

Энергоэффективность в строительстве

- Методы и приёмы проектирования энергоэффективного здания

Рекомендуемая литература

1. Волков А.А., Челышков П.Д., Седов А.В. Моделирование энергоэффективных инженерных систем, МГСУ. 2014
2. Волков А.А., Челышков П.Д., Седов А.В. Энергетическое моделирование объектов строительства, МГСУ. 2014
3. Фаррахов А.Г. Энерго- и ресурсосбережение в строительстве и городском хозяйстве. – М.: Изд-во АСВ, 2016.
4. Волков А.А. Информационные системы и технологии в строительстве, МГСУ. 2015.
5. Романенко Е.Ю. Повышение энергетической эффективности ограждающих конструкций - путь повышения эффективности эксплуатации зданий и сооружений. Ростовский государственный строительный университет. Инженерный вестник Дона, №4 стр. 255. 2013
6. Головнев С.Г., Русанов А.Е. Оценка влияния архитектурно-планировочных решений гражданских зданий на энергоэффективностью // Академический вестник УралНИИпроект РААСН . – 2012. – №4.
7. Рубашкина Т.И. К вопросу о повышении энергоэффективности ограждающих конструкций зданий. // ГИАБ . – 2007. – №12.
8. <http://www.rg.ru/2012/10/30/reg-pfo/soveshanie.html>
9. <http://vbmpro.ru>

Основные понятия



Энергоэффективность (ЭЭ) – комплекс мероприятий, направленных на экономию энергоресурсов, используемых для обеспечения комфортных условий проживания и жизнедеятельности человека в различных зданиях и строениях.

Энергосбережение – общенациональная задача, в процесс модернизации экономики России включены не только хозяйствующие субъекты, но и все общество в целом, общественные организации, политические партии, а вопросам энергосбережения и энергетической эффективности уделяется особое внимание.

Главная задача энергосбережения – обеспечение комфортных условий для нахождения людей в здании с максимально возможной минимизацией ресурсов на поддержание этих условий.

Энергоэффективность и энергосбережение входят в пять стратегических направлений приоритетного технологического развития России, названных Президентом РФ, являются огромным резервом отечественной экономики.

Раздел Энергоэффективность Проекта описывает мероприятия направленные на обеспечение соблюдения установленных требований энергоэффективности, отображает на схеме здания расположение приборов учета используемых энергетических ресурсов, проводит проверку соответствия показателей энергоэффективности принятым нормам по тепловой защите здания (строения, сооружения)

«Сравнительный анализ понятий «Энергоэффективность» и «Энергосбережение»

Понятие	Отличительные особенности	
	Определение	Сфера применения
Энергоэффективность	Отношение фактического значения показателя использования энергии и энергетических ресурсов к теоретически достижимому	Стадии производства энергии
Энергосбережение	Комплекс мер или действий, предпринимаемых для обеспечения более эффективного использования энергии и энергетических ресурсов	Стадии транспорта и сбыта энергии (потребление)

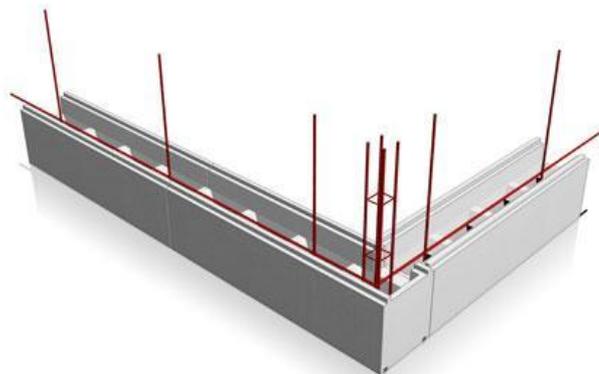
Основные причины, побудившие разработку энергоэффективного здания



Основной источник энергии XX века – нефть.



Возобновляемые источники энергии.



Применение энергоэффективного материала в строительстве зданий.

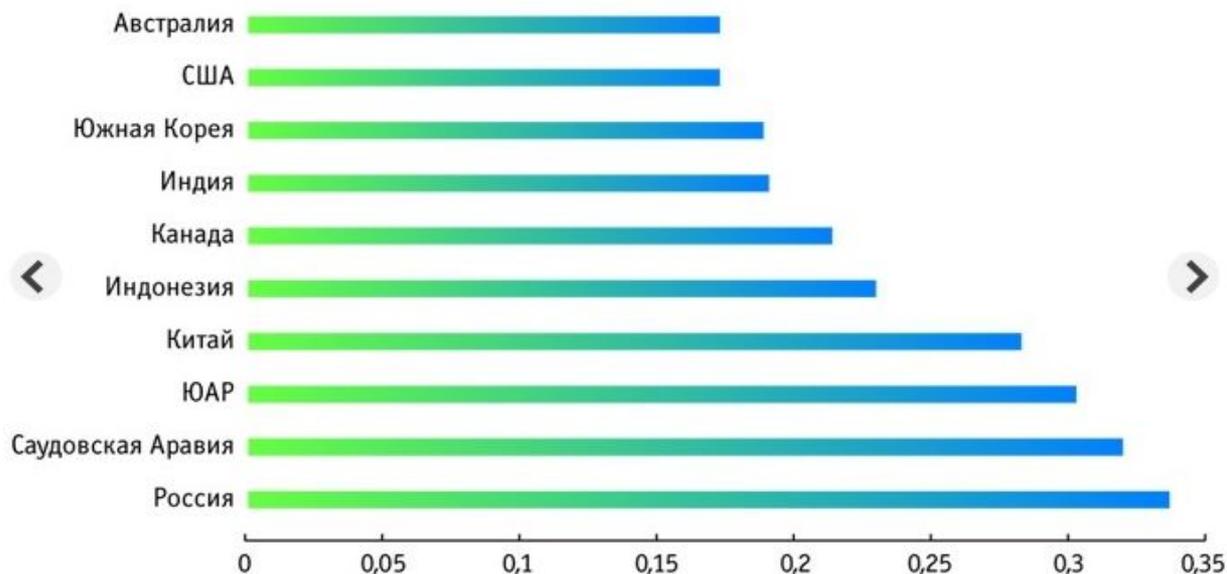
Нефтяной кризис 1973 года

- Кризис 1973 года потряс экономику практически всех стран, как развитых, так и развивающихся.
- **Жидкое топливо превратилось в главный источник энергии.** Удельный вес нефти и газа вырос с 19% до 63%.
- Нефтяное оружие играло значительную роль с политической точки зрения, но еще большее значение оно имело с точки зрения экономики.
- **Кризис стимулировал разработку, а затем и внедрение энергосберегающих технологий в невиданных до этого времени масштабах.**
- Энергосберегающая техника и технологии в свою очередь способствовали успешному решению экологических проблем экономического развития, становящегося более сбалансированным.

Структура проблем, в области разработки энергоэффективного здания

Расточительная десятка

Энергоёмкость ВВП по паритету покупательной способности, кг нефтяного эквивалента/долл. США

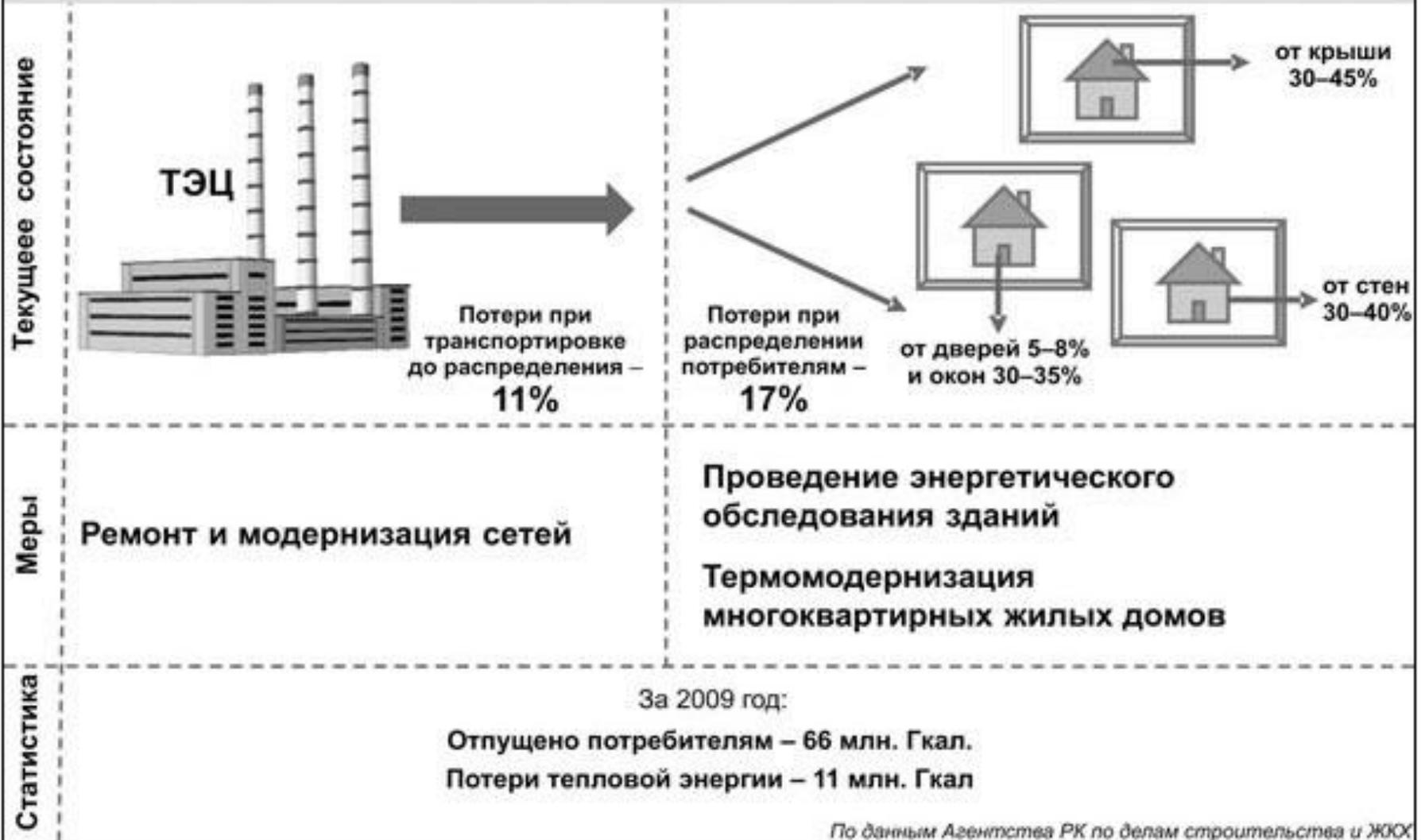


Источник: *Global Energy Statistical Yearbook 2012*

- Проблема энергоэффективности стоит остро в основном из-за незнания и отсутствия стимула к экономии ресурсов.
- Россия – мировой лидер по расточительству энергии.
- Только лишь за счёт средств населения нельзя сделать основой повышения роли энергоэффективности.
- Отрыв от Европы по технологиям и инвестированию в области энергоэффективности.
- Неэффективное распределение строительства энергоэффективных домов по регионам России.

- Зависимость от нефти.
- Высокая энергоёмкость страны.
- Воровство энергии.
- В сознании граждан страны не включён механизм экономии энергии, а также присутствует нежелание обращаться к новым энергоэффективным технологиям.
- Недостаток стимулирующих мер.
- Много рекламы (пиара) энергоэффективности, мало реальных действий в этой области.
- Проблема энергоэффективности стоит остро в основном из-за незнания и отсутствия стимула к экономии ресурсов.
- ВИЭ-генерация в структуре потребления в России не превышает 0,8%.
- Отсутствие в России производства оборудования, необходимого для освоения возобновляемых источников энергии, и неконкурентоспособность отечественного машиностроения

Потери тепловой энергии

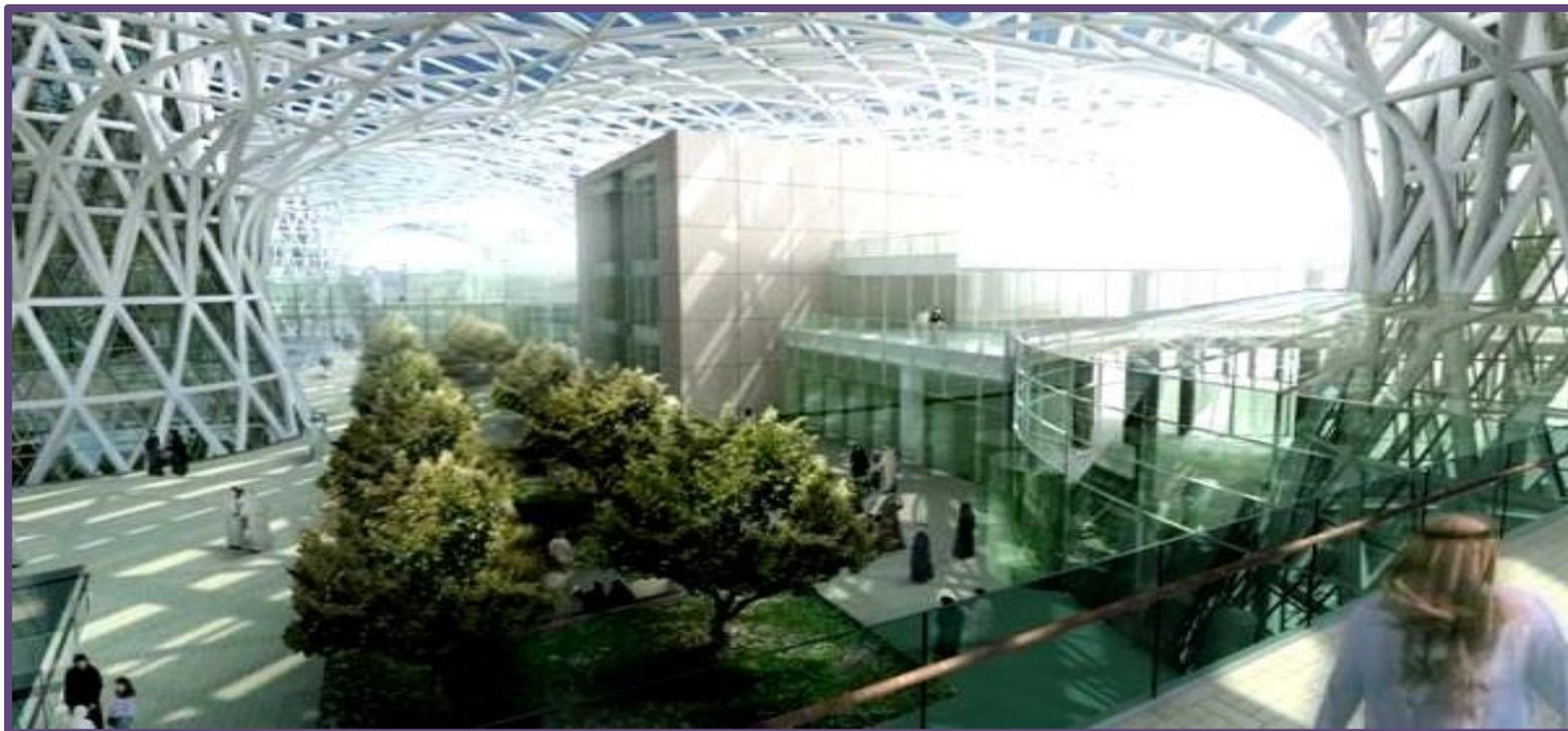


Пути решения проблем создания энергоэффективного здания



- Помощь от государства (кредиты, субсидии, скидки)
- Льготы
- Тариф для ВИЭ становится значительно ниже, чем для других видов генерации
- Федеральный закон об энергосбережении.
- Энергосервисные контракты
- Экономия на стадии проектирования.
- Закупка инновационного оборудования государством для строительства энергоэффективных зданий.
- Необходимы штрафные санкции за превышение допустимых уровней удельного потребления к руководителям предприятий и организаций, чьи удельные расходы по данным паспортов, хранящихся в Минэнерго, превышает допустимый рубеж.

Примеры отечественного и зарубежного опыта разработки энергоэффективного здания



Эко-город Масдар — это реализация стратегического, всеохватного подхода к возобновляемой энергии, нацеленная на то, чтобы значительно продвинуть вперед чистые технологии. Корпуса потребляют на 70% меньше электроэнергии, чем традиционные здания той же площади.



Примеры отечественного и зарубежного опыта разработки энергоэффективног о здания

Нижний Новгород.
Ресурсосберегающая
система «Термоэкос»
разработанная
ООО «Компания
«МежрегионЭнергоСервис».
Всего 11 пунктов по
системам
энергоэффективности.



**СОВРЕМЕННОЕ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО**

```
graph LR; A[СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО] --- B[строительные материалы]; A --- C[технологии]; A --- D[нормативные документы]; A --- E[новое сознание граждан на строительство энергоэффективных зданий и технологий];
```

строительные
материалы

технологии

нормативные
документы

новое сознание
граждан на
строительство
энергоэффективных
зданий и технологий

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

полезное (эффективное)
расходование энергии

отрасль знаний,
находящаяся на стыке
инженерии, экономики,
юриспруденции и
социологии.

входит в 5 стратегических
направлений
приоритетного
технологического
развития, обозначенных
Премьером России Д.А.
Медведевым

**СОВРЕМЕННОЕ
ПРОБЛЕМЫ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА**

количество времени при
строительстве

стоимость (материала,
трудоzатрат)

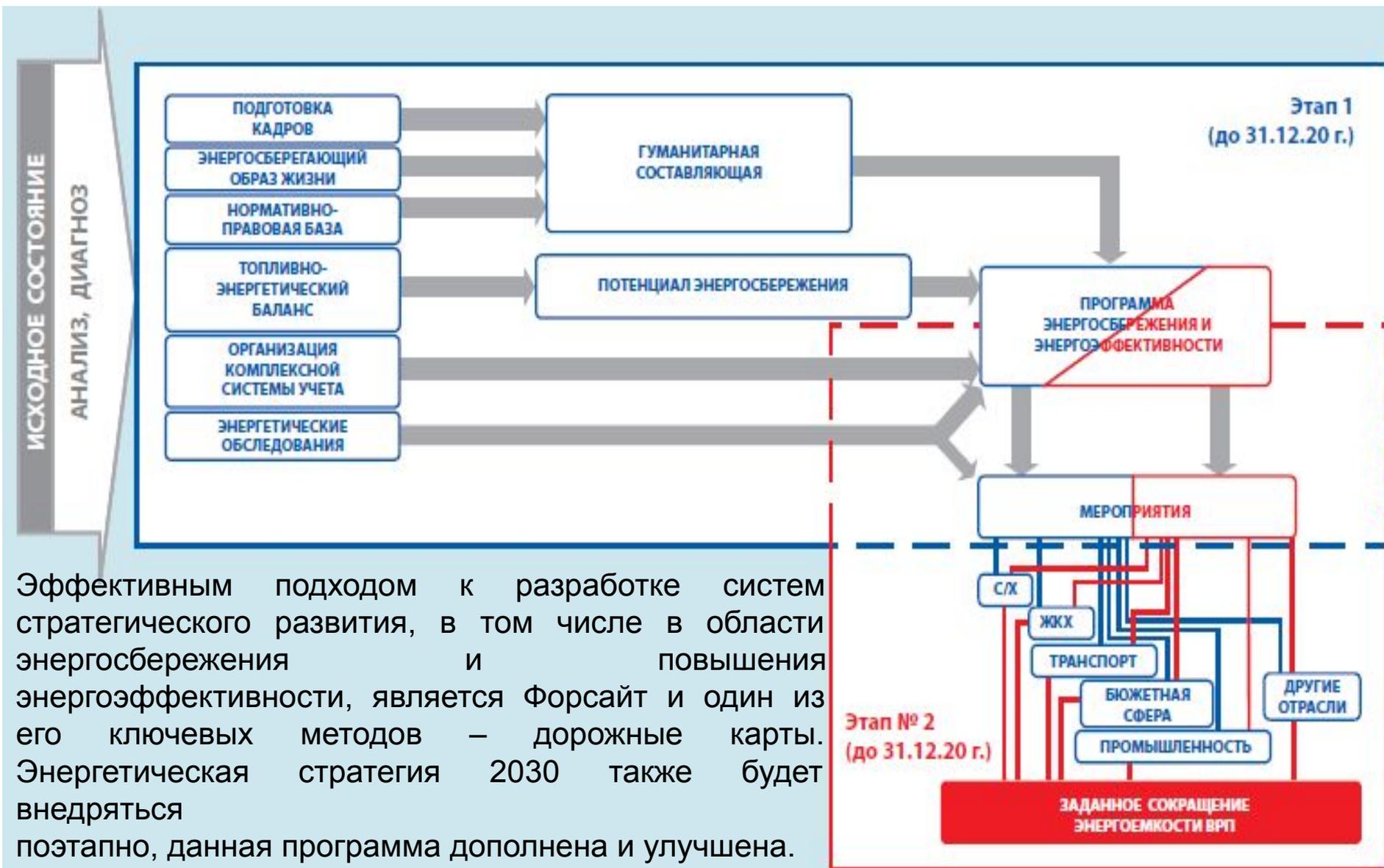
строительный материал
(стоимость, доставка, монтаж)

тепло-, звуко-, гидро- изоляция

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Трудоzатраты (чел-ч, маш-ч)

Современные подходы к разработке энергоэффективного здания



Эффективным подходом к разработке систем стратегического развития, в том числе в области энергосбережения и повышения энергоэффективности, является Форсайт и один из его ключевых методов – дорожные карты. Энергетическая стратегия 2030 также будет внедряться поэтапно, данная программа дополнена и улучшена.

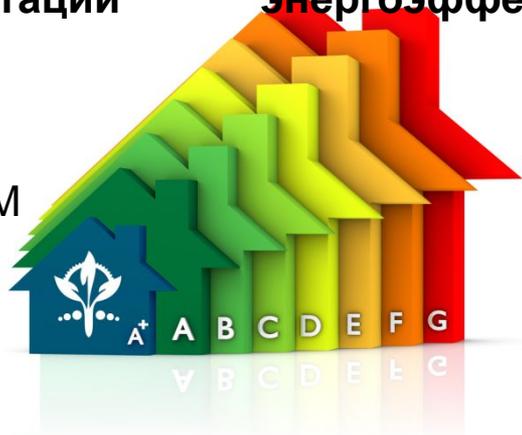
Анализ существующей нормативной базы разработки энергоэффективного здания.

Нормативно-законодательная база по энергосбережению.

- Распоряжение от 27 сентября 2012 г. №1794-р
- Постановление № 318
- Приказ от 8 апреля 2011 г. № 161
- ФЗ № 261

Внедрение международных систем сертификации (рейтинговые системы) для оценки показателей объекта недвижимости на этапах проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективного здания.

- LEED
- BREEAM
- DGNB



В процессе возведения энергоэффективного здания

- СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».
 - СНиП 41-01-2003 «Отопление вентиляция и кондиционирование»
 - СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»
 - СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»
 - СНиП 2.04.07-86* «Тепловые сети»
 - СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»
 - ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
 - ТСН 23-308-00 «Нормы теплотехнического проектирования гражданских зданий с учетом энергосбережения» (Московская область)
 - СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий
 - СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»
 - СП 50.13130.2012 Тепловая защита зданий
 - Руководство «Требования по составу и содержанию энергетического паспорта проекта энергоэффективного жилого и общественного здания», НП АВОК 2010
- Все теплотехнические и энергетические показатели сводятся в Энергетическом паспорте.

Анализ проектирования и возведения энергоэффективных зданий в РФ

Структура строительных организаций и применяемые энергоэффективные технологии при возведении энергоэффективных зданий в России

№	Компании	Технологии
1	Россети	Установка интеллектуальных приборов учёта электроэнергии
2	Schneider Electric	Автоматизация зданий
3	Bayer	Возведение зданий из сэндвич-панелей
4	P.B.C.	Счётчики потребления ресурсов
5	E2	Энергоэффективные решения в малой генерации
6	Энжекс Лаб	Внедрение системы интеллектуального управления энергопотреблением зданий
7	Сименс	Автоматизация зданий
8	Philips	Инновационные светодиодные системы освещения
9	Grundfos	Энергоэффективные насосы
10	ROCKWOOL	Энергоэффективный утеплитель
11	Мосстрой 31	Несъёмная опалубка из пенополистирола, теплоизоляция фасадов

Рабочие специальности, занимающиеся проектированием энергоэффективных зданий

№	Рабочие специальности	Сфера деятельности
На стадии проектирования		
1	Архитектор	Разработка раздела проекта « Энергоэффективность »
2	Проектировщик систем ОВИК	Разработка раздела проекта « Энергоэффективность »
3	Инженер конструктор	Разработка раздела проекта « Энергоэффективность »
4	Электрик	Разработка раздела проекта « Энергоэффективность »
5	ГИП	Контроль разработки раздела проекта « Энергоэффективность »
На стадии эксплуатации		
1	Энергоменеджер	Необходимо выявлять и ликвидировать причины потерь энергии, обеспечивать повышение энергетической эффективности общественного производства, управлять проектами энергопользования.
2	Энергоаудитор	Юридическое лицо, организация (кроме государственных надзорных органов), осуществляющее энергетические обследования потребителей ТЭР и имеющее лицензию на производство этих работ.

Классификация зданий по энергетической эффективности

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного значения показателя удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого, %	Рекомендуемые мероприятия, разрабатываемые субъектами РФ
При проектировании и эксплуатации новых и реконструируемых зданий			
A++		ниже -60	Экономическое стимулирование
A+	Очень высокий	от -50 до -60 включительно	
A		от -40 до -50 включительно	
B+	Высокий	от -30 до -40 включительно	Экономическое стимулирование
B		от -15 до -30 включительно	
C+	Нормальный	от -5 до -15 включительно	Мероприятия не разрабатываются
C		от +5 до -5 включительно	
C-		от +15 до +5 включительно	
При эксплуатации существующих зданий			
D	Пониженный	от +15,1 до +50 включительно	Реконструкция, при соответствующем экономическом обосновании
E	Низкий	более +50	Реконструкция, при соответствующем экономическом обосновании, или снос

Проектирование энергоэффективного здания

Проектирование энергоэффективного здания включает в себя учет **комплекса факторов**, совокупная реализация которых позволяет обеспечить общество энергоэкономичными зданиями.

К ним относятся:

- архитектурно-планировочные решения;
- эффективные инженерные системы;
- энергоэффективные ограждающие конструкции.

Здания, строения, сооружения потребляют **более 40%** всей произведенной энергии. Энергоемкость строительной продукции в России выше зарубежных показателей (в 2,5 раза **выше** среднемирового уровня и в 3,0-3,5 раза выше, чем в развитых странах).



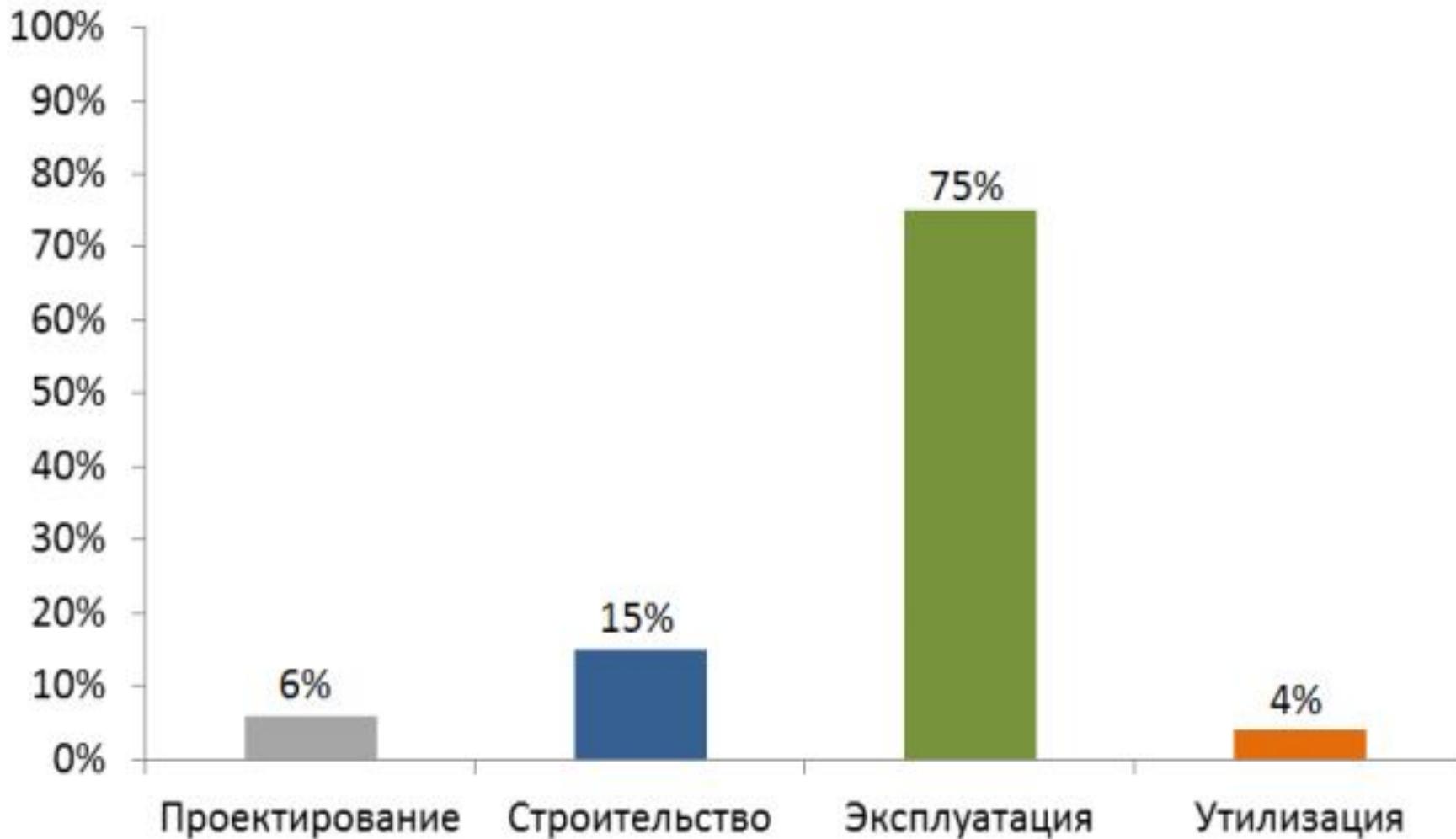
Целевые удельные показатели энергетической эффективности объектов капитального строительства в Москве

Показатель	Действующий норматив	Нормируемое значение, устанавливаемое		
		в 2009 году	01.10.2010	01.01.2016
Жилые здания высотой более 11 этажей				
Общее удельное потребление энергии зданием ² , кВт·ч/м ² в год,	215	160 (25) ³	130 (40) ³	86 (60) ³
в том числе:	95	71	57	40
–на отопление и вентиляцию;	100	75	–	–
–горячее водоснабжение (оценочно);	20	14	–	–
–освещение общедомовых помещений, лифты, электронику, насосное и вентиляционное оборудование (оценочно)				
Социальные и общественно-деловые здания выше 3-х этажей и с односменным режимом работы				
Общее удельное потребление энергии зданием ² , кВт·ч/м ² в год, в том числе:	187	140 (25) ³	112 (40) ³	75 (60) ³
–на отопление и вентиляцию;	120	90	72	48
–горячее водоснабжение (оценочно);	12	10	–	–
–освещение, кондиционирование (охлаждение), лифты, электронику, насосное и вентиляционное оборудование (оценочно)	55	40	–	–

Классы энергетической эффективности зданий

Класс		Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии ¹ от нормативного, %	Мероприятия, рекомендуемые органам администраций субъектов РФ
Наименование	Обозначение		
При проектировании и эксплуатации новых, реконструируемых, модернизируемых зданий			
Очень высокий	A+ A	ниже -60 от -45 до -59,9	Экономическое стимулирование
Высокий	B++	от -35 до -44,9	Экономическое стимулирование в зависимости от года строительства
	B+	от -25 до -34,9	
	B	от -10 до -24,9	
Нормальный	C	от +5 до -9,9	-
При эксплуатации существующих зданий			
Пониженный	D	от +5,1 до +50	Желательна модернизация здания после 2020 года
Низкий	E	более +50	Необходимо немедленное утепление здания

Распределение энергетических затрат по этапам жизненного цикла здания



Результаты информационного развития методов и приёмов проектирования возведения энергоэффективного здания

Основопологающим документом информационного развития энергоэффективного здания является: ФЗ №261 « Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» глава 6. Пункт 22. Информационное обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Нормативные документы в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности

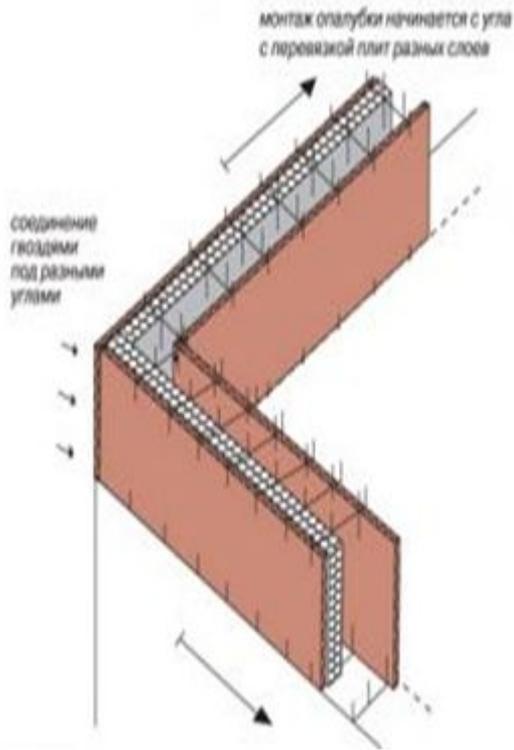
1. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
2. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ.
3. План мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в Российской Федерации, направленных на реализацию Федерального закона "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Утвержден распоряжением Председателя Правительства РФ 1 декабря 2009 года № 1830-р.
4. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Председателя Правительства РФ от 13 ноября 2009 года № 1715-р

Повышение энергетической эффективности ограждающей оболочки здания, включая стены, покрытия и окна является неотъемлемой задачей современного общества

поэтому требования по повышению энергетической эффективности зданий становится важной составляющей законодательства в большинстве стран мира, в том числе и в нашей стране.

Современные организационно-технологические основы
возведения энергоэффективных зданий

Выбор методов и приёмов возведения энергоэффективного здания



Древесно-цементно-бетонная несъёмная опалубка



Система «Пластбау»



Пенополистирольная опалубка «ABS»

Характеристики основных конструктивных элементов и наружных стеновых конструкций различных систем несъёмной опалубки

Наименование элементов	«Изодом» (пенополистирол)	«Симпролит» (пенополистирол)	«Дюрисол»	«Velox»	ЦСП с крупнопористым керамзитобетоном
Размеры, мм (длина ширинавысота)	1500x250x250	600x300x190 500x250x190	500x375x250 500x300x250	2000x500x35	800x800x37
Вес без заполнения, кг элементов/1 м ² стены опалубки	менее 1,5/4,5	2,7-4,1/28-44	11-15/88-120	24/48	30/68
Плотность, кг/ м ³	20-30	200(250)	600	670	500
Теплопроводность материала (в сухом состоянии / в условиях Б), Вт/(мхОС)	0,037/0,042	0,065/0,08	0,12/0,23	0,12/0,13	0,122/0,128
Паропроницаемость мг / (мхч*Па)	0,03	0,12	0,11	0,13	0,09
Прочность при сжатии, МПа	ОД	0,3(0,5)	1,2	1,3	1,8-2,2
Водопоглощение по массе, %	2 (по объему)	9,2	30	не более 35	10,4
Марка морозоустойчивости, F		F50	F25	F50	F50
Нормативный срок службы, лет	100	125	125	125	100
Горючесть материала	П,В2,Д3 (самозатухающий)	Нг	Г1,В1,Д1	Г1,В1,Д1	П,Д1
Отпускная влажность	2	4-6	25	25	5
Толщина несущего бетонного ядра, мм	150	80-150-170-200	120-150	150 (любая)	306
Удельный вес стены, кг/ м ²	280-300	179-241-263-302	463	427	350
Сопротивление теплопередаче стены R=3.15(м ² хОС/Вт)	3,077 не удовлетворяет	4,47-3,58-3,23-2,38	3,54-3,29	3,367	3,318
Огнестойкость ограждающей конструкции, час	2,5 (необходимо устройство противопожарных разделок на фасадах)	не менее 3	1,5	не менее 2,5	1,0

Изоляционные
плиты

Межэтажные
перекрытия

Неопор

Стиропор

Бетон

Несъемная
опалубка



Возведение объекта из несъёмной опалубки с применением композитной арматуры.

Несъёмная опалубка

Композитная арматура



Пластиковые перемычки

Требования к технологии проектирования несъёмной опалубки.

На стадии проектировании здания необходимо внедрять перспективные энергоэффективные материалы, позволяющие снизить материалоемкость, стоимость и трудоёмкость работ при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций.

Функциональная схема проектирования ограждающих конструкций здания.



Приближенная структура теплотерь здания

<i>Теплопотери, %</i>		<i>С вентиляцией</i>	<i>Через наружные стены</i>	<i>Через окна</i>	<i>Через пол первого этажа и через крышу</i>
Многоэтажное крупнопанельное здание	Всё здание	50	22	20	8
	Рядовая комната	52	16	22	-
	Угловая комната	47	42	11	-
Малоэтажное здание		20...30	30...36	25	10

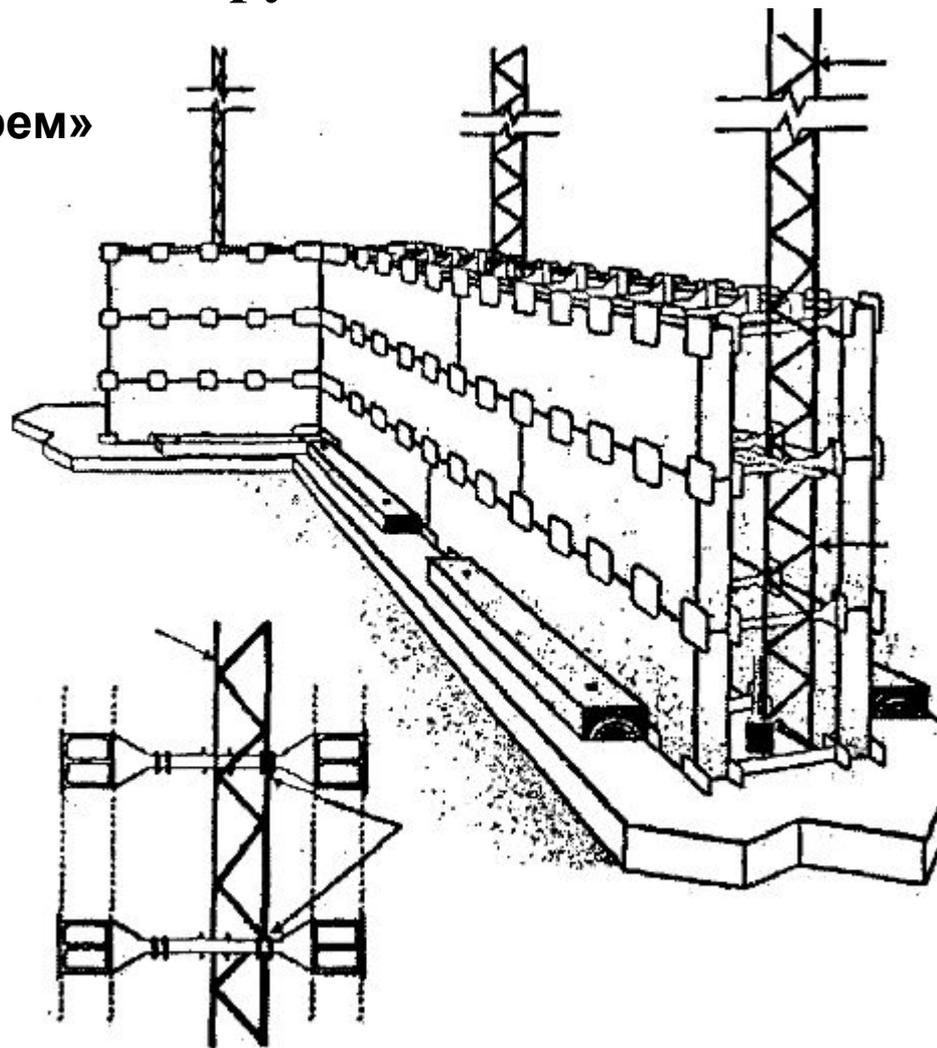
В среднем от 40 до 70% общего числа теплотерь происходит от ограждающих конструкций. Следовательно, при использовании современных систем принудительной вентиляции совместно с энергоэффективными ограждающими конструкциями можно существенно снизить расходы на отопление здания.

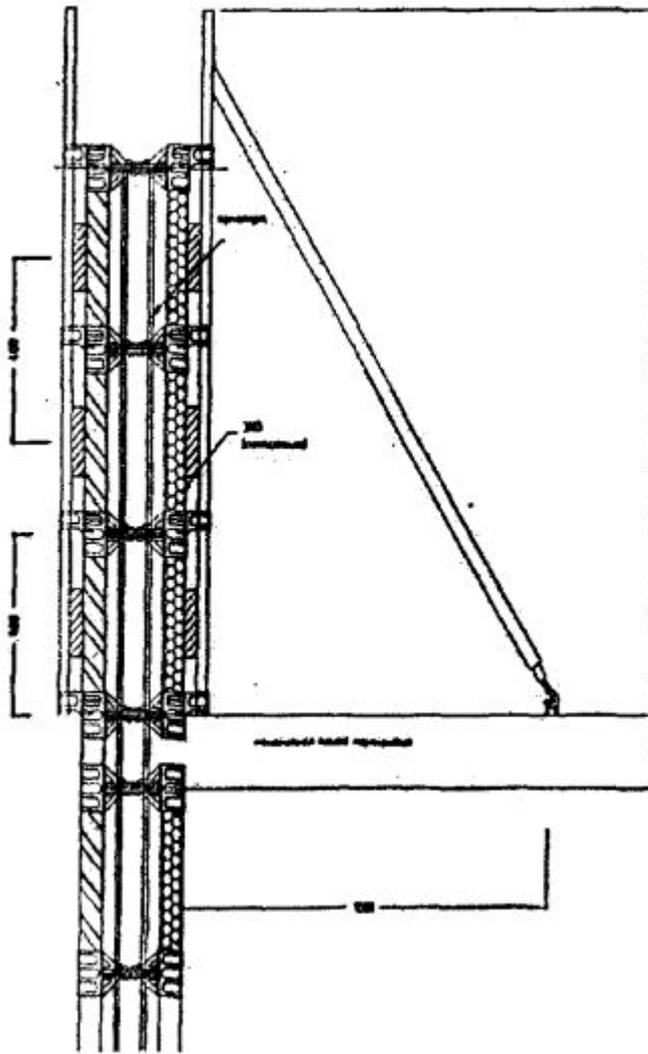


Технология и организация возведения энергоэффективной ограждающей конструкции

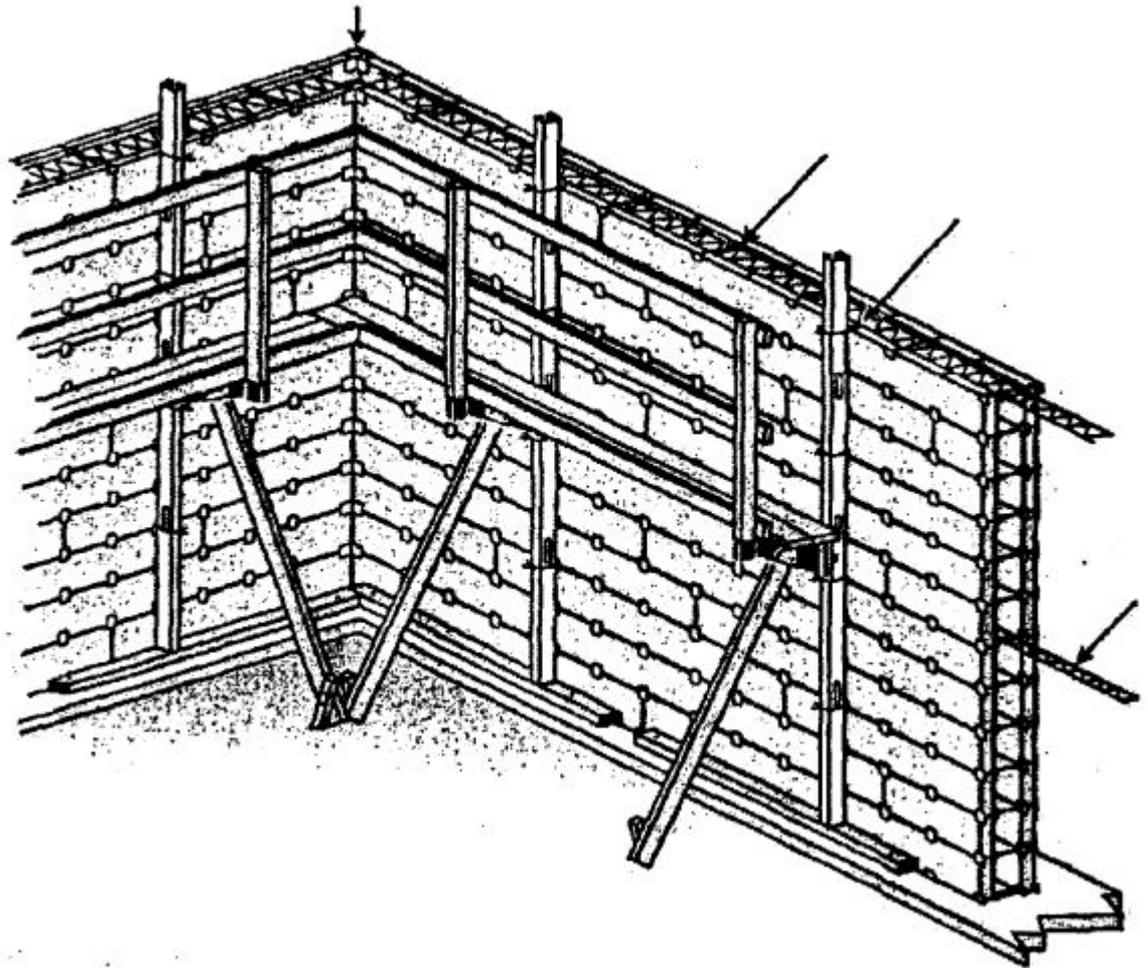
Несъёмной опалубки системы «Терем»

За основу были взяты самые передовые мировые технологии в этой области, тщательно проработан и обобщен опыт применения подобных систем в США, Европе и нашей стране. Строительная Система "ТеРем", представляет собой неудаляемую изолирующую пенополистирольную и пеностеклянную опалубку для устройства монолитных бетонных и железобетонных стен и быстрого возведения зданий различной этажности. Эта относительно новая энергосберегающая технология по теплозащите, звукоизоляции, комфортности, простоте, скорости и стоимости строительства, прочности и долговечности строений относится к высоким технологиям в области строительства.





**Установка элементов
поддерживающих
конструкций**



**Установленная опалубки и арматуры
1 и 2го яруса бетонирования
(дополнительные стойки и прогоны
не показаны)**

Несъемная опалубка пенополистирольная



Одна из главных задач сегодняшнего времени применение более эффективных ограждающих строительных конструкций, которые кроме экономии топливно-энергетических ресурсов еще и дадут экономию затрат при строительстве

Несъемная опалубка из пенополистирола

Предназначена для возведения:

монолитных железобетонных стен жилых, общественных, сельскохозяйственных и производственных зданий различного назначения на строительной площадке.

Применяется во всех климатических зонах РФ и стран СНГ с сейсмичностью до 9 баллов по шкале Рихтера.

Используются для возведения:

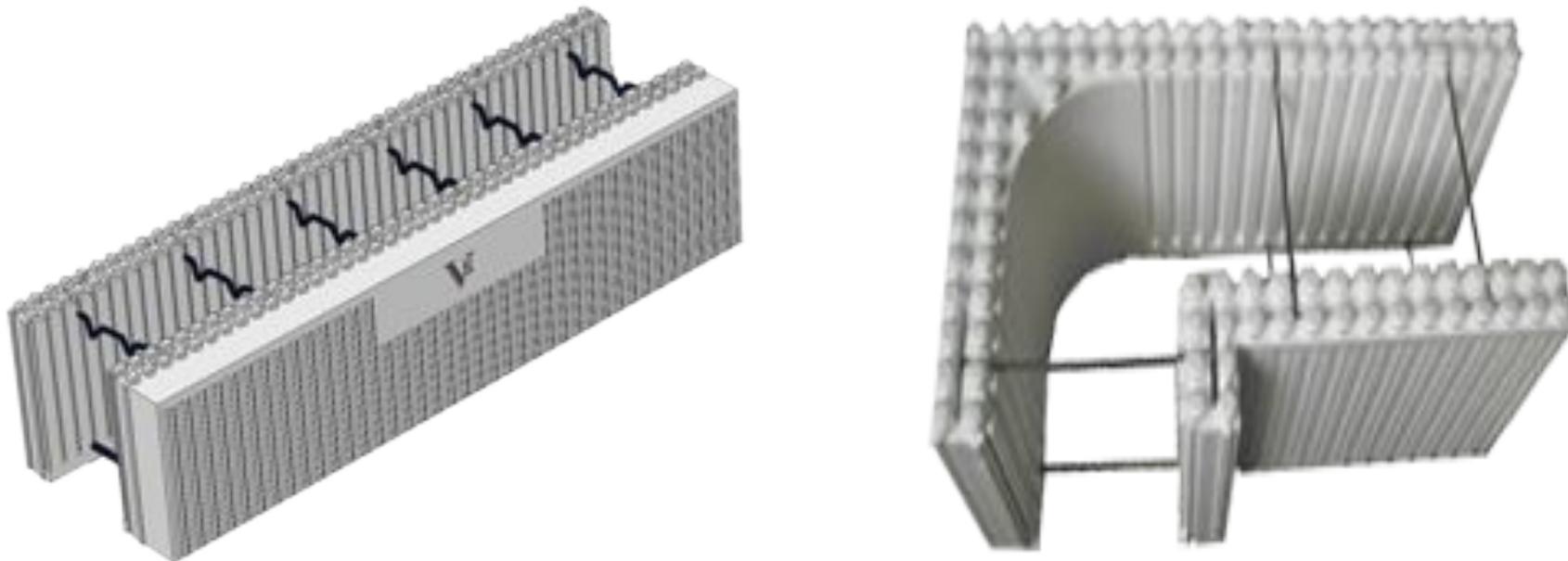
- фундаментов
- несущих стен
- межкомнатных перегородок

Пенополистерол

Пенополистирол – это материал с ячеистой структурой. Небольшая плотность и значительный уровень насыщенности частицами воздуха позволяет обеспечить качественную изоляцию.



Несъемная опалубка из пенополистирола (несущие стены)



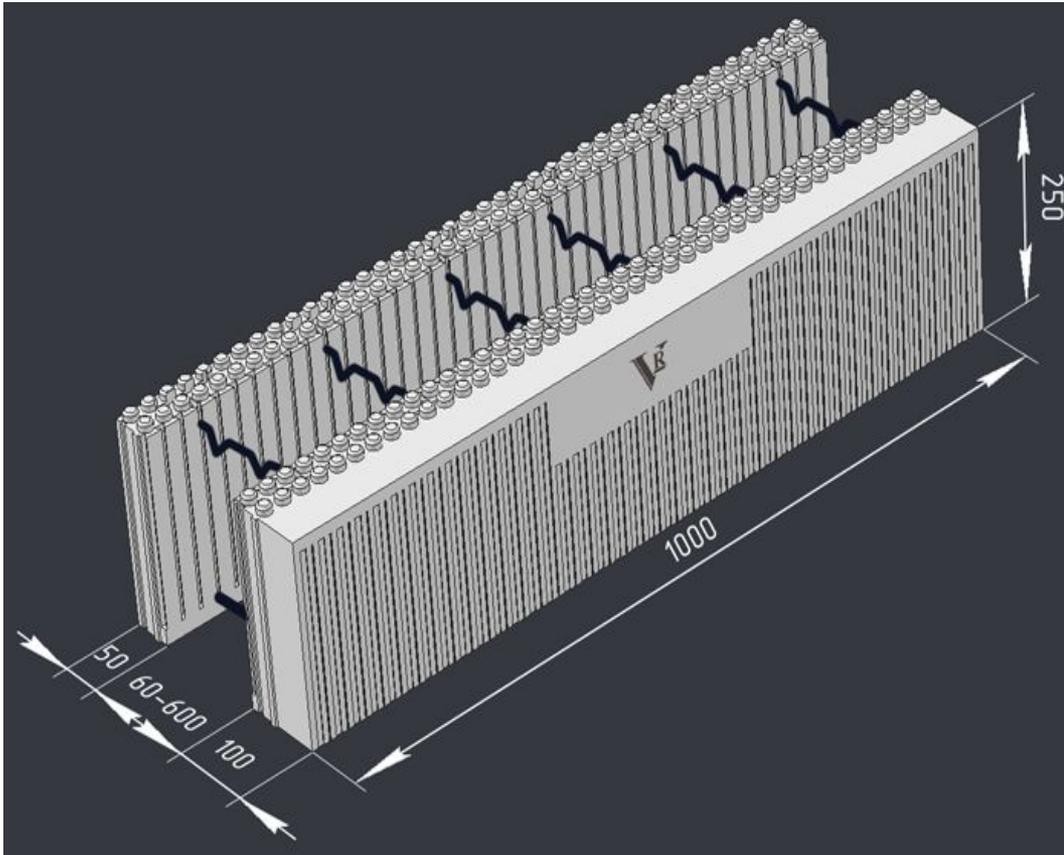
Конструкция несъемной опалубки: это монолитная конструкция, в которую укладывается арматура и заливается бетон. Её каркас состоит из пенопластовых стенок, прочно соединенных специальными перемычками.

Внутренняя сторона опалубки имеет вырезы в форме «ласточкиного хвоста», что обеспечивает неразрывное соединение опалубки с бетоном.

Преимущества несъемной опалубки из пенополистирола (+)

1. Упрощение строительных работ;
2. Экономия времени;
3. Теплоизоляция строений;
4. Не подлежит демонтажу;
5. Стоимость стен почти в полтора раза ниже, чем при использовании других материалов;
6. Повышается термоизоляция, звукоизоляция и гидроизоляция строения;
7. Экологична;
8. Строительные элементы любой конфигурации;

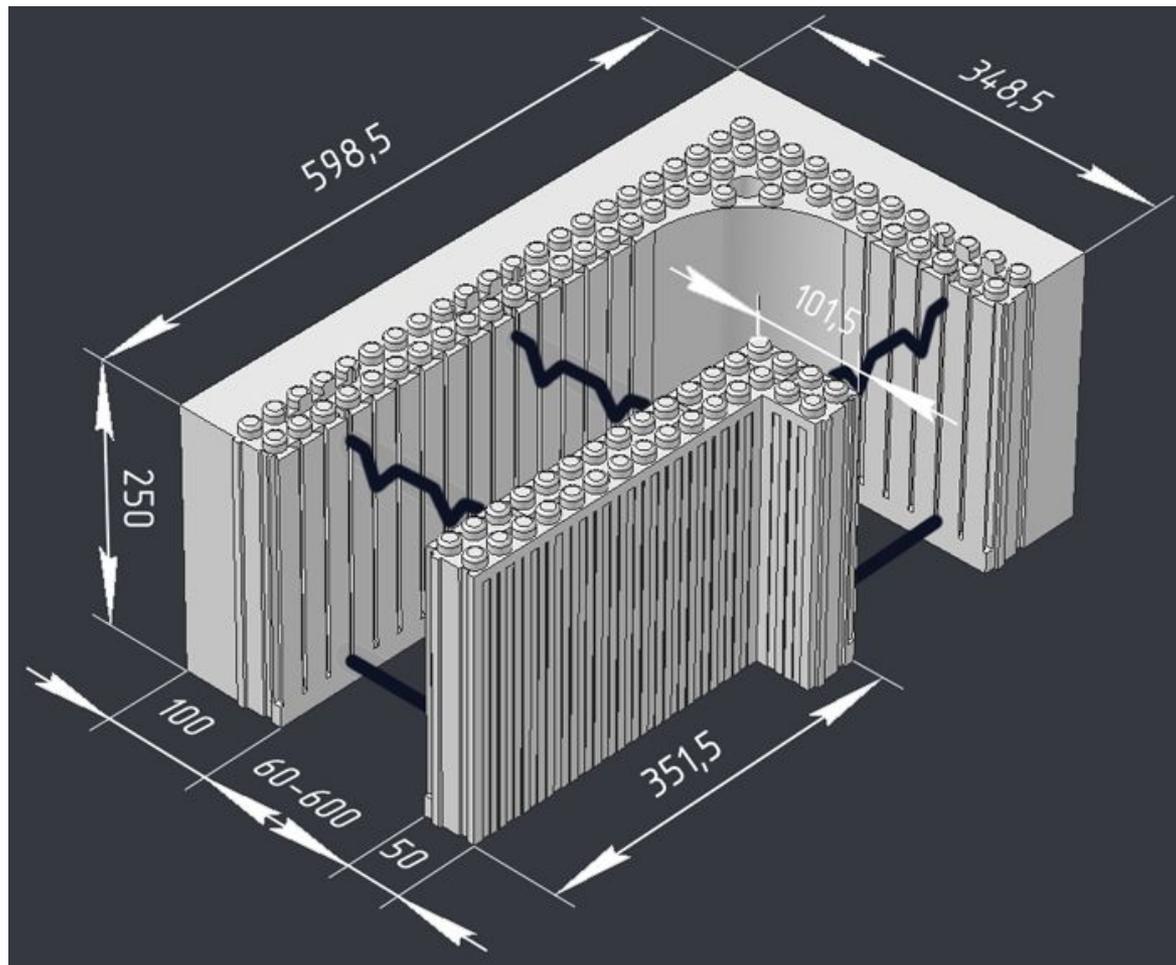
Рядовой разборный модуль несъемной опалубки



Является основным конструктивным элементом. Служит для укладки прямых участков стен.

Модуль конструктивно состоит из двух плит (наружной и внутренней), которые соединяются при сборке металлическими перемычками из проволоки $\varnothing 4,0$ мм (6 шт. в верхней части модуля и 6 шт. в нижней части модуля).

Угловой разборный модуль несъемной опалубки



Является дополнительным конструктивным элементом. Применяется для возведения углов строения. Модуль конструктивно состоит из двух угловых плит (для внешнего и внутреннего угла), соединённых между собой металлическими перемычками из проволоки $\text{Ø}4,0$ мм (3 шт. в верхней части модуля и 3 шт. в нижней части модуля).

Транспортирование и укладка бетонной смеси



**Укладка бетона с подачей бетононасосом
2-го яруса бетонирования**

Бетонную смесь транспортируют на строительную площадку в автобетоносмесителях, а подают на рабочее место бетононасосом. Бетонирование стен ведется в три этапа:

- 1) бетонирование до уровня низа оконных проемов;
- 2) бетонирование с уровня простенков и стен до уровня низа оконных перемычек;
- 3) бетонирование до уровня низа опалубочных элементов перекрытия.

Уплотнение бетона.

Каждый последующий слой бетона должен быть максимально уплотнен с предыдущим, чтобы не допустить образования холодных швов.

Фундамент из несъемной опалубки - строительство по современным технологиям

Современные технологии позволяют возводить дома, используя для опалубки стен и фундамента пенополистирол. Строительство домов осуществляется монолитным методом, что обеспечивает быстрый и качественный результат.

Строительный пенополистирол выпускается в виде модулей, в которых предусмотрены пазы для монтажа арматуры и прокладки коммуникаций. Пространство между плитами заливается бетонной смесью, в результате получается очень прочная монолитная конструкция.

Для фундамента используются фундаментные модули из пенополистирола, они придают всей конструкции прочность, долговечность за счет характеристик материала, очень высокие теплоизоляционные свойства.

Характеристики материала позволяют получить фундамент, который не требует установки дополнительной теплоизоляции. На нем не образуется плесень, грибок.

Монтаж опалубки требует малого количества времени и не представляет трудностей. Специально обученные рабочие не требуются.

Отсутствие на строительной площадке подъемного крана и других тяжелых машин. Подача бетона осуществляется специальным насосом.

Возможность строить зимой, при низких температурах.

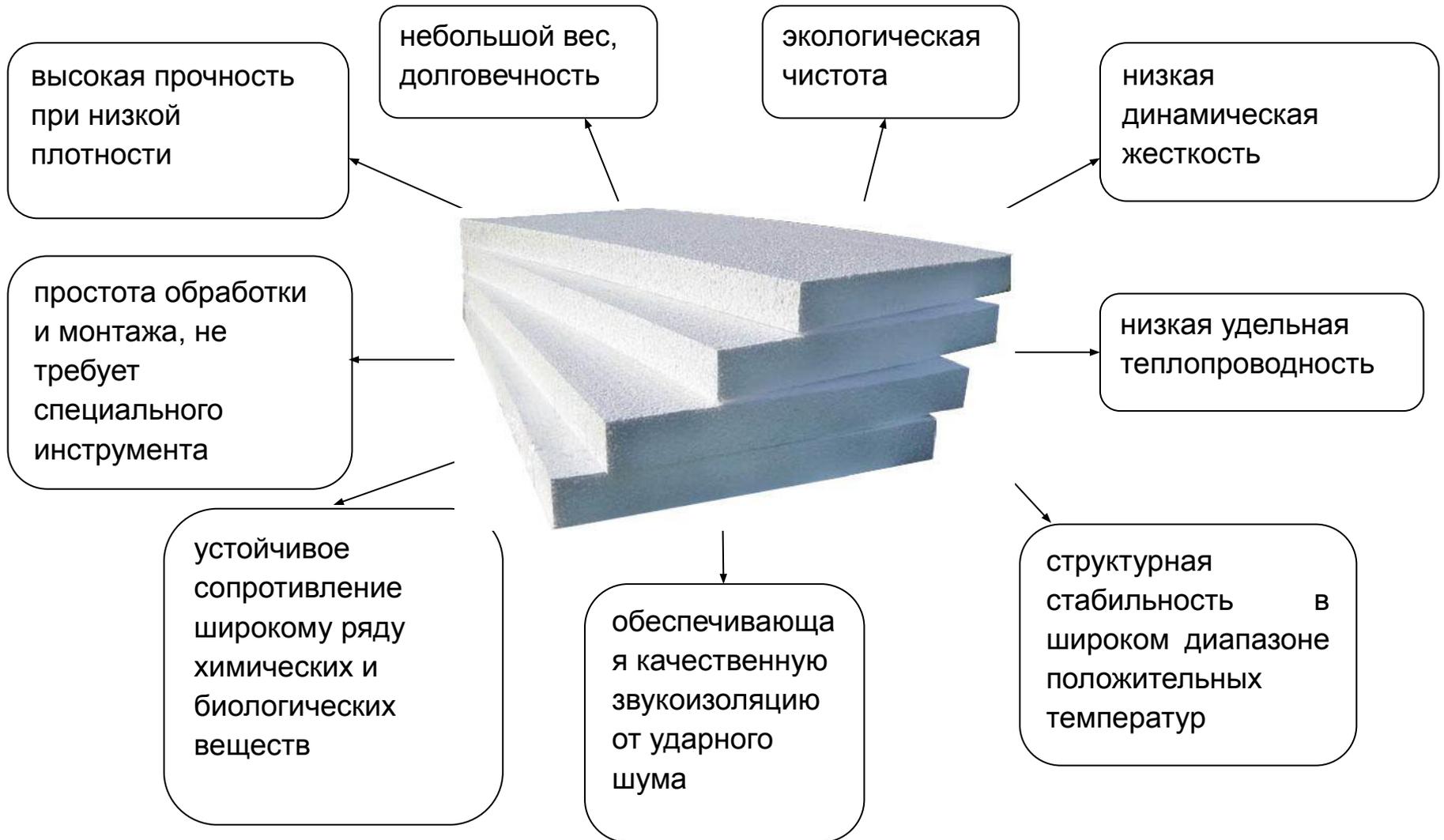
Небольшая себестоимость пенополистирольных модулей, по сравнению с другими строительными материалами значительно уменьшает финансовые затраты на фундамент и на строительство всего дома.

Способность пропускать воздух и противостоять воде. Именно тот факт, что он не боится воды, делает его уникальным материалом для постройки фундамента.

Показатели физико-механических свойств материала опалубки из пенополистирола

Наименование показателя	Значение
Плотность, кг/м ³ , в пределах	25-30
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, МПа (кг/см ²), в пределах	0,05-0,16 (0,51-1,632)
Предел прочности при изгибе МПа (кг/см ²) в пределах	0,07-0,25 (0,714-2,55)
Теплопроводность в сухом состоянии при (25±5)°С, Вт/(м К), в пределах	0,037 – 0,042
Влажность плит, отгружаемых потребителю, %, не более	12
Водопоглощение за 24 ч, % , по объему, в пределах	2,0-3,0
Время самостоятельного горения, с, не более	4

Основные преимущества применения энергоэффективной несъёмной опалубки



Основные преимущества применения энергоэффективной композитной арматуры



Отечественная компания Armastek

1. Экономия на транспортировке
2. Снижение затрат на погрузочно-разгрузочные работы
3. Оптимальный раскрой при изготовлении сборных конструкций
4. Снижение энергозатрат и расходных материалов
5. Экономия на теплоизоляционных материалах
6. Снижение веса конструкции

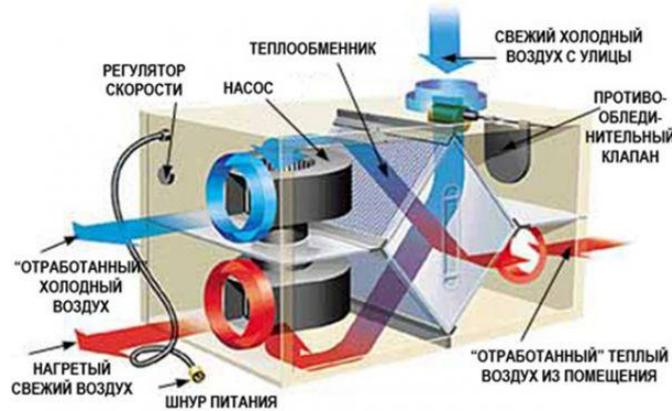


Зарубежная компания Schoeck

Вспомогательное энергоэффективное оборудование, позволяющее сэкономить энергию и ресурсы



Счётчик тепла
отопления



Рекуперация тепла



Автоматизированный узел
управления



Энергосберегающие окна



Ветрогенератор



Солнечные батареи

Сравнительный анализ применяемых энергоэффективных технологий

Сравнительная таблица

Диаметр стеклопластиковой арматуры АСП, мм	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Диаметр эквивалентной стальной арматуры, мм	6	8	12	14	16	18	20	22	25
Вес 1 метра АСП, кг	0,030	0,060	0,083	0,135	0,210	0,240	0,287	0,313	0,353
Вес 1 метра стальной, кг	0,222	0,395	0,888	1,210	1,580	2,000	2,470	2,980	3,850
Метраж 1 тонны АСП, м	33334	16667	12048	7407	4762	4167	3484	3195	2833
Метраж 1 тонны стальной, м	4504	2532	1126	826	633	500	404	335	260
Вес арматуры АСП, эквивалентной 1 тонне стальной, кг	135	152	93,5	111,5	133	120	116	105	92
Цена 1 пог. м. стальной, руб.	9,00	11,85	26,64	36,32	47,39	60,00	74,25	89,55	115,38
Цена 1 пог. м. АСП, руб.	8,00	9,50	13,50	18,70	29,20	41,00	51,50	78,30	98,10
Выгода по цене, %	11,11	19,83	49,32	48,51	38,38	31,67	30,64	12,56	14,98

Металлическая арматура:

Диаметр: 12 (мм) металлическая арматура
 Диаметр: 8 (мм) композитная арматура
 Выгода по цене: **49,32 %**
 Суммарная экономия от внедрения энергоэффективных технологий: **около 30 %**

Композитная арматура:

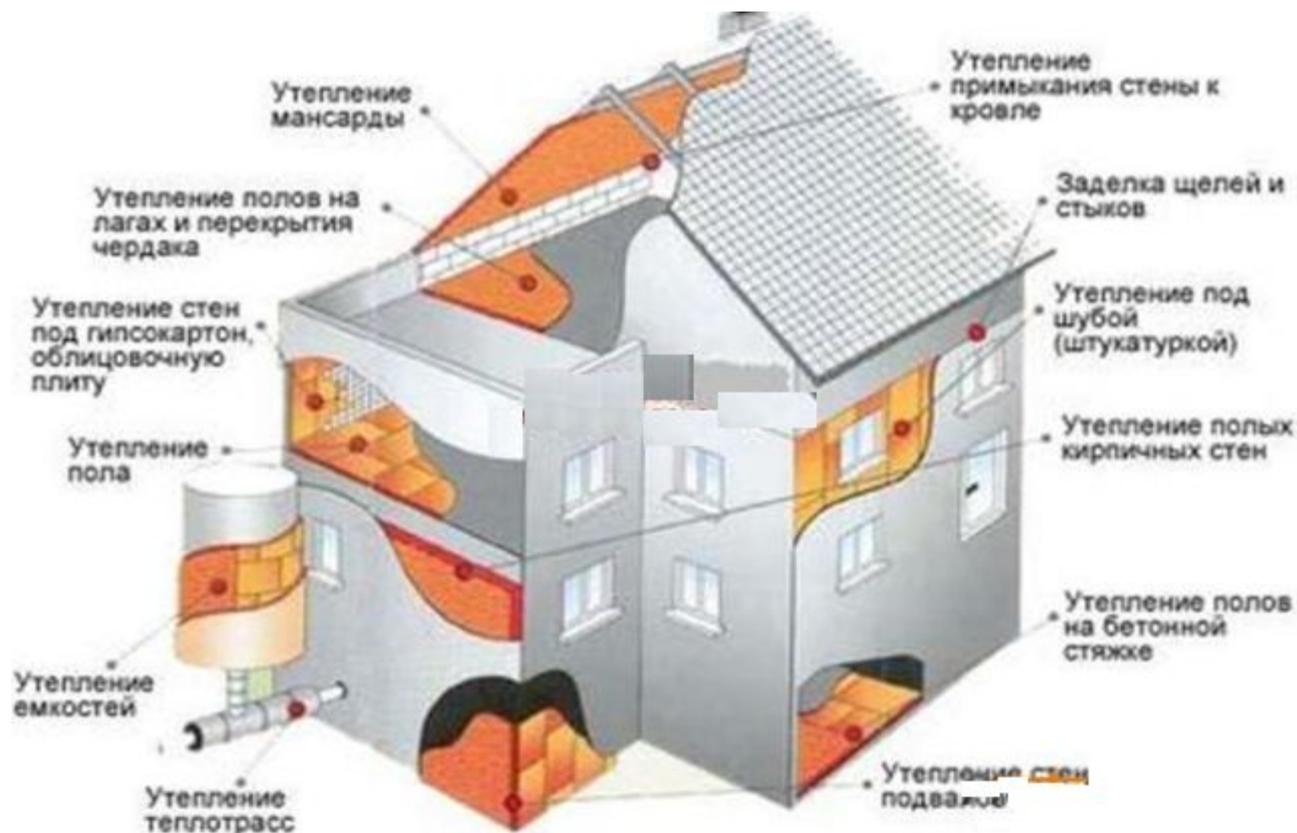
Диаметр: 14 (мм) металлическая арматура
 Диаметр: 10 (мм) композитная арматура
 Выгода по цене: **48,51 %**
 Диаметр: 16 (мм) металлическая арматура
 Диаметр: 12 (мм) композитная арматура
 Выгода по цене: **38,38 %**

Прохладные крыши (**cool roofs**)

Особенно актуально для Южных районов России с теплым климатом. Массовое применение прохладных крыш в строительстве может снизить эффект «теплового острова» в больших городах и, соответственно, вероятность смогов от него.



Утепление конструкций здания



Зелёная теплоизоляция

Большая часть потребляемой электроэнергии уходит на отопление и кондиционирование жилых помещений, и люди ищут эффективные способы сохранения комфорта проживания, с одновременным уменьшением расходов на оплату электричества.

Новый материал имеет в своей основе переработанные отходы ткани, шерсть, бумагу, солому и прочие ингредиенты.



Жидкая теплоизоляция

Жидкие утеплители способны решать задачи, недоступные классическим жестким и волокнистым утеплителям. Бесшовное покрывало, которое образуется после напыления, создает надежный теплоизоляционный барьер, лишенный мостиков холода. Способны проникать в самые недоступные места, изолировать которые качественно с помощью обычных утеплителей не представляется возможным.

Пенополиуретан

1. Наружного утепления ограждающих конструкций всех типов;
2. Внутреннего утепления кровли;
3. Утепления чердачного перекрытия и полов;
4. Утепления примыкания стен к кровле;
5. Внутреннего утепления стен;
6. Заделка зазоров и стыков;
7. Утепление полых стен;
8. Утепление межэтажных перекрытий;
9. Наружное утепления фундамента и цоколя;
10. Внутреннее утепление подвала.



Полиайсинен

Такая пеноизоляция эффективно борется с образованием конденсата на холодных поверхностях, контактирующих с влажным воздухом помещений; соответственно сохраняет тепло и противостоит образованию плесени и запаха сырости.



Пеноизол

Пеноизолом в виде белоснежного суфле заполняют полости колодцевой кладки, а также внутреннее пространство пустотелых бетонных блоков и панелей.



Жидкая пробка

Напыляемая теплоизоляция также может быть использована и в качестве теплой штукатурки, состоящей из измельченной натуральной пробки (кора пробкового дуба) и акрилового связующего

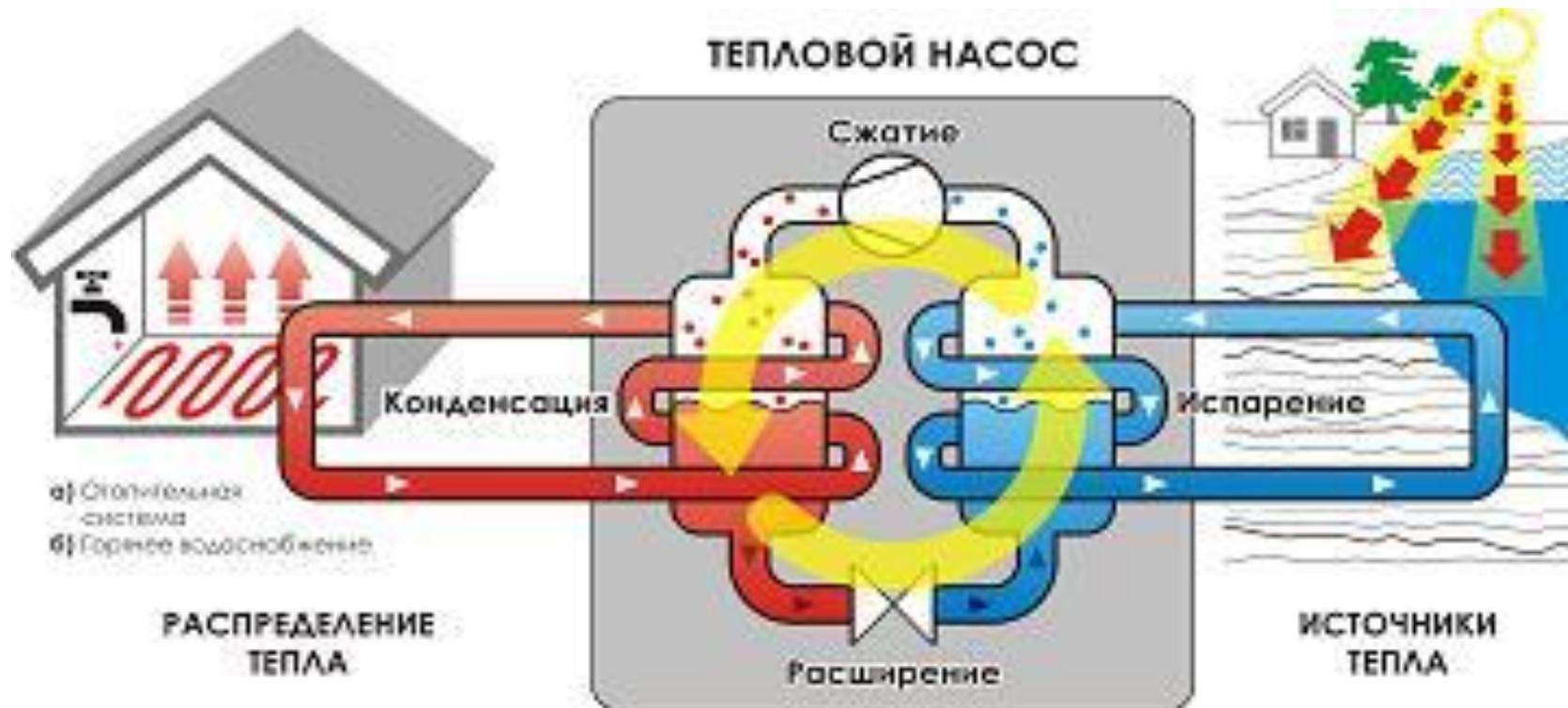
Утеплять этим материалом можно не только фасады, но перекрытия, кровли и полы, причем как снаружи, так и изнутри. Срок эксплуатации пробковой жидкой теплоизоляции не менее 30 лет.

Тепловой насос

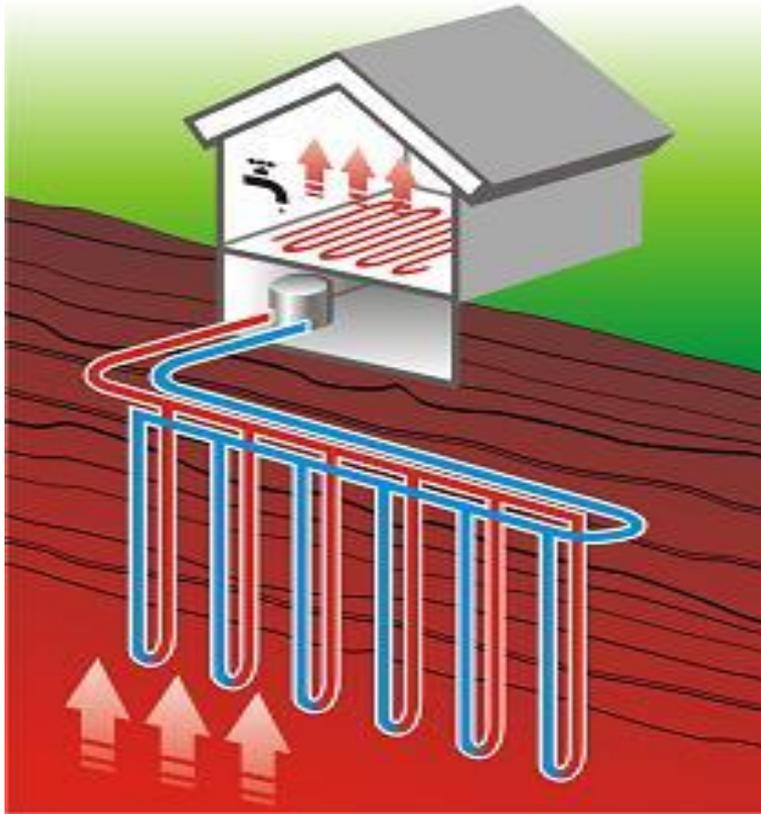
Тепловой насос - это компактная (размером с бытовой холодильник) отопительная установка, предназначенная для автономного обогрева и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений.

Тепловой насос очень экономичен, поскольку при потреблении в 1 кВт электроэнергии, может производить до 4 - 6 кВт тепловой энергии!

Работает тепловой насос по принципу холодильника (или кондиционера), только наоборот: забирает тепло из окружающей среды и отдает (переносит) его в дом.

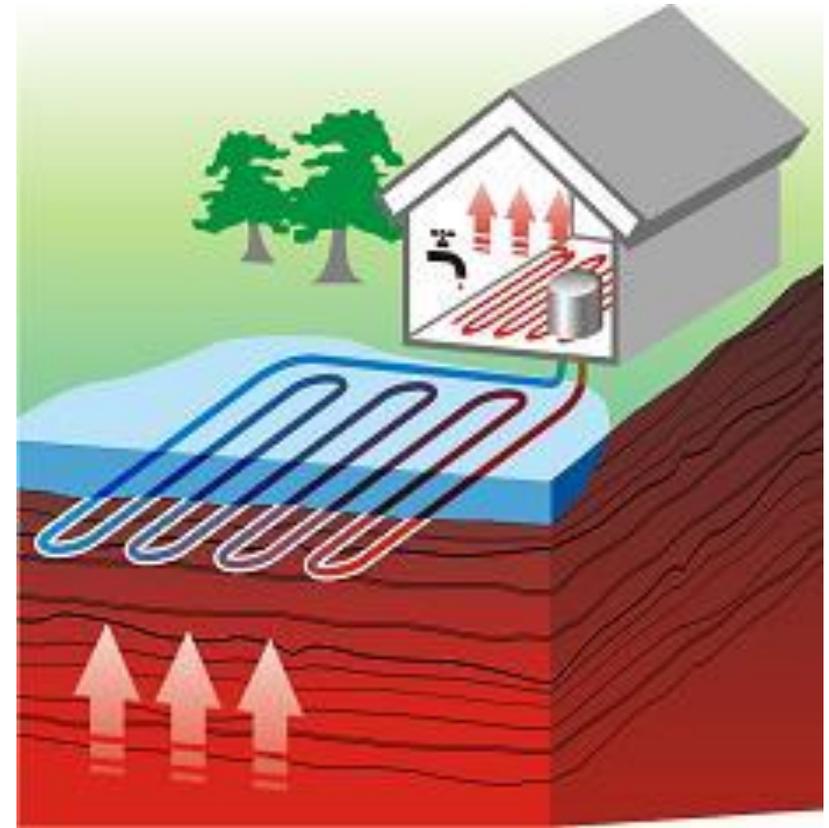


Тепло из скважины



Поскольку на глубине более 2-х метров температура всегда составляет 5-8 градусов, то существует возможность использования тепла из скважины.

Тепло из водоема



Использование в качестве источника тепла р вблизи от дома водоема или реки является идеальным вариантом для работы теплового насоса. В этом случае внешний контур прокладывается по дну водоема.

Пассивные и активные солнечные системы отопления

Оборудование для получения тепла от солнца экологически чистое.

Оборудование для получения тепла от солнца не загрязняет окружающую среду или не производит парниковых газов.

Оборудование для получения тепла от солнца помогает экономить энергию ресурсов Земли.

Оборудование для получения тепла от солнца является лучшим выбором для людей с аллергией и чувствительностью к различным химикатам.

Оборудование для получения тепла от солнца довольно стабильно в своей стоимости. После того как вы его купили, вы защищены от инфляции и политических / экономических рисков, которые могут присутствовать при использовании других видов топлива.



Пассивные солнечные системы отопления

Пассивное солнечное отопление функционирует путем включения в себя особенностей здания, которое в течении дня поглощает тепло и затем медленно его выпускает, что поддерживает температуру в доме. Эти строительные особенности могут включать в себя большие окна, каменные полы, и кирпичные стены. Для правильного использования пассивной солнечной энергии, должна быть налажена циркуляция нагретого воздуха по всему дому

Активные солнечные системы отопления

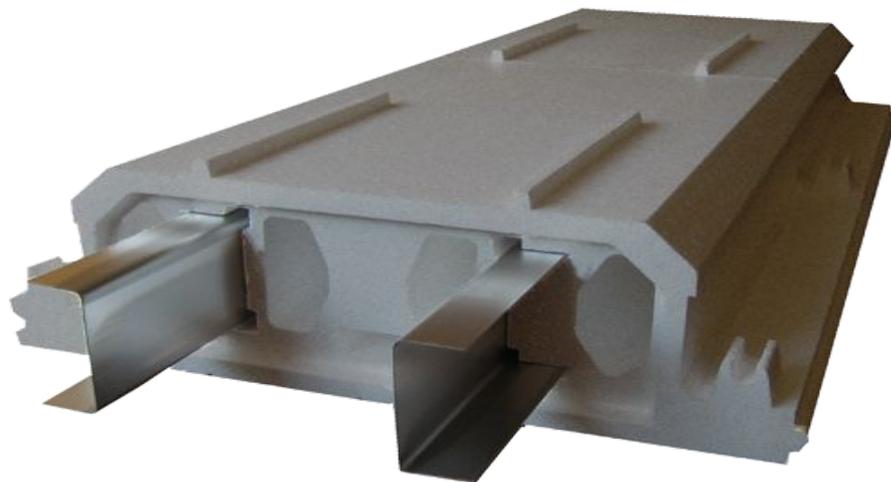
Активное солнечное отопление похоже на пассивное солнечное отопление, но это гораздо более сложный процесс, и создает гораздо больше тепла, чем пассивные системы. Активное солнечное отопление обычно состоит из трех составляющих: солнечного коллектора для поглощения солнечной энергии, системы хранения полученной энергии и системы теплообмена для рассеивания тепла в соответствующие места в вашем доме.

Солнечное отопление может снизить счета за отопление почти на 50 процентов

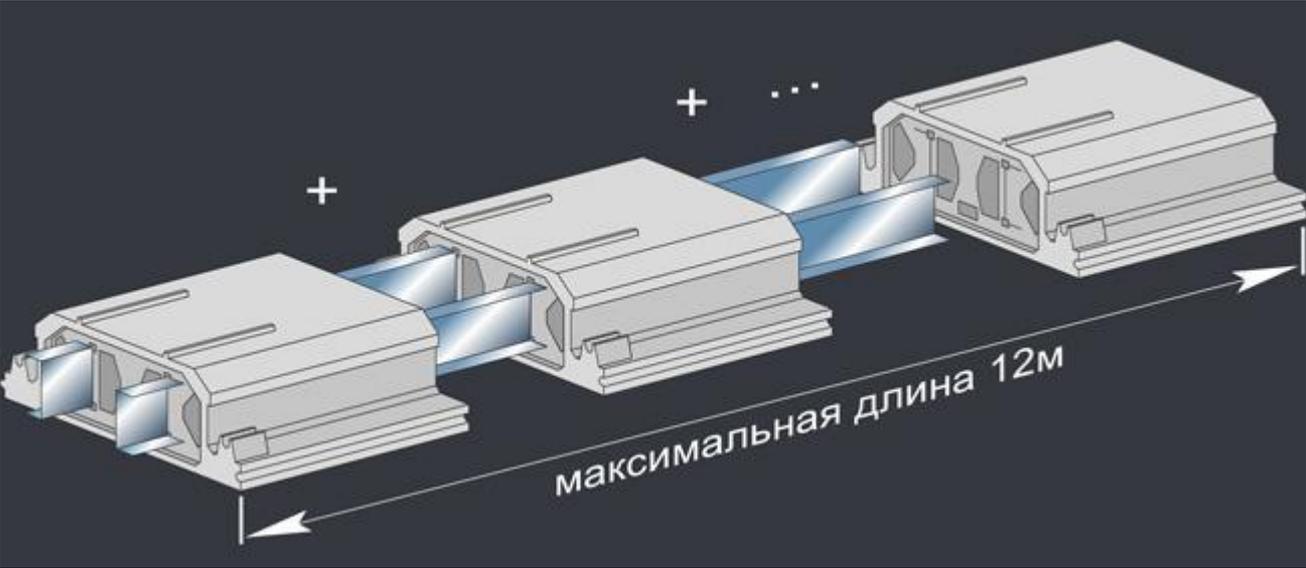
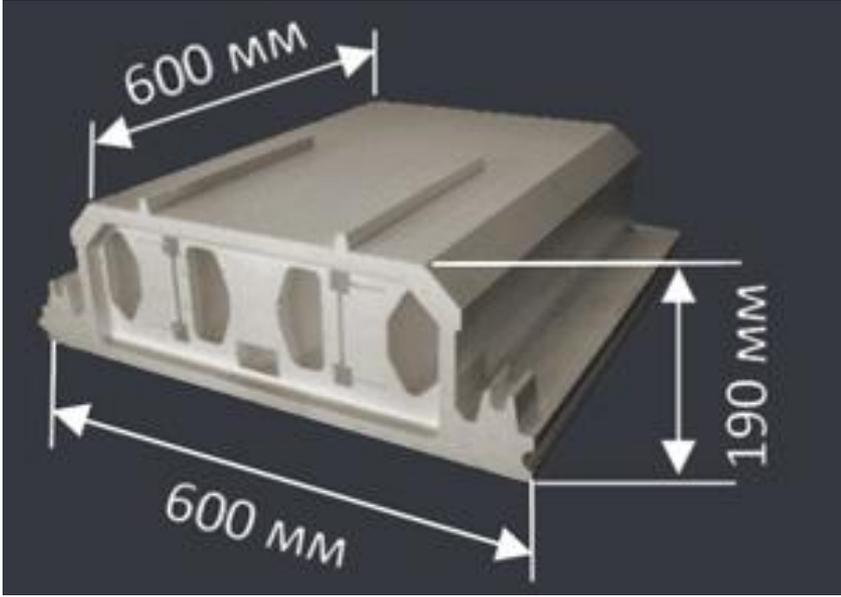
Межэтажные перекрытия

Данные модули предназначены для сборки межэтажного перекрытия. В зависимости от требуемой длины перекрытия необходимое количество блоков нанизывается на две металлические балки в заводских условиях.

Модули перекрытий представляют собой объёмные сложные блоки, служащие частью плит межэтажных перекрытий, изготовленных путём «нанизывания» модулей на два – образных стальных швеллера. В соответствии с требованиями проекта, можно собрать перекрытие любой длины, но не более 12м. Швеллеры по торцам плит перекрытия выходят за пределы модулей на 190 – 200 мм.



Межэтажные перекрытия







Преимущества использования межэтажных перекрытий из неопора и стиропора

Легкость монтажа, не требуется специальная строительная техника, перекрытие можно возвести своими силами. Высокие теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства.

Экономичны, удобны в применении, обладают высокими тепло-, звуко- изолирующими и энергосберегающими свойствами, не гигроскопичны, воздухопроницаемы, экологически безвредны, долговечны, удобны в монтаже.

Экономический эффект достигается сокращением расходов на материалы, сокращением сроков монтажа и строительства в целом, сокращением расходов на отопление.

Изоляционные плиты сохраняют и позволяют удерживать теплотехнические характеристики различных объектов строительства. Применяя эти плиты в строительстве, люди имеют возможность создавать ровную и эластичную поверхность, которая не дает трещин. В процессе усадки с ней не происходит никаких изменений.



Теплоизоляционные плиты и изоляционные плиты по современной технологии.

Теплоизоляционные плиты - это плиты, которые применяются для теплоизоляции строительных конструкций. Эффективно применение плит в связи с современными требованиями по энергосбережению при новом строительстве и при реконструкции зданий и сооружений.

Их используют для утепления различных строительных конструкций. Все плиты имеют пористую структуру. Наличие воздуха создает дополнительную защиту, и потому внутри зданий обеспечивается правильная теплоизоляция, и, что немаловажно в современных многоквартирных домах, наличие этих плит создает дополнительную звукоизоляцию.

По действующим российским строительным нормам толщина стен, с одинаковым сопротивлением теплопередаче, должна быть не менее:

Железобетон – 4,20 м;

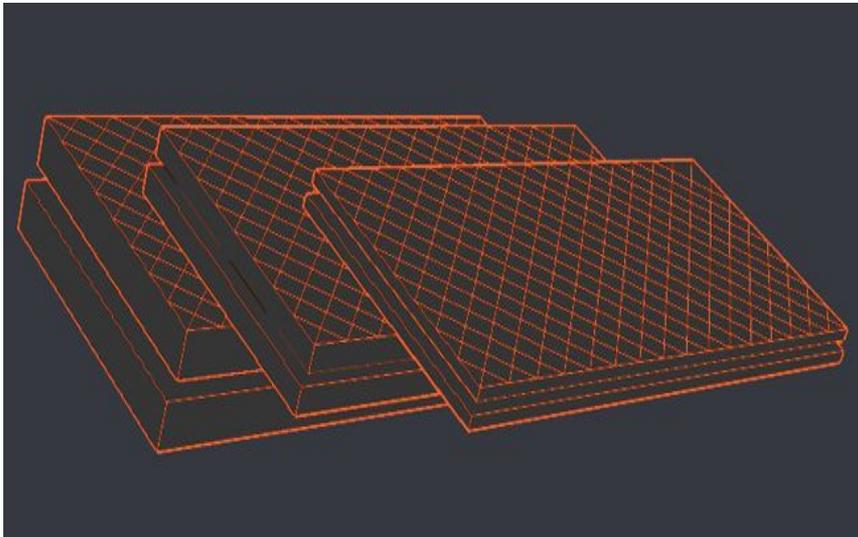
Кирпич – 2,10 м;

Керамзитобетон - 0,90 м;

Дерево – 0,45 м;

Минеральная вата – 0,18 м;

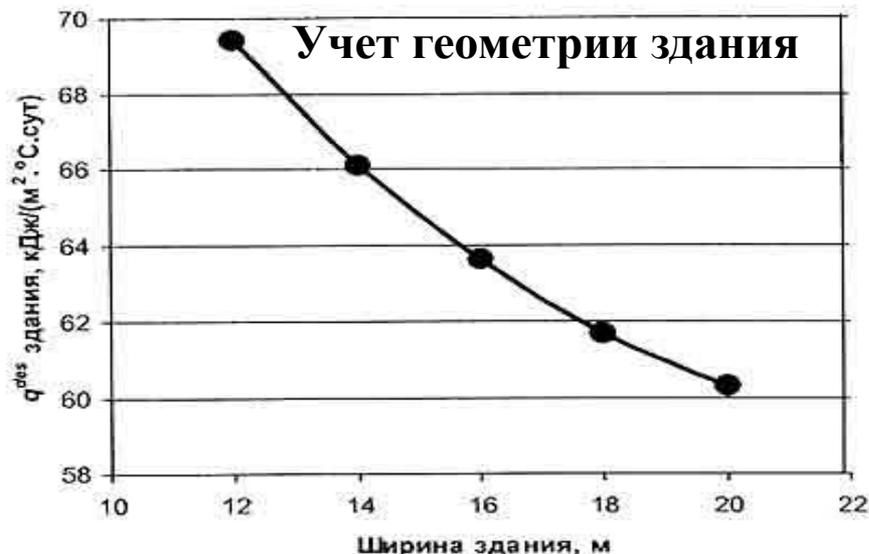
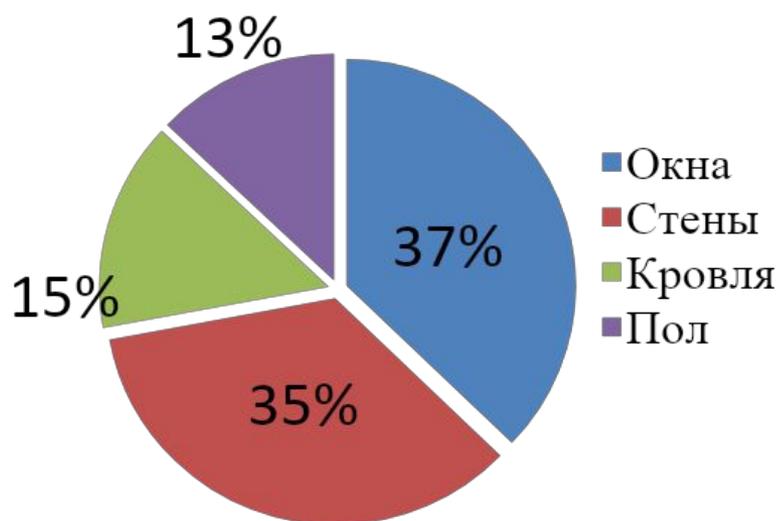
Пенополистирол - 0,12 м.



Наименование показателя	Значение
Плотность, кг/м ³ , в пределах	20-25
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, МПа (кг/см ²), в пределах	0,05-0,16 (0,51-1,632)
Предел прочности при изгибе МПа (кг/см ²) в пределах	0,07-0,25 (0,714-2,55)
Теплопроводность в сухом состоянии при (25±5)°С, Вт/(м К), в пределах	0,037 – 0,042
Влажность плит, отгружаемых потребителю, %, не более	12
Водопоглощение за 24 ч, % , по объему, в пределах	2,0-3,0
Время самостоятельного горения, с, не более	4
Длина	1200 мм
Ширина	600 мм
Толщина	от 30 мм до 100 мм с шагом 0,5 мм
Уступ "четверти"	15 мм
Вес	от 0,432 кг до 1,440 кг

Потери тепловой энергии через ограждающие конструкции

Изменение в нормировании теплозащитных качеств ограждающих конструкций должно дать значительный эффект в экономии энергетических ресурсов, идущих на отопление зданий. Но это будет достигнуто лишь в том случае, если появятся совершенно новые конструктивные и технологические решения наружных стен, приспособленные не только к климатическим условиям, но и к строительной базе.



Геометрическая форма здания оказывает существенное влияние на расходы энергии. На рисунке показано влияние ширины здания на удельный расход тепловой энергии.

Мероприятия по повышению энергетической эффективности ограждающих конструкций

- Утепление кровли;
- Утепление фасадов;
- Замена заполнений окон и дверных проемов;
- Гидроизоляция кровли.

**Организационно-технологический механизм реализации
энергосберегающих мероприятий при возведении
объектов монолитного домостроения**

Формирования организационно-технологического механизма реализации энергосберегающих мероприятий при возведении объектов монолитного домостроения
формирования организационно-технологического механизма реализации энергосберегающих мероприятий при возведении объектов монолитного домостроения

В настоящее время мероприятия по повышению энергоэффективности в строительной отрасли преимущественно отражают снижение уровня энергопотребления в зданиях и сооружениях и практически не распространяются на строительное производство. Возведение объектов монолитного домостроения связано со значительным расходом различных видов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Обобщение данных ряда строительных организаций (на примере Москвы) выявило, что среднегодовые энергозатраты при возведении зданий и сооружений сопоставимы с эксплуатационными расходами объектов недвижимости, а во многих случаях существенно их превышают.

Задачи для формирования организационно-технологического механизма реализации энергосберегающих мероприятий

1. Анализ нормативных документов в области энергосберегающего домостроения применительно к организационно-технологическому проектированию и производству работ на строительной площадке;
2. Анализ моделей организационно-технологического проектирования с учетом особенностей определения расхода энергетических ресурсов различными видами энергопотребителей;
3. Разработка методики и инструментария исследования;
4. Разработка и исследование матрицы потребителей ТЭР и ее применение в организационно-технологическом проектировании;
5. Выбор объектов-представителей и исследование резервов снижения расхода ТЭР в период возведения зданий и сооружений;
6. Выявление и оценка факторов, влияющих на расход топливно-энергетических ресурсов в строительном производстве;
7. Разработка мероприятий по снижению расхода ТЭР в организационно-технологическом проектировании и при организации работ на строительной площадке и критериев для оценки их результативности;
8. Многокритериальный анализ энергокорректирующих мероприятий; обоснование и формирование основных положений для разработки организационно-технологического механизма реализации энергосберегающих мероприятий при возведении объектов монолитного домостроения;
9. Разработка рекомендаций для строительных организаций.

На стадии разработки проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР), а также в процессе возведения объектов выявлены факторы, влияющие на расход ТЭР, и резервы их сокращения, которые использованы при разработке энергокорректирующих мероприятий на всех стадиях организационно-технологического проектирования и строительства. Реализация этих мероприятий позволяет результативно влиять на сокращение расхода ТЭР в строительном производстве при рациональной их комбинации, установленной путем многокритериальной оценки.

Повышение энергоэффективности строительной отрасли

В соответствии с проведенным анализом, установлено, что для повышения энергоэффективности строительной отрасли, развитие которой происходит в условиях адаптации к городским агломерациям и мегаполисам, необходимо разработать научно-методическую базу для оценки рационального потребления энергоресурсов в условиях строительного производства с учетом комплекса специфических энергозатрат.

Классификация основных энергопотребителей на строительной площадке по функциональному назначению

Классификация основных энергопотребителей на строительной площадке по функциональному назначению, включает в себя «Механизацию производства работ», «Внутриплощадочную инфраструктуру» и «Интенсификацию и обеспечение качества и безопасности технологических процессов»



Матрица потребителей топливно-энергетических ресурсов (ТЭР)

Матрица потребителей ТЭР систематизирует большое разнообразие потребителей ТЭР на строительной площадке, приводит их к единому виду потребляемой энергии – условному топливу. Она позволяет адаптировать процесс возведения объекта к сезонным условиям строительства с учетом энергоминимизации и выбора рациональных сроков начала и окончания строительства.

	Потребители ТЭР	Индекс	Измеритель	Вид энергии	Часовой расход	Календарные коэффициенты к часовому расходу по месяцам											
						январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Машины и механизмы	Бульдозер 2-3тс	1	шт.	у.т.	11,89	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,40	1,40
	Мобильный кран Q = 15-10 т.	2	шт.	у.т.	7,540	1,30	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,20	1,30
	Башенный кран Q = 10-7 т.	3	шт.	у.т.	9,213	1,05	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,05	1,05
	Мини-погрузчик	4	шт.	у.т.	11,6	1,30	1,30	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,20	1,30
	Экскаватор 0,5-0,7 м ³	5	шт.	у.т.	18,5	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,30	1,40
	Вибропогрузатель ВПП-2а	6	шт.	у.т.	4,913	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,40	1,40
	Буровая установка	7	шт.	у.т.	12,47	1,40	1,40	1,30	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30	1,40	1,40
	Сваебойная установка (копер)	8	шт.	у.т.	17,98	1,30	1,30	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,40	1,40	1,50
	Грамбующая машина (ручная)	9	шт.	у.т.	3,625	1,30	1,30	1,30	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30	1,40	1,40
	Сварочный трансформатор ТС-500	10	шт.	у.т.	4,054	1,20	1,30	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,20
	Автобетононасос 30-40 м ³ /ч	11	шт.	у.т.	12,61	1,20	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,20	1,30
	Автотранспорт, в т.ч. самосвалы автобетоносмесители	12	шт.	у.т.	7,250	1,30	1,30	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,20	1,30

Матрица потребителей ТЭР на объектах-представителях

Перевод электроэнергии и дизельного топлива в условное топливо производился согласно ГОСТ Р 51750-2001 пункта 6.3.2.3 - пересчет электрической, тепловой энергии и топлива на условное топливо должен производиться по их физическим (энергетическим) характеристикам на основании следующих соотношений:

1 кВт•ч = 3,6 МДж = 0,12 кг у.т.;

1 кг дизельного топлива равен 1,45 кг у.т.

Подсчет расхода ТЭР различными потребителями происходит в следующей последовательности:

$$W_{\text{потребителя}} = Q_{\text{час}} * k * T_{\text{дня}} * T_{\text{работ}} * B$$

Где $W_{\text{потребителя}}$ – расход n потребителя ТЭР,

$Q_{\text{час}}$ – часовой расход ТЭР потребителем,

k – календарный коэффициент к часовому расходу,

$T_{\text{дня}}$ – длительность рабочего дня,

$T_{\text{работ}}$ – продолжительность работ,

B – степень занятости.

Перевод электроэнергии и дизельного топлива в условное топливо производился согласно действующему ГОСТ. Здесь представлена основная формула для подсчета расхода ТЭР различными потребителями

Определение расхода ТЭР при составлении календарного графика строительства



Развернутый фрагмент календарного графика объекта представителя с посуточным графиком потребления ТЭР

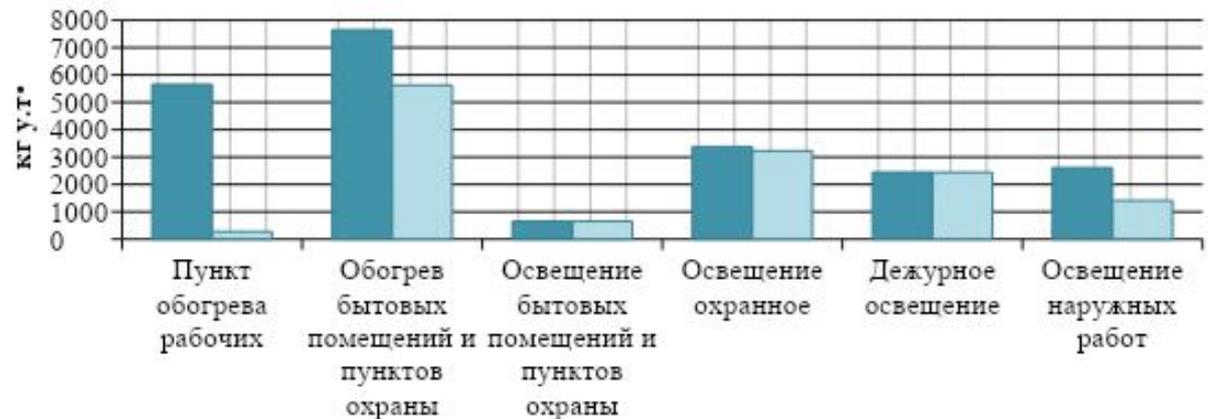
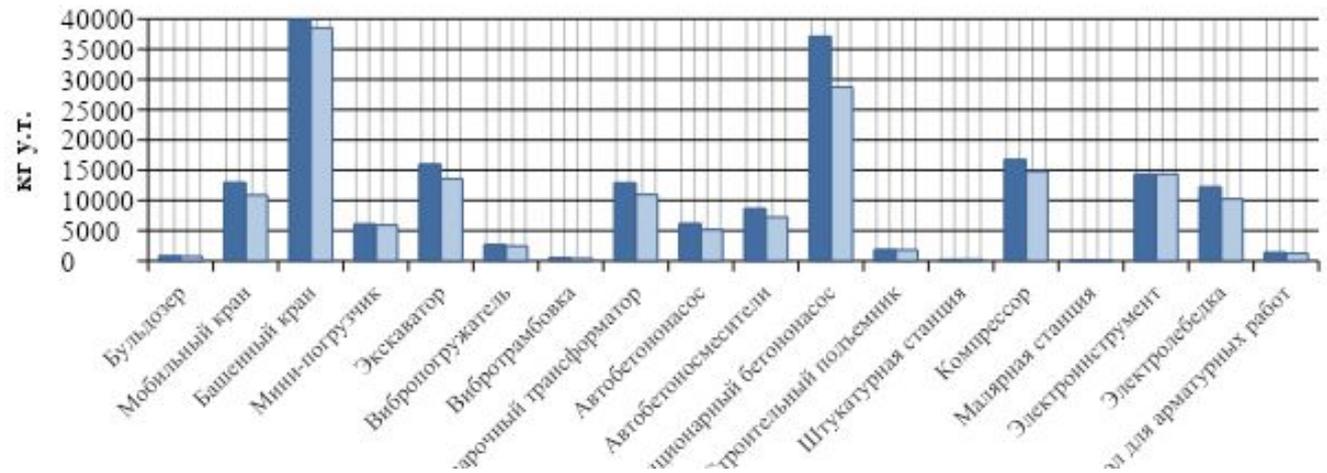
Расчет потребления ТЭР основными энергопотребителями

Технологические процессы	Расход ТЭР в кг у.т.	
	октябрь	апрель
Электропрогрев стен и колонн	21797	1818
Электрообогрев перекрытий	13720	135
Обогрев бетонной подготовки и фундаментной плиты	406	0
Отогрев грунта вертикальными электродами	2475	1101
Обогрев арматуры электрокалориферами	5550	2336
Итого	43949	5390

Инфраструктура строительной площадки	Расход ТЭР в кг у.т.	
	октябрь	апрель
Пункт обогрева рабочих	5656	276
Обогрев бытовых помещений и пунктов охраны	7646	5625
Освещение бытовых помещений и пунктов охраны	654	654
Освещение охранное	3380	3227
Дежурное освещение	2448	2442
Освещение наружных работ прожекторы 2 кВт (рабочий день 24 часа)	2610	1409
Итого	22394	13632

Машины, механизмы и оборудование	Расход ТЭР в кг у.т.	
	октябрь	апрель
Бульдозер	822	753
Мобильный кран	12966	10894
Башенный кран	39882	38535
Мини-погрузчик	6113	5925
Экскаватор	15984	13586
Вибропогрузжатель	2688	2464
Вибротрамбовка	509	392
Сварочный трансформатор	12900	10970
Автобетононасос	6176	5147
Автобетоносмесители	8653	7234
Стационарный бетононасос	37104	28748
Строительный подъемник	1871	1816
Штукатурная станция	227	253
Компрессор	16747	14827
Малярная станция	61	71
Электроинструмент	14345	14345
Электролебедка	12246	10250
Стол для	1408	1238

Расчет потребления ТЭР основными энергопотребите лями

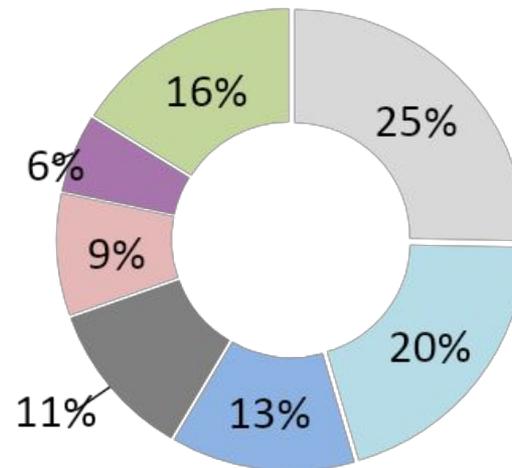
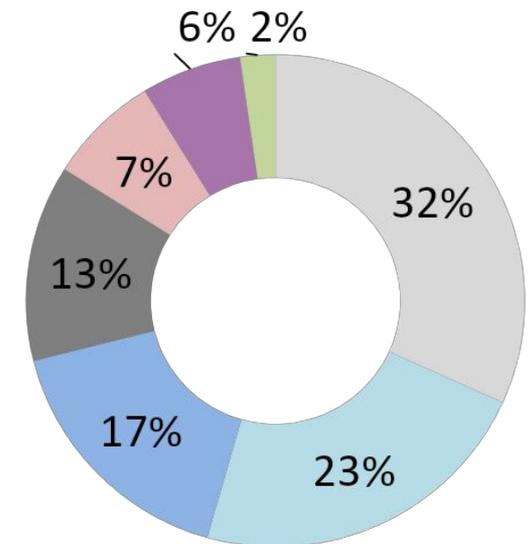


Механизированные работы	Расход ТЭР в кг	
	у.т.	
	Октябрь	Апрель
А. Механизированные монтажные работы	65093	59679
Мобильный кран	12966	10894
Башенный кран	39882	38535
Электролебедка	12246	10250
Б. Механизированные земляные работы	28592	24222
Бульдозер	822	753
Мини-погрузчик	6113	5925
Экскаватор	15984	13586
Вибропогрузжатель	2688	2464
Вибротрамбовка	509	392
Отогрев грунта вертикальными электродами	2475	1101

В. Обогрев бетона	41473	4290
Обогрев бетонной подготовки и фундаментной плиты	406	0
Электрообогрев перекрытий	13720	135
Электропрогрев стен и колонн	21797	1818
Обогрев арматуры электрокалориферами	5550	2336
Г. Механизированные внутренние отделочные работы	33251	31311
Строительный подъемник	1871	1816
Штукатурная станция	227	253
Компрессор	16747	14827
Малярная станция	61	71
Электроинструмент	14345	14345
Д. Инфраструктура строительной площадки	22394	13632
Пункт обогрева рабочих	5656	276
Освещение бытовых помещений и пунктов охраны	654	654
Освещение наружных работ	2610	1409
Дежурное освещение	2448	2442
Освещение охранное	3380	3227
Обогрев бытовых помещений и пунктов охраны	7646	5625
Е. Механизированные бетонные работы	51934	42548
Автобетононасос	6176	5147
Автобетоносмесители	8653	8653
Стационарный бетононасос	37104	28748
Ж. Вспомогательные и заготовительные работы	14307	12208
Сварочный трансформатор	12900	10970
Стол для арматурных работ	1408	1238

Декомпозиция основных потребителей ТЭР по видам работ на строительной площадке

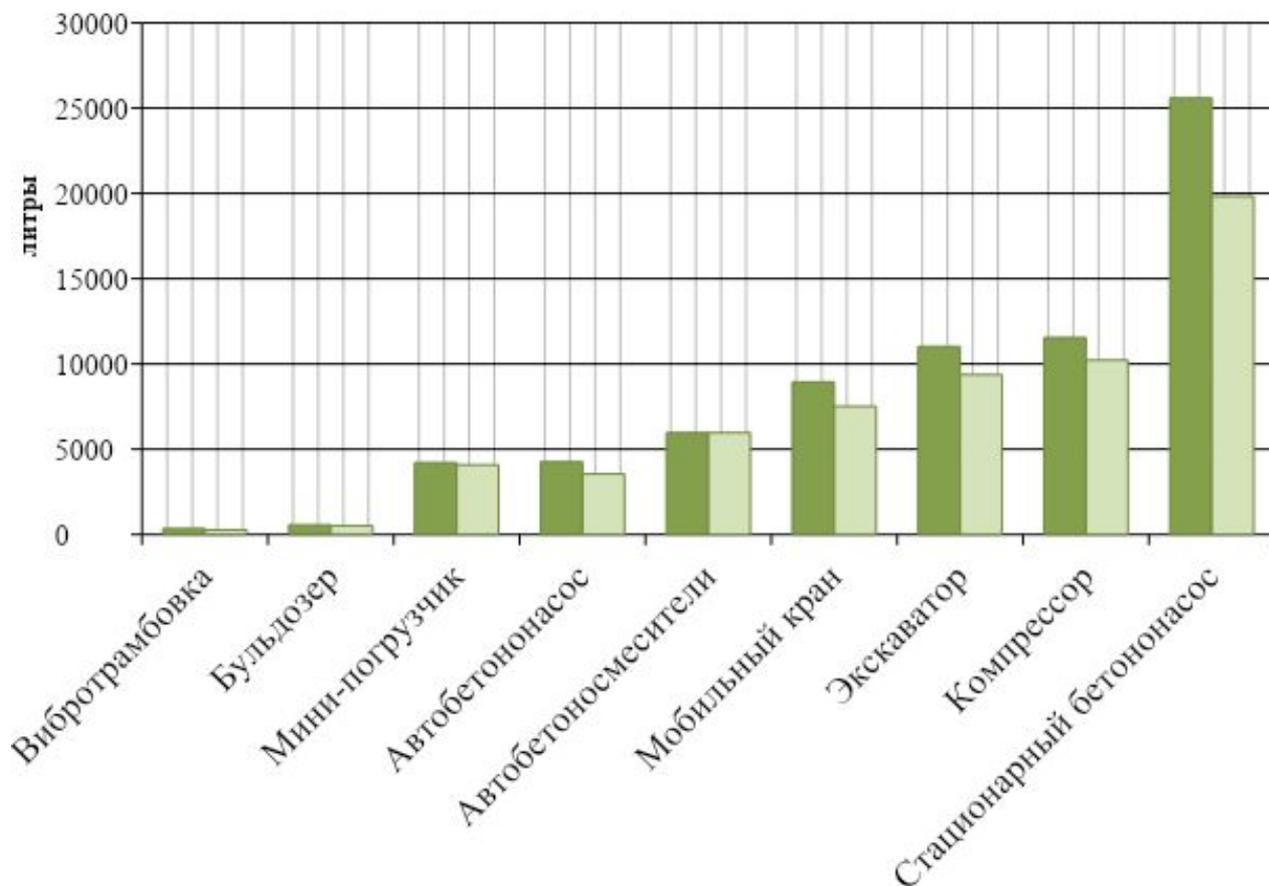
Апрель



Октябрь

Декомпозиция потребителей жидкого топлива на строительной площадке

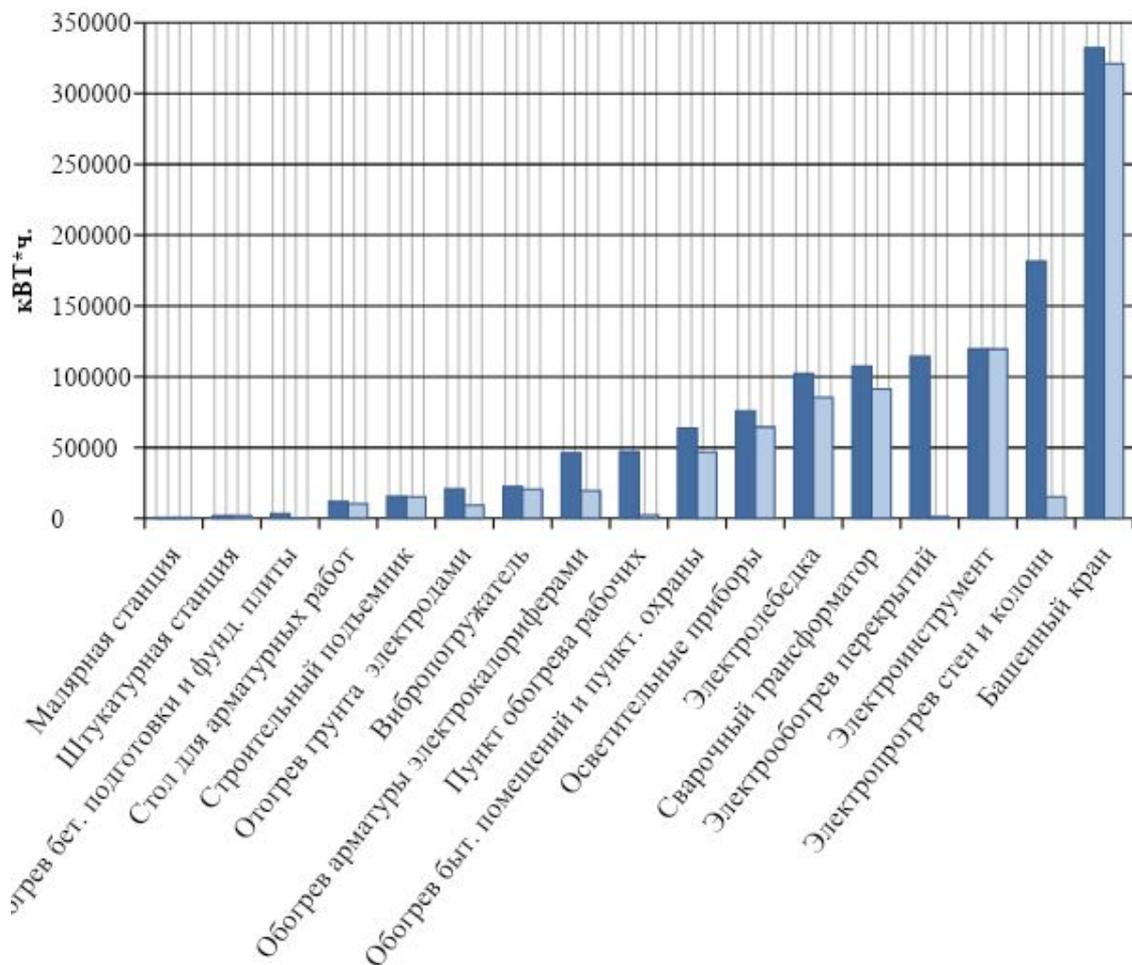
Потребители жидкого топлива	Расход дизельного топлива в литрах	
	Октябрь	Апрель
Вибротрамбовка	351	270
Бульдозер	567	520
Мини-погрузчик	4216	4086
Автобетононасос	4260	3550
Автобетоносмесители	5968	5968
Мобильный кран	8942	7513
Экскаватор	11023	9370
Компрессор	11550	10225
Стационарный бетононасос	25589	19826
Итого	72465	61327
Итого в рублях (при цене 35,53 рублей за литр)	2574695 ₽	2178966 ₽



Суммарный расход жидкого топлива при начале строительства в октябре равен 72465 л, а в апреле 61327 л. Снижение расхода дизеля составит 15%.

Потребители электроэнергии	Расход электроэнергии в кВт*ч	
	октябрь	апрель
Малярная станция	506	588
Штукатурная станция	1892	2106
Обогрев бетонной подготовки и фундаментной плиты	3385	0
Стол для арматурных работ	11733	10318
Строительный подъемник	15594	15137
Отогрев грунта вертикальными электродами	20627	9173
Вибропогружатель	22403	20536
Обогрев арматуры электрокалориферами	46252	19467
Пункт обогрева рабочих помещений и пунктов охраны	47134	2299
Обогрев бытовых помещений и пунктов охраны	63718	46872
Осветительные приборы	75763	64432
Электролебедка	102046	85419
Сварочный трансформатор	107496	91418
Электрообогрев перекрытий	114334	1127
Электроинструмент	119541	119541
Электропрогрев стен и колонн	181640	15153
Башенный кран	332350	321126
Итого	1266413	824713

Потребители электроэнергии на строительной площадке



Мероприятия, снижающие общеплощадочное энергопотребление



Мероприятия, снижающие энергопотребление инфраструктурных элементов строительной площадки

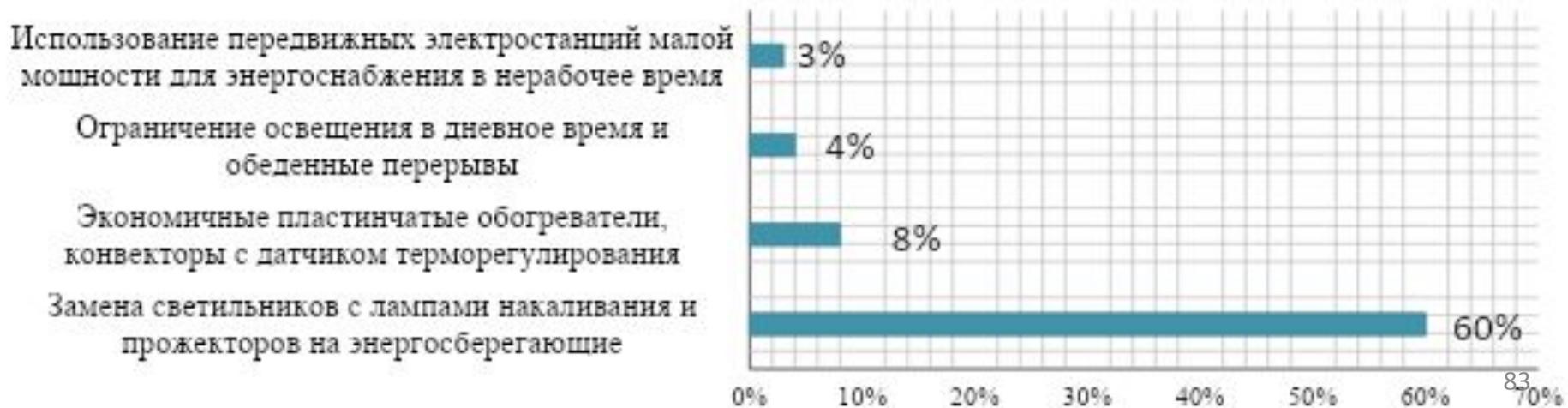


Диаграмма снижения расхода ТЭР в зависимости от выбора месяца начала строительных работ

Суммарное потребление ТЭР на строительной площадке существенно зависит от выбора месяца начала работ. На выбранных объектах представителям удалось достигнуть 27% сокращения потребления ТЭР при начале работ в Апреле. Результаты расчетов по другим месяцам показаны на слайде

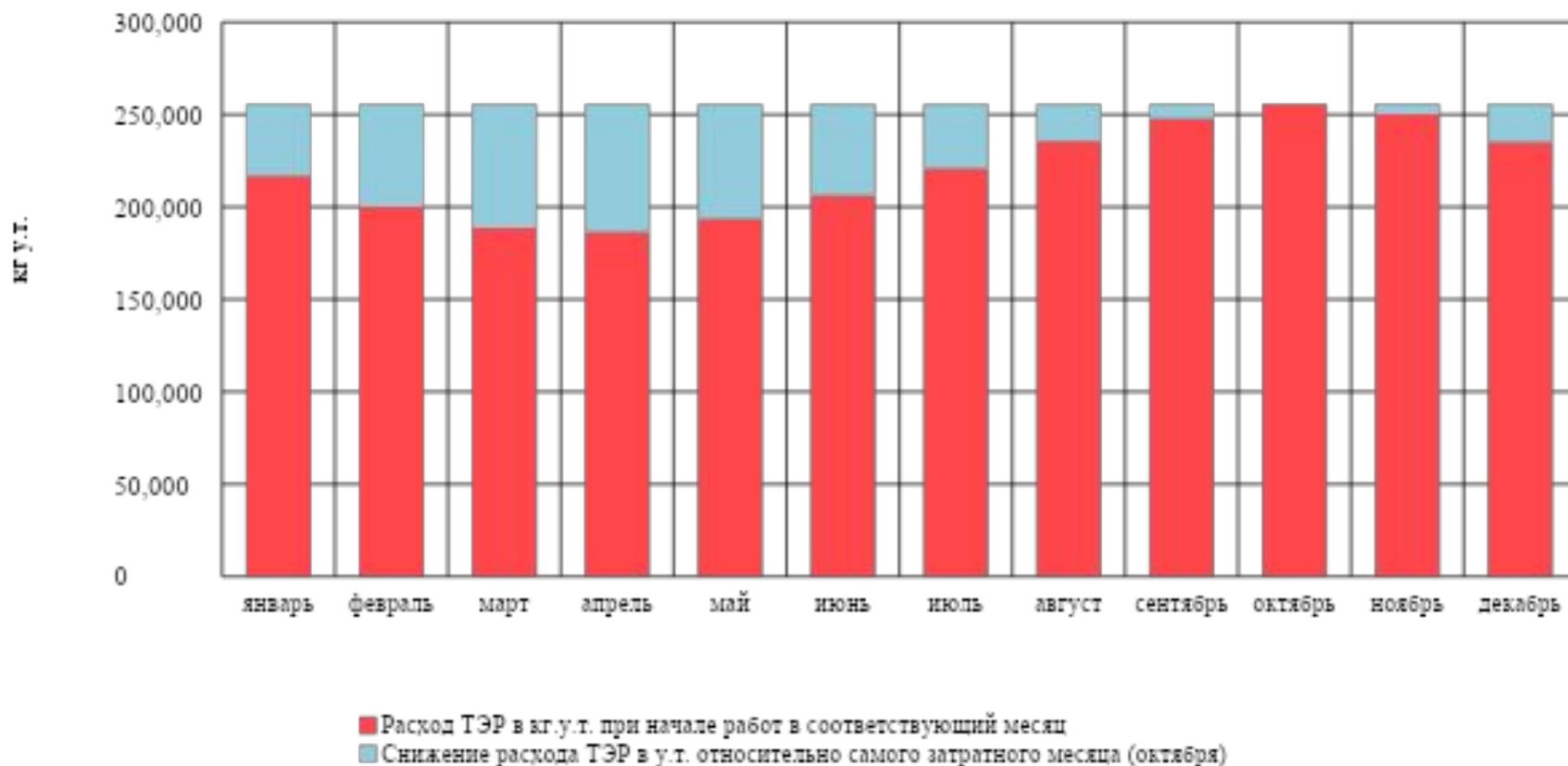


Диаграмма снижения расхода ТЭР в зависимости от выбора месяца начала строительных работ

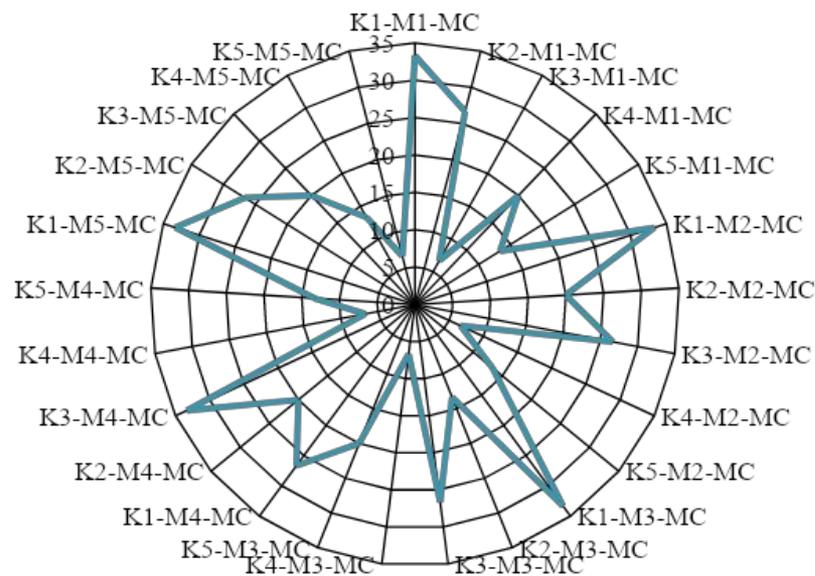
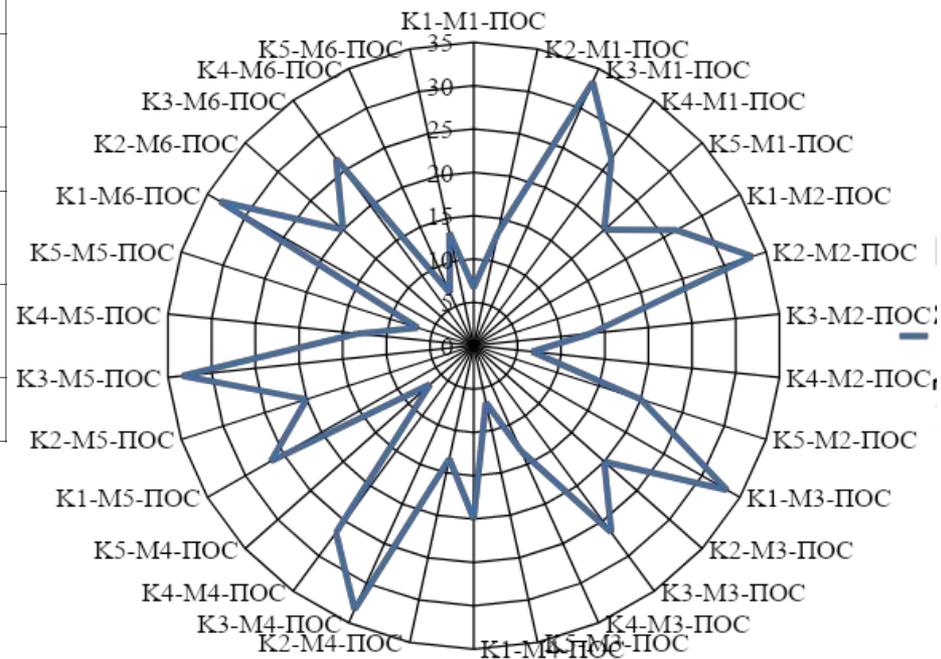
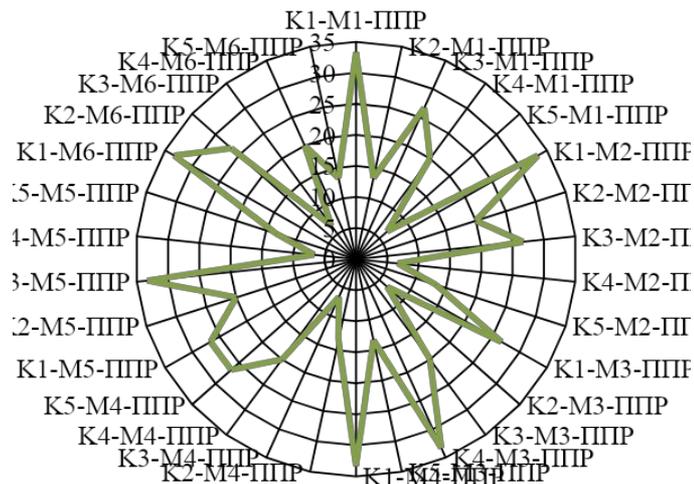
Месяц	Расход ТЭР в кг.у.т. при начале работ в соответствующий месяц	Снижение расхода ТЭР в у.т. относительно самого затратного месяца (октября)	Снижение расхода ТЭР в % относительно самого затратного месяца (октября)
Январь	216826	38811	8%
Февраль	200062	55574	21,7%
Март	188488	67149	26,3%
Апрель	186652	68984	27,%
Май	193784	61853	24,2%
Июнь	206324	49313	19,3%
Июль	220989	34648	13,6%
Август	235645	19991	7,8%
Сентябрь	247802	7835	3,1%
Октябрь	255636	0	0,0%
Ноябрь	250149	5487	2,1%
Декабрь	235122	20515	8%

Энергокорректирующие мероприятия на различных стадиях организационно-технологического проектирования при возведении объектов монолитного домостроения

Энергокорректирующие мероприятия		Ранг значимости	Показатели "важности"	Вектор приоритетов	α_i							
ПОС												
	M ₁ -пос	Вариантное проектирование по выбору машин, механизмов, оборудования	1	28,6	2,004	0,286	M ₁ -МС	Организация системы мониторинга и контроля расхода ТЭР на строительной площадке	1	33,333	1,919	0,333
	M ₂ -пос	Вариантное проектирование методов и способов обеспечения качества СМР и интенсификации технологических процессов	2	23,8	1,67	0,238	M ₂ -МС	Организация обратной связи между контролирующим органом и исполнителем работ	3	20	1,152	0,2
	M ₃ -пос	Вариантное проектирование инженерного обеспечения строительной площадки	3	19,05	1,336	0,19	M ₃ -МС	Оценка соответствия фактического расхода ТЭР на различных этапах строительства плановым индикаторам	2	26,667	1,535	0,267
	M ₄ -пос	Вариантное проектирование организации производственного быта строителей	4	14,29	1,002	0,143	M ₄ -МС	Корректировка производственных мощностей по отдельным видам и участкам работ	5	6,667	0,384	0,067
	M ₅ -пос	Анализ расхода ТЭР на объектах-аналогах;	5	9,52	0,668	0,095	M ₅ -МС	Корректировка сроков строительства и производства отдельных видов работ с учетом использования наиболее благоприятных сезонных природно-климатических условий	4	13,333	0,768	0,133
	M ₆ -пос	Определение прогнозных значений расхода ТЭР (по требуемой мощности) на основе производственно-бытовых норм	6	4,76	0,334	0,048						
ППР	M ₁ -ппр	Выбор эффективных типов и видов строительных машин, механизмов и оборудования с учетом минимизации работы вхолостую и под неполной нагрузкой	2	23,8	1,667	0,238	<p>Показатель важности мероприятия определяется по формуле:</p> $K_{mn} = \frac{2(n - i + 1)}{n(n + 1)} 100$ <p>где n – количество мероприятий; i – ранг мероприятия</p> <p>Матрица парных сравнений создается по формуле:</p> $\Omega_{i,j} = K_i / K_j,$ <p>Формула определения вектора приоритетов:</p> $N_i = (\Omega_{1,1} \times \Omega_{1,2} \times \Omega_{1,3} \times \Omega_{1,4} \times \Omega_{1,5} \times \Omega_{1,6})^{1/6}$ <p>Полученные числа нормализуются по формуле:</p> $\alpha_i = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i}$					
	M ₂ -ппр	Календаризация с учетом сезонности работ, влияющей на расход ТЭР в различных климатических условиях	1	28,6	2,004	0,286						
	M ₃ -ппр	Выбор временных зданий и сооружений с высокими теплозащитными характеристиками	4	14,29	1,002	0,143						
	M ₄ -ппр	Выбор рациональных режимов технологических процессов с наименьшими энергозатратами при обеспечении качества СМР и интенсификации технологических процессов	3	19,05	1,336	0,19						
	M ₅ -ппр	Разработка СГП с учетом минимизации расхода ТЭР на инженерное обеспечение строительной площадки	5	9,52	0,668	0,095						
	M ₆ -ппр	Рациональная организация производства работ по назначению смен, количества рабочих (в наиболее загруженную смену, в т.ч. рабочего освещения)	6	4,76	0,334	0,048						

Критерии

К ₁	Обеспечивает достижение требований федеральных нормативных документов
К ₂	Быстродействие и возможность автоматизации
К ₃	Возможность применения к объектам различного назначения
К ₄	Возможность применения в различных климатических условиях
К ₅	Требует дополнительных трудозатрат



На слайде представлены лепестковые диаграммы, благодаря которым можно наглядно видеть, какой из представленных критериев наиболее важен для соответствующих энергокорректирующих мероприятий. Численными исследованиями установлено, что для всех разработанных мероприятий наиболее значимым критерием является «Обеспечение достижения требований федеральных нормативных документов» - К1.



Блок-схема формирования организационно-технологического механизма реализации энергосберегающих мероприятий при возведении объектов монолитного домостроения

5 базовых планируемых классов энергоэффективности строительной

- при снижении на 40% и более - класс «А»;
- при снижении от 30 до 40% - класс «В»;
- при снижении от 20 до 30% - класс «С»;
- при снижении от 10 до 20% – класс «D»;
- при снижении менее, чем на 10% - класс «Е».

1. Анализ нормативно-технических документов в области организационно-технологического проектирования выявил отсутствие нормативной и методической базы для определения расхода ТЭР при производстве работ на строительной площадке.
2. Действующими нормативно-техническими документами в области строительного производства определяются энергетические мощности, а не энергозатраты по различным видам потребителей, что не дает возможности прямым путем установить их базовый уровень.
3. Возможное снижение расхода ТЭР до 40%.
4. Наиболее энергоемкими потребителями при производстве работ по возведению зданий и сооружений являются эксплуатация машин, механизмов и оборудования (до 80%) и технологические процессы (13%).

Программные средства для расчета
энергоэффективности

Рекомендуемая литература

1. <http://www.energo-pasport.com/wordpress/obrazec-energopasporta>
2. <http://www.aeroc.lv/index.php?page=781&lang=rus>
3. <http://ep31.ru/>

Расчёт «Энегоэффективности»

Расчет энергоэффективности является важнейшим этапом энергетического аудита. Измеряется энергоэффективность в прямой зависимости от объекта. Если говорить об энергетическом паспорте здания - расчет энергоэффективности здания заключается в расчете объема затрачиваемой энергии в системе его жизнеобеспечения. В этом случае энергоэффективность рассчитывается в киловаттах на 1 квадратный метр в год. Для каждого здания определяются три уровня затрат энергии – расчетный, нормативный и сравнительный.



Программа «ЭнергоПаспорт»

Программа Энергопаспорт '2011 предназначена для выполнения расчета параметров энергопаспорта жилых и общественных зданий и сооружений, формирования шаблонов раздела энергоэффективность.

Программа Энергопаспорт '2011 является дальнейшим развитием программы Энергопаспорт '2009, '2007, '2005 в связи с реализацией требований приказов №182 от 19.04.2010 Министерства Энергетики и №262 от 28.05.2010 Министерства Регионального развития.

Дополнительно реализован расчет параметров энергопаспорта для жилых зданий со встроенными помещениями общественного назначения.

Программа позволяет заполнить шаблон пояснительной записки по энергоэффективности в формате MS Word, построить протокольный отчет согласно СНиП 23-02-2003 приложение Г, отчет по энергопаспорту здания согласно СНиП 23-02-2003 приложение Д и согласно приказу №182 от 19.04.2010 Министерства энергетики. Учитывается нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания с 2011 года по приказу №262 от 28.05.2010 Министерства регионального развития.

Поддерживается база условий эксплуатации по городам. Редактор базы позволяет изменять существующие и вводить новые условия эксплуатации городов.

Программа прошла опытную эксплуатацию в ЦНИИЭП инженерного оборудования и в ЗАО "Удмуртгражданпроект".

В основе программы СНиП 23-02-2003 "ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ"; СП 23-101-2004 "ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ";

Цена - 41300 руб. + стоимость защитного ключа 1000 руб.

Энергоэффективность

Сравнительная эффективность энергосберегающих мероприятий.

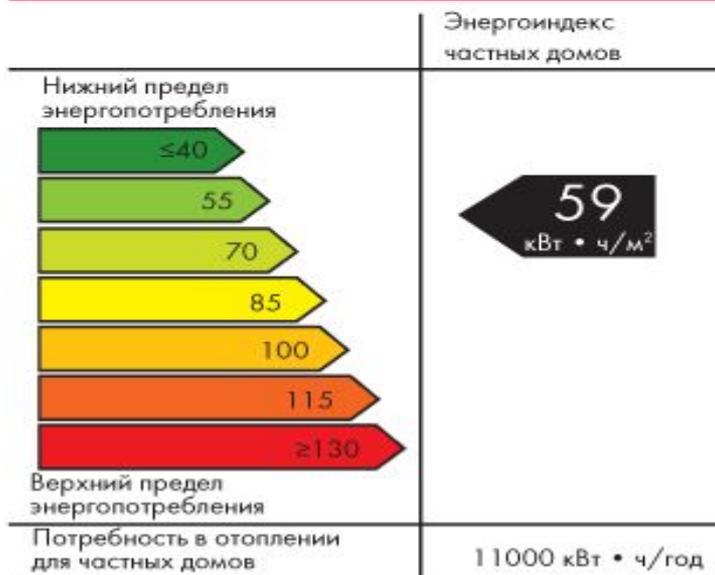
Показатели	Здание 1		Здание 2		Здание 3		Здание 4	
	кВт·ч/ м ² ·год	%	кВт·ч/ м ² ·год	%	кВт·ч/ м ² ·год	%	кВт·ч/ м ² ·год	%
Потребление энергии в Варианте № 1	364	100	575	100	178	100	513	100
Дополнительно принятые энергосберегающие технологические решения (по сравнению с Вариантом № 1)	Экономия энергии в Варианте № 2							
1.1. Утепление несветопрозрачных наружных ограждений	89,1	24,5	209,3	36,4	43,7	24,6	81,15	15,8
1.2. Оптимизация объемно-планировочных решений	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3. Энергоэффективные конструкции окон:								
▪ от повышения теплозащитных качеств	6,6	1,8	1,58	0,27	3,4	1,91	6,55	1,28
▪ от снижения инфильтрации	5,2	1,4	5,2	0,91	1,62	0,9	5,2	1,0
1.4. Утилизация теплоты вытяжного воздуха	54,3	14,9	90,9	15,8	24,8	13,9	49,8	9,7
1.5. Установка смесителей с левым расположением крана горячей воды и кранов с регулируемым напором	1,2	0,3	0,23	0,04	0,9	0,5	11,0	2,14
1.6. Дополнительные теплопоступления (бытовые и от людей)	80,3	22,1	51,2	8,91	51,4	28,9	69,0	13,4
1.7. Дополнительные теплопоступления от солнечной радиации	5,3	1,5	1,16	0,2	1,94	1,1	2,69	0,52
Итого	242	66,5	359	62,4	128	71,9	226	43,9
Всего энергозатраты в Варианте № 2	122	33,5	216	37,6	50,1	28,1	288	56,1

Нормативный уровень - энергопотреблению здания при нормативной теплозащите внешних ограждений, сравнительный – среднее потребление энергии зданий (подборка из 50 % лучших сооружений той же сферы строительного фонда). Расчетный уровень показывает энергоэффективность именно конкретного здания. Расчетные методы используют при проектировании, и они основаны на данных о нормативной энергетической эффективности, будущих режимах и условиях функционирования здания, базовой энергоэффективности для типичного оборудования. Если объект использует различные энергоресурсы, то расчет проводится по каждому виду ресурсов в отдельности.

Типовой расчет

Типовой расчет энергоэффективности для населенных пунктов

Типовой тест
Линия энергосбережение 3
4020 Linz



Расчет энергоэффективности здания экспериментальным методом происходит с использованием спецоборудования. При расчетно-экспериментальном методе, для подтверждения расчета используется эксперимент. Расчетными данными могут служить результаты проведенных испытаний, сведения об энергоэффективности комплектующих и составных частей исследуемого объекта и прочее. Расчетные методы в основном используются только на этапе проектирования. Очень часто наблюдается отклонения фактического показателя энергоэффективности от расчетного, что во много определяется ответственностью общества (сохранение невозобновляемых ресурсов, экологический фактор, тарифообразование).

Эффективность энергосберегающих мероприятий

