



УНИВЕРСИТЕТ
АИ БИМ

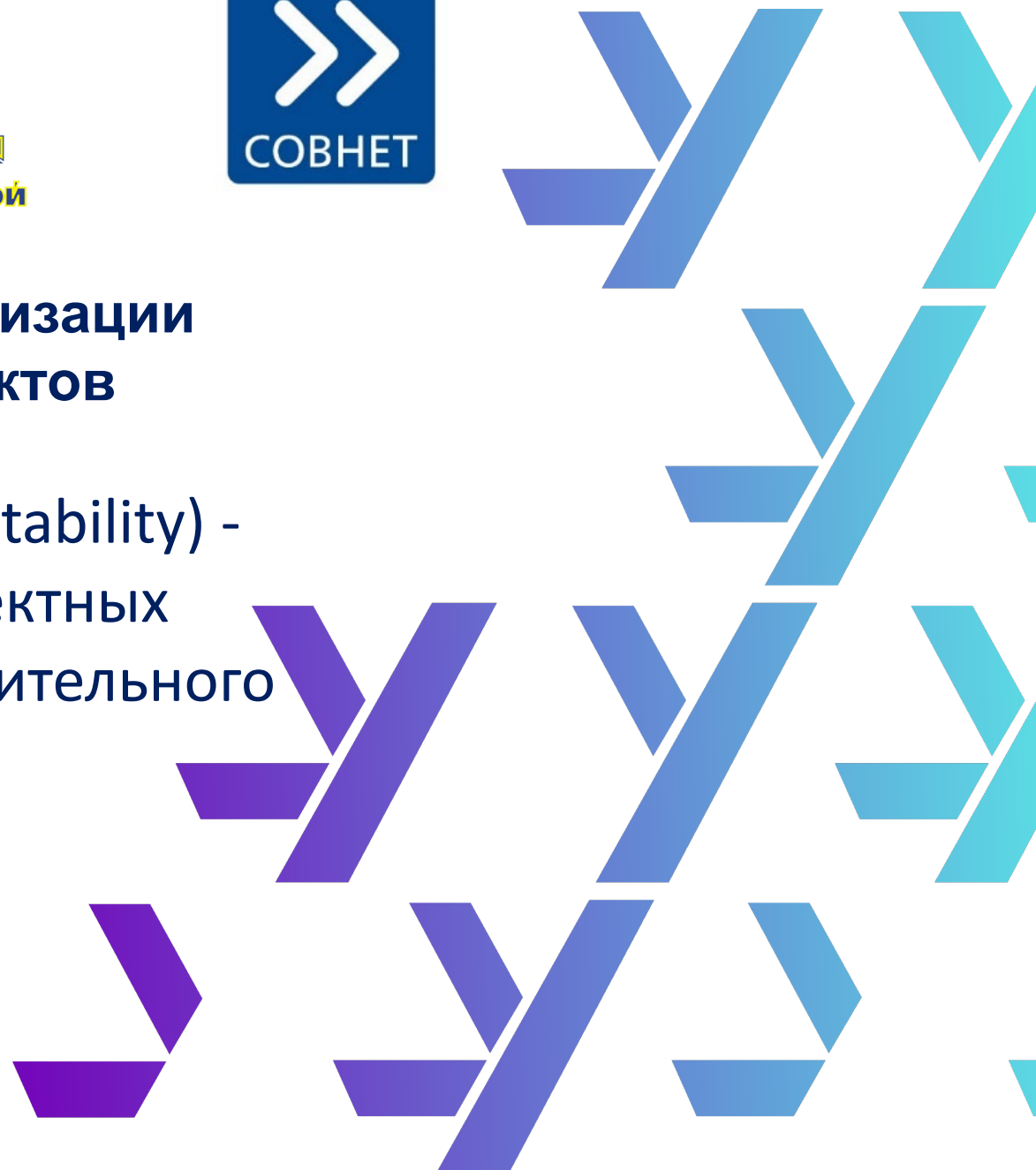


Пути повышения эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов

Технологичность строительства (constructability) -
инструмент повышения качества проектных
решений с точки зрения реализации строительного
проекта

Гришин М.О.
к.т.н., MBA, PMP

25 июня 2026
С-Петербург



Термины и определения



Constructability Технологичность строительства (ТС)

оптимальное использование строительных знаний и опыта в **планировании, проектировании, закупках и строительстве** для достижения общих целей проекта с точки зрения реализуемости проектных технических решений и повышения интеграции принимаемых решений

Operability Работоспособность

оптимальное использование эксплуатационных знаний и опыта при **проектировании/инжиниринге** объекта

Maintainability Ремонтопригодность

оптимальное использование знаний и опыта в области технического обслуживания объекта при **проектировании/инжиниринге** объекта

Reliability Надёжность

оптимальное использование знаний и опыта в области надёжности функционирования объекта при **проектировании/инжиниринге** объекта

Жизненный цикл инвестиционно-строительного проекта (промышленные объекты)

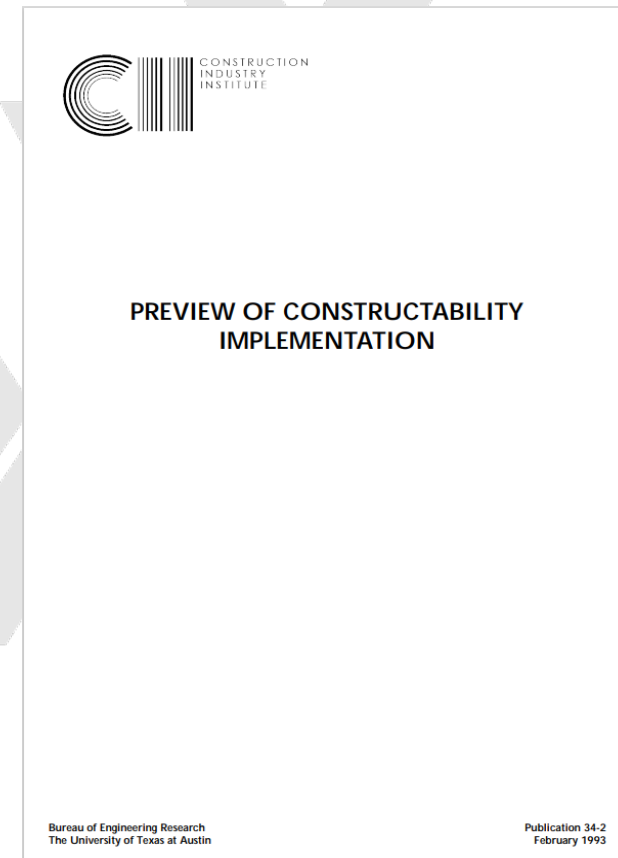
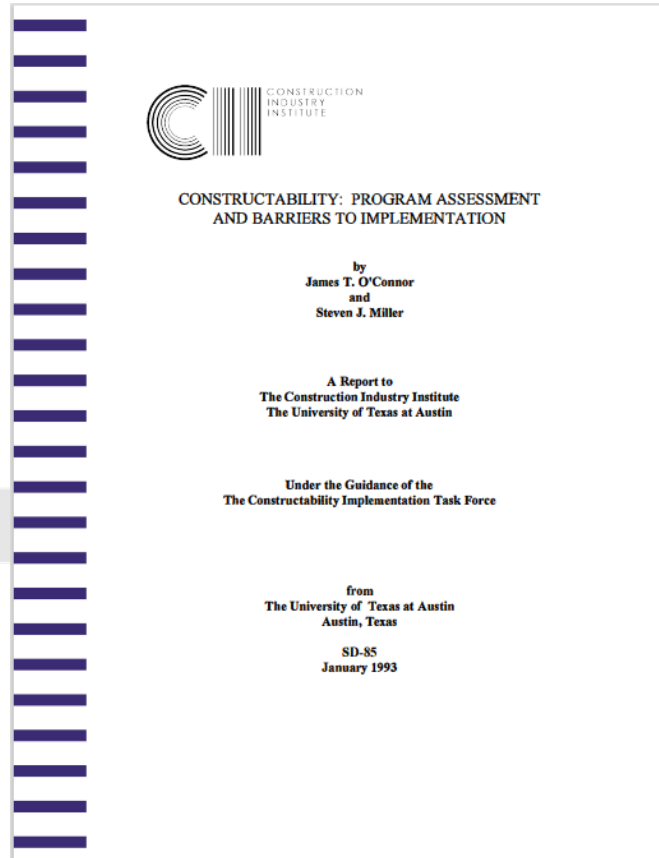
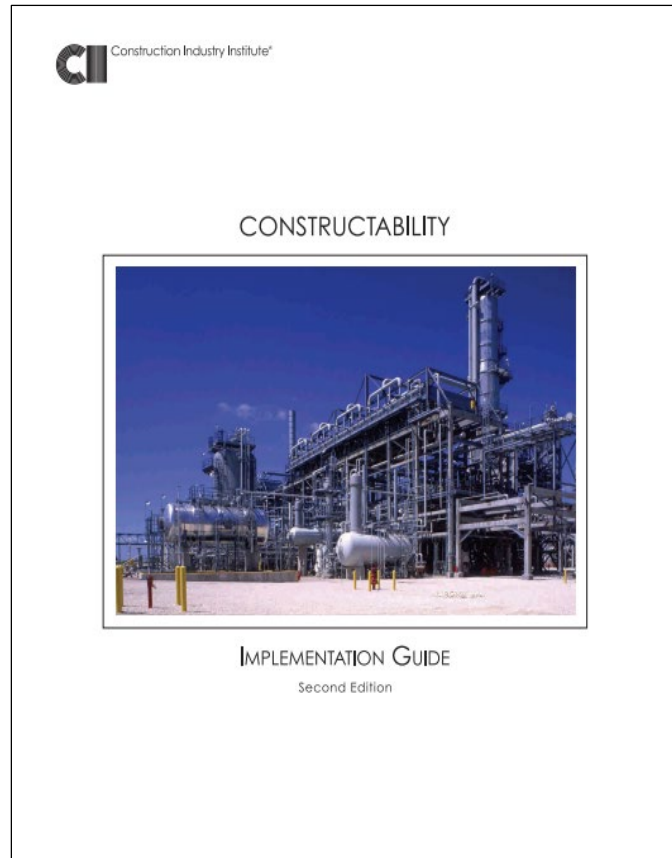


Технологичность строительства (Constructability)

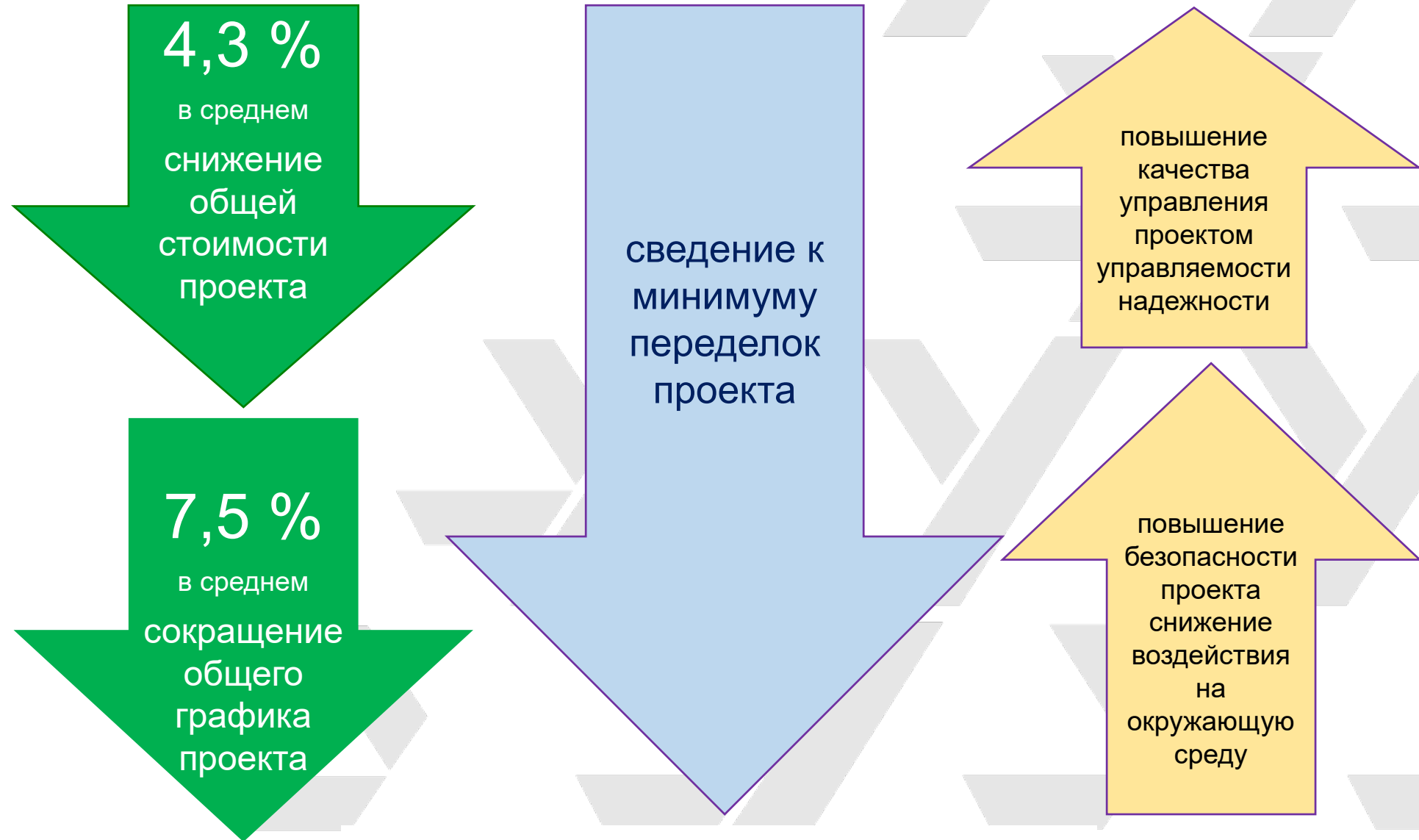
Технологичность строительства (ТС) – это серия «мозговых штурмов» на протяжении ЖЦ проекта для выбора оптимальных решений при реализации проекта

УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ЗНАНИЯМИ и ИХ ВНЕДРЕНИЕ, ОСНОВАННОЕ НА ОПЫТЕ КОМАНДЫ ПРОЕКТА И ВЫУЧЕННЫХ УРОКАХ

Технологичность строительства (Constructability)



Преимущества ТС



Принципы обеспечения ТС



ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВЕННЫЕ

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ
СМР

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СМР,
СОКРАЩЕНИЕ ОБЪЕМА ДОРАБОТОК

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ
ПРОЦЕССОВ :
УЛУЧШЕНИЕ КОММУНИКАЦИЙ
ПРОЕКТНЫХ КОМАНД ДЛЯ
ДОСТИЖЕНИЯ ОБЩЕГО
РЕЗУЛЬТАТА

ПОКАЗАТЕЛИ КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ

СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ
РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ СМР

СНИЖЕНИЕ РИСКОВ ПРОЕКТА

ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ
СТРОИТЕЛЬСТВА

Описание концепции ТС



Фаза 1: Раннее планирование

1. Планы реализации ТС являются неотъемлемой частью Плана выполнения проекта
2. Раннее технико-экономическое планирование проекта использует знания и опыт в области строительства
3. Разработка контрактной стратегии проекта включает знания и опыт подрядного строительства
4. Графики проекта зависят от строительства и ввода в эксплуатацию
5. Важные, ранние проектные решения учитывают модульность / предварительную сборку оборудования, автоматизацию строительства и другие варианты основных методов строительства
6. Рациональная постоянная и временная планировка площадки способствует эффективному строительству
7. Применяются передовые информационные технологии для обеспечения эффективного строительства

Описание концепции ТС



Фаза 2: Проектирование и закупки

1. Графики проектирования и закупок зависят от строительства
2. Проектные решения сконфигурированы для обеспечения эффективного строительства и использования эффективных технологий
3. Элементы проектных решений стандартизированы
4. Эффективность закупок, строительства и ввода в эксплуатацию рассматриваются при разработке контрактной документации
5. Модульные/предварительные собранные установки упрощают изготовление, транспортировку и монтаж на площадке
6. Проектные решения обеспечивают строительную доступность для персонала, материалов и оборудования
7. Проектные решения облегчают строительство и продуктивность монтажных работ при неблагоприятных погодных условиях
8. Планы проекта повышают безопасность во время строительства

Описание концепции ТС



Фаза 3: Строительство

Применяются инновационные методы управления строительством на площадке для повышения эффективности строительства:

- ❖ пакетно-узловой метод
- ❖ поточный метод
- ❖ принципы «бережливого строительства»
- ❖ цифровые информационные модели

Концепция реализации ТС

- ТС должна быть реализована на ранней стадии выполнения проекта и изучена в областях требований и условий, специфичных для проекта. Изучение элементов ТС должно осуществляться ПОДРЯДЧИКАМИ и поддерживаться действиями КОМПАНИИ
- Комитет по ТС должен быть организован на ранней стадии проекта и должен определить цели внедрения ТС вместе со стратегиями их достижения, чтобы помочь всем членам проектной команды понять общие ожидания руководства проектом.
- В соответствии с целями и стратегиями, все члены проектной команды должны стремиться вносить свой вклад и применять инновационные идеи и методы для разработки конструктивных элементов под руководством опытных строительных специалистов.
- В ходе реализации проекта, если будут обнаружены преимущества инновационной ТС или будет установлено, что ожидаемые выгоды не заслуживают включения в реализацию проекта, они должны быть добавлены или удалены из Плана действий
- Комитет по ТС проводит периодический обзор и утверждение различных ключевых этапов деятельности, таких как обзор плана участка, обзор HAZOP, варианты упражнений, обзор графика и т.д.
- Внедрение ТС приносит значительную экономическую отдачу, превышающую затраты на администрирование программы ТС. Следовательно, команда по ТС должна нести ответственность за успех программы и должна сделать все необходимое для обеспечения предоставления достаточных ресурсов для реализации программы ТС

Параметры для измерения достижения целей

- ❖ Капитальные затраты
- ❖ Стоимость СМР
- ❖ Трудозатраты при выполнении СМР/ПНР
- ❖ Производительность труда (часы работы на единицу продукции)
- ❖ Количество позиций, не соответствующих спецификациям
- ❖ Рабочие часы на переработку проекта и переделки
- ❖ Сумма доп.соглашений на изменение объёма (в денежном выражении)
- ❖ Уровень происшествий с временной потерей трудоспособности
- ❖ Продолжительность отключения установок при реконструкции
- ❖ ...

Области предложений по ТС

- ❖ Спецификации материалов
- ❖ Методы строительства
- ❖ Схема установки оборудования и коммуникаций
- ❖ Формат и содержание технических решений
- ❖ Взаимодействие участников проекта
- ❖ Стандарты проектирования и детали
- ❖ Методы строительства
- ❖ Безопасность строительства
- ❖ Техническое обслуживание оборудования
- ❖ Безопасность эксплуатации оборудования
- ❖ Изготовление, отгрузка, хранение и распределение оборудования и материалов
- ❖ Улучшение графика
- ❖ Снижение затрат
- ❖

- **Работа с чек-листами по проектированию.** По каждой дисциплине или специальному предмету будут проведены открытые сессии по ТС для рассмотрения прошлого опыта и извлеченных уроков. В этих сессиях примут участие команда проекта. В результате каждой сессии будет сформирован и распространен чек-лист рекомендаций по проектированию для данной конкретной дисциплины или предмета. В контрольных списках будет использоваться стандартный формат представления.
- **Процесс внесения предложений по ТС.** Этот процесс является средством сбора и оценки предложений. Предлагаемый ТС. будет доступен для документирования индивидуальных идей персонала проекта. Специалист по ТС будет вести журнал для обобщения статуса всех предложений, включая влияние на стоимость и график, а также для регистрации принятия или отклонения предложения.
- **Совещания о статусе ТС.** Будет проведено очередное запланированное совещание для поощрения общения между членами проектной команды и предоставления обратной связи относительно предложений по конструктивности и пунктов действий. В нем примут участие ключевые члены команды по конструктивности. Протокол совещания будет разослан команде проекта.
- **Обновления данных по ТС.** Регулярные обновления процесса конструктивности должны предоставляться на регулярных совещаниях персонала и инженеров путем включения ежемесячной и ежеквартальной письменной оценки программы по конструктивности.

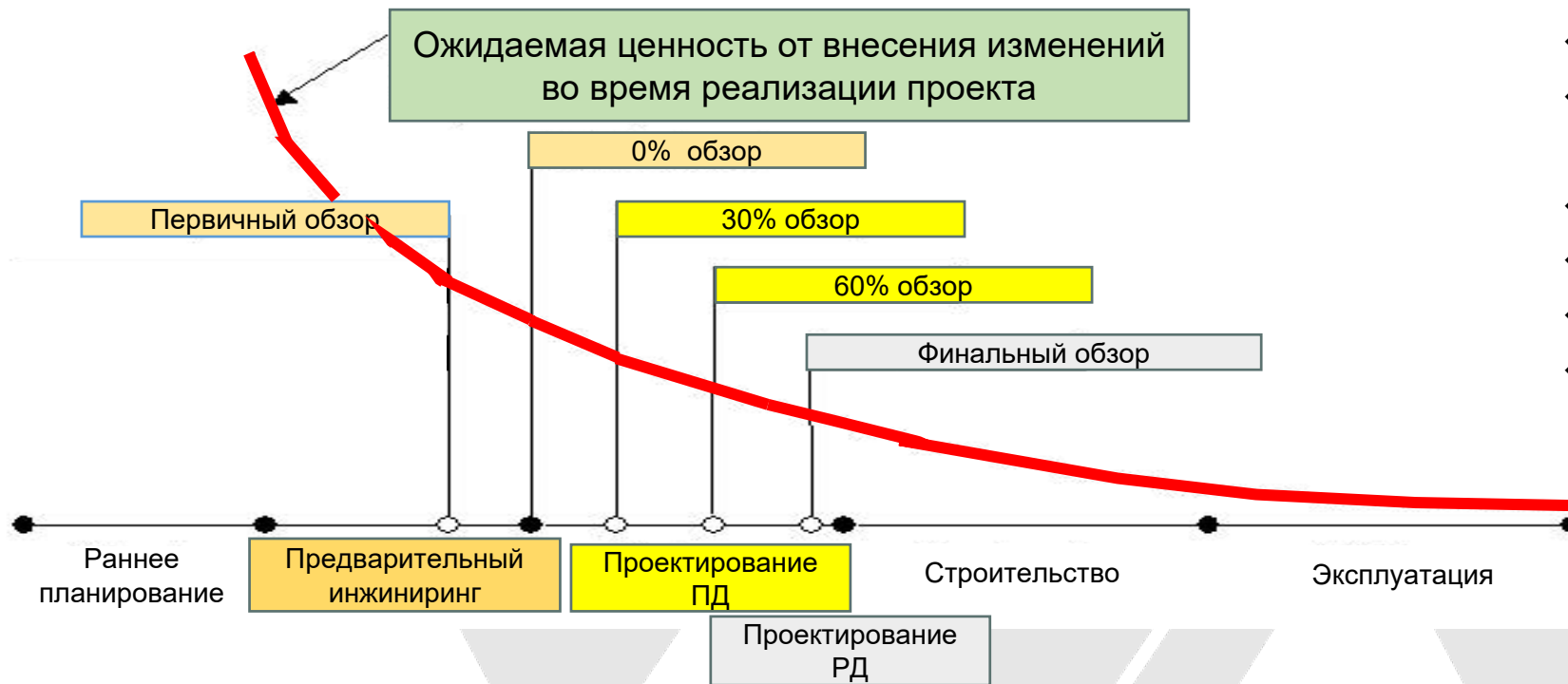
- ❖ Программы «Обзор ТС» (Constructability Review)
- ❖ Чек-листы
- ❖ Формы предложений
- ❖ Данные из базы выученных уроков

Обзор ТС. Constructability Review



Обзор ТС - это систематический процесс, гарантирующий, что проект обладает определёнными атрибутами ТС для повышения эффективности проектов строительства

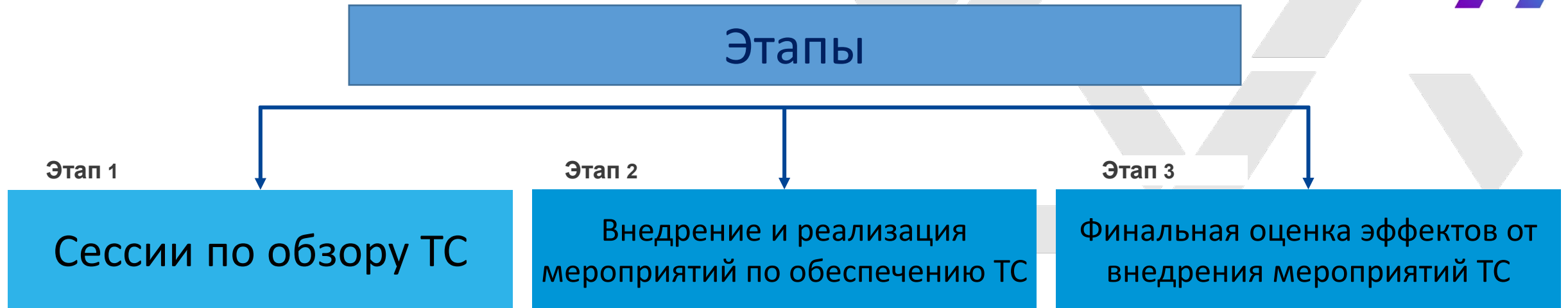
Процесс начинается в начале проекта и продолжается на протяжении всего его срока. Различные проверки ТС включаются в этапы планирования и разработки проекта. Совокупность различных проверок составляет процесс проверки ТС.



Основные вехи для сессий ТС

- ❖ ТЗ на проектирование
- ❖ Выбор основного технологического оборудования
- ❖ Задание на ПОС
- ❖ Деление на КТУ
- ❖ Рассмотрение ПД до ГГЭ
- ❖ Рассмотрение разделов РД до выдачи на площадку и закупок

Этапы реализации программы ТС



ЖУРНАЛ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТОВ ТС		
	Применение предмонтажного укрупнения конструкций, в том числе модульных	Реализовано частично (+)
1		
	Применение сборных железобетонных элементов	Реализовано опытно
2		
	Решения по водопонижению грунтовых вод	
3		
	Оптимизация	Реализовано частично (-)
4		

Передано в базу лучших практик и выученных уроков

Предложения по ТС



Предложения уровня 0: Не требуется дополнительного утверждения - Не оказывает существенного влияния на стоимость или график

Предложения уровня 1: Инженерное предложение - предполагает внесение изменений в техническую спецификацию или основу проектирования

Предложения уровня 2: Общепроектное предложение - влечет за собой изменение затрат, количества человеко-часов или графика реализации

Общее замечание относительно предложений уровня 0, 1 или 2:

Никакие предложения по ТС не должны реализовываться, если это увеличивает общую стоимость проекта или продлевает график

Следует рассматривать только те предложения, которые приводят к снижению общей стоимости или сокращению графика.

Предложение может привести к увеличению рабочих часов инженера-проектировщика, но дает экономию на строительстве, которая более чем компенсирует увеличение инженерных затрат.

Список предложений по ТС



№	Дата	Предложение	ФИО	Компания	Эффект				Утверждено у Отклонено О
					Стоимость руб.	Сроки дн.	Трудоёмкость Чел/ч	Уровень ТБ,ПБ	

Чек-листы для сессий по технологичности



№	ТЕМА	Вопросы для обсуждения	Обоснование принятых решений	Предложения по изменениям	Отв.	Примечания
1	исходные данные	полнота по технологии				
		полнота по разделам				
		полнота по типам оборудования				
3	сведения о наличии разработанных и согласованных специальных технических условий	причины СТУ				
		уменьшение стоимости мероприятий				
4	обоснование возможности осуществления строительства, реконструкции объекта капитального строительства по этапам строительства, реконструкции с выделением этих этапов	необходимость разделения				
5	сведения о разделах и пунктах проектной документации, содержащих решения и мероприятия по обеспечению промышленной безопасности	полностью ли применены принципы HSE				
6	задание на проектирование	полнота по технологии				
		полнота по разделам				
		полнота по типам оборудования				
7	отчетная документация по результатам инженерных изысканий	полнота				
		качество				
8	выданный в установленном порядке градостроительный план земельного участка	наличие				
	технические условия подключения					
9	ТУ ТС					
10	ТУ ВК					
11	ТУ электроснабж					
12	ТУ газ					
13	ТУ МЧС					
14	ТУ					
16	документы о согласовании отступлений от положений технических условий					
17	разрешение на отклонение от предельных параметров разрешенного строительства, реконструкции объектов капитального строительства					
18	обоснование безопасности опасного производственного объекта	полностью ли применены принципы HSE				
19	положительное заключение экспертизы промышленной безопасности такого обоснования, внесенное в реестр заключений экспертизы промышленной безопасности					

Чек-листы для сессий по технологичности



Раздел 2: очередность выполнения ПНР и пусковых операций				
№	Вопросы обзора ТС	Сделано	Не сделано	Комментарии
План выполнения ПНР				
1	Назначение ответственных лиц за выполнение ПНР на разных этапах выполнения ПНР	☐	☐	
2	Определение участников процесса ПНР (утверждение матрицы ответственности)	☐	☐	
3	Привлечение по договору специализированной пусконаладочной организации для осуществления ПНР/ сопровождения ПНР	☐	☐	
4	Разработка программы испытаний: -разработка графиков по отдельным зонам, ед. оборудования и т.д. -разработка инструкций -наличие программы пуска -наличие технологического регламента	☐	☐	
5	Обеспечение присутствия при испытаниях шеф-наладки	☐	☐	
6	Определение требований к поставщикам (ЗИП для ПНР, шеф ПНР, ПНР производителя) с определением границ ответственности	☐	☐	
7	Обеспечение необходимыми ресурсами	☐	☐	
8	Завершение подготовки к ПНР, подтверждение готовности к ПНР. -график выполнения всего комплекса ПНР, совмещенный с завершением СМР (5-го уровня)	☐	☐	

раздел 6: Оценка доступности подключения к временным инженерным сетям подрядчикам по СМР				
№	Вопросы обзора ТС	Сделано	Не сделано	Комментарии
1	Временные и постоянные коммуникации для обеспечения электроэнергией, водой, теплом и т.п., проходящих по стройплощадке, а также от источника получения до распределительных устройств на территории строительства			
1.1.	Получение ТУ на подключение к временным инженерным сетями	☐	☐	
1.2.	Проект временного электроснабжения строительной площадки и ВЗИС	☐	☐	
1.3.	Проект временного водоснабжения и канализации	☐	☐	
1.4.	Проект временного отопления объектов	☐	☐	
1.5.	Исполнитель услуг по закупке, установке распределительного электрооборудования, границы ответственности	☐	☐	
1.6.	Исполнитель по заключению договоров на вывоз ТКБО и канализационных стоков	☐	☐	
1.7.	Исполнитель по заключению договора на обеспечение водой питьевого и хозяйственно-бытового назначения	☐	☐	

Чек-листы для сессий по ТС (контроль качества проектной документации)



Наименование	Действия/ кто, что, когда, где	Воздействие		
		Содержание	График	Стоимость
Проектирование:				
Раздел: АД (автодороги)				
разграничение (разметка дорожного покрытия, направляющие столбы, разграничение барьеров, рельефные дорожные знаки, разметка для сглаживания ударов) перекрестки, развязки, вспомогательные полосы движения, сигнализация, системы обнаружения вывесок, ограждения освещение рабочих зон				

Типовое содержание программы ТС



- Краткое описание программы ТС
- Данные об извлеченных уроках
- Проанализированные уроки и статус каждого из них
- Реализованные уроки и задокументированные результаты
- Уроки разработаны и представлены в базу данных с результатами
- Результаты по принятым позициям должны включать оценки затрат/выгод по графику и т.д.
- Данные чек-листов
- Краткое изложение обзора чек-листов
- Пункты чек-листов, определенные для дальнейших действий, и задокументированные результаты
- Дополнительные пункты чек-листов, представленные членами команды с задокументированными результатами
- Результаты по принятым пунктам должны включать оценки затрат/выгод по графику и т.д.
- Данные программы в форме предложений
- Краткое изложение программы формирования предложений (количество отправок. Принято/отклонено)
- Предложения сотрудников приняты для дальнейших действий с документированными результатами
- Результаты по принятым позициям должны включать оценки затрат/выгод по графику и т.д.
- Данные о заказе на изменение
- Подробный учет всех действий по заказу на изменение с устным резюме и данными о затратах. Включая вспомогательные расчеты.
- Отдельные записи заказа на внесение изменений должны содержать достаточные описательные данные, позволяющие проводить последующий анализ первопричин и оценки постфактум.
- Бюджетные данные
- Затраты на внедрение и поддержание программы конструктивности
- Подробный учет человеко-часов, расходов на обучение и командировки и т.д.
- Суммируйте реализованные выгоды в сравнении с данными о затратах на программу.

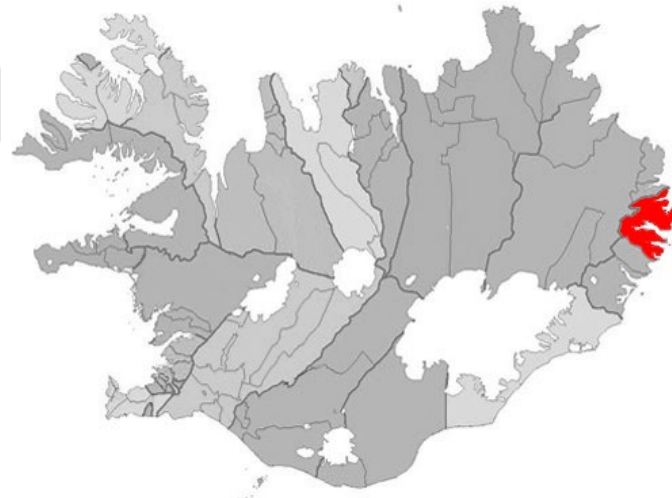
Кейс: Greenfield Metals Plant Project



Alcoa - ведущий мировой производитель первичного алюминия, готового алюминия и глинозема

Проект Fjarðaál

Проект типа «гринфилд» включал строительство алюминиевый завод производительностью 341 000 метрических тонн / год в муниципалитете Фьярдабигг, расположенный на восточном побережье Исландия.



Цели программы ТС для проекта Fjarðaál

- Повышение интеграции проектирования, снабжения и строительства от этапа раннего планирования до выпуска конечной продукции
- Разработка оптимального пути строительства с учетом критического пути, поставок основного оборудования, климатического воздействия, оптимального использования строительных ресурсов
- Обеспечение безопасности при проектировании с учетом рисков строительства плавильного завода на уникальном месте расположения и особенностей использования различной рабочей силы
- Использование извлеченных уроков, «лучших практик»
- Разработка плана по переработке, повторному использованию или устранению побочных продуктов строительства и разработка новых стандартов минимизации отходов
- Снижение рисков сложного строительства за счет тщательного планирования рабочих мест проведения CMP и эффективной логистики
- Оптимизация косвенных затрат на строительство за счет совместного использования услуг, помещений и оборудования по всей площадке

Примеры идей из программы предложений ТС



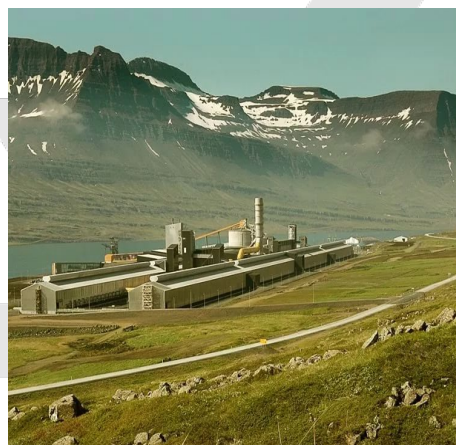
- Стандартизированная опалубка
- Стандартные размеры креплений
- Стены из композитного материала
- Упрощенные подвески
- Расширенная предварительная сборка
- Сборный железобетон
- Зажимы для подвешивания на шпильках
- Стандартизация размеров воздуховодов
-



Результаты применения программы ТС



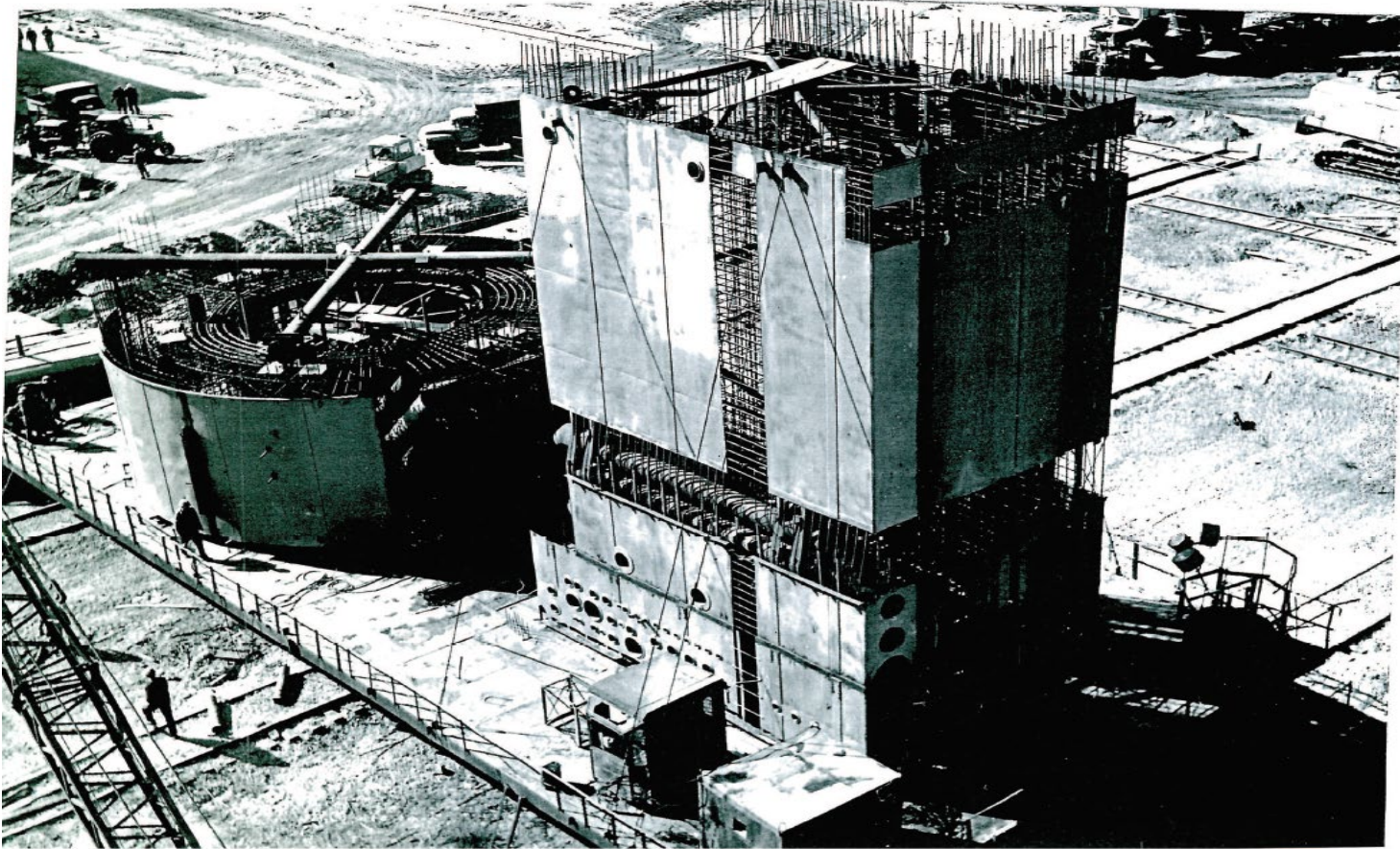
- **Стоимость строительства:** сокращение прямых и распределяемых полевых затрат примерно на 10% был реализован за счет реализации полного набора элементов ТС
- **Снижение рисков для безопасности и здоровья:** раннее планирование и существенный анализ процессов СМР содержат возможность своевременного воздействия на причины
- **Своевременная сдача производственных мощностей:** реализация строительства в срок была ключевым фактором, позволившим владельцу выйти на рынок в соответствии с планом
- **Защита от непредвиденных обстоятельств:** были созданы решения, которые реагировали на специфические проблемы на строительной площадке, такие как погода, когда перебои в работе персонала могли повлиять строительство и обходиться примерно в 1 миллион долларов в день



Практика применения принципов ТС



Максимальный перенос объёма работ с места монтажа на площадку укрупнительной сборки и в цех, совмещение во времени работ по сборке объёмных монтажных фрагментов (ОМФ) (фото Балаковской АЭС)



Практика применения принципов ТС



Минимизация ручного труда по месту монтажа, монтаж ОМФ с помощью козловых кранов, обеспечивающего возможность монтажа тяжеловесных, крупногабаритных грузов по всему строительному объёму двумя каретками при постоянном крановом моменте с большой устойчивостью в условиях повышенных ветровых нагрузках (фото с Балаковской АЭС)



Барьеры для внедрения ТС

1. Самодовольство при существующем статус-кво.
2. Нежелание вкладывать дополнительные деньги и усилия на ранних стадиях проекта
3. Отсутствие опыта строительства в проектной организации
4. Мнение проектировщика о том, что «мы уже делаем это»
5. Отсутствие взаимного уважения между проектировщиками и строителями
6. Убеждение в отсутствии доказанных преимуществ «технологичности строительства»
7. Недостаточная осведомленность / непонимание Заказчиком концепции «технологичности строительства»
8. Неправильно поставленные цели проектирования и критерии эффективности проекта
9. Отсутствие у проектировщика осознания / понимания концепций «технологичности строительства»
10. Плохие коммуникативные навыки строителей

СПАСИБО !

Готов ответить на вопросы

Максим Олегович Гришин

к.т.н., РМР, МВА

Директор по НИР Университет АЙБИМ

8 (812) 389-58-05

+ 7 921 952 74 07

mo.grishin@ibimuniver.ru



Сайт



Telegram