

КИМ В

УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ



29.05.2024

Проектная Среда СОВНЕТ
Про моделирование
проектов. ЛЮДИ

Ерофеев Андрей Сергеевич

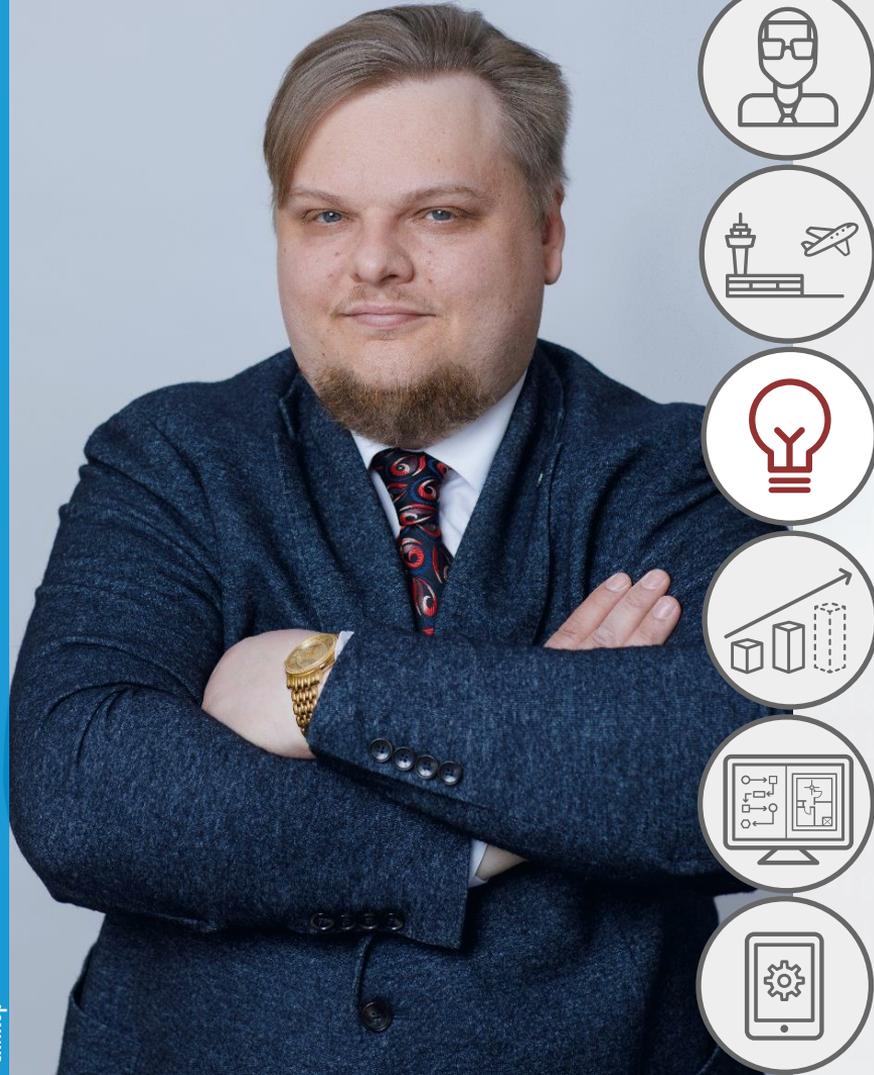
Генеральный директор, сооснователь

ООО «Интеллектуальный строительный инжиниринг»



ICE UNITY

PROact to PROfit



Ерофеев Андрей

PROact to PROfit

**Снижение неопределенностей
на как можно более раннем этапе.
Достижение должного уровня управляемости.**

CEO, co-founder

> 20 лет в CAD/BIM/PDM-менеджменте,
член-эксперт **НАИКС/ЭФИС** (ранее чаптер
buildingSMART), член **TK 505**
«Информационное моделирование»
(ранее ПК5 ТК465)

> 20 лет в автоматизации проектирования,
строительства и эксплуатации

Стратегический партнёр **bimforum.pro**,
Председатель Экспертного совета



0

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ДОКЛАДА

Специалист
комплексного
имитационного
моделирования
строительного проекта

Почему и зачем?

Что?

Как?

Кто?

Почему?

DARK PAST AND PRESENT

1

СЛОЖИВШАЯСЯ СИТУАЦИЯ

НЕСОВЕРШЕНСТВО ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ строительного производства



РЕАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ



Хватай мешки - вокзал отходит!



НИЗКИЙ УРОВЕНЬ УПРАВЛЯЕМОСТИ



98%

БЕССИЛИЕ ПЕРЕД НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



ПАРАДИГМА

Сложившаяся ситуация в строительстве

Зачем?

DARK PAST ???

2

ОБРАТНЫЙ ПРИМЕР

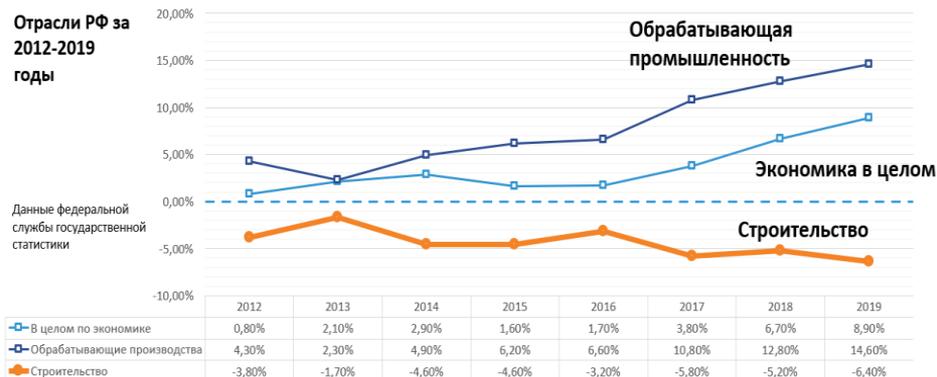
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ РАБОЧИХ (TOOL-TIME)

Фотография рабочего дня показывает **существенную неэффективность** использования машин, механизмов и рабочей силы на площадке строительства.

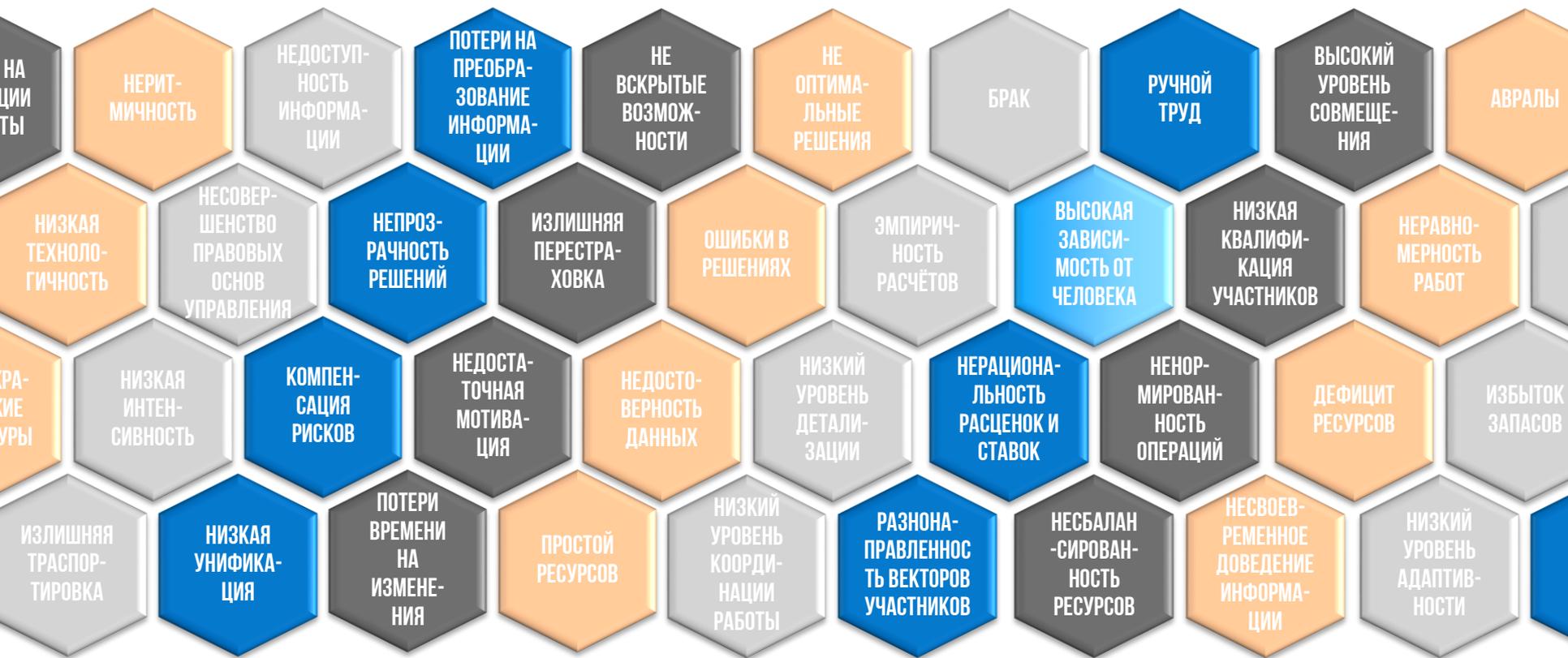
Это свидетельствует о неэффективной организации работ и недостаточной координации большого количества участников проекта.

Как следствие, производительность труда в строительстве не растет должными темпами.

В итоге, рентабельность строительной деятельности падает



ИСТОЧНИКИ ВОЗМОЖНЫХ УЛУЧШЕНИЙ – РАЗНООБРАЗНЫЕ ПОТЕРИ



КОРЕННЫЕ ПРИЧИНЫ В ЗАТРАХ РУЧНОГО ТРУДА



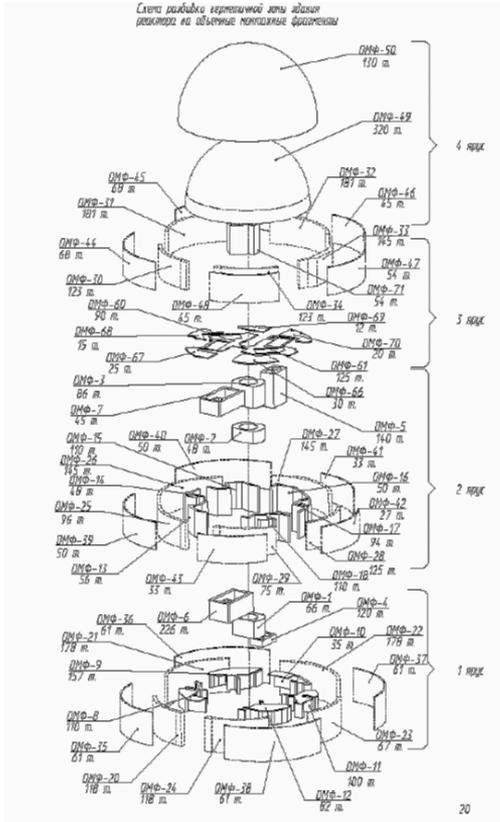
Затраты ручного труда вызываются в основном тремя укрупненными группами причин:

1. Неудовлетворительным качеством и нетехнологичностью проектных решений;
2. Неудовлетворительным качеством организационно-технологических решений (ПОС и ППР);
3. Отсутствием нужных строительных машин, с помощью которых возможна механизация процессов и операций.

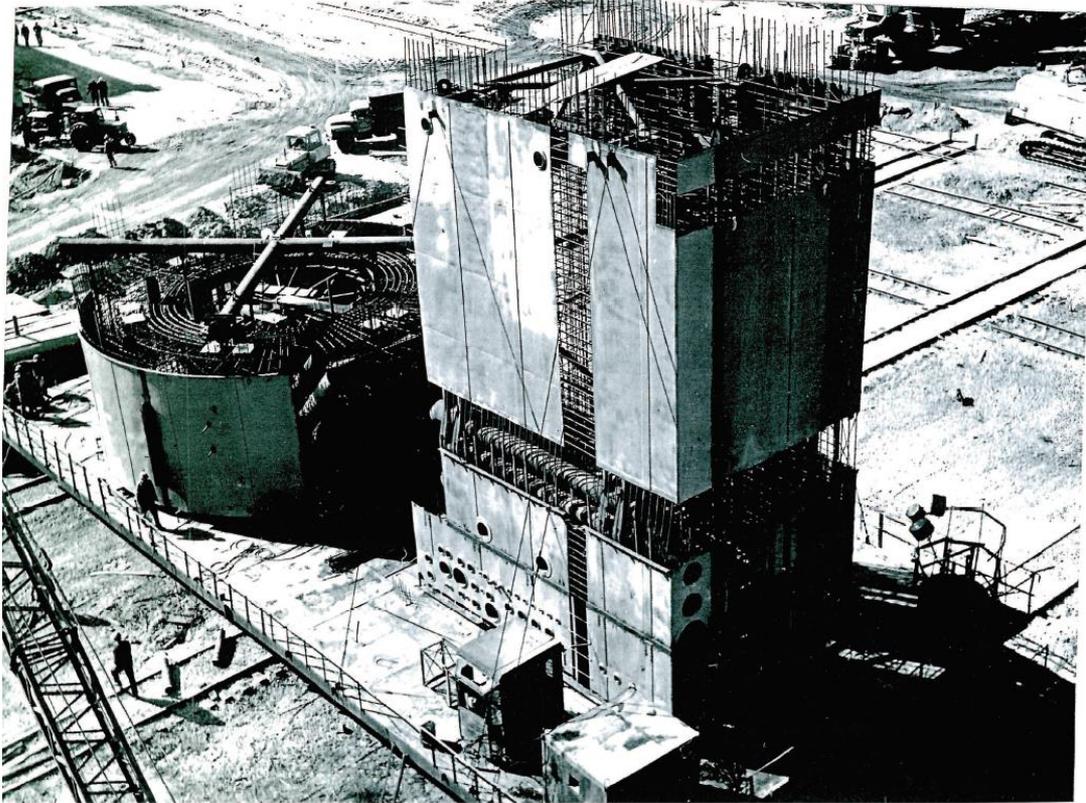
ПРИМЕР. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Показатель	АЭС «Аккую» (2018 - ...)	Балаковская АЭС (1977 - 1985)
Используемые ГПМ	LR 13000 (3000 т)	ККх400 (400 т)
Количество подъемов, ед.	682	71
Количество блоков массой до 40 т	645 (95%)	-
Количество блоков массой более 40 т	37	71
Средняя масса блока, т	24,5	220
Удельные затраты на монтаж 1 т по месту монтажа, чел*час	11,3	4

ПРИМЕР. НЕОБХОДИМЫ МЕРЫ



ПРИМЕР. НЕОБХОДИМЫ МЕРЫ



ПРИМЕР. НЕОБХОДИМЫ МЕРЫ



ПРИМЕР. НЕОБХОДИМЫ МЕРЫ



Рис.3
Подъем парогенератора с приваренным коллектором пара для установки в проектное положение. Масса – 320 т. Строповка без заводских приспособлений.

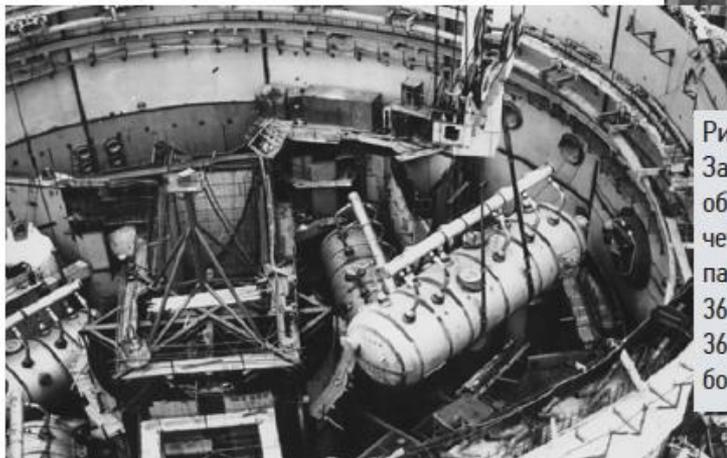


Рис.4
Завершающий этап послыйного монтажа технологического оборудования в боксах парогенераторов. Установка четвертого парогенератора с приваренным коллектором пара при открытом куполе и отсутствии перекрытия на отм. 36,9 м. Следующая операция – установка ОМФ перекрытия 36,9 м и создание локальной зоны «чистого» монтажа в боксах парогенераторов

ПРИМЕР. НЕОБХОДИМЫ МЕРЫ

УДК 621.311.2.006.3:69.05:658.527

Индустриальный комплекс в организации скоростного поточного строительства реакторных отделений Балаковской АЭС

Инженеры А. И. МАКСАКОВ, Ю. К. КОВРИГИН, В. П. ЖИЛА

Главное направление развития научно-технического прогресса в капитальном строительстве — повышение темпов и уровня его индустриализации. Это не только отраслевая задача, но и народнохозяйственная проблема, так как от темпов индустриализации строительства зависит возможность сокращения продолжительности инвестиционного цикла. Иными словами, дальнейшее повышение уровня индустриализации строительства — важный фактор ускорения научно-технического прогресса во всем общественном производстве.

Особенно большое значение увеличение темпов индустриализации по понятным причинам имеет для энергетического строительства, и прежде всего для атомного. В рекомендациях Всесоюзного научно-технического совещания¹ отмечено, что для повышения эффективности строительного производства, сокращения продолжительности строительства, обеспечения значительного сдвига в повышении производительности труда необходимы качественно новый уровень индустриализации. Для решения этой проблемы нужно добиться не только высокой степени механизации работ и переноса производственных процессов в заводские условия, но и перехода к качественно новому этапу индустриализации — созданию единого промышленно-строительного конвейера, обеспечивающего строительство объектов из заготовленных в заводских условиях конструкций, а также конструктивных частей зданий и сооружений, блочных элементов высокой строительной готовности, комплексно поставляемых на стройки.

Внося свой вклад в успешное выполнение Энергетической программы СССР, в которой особое внимание уделено опережающему развитию ядерной энергетики, строители Балаковской АЭС — одной из головных в серии строящихся АЭС с ВВЭР-1000 — еще в подготовительный период поставили перед собой следующие программные задачи по совершенствованию строительства АЭС:

осуществить строительство электростанции поточным методом как наиболее эффективный при наличии унифицированного проекта сооружений;

на основе анализа проектных решений реакторных отделений АЭС и современных достижений науки и техни-

ки усовершенствовать проект в отношении технологичности ведения строительно-монтажных работ и создать комплексную технологию возведения реакторных отделений (сооружений наиболее сложных и трудоемких в общем комплексе электростанции, в конечном счете определяющих сроки ее строительства), предусматривающую создание единого промышленно-монтажного конвейера, обеспечивающего максимальную степень индустриализации строительства, а также резкое (в 1,5—2 раза) сокращение сроков строительства и соответствующее повышение производительности труда.

Комплексная разработка проекта организации и технологии строительства и программы реализации поставленных задач ведется под руководством УС Саратовской Куйбышевским филиалом Оргэнергостроя в тесном сотрудничестве с СКБ Запорожгидросталь и институтом Энергомонтажпроект при активном участии инженерно-технического персонала трестов Гидромонтаж и Волгоэнергомонтаж.

В настоящее время начато внедрение новой, индустриальной технологии монтажа конструкций герметичных зон реакторных отделений, основанной на использовании отечественного экспериментального специального монтажного кранового крана КЭХ100 грузоподъемностью 380 т² в главной схеме механизации монтажа.

Внедряемая на строительстве Балаковской АЭС технология монтажа конструкций реакторных отделений — только одна из составляющих индустриального технологического комплекса, основные принципы которого разработаны с учетом специфики компоновки реакторных отделений серийных АЭС. Эта специфика состоит прежде всего в многоуровневости компоновки по высоте (отметка верха реакторного отделения 67,0 м) при высокой плотности насыщения боксов технологическим оборудованием и концентрации больших объемов работ (укладка монолитного бетона до 120 тыс. м³, монтаж армометаллических конструкций 20 тыс. т) в ограниченной по площади монтажной зоне (размеры сооружения 66×66 м). Для успешного выполнения укладки монолитного бетона и монтажа

действия монтажных кранов. Укрупнительную же сборку конструкций и оборудования приходится производить на специально оборудованной укрупнительно-сборочной площадке. Такая площадка на Балаковской АЭС оснащена двумя крановыми кранами грузоподъемностью по 40 т, пролетом 48 м (они изготовлены на стройплощадке путем удлинения серийных кранов КС-50-42) и самодвижными плазмами-кондукторами, на которых осуществляются предварительная укрупнительная сборка конструкций и подача их под краны в зону монтажа.

Уже первый опыт работ по монтажу конструкций реакторного отделения второго энергоблока Балаковской АЭС показал, что разработанная технология позволяет сократить продолжительность строительства. Так, укрупненные конструкции плиты перекрытия на отметке 13,2 м — шесть объемных монтажных фрагментов единичной массой до 340, общей 1400 т — были поданы под кран и перемонтированы в проектное положение уже через 3 мес после начала работ по сборке плазов-кондукторов.

Схема разбивки герметичной зоны реакторного отделения второго энергоблока на объемные монтажные фрагменты показана на рис. 2,а, схема стропки одного из них — ОМФ-10 массой 225 т — на рис. 2,б.

По предварительным расчетам освоение на сооружении второго энергоблока новой технологии монтажа даст возможность возвести строительную часть герметичной зоны реакторного отделения, включая плиту перекрытия на отметке 13,2 м, менее чем за 12 мес (расчетная нормативная продолжительность 21 мес). Для сравнения отметим, что на первом энергоблоке Балаковской АЭС продолжительность возведения строительной части герметичной зоны реакторного отделения составила 26 мес (табл. 1), а на первом и втором энергоблоках Запорожской АЭС — соответственно 21 и 19 мес.

¹ Совещание состоялось в Москве в декабре 1984 г.

² Более подробно см. статью И. С. Лифшица «Крановый кран КЭХ100», опубликованную в этом же номере.

ПРИМЕР. НЕОБХОДИМЫ МЕРЫ



ПРИМЕР. НЕОБХОДИМЫ МЕРЫ



Рем Германович Хенох, руководитель строительства Запорожской АЭС:

«**Но все-таки главным отличием нашей стройки было создание потока.** Многие не верили, что можно серьезно изменить идеологию строительства. В Министерстве тоже отношение к нашему потоку было скорее скептическое, чем серьезное.

Поток позволил коренным образом пересмотреть весь подход к качеству работ, можно было, наконец, наладить эффективный контроль за качеством работ на каждой операции. Появилась возможность сдавать отдельные помещения и комплексы под монтаж оборудования практически готовыми.

В дальнейшем мы постарались сделать то же самое с наладочными работами, прекратив их совмещать с монтажом. Сделав все это, убедились, что кажущее сокращение сроков путем совмещения работ малоэффективно и несет в себе опасность.

Поток, кроме сокращения сроков строительства позволил существенно уменьшить фактические трудозатраты (на 30%) и оказал мощное психологическое влияние на коллектив.

Поток, который многие считали авантюрой, осуществился. Такое не делал никто ни до, ни после нас.

Очень обидно, что тот бесценный коллективный опыт, накопленный нами, оказался никому не нужным. Это значит, что тем, кто будет после нас, придется учиться заново»

Что?

FEEL THE DIFFERENCE

3

ВЫХОД ИЗ СЛОЖИВШЕЙСЯ СИТУАЦИИ

КЛЮЧЕВЫЕ ПРИНЦИПЫ КИМ



- ТОЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ «СНИЗУ — ВВЕРХ»
- МОДЕЛИРОВАНИЕ ДО ПРОСТЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ
- ПЕРЕХОД К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫМ СЕТЯМ И НОРМАТИВАМ
- РЕСУРСНЫЙ МЕТОД РАСЧЁТОВ
- **ВЗАИМОСВЯЗЬ ВСЕХ СУЩНОСТЕЙ И ЯВЛЕНИЙ, УЧАСТВУЮЩИХ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**
- **СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ РЕСУРСОВ ВО ВРЕМЕНИ В МАССЕ ИМЕЮЩИХСЯ ОГРАНИЧЕНИЙ**
- СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЁЖНОСТИ
- **ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЦИКЛЕ «ДЕНЬ В ДЕНЬ»**

КОМПЛЕКСНОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

SINCE 1986



SINCE 2012



SINCE 2016



2004 ГОД.
ПЕРВАЯ 4D-МОДЕЛЬ

НАШИ МИССИЯ И ВИДЕНИЕ

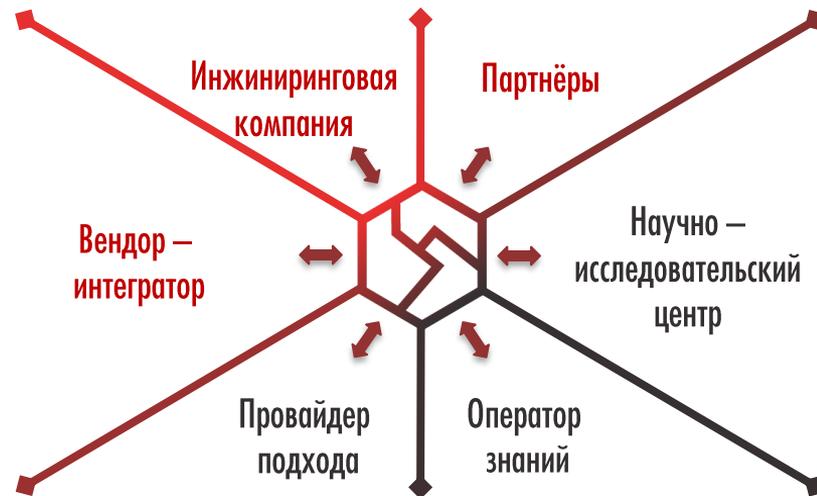
МИССИЯ

Привнести на строительный рынок **доступность** **значительного повышения качества и надёжности** инвестиционно-строительных проектов за счёт **кардинального повышения уровня их управляемости.**

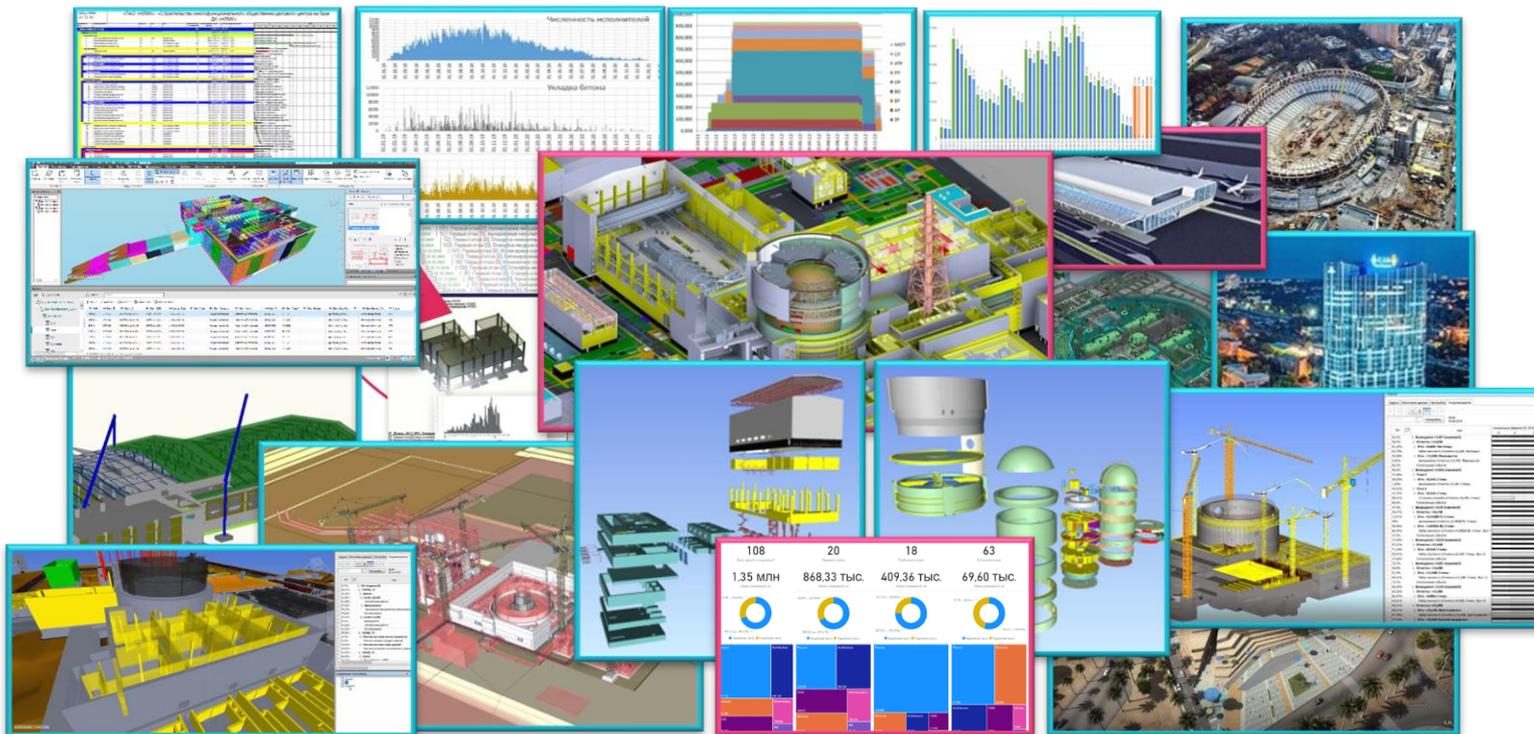


ВИДЕНИЕ

Объединить и развить **сообщество компаний-лидеров и экспертов** в области управления и реализации инвестиционно-строительных проектов, **которое реализует** существенный вклад в **смену господствующей** в экономике **парадигмы** «Бессилие перед неопределенностью в строительстве» **на новый технологический уклад.**



КОМПЛЕКСНОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА



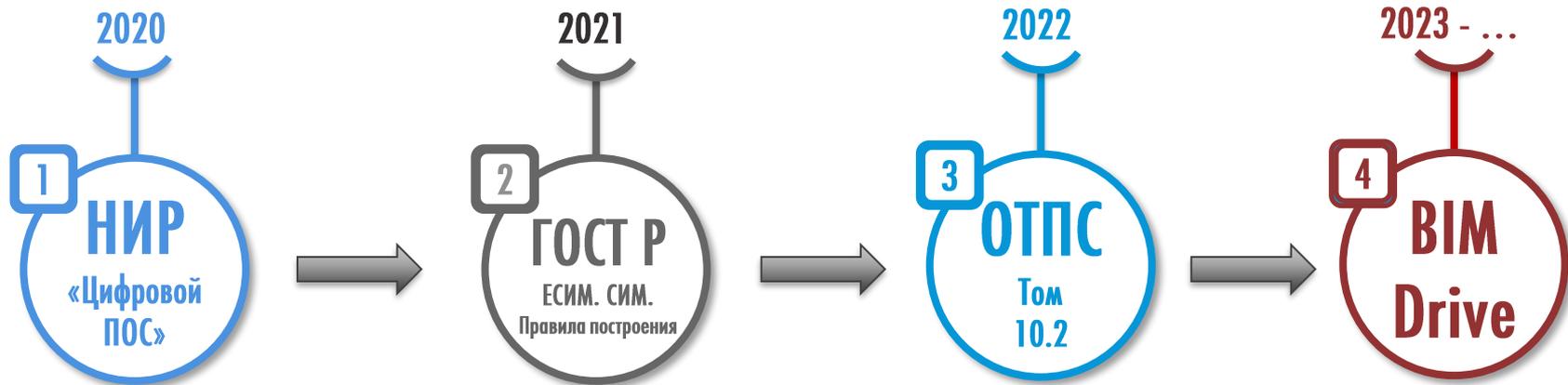
5
СЦИМ АЭС

400
ОКС

3,34
МЛН. М³

ВІМ

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ



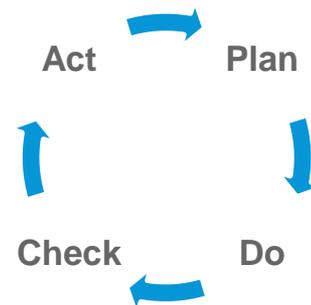
Открытое сообщество
Заказчиков



Открытое сообщество
участников

КАРТА ЦЕЛЕЙ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ

Функции управления	Цели
Планирование (plan) строительного производства	достижение более высокого класса точности оценки стоимости и сроков строительства на как можно более ранних этапах планирования
	получение технологически обоснованного и наиболее целесообразного комплекса решений по строительному производству, соответствующего требованиям заказчика, зафиксированным в техническом задании на проектирование
Организация (do) строительного производства	повышение качества информации, проекта и, как следствие, результата строительства
	повышение эффективности совместной работы и эффективности координации участников строительного проекта
Мониторинг (check) строительного производства	своевременный учёт ограничений, отклонений и несоответствий
Регулирование (act) строительного производства	обеспечение высокого уровня достоверности прогнозных оценок
	проактивное, интерактивное и минимально инерционное принятие эффективных решений по строительному проекту и/или организации деятельности для удержания строительного проекта в рамках его плановых показателей



НОВЫЙ УРОВЕНЬ СТРОИТЕЛЬНОГО ИНЖИНИРИНГА

ИНФОРМАЦИОННОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОБЪЕКТА

BIM

ИНЖЕНЕР-КОНСУЛЬТАНТ

Digital

ВИРТУАЛЬНОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
СТРОИТЕЛЬСТВА

VDC

Construction

ИНТЕГРИРОВАННОЕ
ВЫПОЛНЕНИЕ
ПРОЕКТА

IPD

Management

ОПЕРАТОР / КОНСОРЦИУМ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ



BACK TO THE FUTURE

4

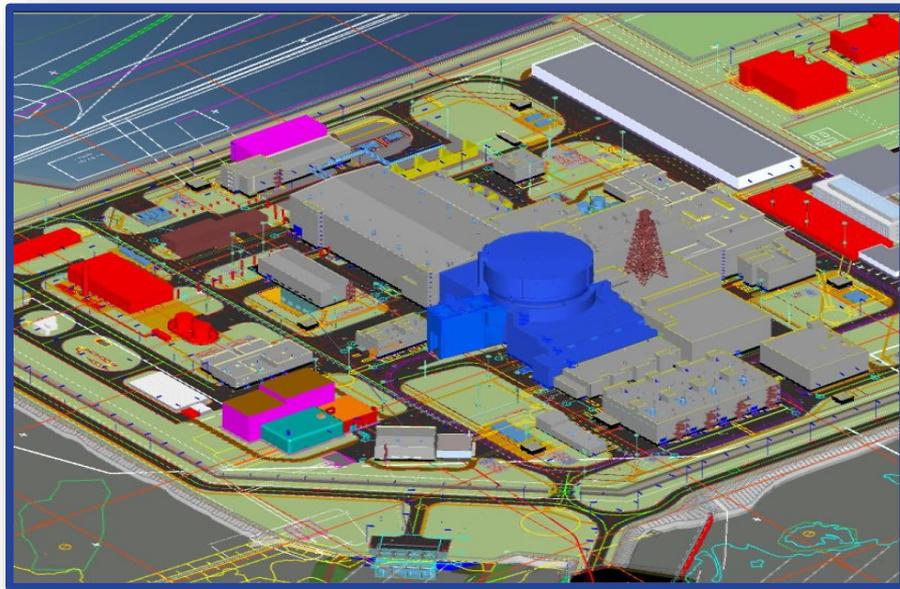
КИМ - ЧАСТЬ DCM

Как?

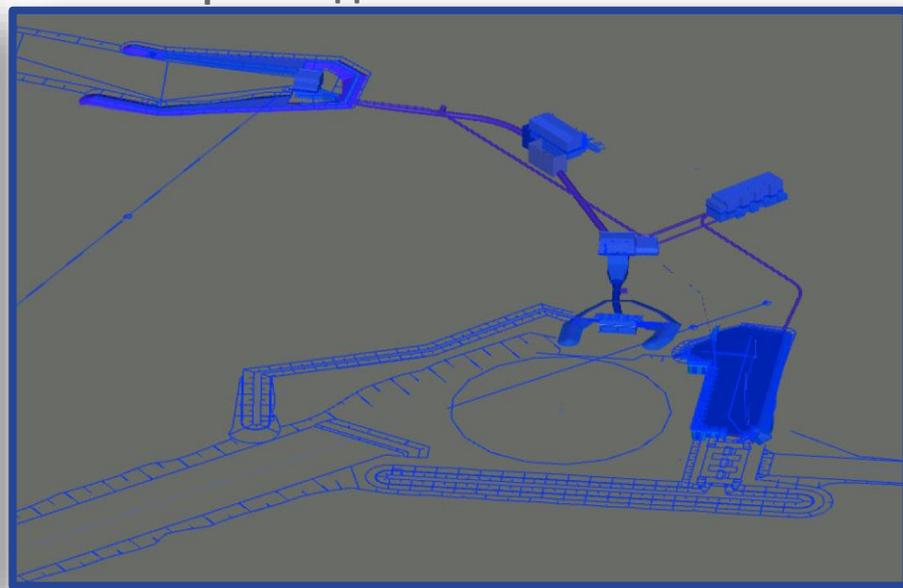


СТРОИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ : УЗЛОВОЙ МЕТОД

PSG. Производство свежего пара

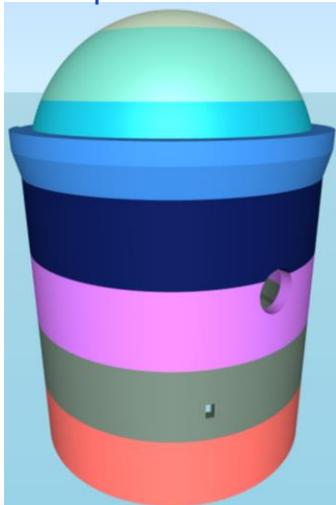


SWS. Водоснабжение
производственно-техническое



СТРОИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ : АЭС «ЭЛЬ-ДАБАА»

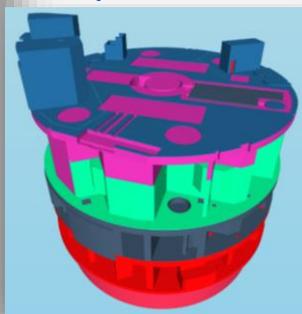
Наружная
защитная оболочка



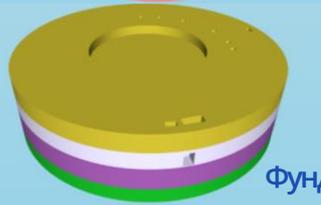
Внутренняя
защитная оболочка



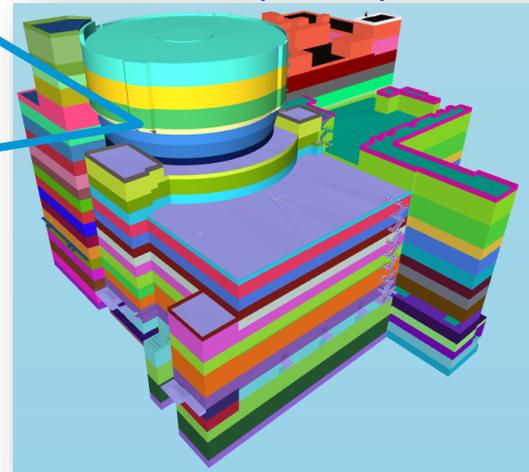
Конструкции
гермообъема



Фундамент



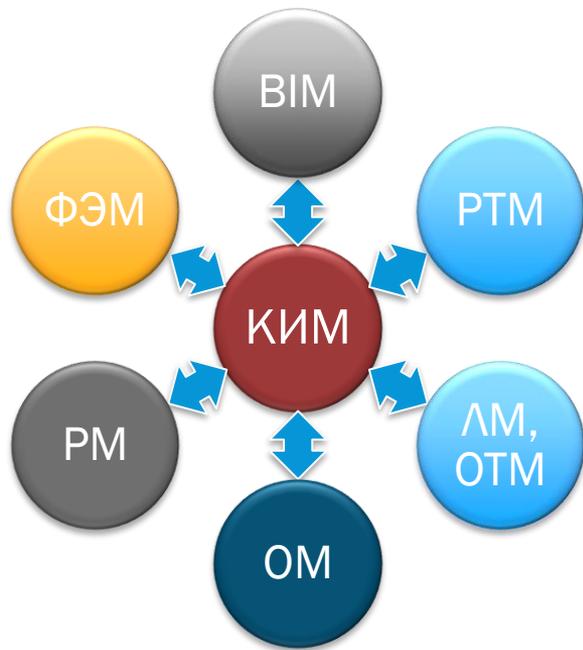
Здания ядерного острова



СТРОИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ : ПОТОЧНЫЙ МЕТОД



СТРОИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ : КЛЮЧЕВЫЕ МОДЕЛИ



Комплексная имитационная модель (КИМ) =
Информационная модель строительного объекта (BIM) +
Ресурсно-технологическая модель (РТМ) +
Логистическая модель (ЛМ) +
Организационно-технологическая модель (ОТМ) +
Организационная модель (ОМ) + Модель рисков (РМ)
Финансово-экономическая модель (ФЭМ)

+

Комплекс баз знаний строительного производства
(технологии, данные о производительности, расценки и т.д.)

+

Комплекс алгоритмов принятия оптимальных решений

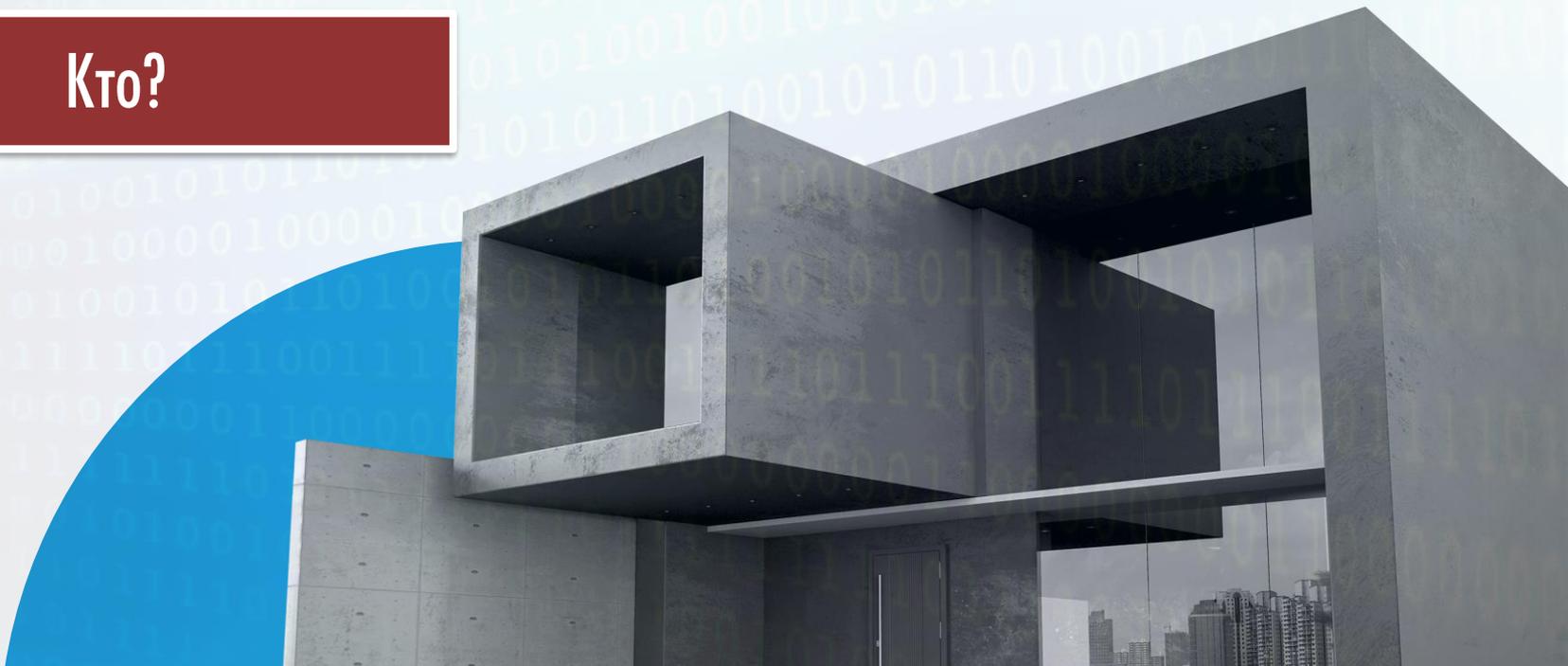
СТРОИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ : ЕИП



КИМ СПЕЦИАЛИСТ

5

Кто?



КИМ СПЕЦИАЛИСТ



IT / R&D,
СИСТЕМОТЕХНИК,
ОНТОЛОГ



PM / IPD



ТЕХНОЛОГ-СТРОИТЕЛЬ



ВІМ

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ**

**ООО «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНЖИНИРИНГ»**

ЕРОФЕЕВ АНДРЕЙ СЕРГЕЕВИЧ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР

ТЕЛ. +7 (926) 222-57-27

A.S.EROVVEV@ICEUNITY.COM



ICE UNITY



PROact to PROfit