальта. Возможно так же использование любых нравящихся заказчику утепляющих материалов, например, «Холлофайбера», который сегодня широко используется при пошиве тёплой верхней одежды, одеял и т. п. По расчётам приведённое сопротивление теплопередаче стеновой пакетной конструкции щирииной 250 мм составляет R_o = 3,33 м² • °С /Вт.

Указанная величина полностью соответствует требованиям действующего ныне СНиП II 3 79*, однако для внешних стен пассивного дома её явно недостаточно. Поэтому брус шириной 250 мм в сегодняшнем варианте технологии применяется только для внутренних несущих стен, а внешние собиаются из пакетного бруса шириной 430 мм. Его наружные слои изготовлены из досок той же толщины, что и в брусе шириной 250 мм, в вот внутренние - из доски толщиной 30 мм. Разделяют эти слои бруски-распорки сечением 100 х 50 мм. Собранные из такого утеплённого бруса стеновые конструкции по расчётам имеют приведённое сопротивление теплопередаче R_o = 8 м² • °С /Вт.

ВНЕШНИЕ СТЕНЫ ПАССИВНОГО ДОМА СОБИАЮТСЯ ИЗ ПАКЕТНОГО БРУСА ШИРИНОЙ 430 ММ, ВНУТРЕННИЕ - ИЗ ТАКОГО ЖЕ БРУСА, НО ШИРИНОЙ 250 ММ



22. Украшением дома являются расположенные на втором этаже круглые окна. Однако изготовить своими силами деревянную коробку для их обрамленя строители не смогли - пришлось заказывать в местной мастерской

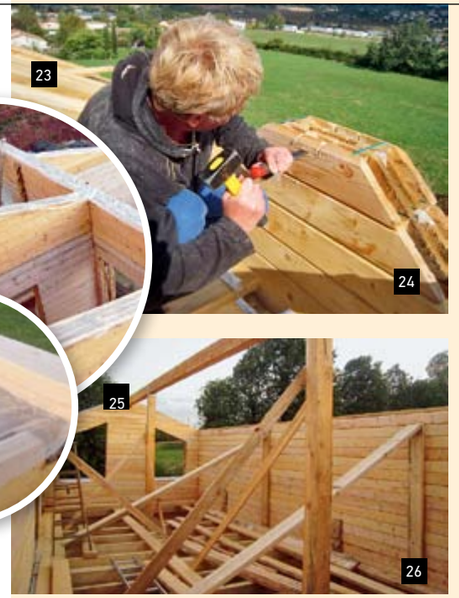
ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ

Пакетный брус поступает на строительную площадку в виде набора готовых уже утеплённых элементов, изготовленных в заводских условиях, что, во-первых, позволяет полнее контролировать качество выпускаемой продукции, а во-вторых, значительно ускоряет работы на строительной площадке.

При сборке брус соединяется между собой по вертикали шкантами-нагелями: во внешних стенах - сечением 100 х 50 мм, во внутренних - 40 х 40 мм. В любом случае нагели имеют длину 280 мм (толщина двух бусьев) и устанавливаются с шагом 05 - 1 м.

Для уменьшения потерь тепла и снижения продуваемости межвенцовых соединений их уплотняют двумя способами. Для уплотнения продольных стыков используют саморасширяющуюся ленту (ПСУЛ),

которую вкладывают во внутреннюю канавку на кромке ламели бруса, обращённой в помещение. Задача такой ленты — стать препятствием для неконтролируемого потока влажного воздуха из помещения в конструкцию через межвенцовый стык (иначе зимой внутри бруса будет намерзать лед). Процессу естественной инфильтрации паров через деревянную стену (как в срубовых конструкциях) эти ленты не мешают. При утеплении угловых или Т-образных соединений используется льноджутовое полотно. Его же укладывают в продольные стыки бруса через каждые три венца, чтобы исключить возможность образования внутри стены сквозных по высоте ячеек.



23-26. Сверху смонтированные стены по всему их периметру прикрыли полиэтиленовой плёнкой (23, 24). В вершинах фронтонов сделали выпилы, под концы конькового прогона (25), а затем собрали из нескольких частей и установили на место сам прогон (брус ??? x ?? мм). Под стыками его частей смонтировали стойки-опоры из бруса того же сечения, что и прогон (26)

27-28. Между собой части прогона скрепили пластинами, к опорам прикрепили уголками (27). Пятка стойки опирается на сдвоенные лаги междуэтажного перекрытия (28)

Возможно, такая технология сборки кому-то покажется не очень надёжной. Однако это совсем не так. Проведённое в Ивановском государственном архитектурно-строительном университете (ИГАСУ) испытание образца стены из четырёх утеплённых пеностеклом пакетных брусьев шириной 250 мм, соединённых между собой по вертикали шкантами-нагелями сечением 40 × 40 мм, показало, что он способен выдержать нагрузку до 2750 кгс/м.

Теперь рассмотрим технологию строительства из пакетного бруса на примере возведения компанией «Юнитек» пассивного дома общей площадью 228,4 м^2 в пригороде Тулузы, Франция.

ЧУДЕСА ВСЁ-ТАКИ СЛУЧАЮТСЯ

Да, да, не удивляйтесь! Заказчик действительно оказался жителем Франции. И даже искать его разработчикам технологии не пришлось - он сам подошёл к ним на выставке деревянного домостроения и предложил построить ему дом. Уже через неделю после выставки он, как и обещал, прислал эскизный проект, а ещё через две недели получил по электронной почте рабочий проект,

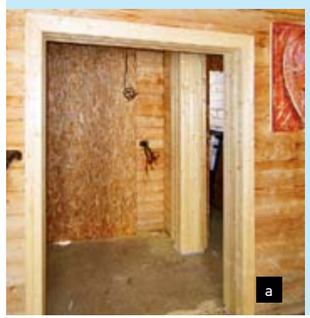
29-32 Верхний конец стропил над флигелями опирается на стену и закреплённый к ней брус (29). Стыки стропил при наращивании располагали над внутренней стеной (30, 31). В стенах под стропила делали выпилы (32)

33-36 На крыше создали сплошной настил из водостойких ОСП-плит толщиной 12 мм, на который в связи с тем, что крыша имеет небольшой угол наклона, настелили сплошной гидроизоляционный ковёр. Стыки его полотен дополнительно проклеили скотчем (34). Далее к настилу прикрепили рейки контр-обрешетки 35), а к ним - деревянную обрешётку (33, 36)

37-40. По задумке архитектора крыши над террасами должны быть светопрозрачными - их позднее изготовили из сотового поликарбоната (37, 38). Кровлю (39, 40) создали из керамической черечерепицы

ОТДЕЛКА УГЛОВ И ТОРЦОВ БРУСА

Угловые и Т-образные соединения пакетного бруса в стенах, их которых к тому же виднеется заложенное в них для уплотнения льно-джутовое полотно внешне не очень приглядны. Улучшить их внешнний вид решили с помощью декоративных плоских, а так же угловых и П-образных накладок, котороые изготовили из доски толщиной 20 мм, имитирующей ламели пакетного бруса. К стенам доски прикрепили таким образом, что крепёжные элементы снаружи не видны.



который и одобрил. А ещё через три недели во Францию отбыл первый автофургон с комплектом деталей для будущего дома. Следом отправилась и бригада строителей. Ну, а всё дальнейшее было просто их профессиональным делом, о чём свидетельствует фоторепортаж со строительной площадки. И ведь мало того, что что всё у них получилось как надо, так ещё и помогли исправить небольшую ошибку, допущенную французскими специалистами при проектировании фундамента. Дело в том, что монолитная утеплённая плита была единой, как под домом, так и под опоясывающей его террасой. И, значит, в зимнее время бетон под террасой будет остывать, и по нему холод будет забираться в дом. Выход нашли простой - после возведения дома по всей его внутренней площади уложили слой экструдированного пенополистирола толщиной 100 мм, а потом прикрыли его бетонной стяжкой той же толщины. Заказчик найденным решение остался крайне доволен.

41-44. Трубы систем ХВС и ГВС были заранее разведены с помощью гребёнок, смонтированных под утеплённой плитой пола (доступ есть через технический лаз). (41). По дому их развели прямо по бетонному полу (42). Электрокабели проложили внутри пакетного бруса (44) и вывели в помещения в проектных местах через отверстия во внутренней ламели (43)

45, 46. В доме смонтировали систему приточно вытяжной вентиляции, снабженную рекуператором

47, 48. В проёме второго света по просьбе заказчика смонтировали декоративную решетку (47). На лаги перекрытия уложили пароизоляцию и поверх настил из доски ?? мм (48)

ПО РАСЧЁТАМ ПРИВЕДЁННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ СТЕНЫ ИЗ УТЕПЛЁННОГО ПАКЕТНОГО БРУСА ШИРИНОЙ 430 ММ СОСТАВЛЯЕТ 8,0 М² •°С /ВТ

49-51. Между стропилами уложили утеплитель общей толщиной 250 мм (49), а затем под стропилами на специальной обрешетке разместили дополнительный его слой в 150 мм (50). Плиты прикрыли пароизоляцией, а затем вагонкой (51)

СТОИТ ЛИ ОВЧИНКА ВЫДЕЛКИ

Пассивные дома уже сегодня нравятся многим нашим соотечественникам прежде всего своей экономичностью. Но всё же большинство из них от строительства именно такого дома удерживают сомнения - оправдается ли хоть когда-нибудь в условиях России повышение затрат на его возведение. Попробуем ответить на этот непростой вопрос, но не на примере домы, возведённого во Франции (следить за потреблением энергии и рассходами на отопление в зарубежном доме затруднительно), а на примере эксплуатации двух домов, построенных по технологии LOGECO в условиях средней полосы России. Первый из них - пассивный дом площадью 145 м², возведённый из бруса шириной 430 мм, утеплённого эковатой. Стоимость его строительства составила около 6 млн. руб., а в месяц затраты на его отопление природным газом составляют 450 руб. в месяц (подтверждено опытом годичной эксплуатации). Второй энергоэффективный дом площадью около 160 м² построен из бруса LOGECO шириной 250 мм, так же утеплённого эковатой. Своим хозяевам он обошёлся в сумму 4,3 млн. руб, и затраты на его отопление составляют 1410 руб. в месяц (подтверждено опытом трёхгодичной эксплуатации).

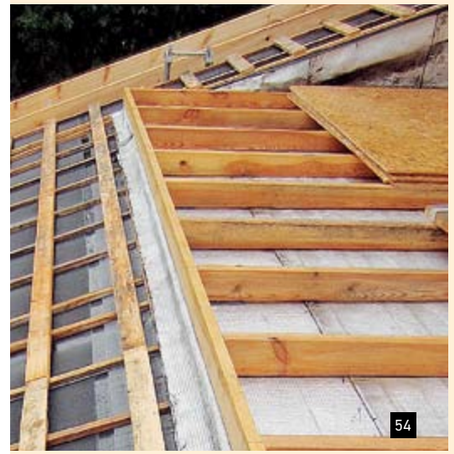
Итак удорожание строительства при переходе от энергоэффективного дома к пассивному составляет около 1,5 млн. руб. При этом ежемесячная экономия только на отоплении составляет около 1000 руб./мес. Разделив сумму удорожания на экономию узнаем, что затраты оправдаются через 1500 мес. или 125 лет. Но это при условии, что тарифы на энергоносители расти не будут. А они ежегодно растут не менее чем на 9%. И более сложный расчёт, учитывающий рост тарифов, даёт более реальную цифру - удорожание строительства только за счёт экономии газа полностью оправдает себя уже через 30 лет. Стоит ли за это бороться, пусть каждый, кто задумался над вопросом, строить или не строить пассивный дом, решит для себя сам.

Ну, а у французского заказчика пассивного дома в необходимости его строительства видимо никаких сомнений не было - ведь за рубежом уже сегодня стоимость энергоносителей значительно превосходит российскую.

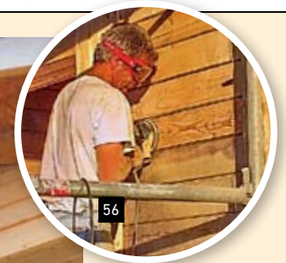
УКРУПНЁННЫЙ РАСЧЁТ СТОИМОСТИ ОБУСТРОЙСТВА КОРОБКИ ДОМА (В ГОТОВНОСТИ ПОД ВНУТРЕННЮЮ ОТДЕЛКУ) ОБЩЕЙ ПЛОЩАДЬЮ 228,4 М² *

Наименование работ	Кол-во	Стоимость, руб.
ФУНДАМЕНТ, СТЕНЫ, ПЕРЕГОРОДКИ, ПЕРЕКРЫТИЯ, КРОВЛЯ		
Устройство фундамента (буронабивные сваи, монолитный ростверк, утеплённая снизу монолитная железобетонная плита)	компл.	284 931
Устройство плиты в гараже	компл.	46 851
Сборка силового каркаса дома	компл.	839 547
Устройство полов, потолков, кровли	компл.	575 384
Установка окон	компл.	115 998
Установка дверей	компл.	13 776
Монтаж лестницы	компл.	75 600
Антисептирование	546 м²	36 709
Покраска наружная	496 м²	106 441
ВСЕГО ПО РАЗДЕЛУ		2 160 377
Применяемые материалы по разделу		
Домокомплект, силовой каркас включающий внешние стены из бруса LogECO 430 мм, внутренние стены из бруса LogECO 250 мм, балки, стойки, стропильную систему, каркас перегородок, декоративные накладки (плоские, угловые и П-образные), контробрешетку, балки пола и черновой пол	компл.	3 212 832
Материалы для устройства фундамента	компл.	340 069
Материалы для устройства плиты в гараже	компл.	78 005
Полы, потолки, перегородки, кровля (отделка)	компл.	1 427 788
Евроокна деревянные, оконные коробки (приведенное сопротивление теплопередаче не менее 0,8 м² оС/Вт, стеклопакет заполнен аргоном)	компл.	474 749
Двери (входная и межкомнатные)	компл.	88 695
Лестница межэтажная	компл.	59 130
Покрытие террасное	компл.	175 242
Антисептик	компл.	16 449
Краска фасадная	компл.	169 636
ВСЕГО ПО РАЗДЕЛУ		6 042 595
ИТОГО		**8 202 971**

* Расчёт выполнен без учёта транспортных расходов. Цены приведены по состоянию на 01.04.2015 г.



52-54. В проёмах наружных стен смонтировали энергосберегающие окна и двери, и обрамили их деревянными наличниками (52, 53). На черновой пол балкона (54) настелили гидроизоляцию, поверх которой смонтировали лаги, к которым закрепили настил



55, 56. Свесы и выпуски крыши подшили вагонкой (55), а затем отшлифовали стены (56) из пакетного бруса снаружи и изнутри дома, азатем обработали антисептиком и лессирующим составом, сохранив цвет древесины