

Технологический тупик



Технологическая основа строительства дорог в России катастрофически устарела



Строительство одного километра
трассы уровня Киевского шоссе
доходит до 40 млн. \$

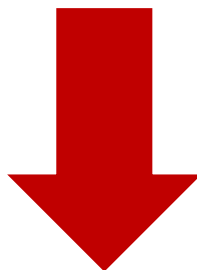
Гигантские средства
налогоплательщиков
уходят в черную дыру
ремонт
недолговечных
асфальтобетонных
покрытий



**Из бюджета РФ и Московской области на строительство 5,34 км
дороги в Сколково было выделено 5,75 млрд. рублей, то есть
более миллиарда рублей за километр**

**Начало строительства -
октябрь 2009 года.
Открытие временного
движения - июнь 2010
года.**

**На торжественной
церемонии открытия
присутствовали первый
вице-премьер Игорь
Шувалов, губернатор
Московской области
Борис Громов и
замминистра
транспорта Олег
Белозеров.**



В марте 2011 года проверка обнаружила:

- износ асфальта по всей протяженности трассы
- протечки воды в тоннеле
- деформацию моста через реку Сетунь
- провал покрытия на пешеходном переходе

Сравнительный анализ стоимости строительства дорог в Европе, США и России



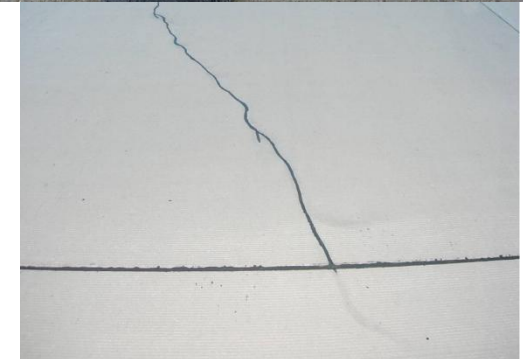
Наименование	Общая сумма затрат на строительство 1 км
ЕВРОПА	
Автобан в Германии (в среднем) (по данным Федерального министерства транспорта, строительства и городского развития Германии)	от 11 до 14 млн. долл. (8 – 11 млн. евро)
Автобан в восточных землях Германии	5 млн. евро
Автобан между Любеком и Щепином (.)	5,8 млн. евро
Польша (по данным Польского министерства инфраструктуры)	7 – 8 млн. долл.
Швейцария	24 млн. евро
Чехия (автобан между Дрезденом и Прагой)	9,2 млн. евро
США	
Дорога M6 South Beltline длиной . в штате Мичиган	\$2.48 млн.
Трасса Route 87 В Калифорнии в районе Сан-Хосе длиной	\$7,52 млн.
SR-125,	\$5,52 млн.
1-5 – Everett SR 526 to US 2 HOV Lanes-Everett, Всего	\$8,85 млн.
РОССИЯ	
ЗСД 212,7 млрд. руб.	180 млн. долл.
Дорога Краснодар - Новороссийск	32 млн. долл.
Новая кольцевая дорога в Московской области	40 млн. долл.
Новая магистраль Москва – Санкт-Петербург (первый участок)	65 млн. долл.

Адлер/Сочи: разрушение новой полосы аэродрома/системные нарушения технологии

Несоответствие схемы
нарезки швов
климатическим
условиям Сочи

Нарушения в уходе за
бетоном в начальный
период его твердения

Кратковременные
периодические
значительные
механические
нагрузки на покрытие
с недостаточно
прочным бетоном





**Нужна новая технологическая
основа**

Время новых технологий



Капсуляция – путь к новым свойствам новых материалов

Нанокапсуляция

При механохимической обработке цементов с минеральными добавками нанокапсулы образуются только на поверхности частиц цемента, не формируясь на дисперсиях минеральных заполнителей. Это связано с существенно разным состоянием поверхности частиц цемента и кремнезёмистых добавок при измельчении и трибоактивации частиц – частички цемента насыщают нафталиносulьфонаты кальцием, превращаясь в новое соединение – $C_{10}H_7SO_3Ca$ (нафталинсульфонат кальция). В этом случае наблюдается интенсивный рост прочности цементного камня в бетонах даже при рекордно низком количестве цемента в бетонной смеси

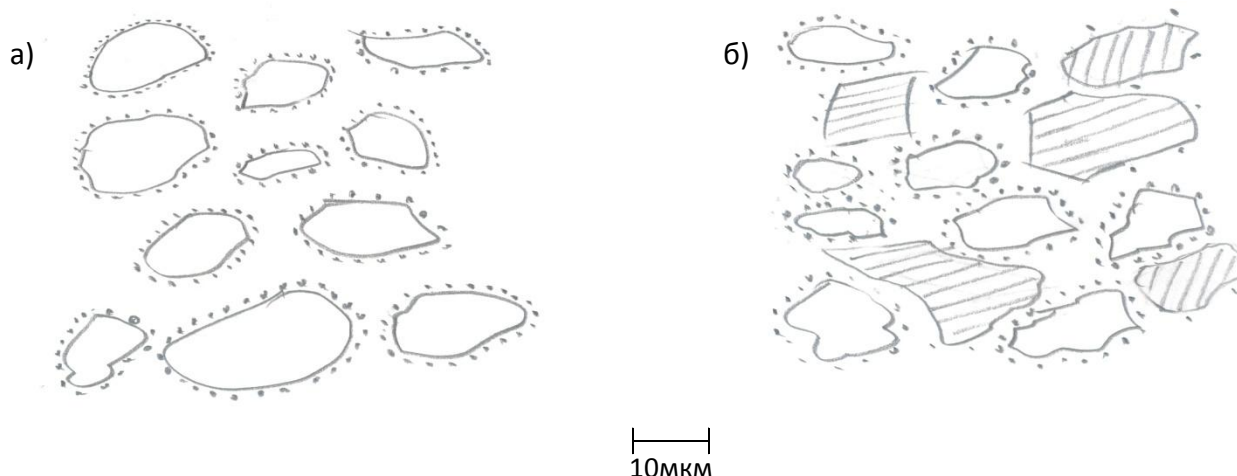


Рис.1. Структура наноцементов – СМС:

а) СМС-100; б) СМС-50.

Точечно выделены частички и капсулы оболочки АК (адсорбционного комплекса) нанокапсулированных зерен клинкера. Частички минерального наполнителя показаны штриховкой. Указан масштаб.

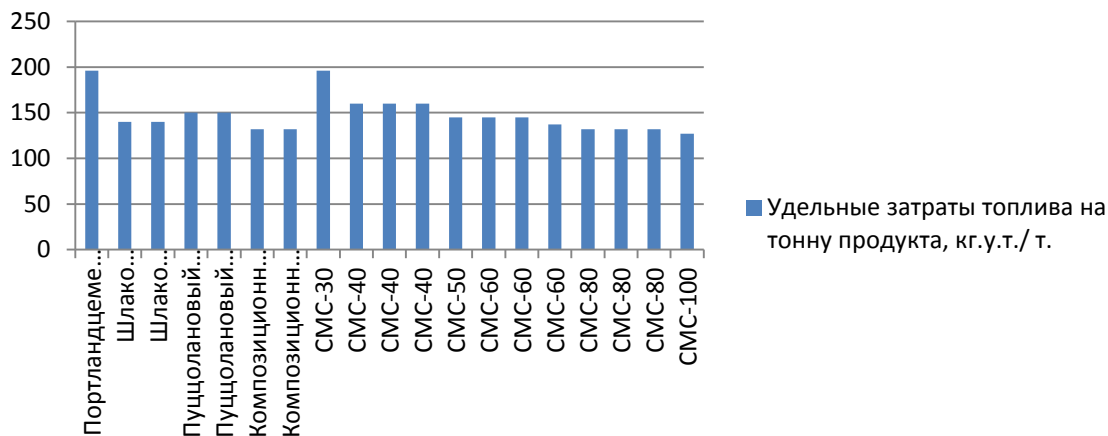
Наноцементы радикально отличаются от обычных цемента по ряду ключевых параметров



ИМЭТ

Нанокапсуляция

Вид цемента	Сокращенное обозначение цемента	Вещественный состав цемента, % масс. Основные компоненты	Портландцементный клинкер, Кл	Шлаки	Пуццолана	Зола уноса	Глиеж или обожженный сланец
Портландцемент /	ЦЕМ 1	95	-	-	-	-	-
	ЦЕМ111/А 32,5Б	100	35	65	-	-	-
Портландцемент с минеральными добавками	ЦЕМ 1V/A 42,5Б	65	-	35	-	-	-
	ЦЕМ V/A	40	30	30	-	-	-
	32,5Н	100	-	-	-	-	-
	СМС-100	100	-	-	-	-	-
Наноцемент	СМС-80	80	-	20	-	-	-
	СМС-80	80	20	-	-	-	-
	СМС-80	80	-	-	20	-	-
	СМС-60	60	40	-	-	-	-
	СМС-60	60	-	40	-	-	-
	СМС-60	60	-	-	-	40	-
	СМС-50	50	25	25	-	-	-
	СМС-40	40	30	30	-	-	-
	СМС-40	40	-	30	30	-	-
	СМС-40	40	30	-	30	-	-
	СМС-30	30	35	35	-	-	-



Наноцемент практически не имеет ограничений по срокам годности

Нанокапсуляция

Промышленные испытания и выпуск наноцементов проводились в 1988-1991г.г. на мощных технологических линиях Белгородского, Здолбуновского и др. цементных заводов, а в 2008г. были проведены сотрудниками ОАО «Московский ИМЭТ» на большой технологической линии мощностью 300 тыс.т цемента в год в КНР на цементном заводе Шин-Хуа, провинция Дзедзян, где нами была показана возможность производства наноцементов класса 32,5-42,5 с содержанием клинкера 33-40%

Характеристики свежих и длительно хранившихся наноцементов производственного выпуска:

- 1 – Здолбуновский цементно-шиферный комбинат, 1989 г.;
2 – Белгородский цементный завод, 1992 г. по данным [20]

Условия хранения	Цемент	Sy, кг\м ² по Блейну	В\Ц в стандартно м растворе 1)	Прочность при сжатии образцов-призм 4x4x16 см, через			
				1 сут.	3 сут.	7 сут.	28 сут.
1) мешки, 12 лет	свежий	470	0,32	52	76	88	93
	хранившийся	465	0,32	50	75	85	91
2) силос, 9 лет	свежий	480	0,30	35	71	79	91
	хранившийся 2)	468	0,30	35	71	78	88
1) По EN 197 и распыле конуса 165-; 2) Без образования комьев и пробок в трубопроводах							

Традиционный портландцемент и его разновидности при выдерживании на воздухе через каждые 30 сут. хранения снижают активность на 7–10% при удельной площади поверхности 2800–3400 см²/г. Отличаясь относительно высокой дисперсностью (4500–5000 см²/г), вяжущие низкой водопотребности, по существующим представлениям должны еще быстрее агрегироваться и терять активность. Однако, как показала практика изготовления, хранения и испытаний ,ВНВ независимо от содержания в их составе минеральных добавок в течение 6 мес. и более практически не теряют первоначальной активности.

Наноцементы: конкурентные преимущества

Применение механохимически активированных цементов по сравнению с аналогами позволяет:

- ▼ Получать бетоны высокой и сверхвысокой прочности (выше класса В60) с высокой водонепроницаемостью (W12–W18), повышенной стойкостью к воздействию сульфатов, хлоридов и слабых кислот
- ▼ Обеспечить экономию 30–50% металла (арматуры) в высокопрочных и сверхпрочных бетонах
- ▼ Ускорить твердение изделий, которые в течение суток достигают прочности 60–70 МПа, а в возрасте 3-х суток приобретают прочность (не ниже 70% марочной прочности бетона в возрасте 28 суток нормального твердения)
- ▼ Сократить в 2–4 раза расходы цемента при производстве вяжущего марки 300–500 за счет совместной механоактивации кремнеземистых заполнителей (мелкозернистые пески, золы, шлаки)
- ▼ Сделать возможным переработку как портландцемента, так и клинкера, реализацию технологии автономно или путем встраивания в существующий технологический процесс производства цемента
- ▼ Снизить энергозатраты на производство бетона за счет исключения пропарки при твердении изделия
- ▼ Получать архитектурный бетон повышенной декоративности (чистый тон, яркий цвет) устойчивых к образованию известкового налета (высолов) на поверхности изделия при эксплуатации в загрязненных условиях мегаполисов
- ▲ Получать изделия из архитектурного бетона по показателям близким к природному граниту, но в 3–5 раз дешевле, с возможностью их дальнейшей шлифовки и полировки, как природного камня

Радикальная экономия при новых свойствах

Бетоны на основе наноцементов позволяют снизить расход цемента при строительстве:



высотных зданий и конструкций

в несущих колоннах – в 2–3 раза;

в плитах – в 1,3–1,5 раза.

увеличить скорость оборота опалубки – от 2 до 3 раз

снизить общую стоимость каркаса здания – от 20 до 40%



гидротехнических сооружений

увеличить долговечность – в 2 – 3 раза

снизить расход цемента – до 2 раз

снизить стоимость сооружения – от 30 до 50%



туннелей

снизить расход цемента – в 1,5 раза

повысить долговечность за счет водонепроницаемости бетона – в 2 раза

снизить стоимость – на 20–30%



мостов и дорог

снизить расхода цемента – в 1,5 раза;

увеличить долговечность – до 2 раз;

снизить затраты – от 15 до 25%



оборонных сооружений

увеличить прочность конструкций – от 2 до 2,5 раз;

увеличить устойчивость и долговечность – от 3 до 5 раз.

Новый подход к основанию автомобильных дорог

ИМЭТ разработан способ изготовления двухслойного шероховатого дорожного покрытия из цементобетона:

- верхний слой покрытия – слой износа – изготавливают из цементно–песчаного раствора толщиной от 5 мм до 20 мм с нанесением на него равномерно распределенных по поверхности и на всю толщину перфораций в виде перевернутых усеченных конусов или многоугольных пирамид из расчета суммарной площади перфорации от 5 до 20% площади покрытия, причем диаметр большего основания усеченных конусов и пирамид выбран в пределах от 5 мм до 10 мм, угол наклона боковых ребер конусов и пирамид к вертикальной оси составляет от 15 до 40 градусов;
- нижний слой покрытия изготавливают из дренирующего цементобетона путем совместной обработки в смесителе – капсуляторе раствора цементного вяжущего, плотного заполнителя в виде щебня фракций в пределах от 2–х до 10 мм, мелкого заполнителя в виде дисперсного материала, например, кварцевого песка.



Новый подход к основанию автомобильных дорог

Верхний слой покрытия – слой износа – изготавливают обычным смешиванием в смесителях из мелкозернистого бетона, которым покрывают нижний слой покрытия из дренажного бетона известными способами, например, методом «свежий на свежий», толщиной от 5 мм до 20 мм с нанесением на него после начала схватывания равномерно распределенных по поверхности и на всю толщину перфораций в виде перевернутых усеченных конусов, многоугольных пирамид или эллипсоидных насечек из расчета суммарной площади перфорации от 5 до 20% площади покрытия).

Изготовление верхнего слоя покрытия – слоя износа – из плотного и прочного цементобетона с нанесенной на его поверхность сквозной перфорацией на всю толщину этого слоя не только сохраняет дренажные свойства покрытия, но и обеспечивает повышенную водопроницаемость и устойчивую шероховатость покрытия, улучшая, таким образом, его эксплуатационные характеристики за счет увеличения сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием.

Разрез разработанного двухслойного дорожного покрытия.



Сборные железобетонные конструкции на новой технологической основе

По технологии ИМЭТ дорожные железобетонные преднапряженные плиты изготавливаются на заводах ЖБИ и доставляются к месту монтажа полотна дороги. Железобетонные плиты снабжены сквозными каналами в средней части диаметром 15-25 мм, ориентированными вдоль полотна (и поперек при строительстве широкополосных дорог), а также шпунтованными боковыми гранями, или ровными гранями с посадочными гнездами для амортизаторов.

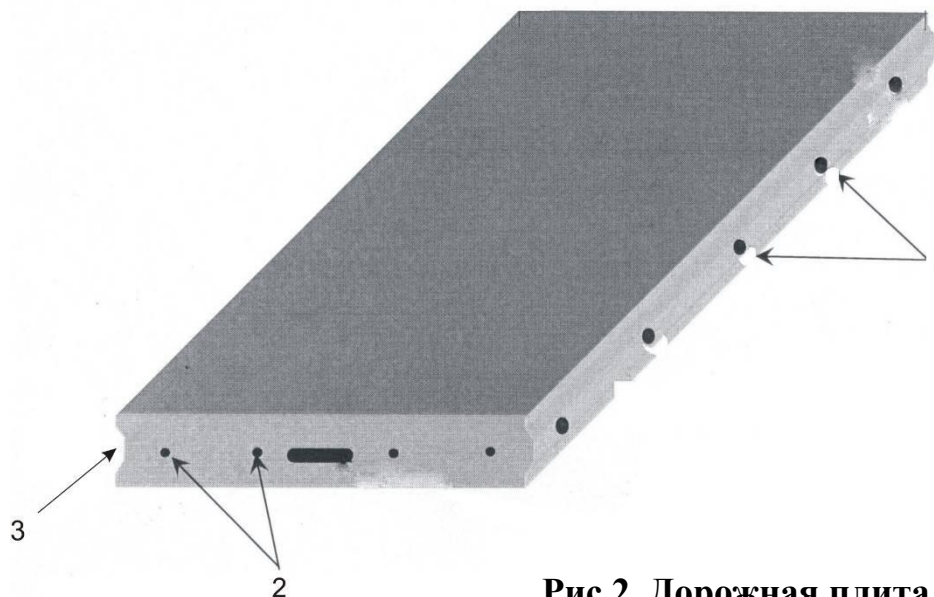


Рис.2. Дорожная плита из преднапряженного бетона:
1 – продольные сквозные каналы;
2- поперечная преднапряженная арматура ;
3-шпунтованные боковые грани (торцы) плит.

Сборные железобетонные конструкции на новой технологической основе

Наличие сквозных каналов и шпунтованных граней позволяет стягивать такие плиты вдоль полотна в пакеты из 10-15 плит, стыкуемые шпунтованными гранями или с помощью амортизаторов, одевающих на стальные канаты, укладываемые на слой песка на упрощенном основании в виде насыпи, сформированной из грунта, покрытый полиэтиленовой пленкой.



Подача бетонной плиты сборного типа на дорожное земляное полотно с подсыпкой дренирующего песчаного слоя, укрытого полиэтиленовой пленкой



Сборные железобетонные конструкции на новой технологической основе

Такие дороги начали строить в США, Канаде.

Производительность труда по укладке дорожного полотна по новой технологии превышает аналогичную для комплекса машин монолитного бетонирования дорог, существующих в России и других странах, в 8-10 раз.

Небольшое звено рабочих, снабженных соответствующей техникой, способно в месяц смонтировать несколько км высокочассных дорог



Сборные железобетонные конструкции на новой технологической основе

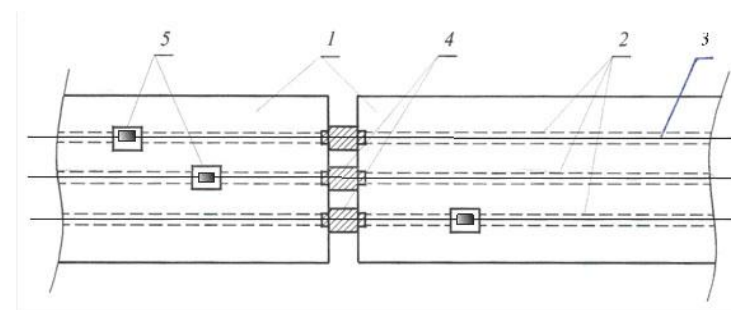
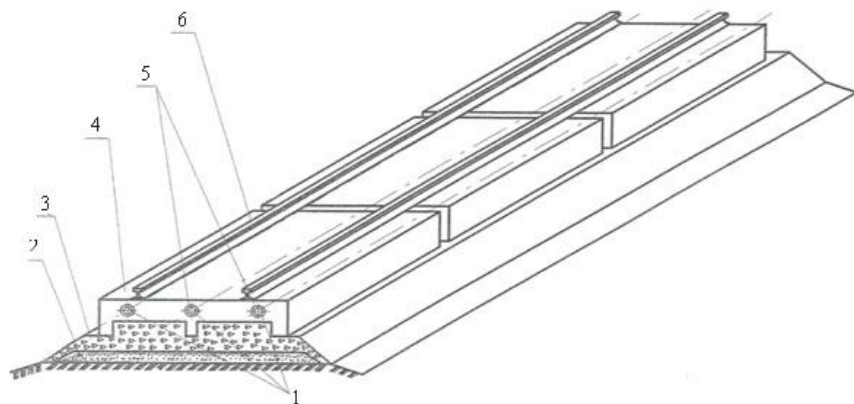
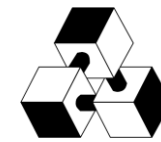


Рис. 5. Звено нового верхнего строения пути
 1 – стальные канаты; 2 – песчаная подсыпка;
 3 – щебеночная подсыпка; 4 – преднапряженная ж/б
 плита;
 5 – сквозные каналы; 6 – стальные рельсы

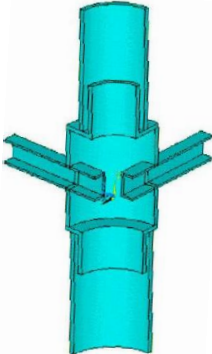
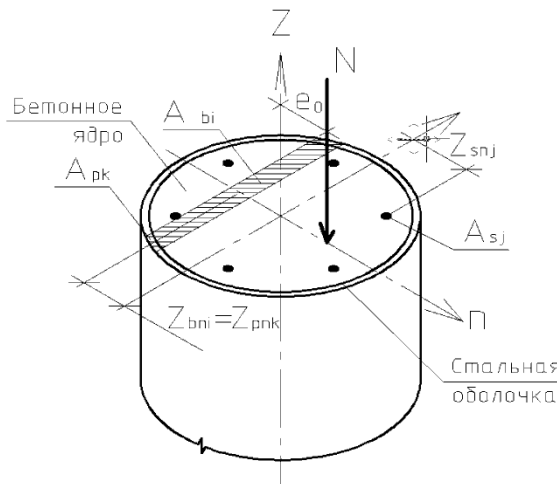
Трубобетон: новая технологическая основа современной строительной индустрии





ИМЭТ

Преимущества трубобетона: вне конкуренции

Конструкционные и эксплуатационные	Технологические	Экономические
1. Высокая несущая способность трубобетонных колонн 2. Эффективность работы стальной обоймы - трубы вместо арматуры 3. Повышение прочностных показателей, долговечности и стойкости бетона, находящегося в трубе 4. Трехосное сжатие бетона, находящегося в трубе 5. Снижение массы несущего каркаса здания 6. Повышение огнестойкости стальных конструкций каркаса 7. Высокая стойкость здания к сейсмике, взрывам, предельным нагрузкам и ударам	1. Выполнение стальной трубой роли первичного каркаса здания и несъемной опалубки для бетона 2. Работа в зимнее время 3. Высокая скорость возведения каркасов из трубобетона, в 3 - 4 раза превосходящая аналогичную для классического железобетона 4. Снижение объемов сварочных работ в 2 - 3 раза 	1. Сокращение расхода металла на возведение каркасов здания в 1,8 - 2 раза. 2. Сокращение сроков строительства коробок зданий и сооружений в 1,5 - 2 раза. 3. Снижение себестоимости строительства коробок зданий и сооружений на 25 - 30%. 



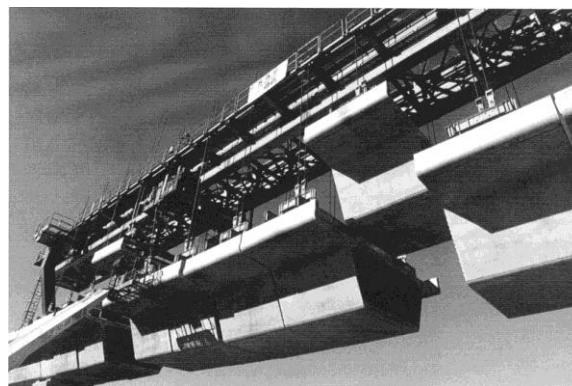
ИМЭТ

Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач



Железобетонный пустотелый элемент скоростной автомобильной многорядной трассы при транспортировке на место строительства. Видны отверстия для ввода стальных стягивающих канатов.

Развитие технологии монолитного и сборного пред- и пост- напряженного железобетона позволило реализовать строительство большепролетных (до 500 м) конструкций мостов и



эстакад, которые стали широко распространяться в США, Европе, Японии, КНР и других странах



Рис. 2.34. Воздушный поезд в аэропорту им. Джона Фиддлхерлда Кеннеди, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк
С любезного разрешения Fgd Engineering Group



ИМЭТ

Модернизация – удел одиночек: государства нет

