

Цифровое управление в строительстве на примере АО «Мостострой-11» и платформы MStroy

Бреус Наталья Леонидовна

Заместитель генерального директора по экономике

АО «Мостострой-11»

Генеральный директор ООО «Мстрой»

Объекты компании АО «Мостострой-11»

Мостовой переход через реку Иртыш
на автодороге г. Ханты-Мансийск - г. Нягань



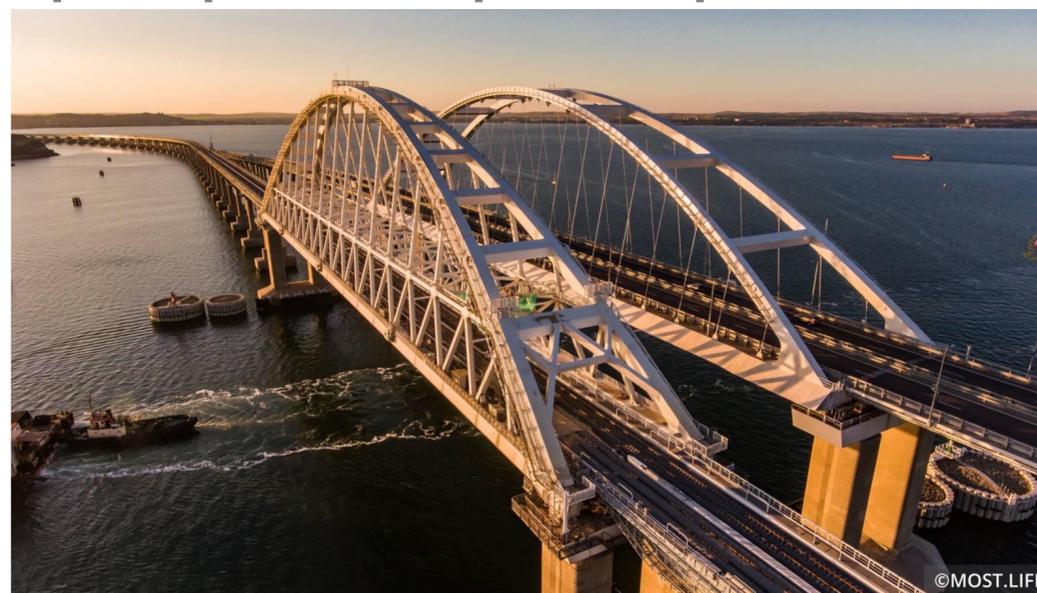
Автодорожный вантовый мост
через реку Обь в районе г. Сургута



Мостовой переход через реку Иртыш,
г. Павлодар, Республика Казахстан



Мостовой переход
через Керченский пролив «Крымский мост»



Мостовой переход через реку
Шексна в г. Череповец Вологодской области



Объекты компании АО «Мостострой-11»

Набережная реки Тура, Тюмень



Завод по производству полипропилена, г. Тобольск



Мемориал памяти, Тюмень



Дворец бракосочетания, Тюмень



Жилой дом, Тюмень



Стратегия цифровой трансформации АО «Мостострой-11»



ПРОБЛЕМА

Срыв сроков строительства и перерасход средств

Исследование	География	Частота случаев (%)	Сумма перерасхода*			
			А\д дороги		ж/д дороги	
			%	N	%	N
Merewitz (1973)	US	79	26	49	54	17
Morris (1990)	India	86			164	23
Pickrell (1990, 1992)	US				61	8
Auditor General (1994)	Sweden	5	86	8		
Bordat et al. (2004)	US	8	5	2668		
Odeck (2004)	Norway	52	8	620		
Dantata et al. (2006)	US	81			30	16
Ellis et al. (2007)	US		9	3130		
Lee (2008)	South Korea	95	11	138	48	16
Flyvbjerg et al. (2003a)	World	86	20	167	41	58
European Central Bank (ECB) (2009)	Germany		48			

- **80%** от общего количества проектов осуществляется с перерасходом средств
- **20%** - средняя сумма перерасхода средств
- **1095,61** млрд. \$ – объем мирового рынка строительства мостов к 2026 году
- **188,44** млрд. \$ – объем ожидаемого перерасхода средств при строительстве мостов к 2026 году

Информационная модель ОКС п.10.3 ст.6 ГрК РФ

Информационная модель объекта капитального строительства - совокупность **взаимосвязанных** сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства или линейном объекте, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства.

Сведения и документы по стадиям:

Риски:

Технологии:



Проектирование:

Проектные решения и их изменения
Спецификация материалов
Классификатор

Ошибки и коллизии

ИТ-решение – поиск коллизий за счет сопоставления геометрии и набором предварительно внесенных норм в БД

- ✓ Единая база для данных
- ✓ Классификатор для возможности установления связей



Строительство:

Календарный план строительства
Ресурсы
Исполнительная документация
Предписания и инспекции
Строительная экономика

Перерасход смет, срыв срока, низкое качество

ИТ-решение – повышение качества планирования и мониторинга за счет использования математических алгоритмов, основанных на причинно-следственных связях между процессами

- ✓ Датчики и компьютерное зрение для генерации данных без участия человека



Эксплуатация:

Информация о техническом обслуживании
Информация о физическом

Угроза разрушения сооружения

ИТ-решение – контроль исполнения заданий и контроль при помощи датчиков

- ✓ Алгоритмы математической обработки данных

Нормативно - правовые документы ИМ

ГрК РФ



Федеральный закон от 29.11.2004 № 190-ФЗ
«Градостроительный кодекс Российской Федерации»
В статье 1 ГрК установлено определение термина
«Информационная модель объекта капитального
строительства»
(п.10.3 ст.1 ГрК РФ)

Проект



Проект Постановления Правительства РФ от
05.03.2021 № 331 «Об утверждении Правил
формирования и ведения ИМ ОКС, состав сведений,
документов и материалов ИМ ОКС ...»
Устанавливают порядок формирования и ведения
информационной модели объекта капитального
строительства а также состав сведений документов и
материалов ИМ ОКС

ПП 331



Постановление Правительства РФ от 05.03.2021
№ 331 «Об установлении случая, при котором ...
обеспечиваются формирование и ведение
информационной модели объекта капитального
строительства»
Постановлением установлен случай обязательства
формирования и ведения ИМ ОКС ответственными
лицами

Проект



Проект изменений в Методику 421/пр от 04.08.2020
№ 331 «Методика определения сметной стоимости
строительства..»
Устанавливает затраты, связанные с применением
технологий информационного
Моделирования при осуществлении строительства

Какая СВЯЗЬ между этими документами?



ВЫВОД: НАЛИЧИЕ СКРИНОВ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРОТИВОРЕЧИТ ГрК и не обеспечивает **взаимосвязь** данных необходимых для формирования ИД. Для получения верной и целостной «картины» и связанности данных **необходимо учитывать информацию на каждом этапе строительства**

Какое ПО нужно чтобы создать эти документы?

Российское программное обеспечение для ТИМ

The screenshot displays a comprehensive software ecosystem for BIM and TIM, organized into several key sections:

- IT-ИНФРАСТРУКТУРА (IT Infrastructure):** A sidebar on the left lists various cloud and collaboration services such as Яндекс.Облако, Мейкс, Битрикс24, and others.
- СОД СРЕДА ОБЩИХ ДАННЫХ (Common Data Environment):** A top banner lists major software providers including INGI PRO, CADLib, Pilot-BIM, lement pro, BIMTangi, Pilot-ICE, 3D-Storage, Multi-D, TMS ФАРБАТЕП, Vitro, S-INFO, ЦНС софт, BIMeister, НЕОСИНТЕЗ, СИТИС, TDM, and NS PROJECT.
- ИМ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ (Information Model):** A central horizontal bar shows the project lifecycle stages: ПРЕДПРОЕКТ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, and ЭКСПЛУАТАЦИЯ.
- ИМ ДОКУМЕНТЫ И МАТЕРИАЛЫ (IM Documents and Materials):** A section on the left showing document management tools like TERRA, Profitbase, and uninum.
- ЦИМ ЦИФРОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ (CIM Digital Information Model):** A large central grid of icons representing various software tools used in the design and construction phases.
- ФОРМИРОВАНИЕ И ВЕДЕНИЕ ИМ (IM Formation and Maintenance):** A section on the right showing tools for managing the information model, including CADLib, BIMeister, and others.
- УПРАВЛЕНИЕ БПЛА (Drone Management):** Tools like HIVE, GEOSCAN, SAREX, and ZALA AERO.
- ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ИМ (Operational IM):** Tools for managing the operational information model, such as Техзор, ujin, and sosis lab.

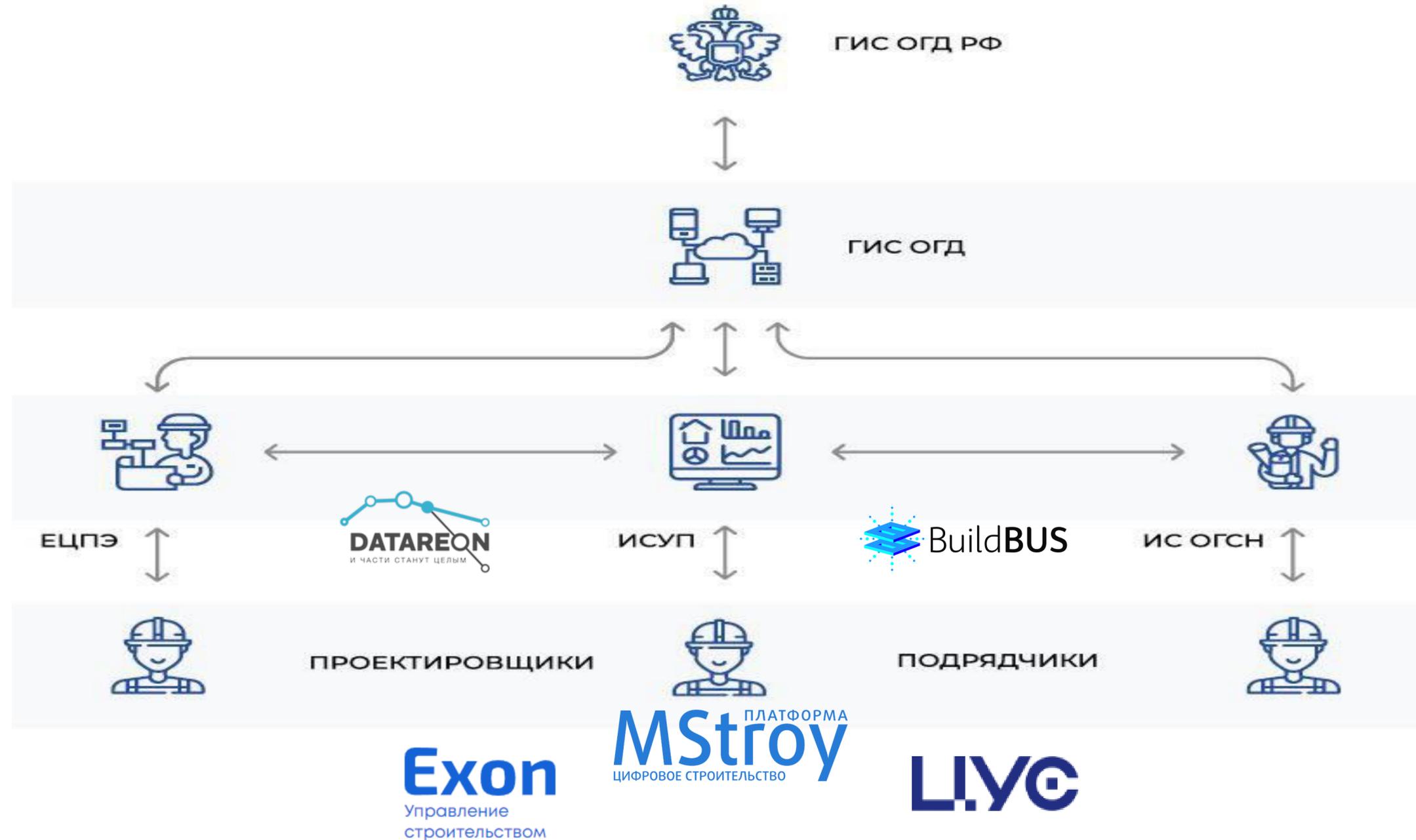
[Технологии информационного моделирования ТИМ](#)

[карта отечественного ПО от ДОМ.РФ](#)



Центр компетенций по ТИМ

Как все увязать и передать в ПО к заказчику?»





Способы сбора и обработки данных
для создания ИМ и управления строительством
АО Мостострой-11

www.mstroy.tech

Модули MStroy



Информационная модель BIM-портала

← → ↻ bim.ms11.ru/Bim#/view/396

Укажите информацию для поиска

ВМ-менеджер

Связанные объекты

Документ/Строительный контроль/Предписание

Документ/Техническое задание/Исполнительная документация

Общество с ограниченной ответственностью «Мостовое Бюро» (ООО «Мостовое Бюро»)

Предписание №15 об устранении нарушений правил производства строительных (дорожно-строительных) работ

Содержание предписания

В ходе инспекционного контроля выполнения работ 31.08.2019 выявлены следующие несоответствия:

- Уход за бетоном не ведется (дата укладки бетонной смеси 24.08.2019, 25.08.2019):
 - не производится демонтаж опалубки (температура в ядре 62 °С; температура в наружном слое 45°С; температура окружающей среды 9°С).

Заказчик: ООО "Региональная инфраструктурная компания"

Генподрядчик: АО "Мостострой-11"

Объект: "Строительство мостового перехода через реку Пура на автомобильной дороге Коргольцево-Уренгой"

Шифр проекта: РД 5870-ИС.КЮК5

РЕЕСТР исполнительской документации

№ п/п	Наименование документа	№ документа	Дата документа	Организация, составившая документ	Количество листов
1	АОСР. Армирование и установка опалубки монолитного тела опоры №5	ОПС-ТО5-АК	23.08.2019	ТФ«Мостострой-11» АО «Мостострой-11»	1
2	Исполнительная схема планово-высотного положения опалубки и арматурного каркаса монолитной части опоры №5	6/в	23.08.2019	ТФ«Мостострой-11» АО «Мостострой-11»	1
3	Реестр №1. Ведомость использованных материалов и конструкций	6/в	23.08.2019	ТФ«Мостострой-11» АО «Мостострой-11»	1
4	Сертификат качества	8683-1128	31.01.2019	ПАО «Мельбурский металлургический комбинат»	1
	Сертификат качества	8683-16074	16.12.2018	ПАО «Мельбурский металлургический комбинат»	1

Устройство монолитного тела опоры МТО5

Тип: Задача/ГПР

Родительская задача: Сооружение опоры №05

Название: Устройство монолитного тела опоры МТО5

Перечень работ:

- Армирование;
- Устройство опалубки и закладных деталей;
- Бетонирование.

Проект: 1. График производства работ Мост через р. Пура

Начало: 01.08.2019 18:57

Окончание: 24.08.2019 18:55

Ответственный: Александр Александрович Ситников

Инженер ПТО (генподряд): Александр Александрович Ситников

Инженер ОК: Волынкин Владимир Александрович

Технический эксперт: Озеров Александр Анатольевич

Зарегистрированные документы:

- Акт устранения предписания №15
- Предписание №15

BIM: Цифровая модель - Мост через р. Пура

Состояние: Принято технадзором

Единица измерения: м3

Объем: 186,900

Проект производства работ: Строительство опор №1-7. Часть I

Рабочая документация: 5870-ИС.КЮК5 - Опора №5

Исполнительная документация: ИД Опора №5 (Монолитное тело, ригель и подферментник)

Предписание: Предписание №15

Акт устранения предписания: Акт устранения предписания №15

Изолировать

Скрыть выбранные

Показать все объекты

Фокусировка

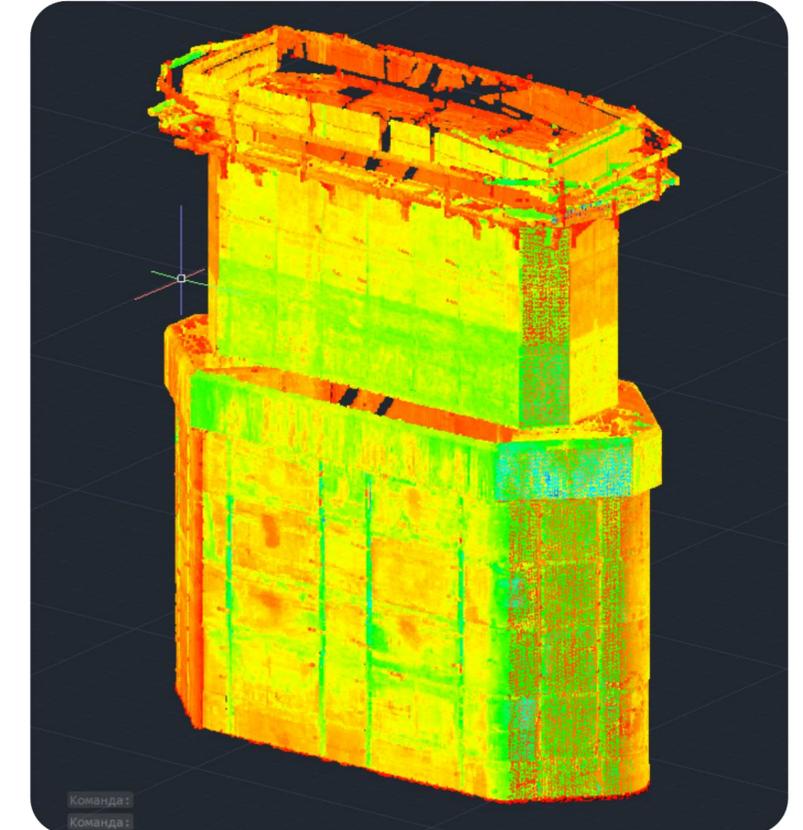
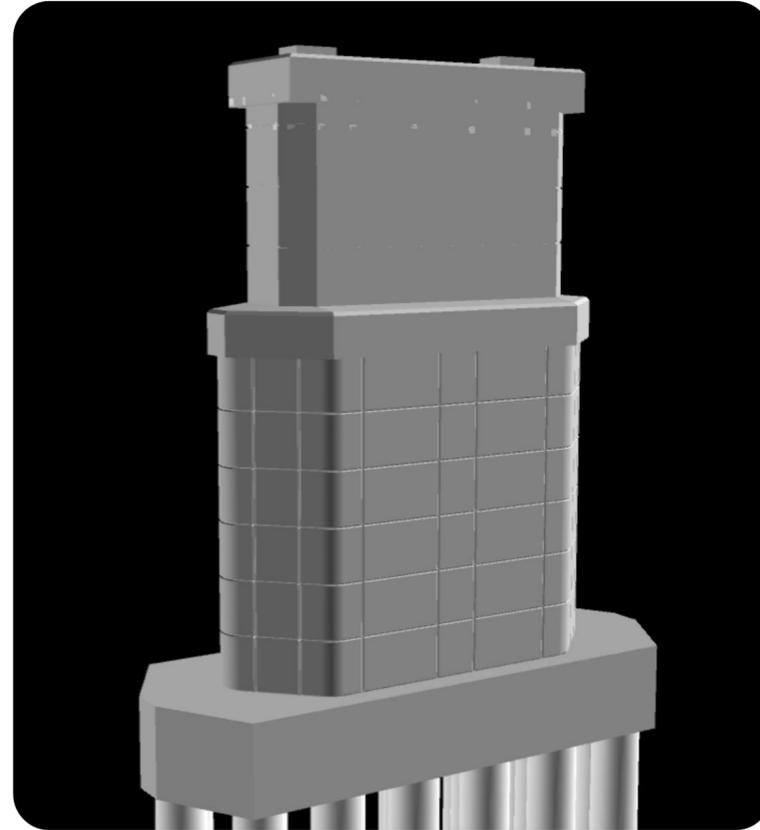
Отменить выбор

Связанные объекты

© Элемент | Версия 2.0.172 от 07.10.2019

Документация и дополнения

Технологии 3D-сканирования



1. Опора №3 - фотография

2. Опора №3 – 3D модель в Revit

3. Опора №3 – облако точек (Результат сканирования)

4. Опора №3 – Результат сравнения модели и скана п.2/п.3

Решаемые задачи при сканировании мостов:

- Контроль строительства – преимущество перед стандартными методами измерения в высокой скорости съемки и качестве данных. Благодаря большому и наглядному объему получаемой информации, существенная доля ошибок исключается, особенно связанная с человеческим фактором.
- Мониторинг – систематическое наблюдение за деформациями мостов с помощью сканера позволяет видеть полную картину объекта. Программа сама покажет место с наибольшим отклонением от проекта, или с предыдущей съемкой. Лазерное сканирование – самый быстрый, наглядный и информативный метод предоставления полной характеристики объекта.

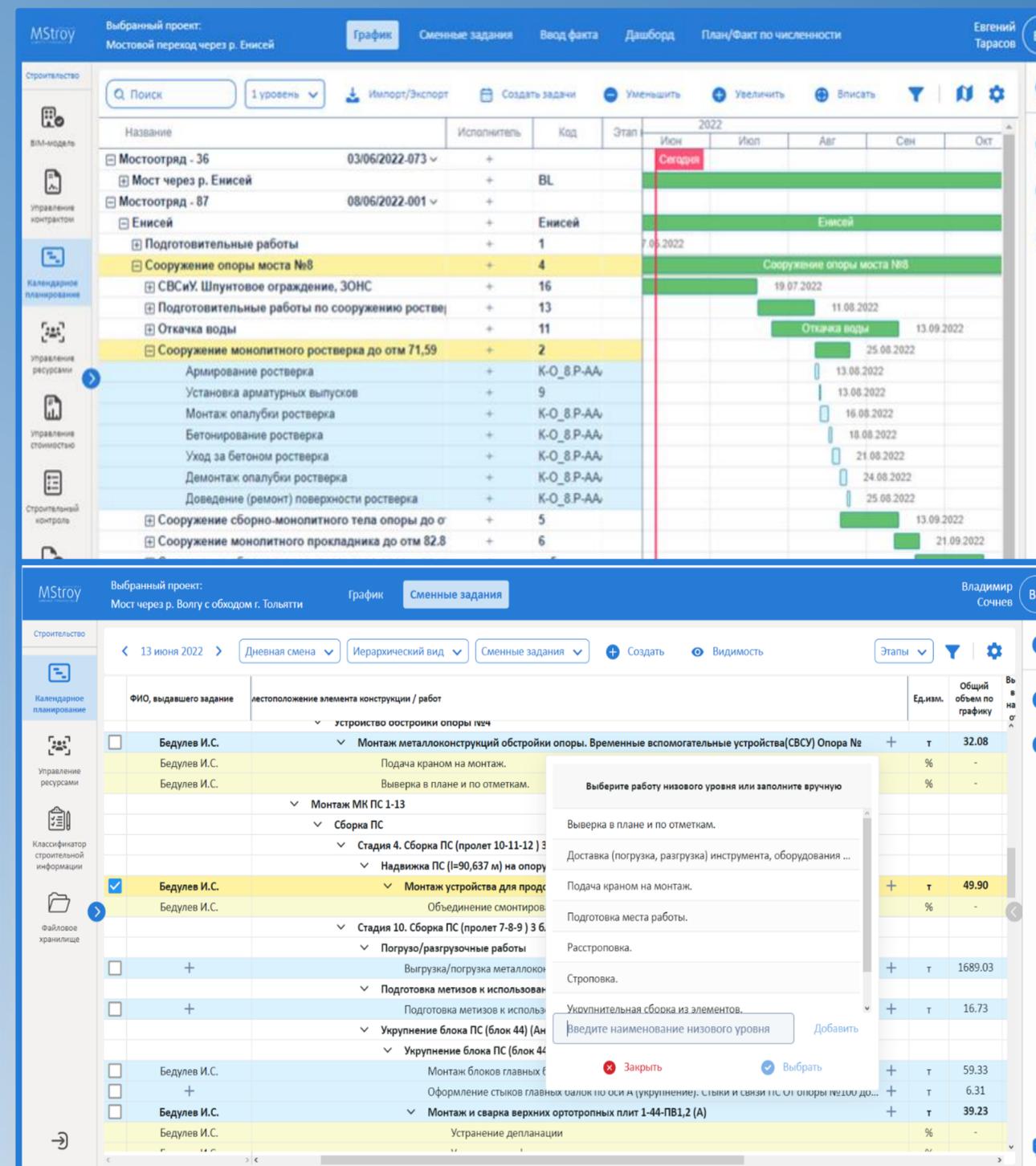
MStroy. График производства работ

Диаграмма Гантта

- Планирование ресурсов – персонал, материалы, машины, деньги
- Мониторинг - ежедневный учет выполненных работ и задействованных ресурсов
- Плановая себестоимость / цена

Управление материалами

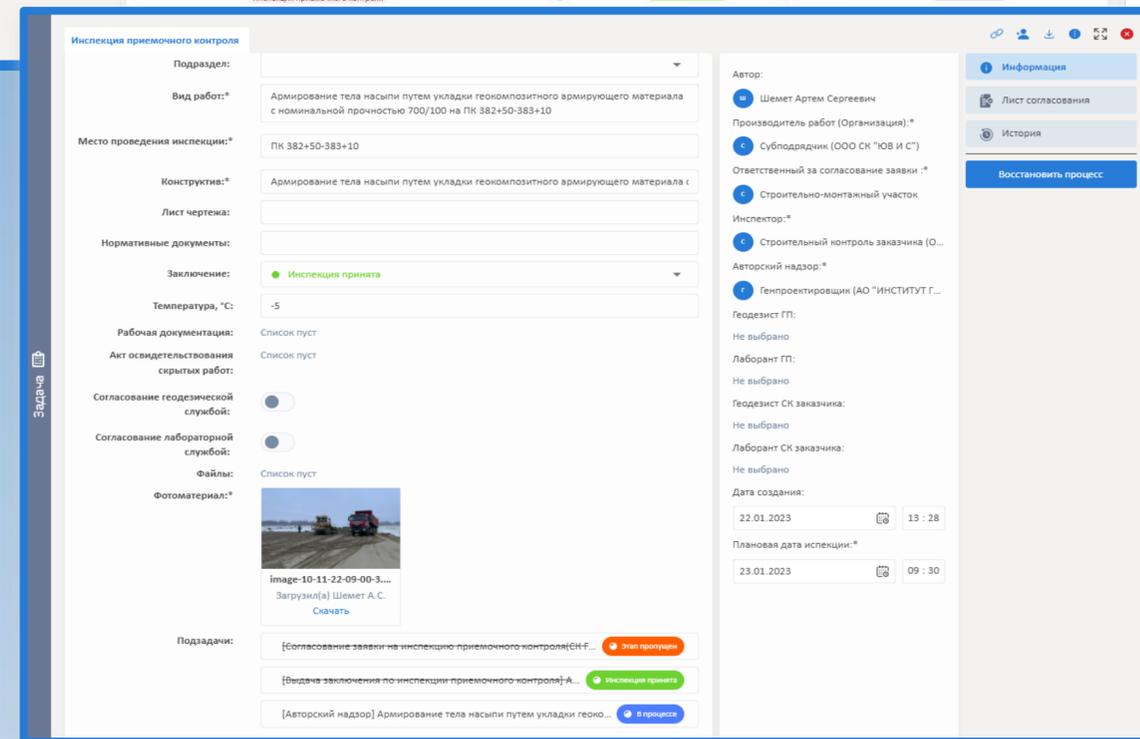
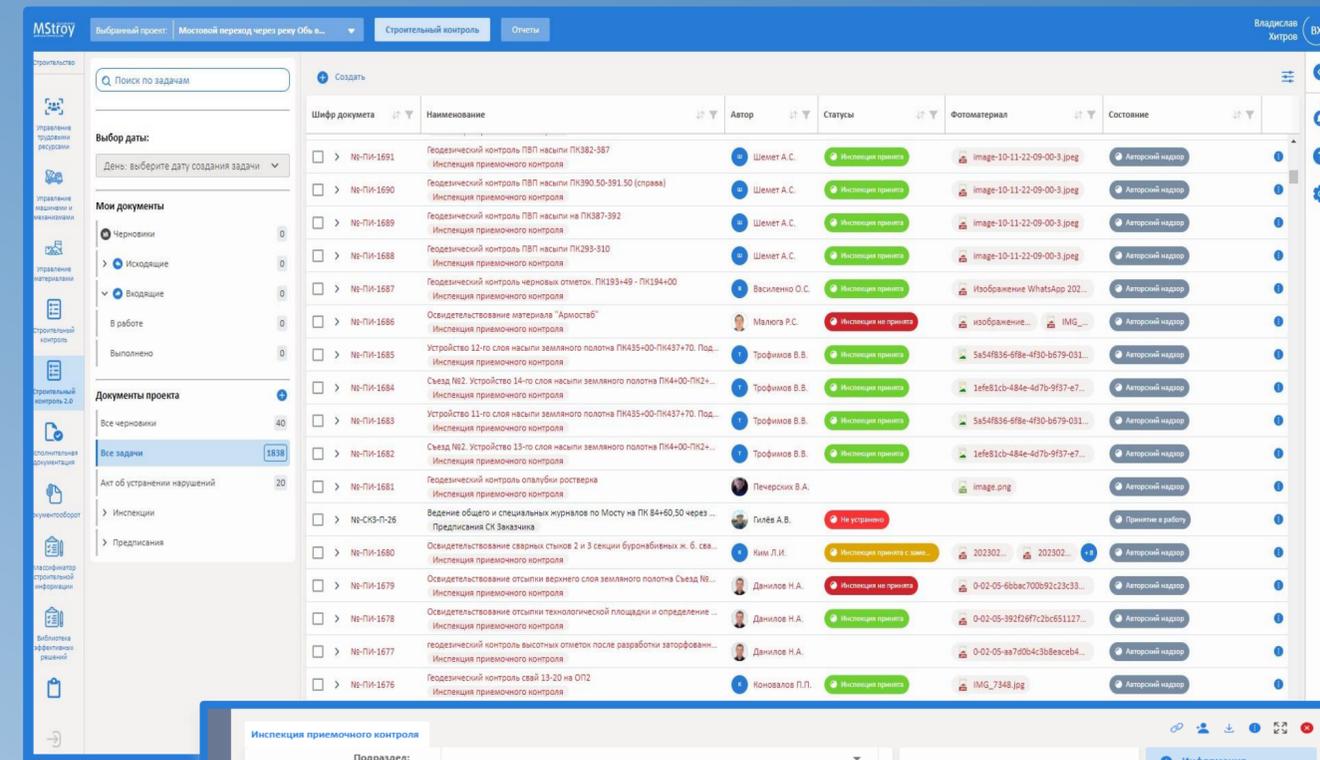
- Цель: каждая позиция материала «точно в срок нужного объема», а также сокращение цикла «Деньги – Товар – Деньги»
- Автоматическое создание спецификаций из ПД и создание цепочки закупочных документов



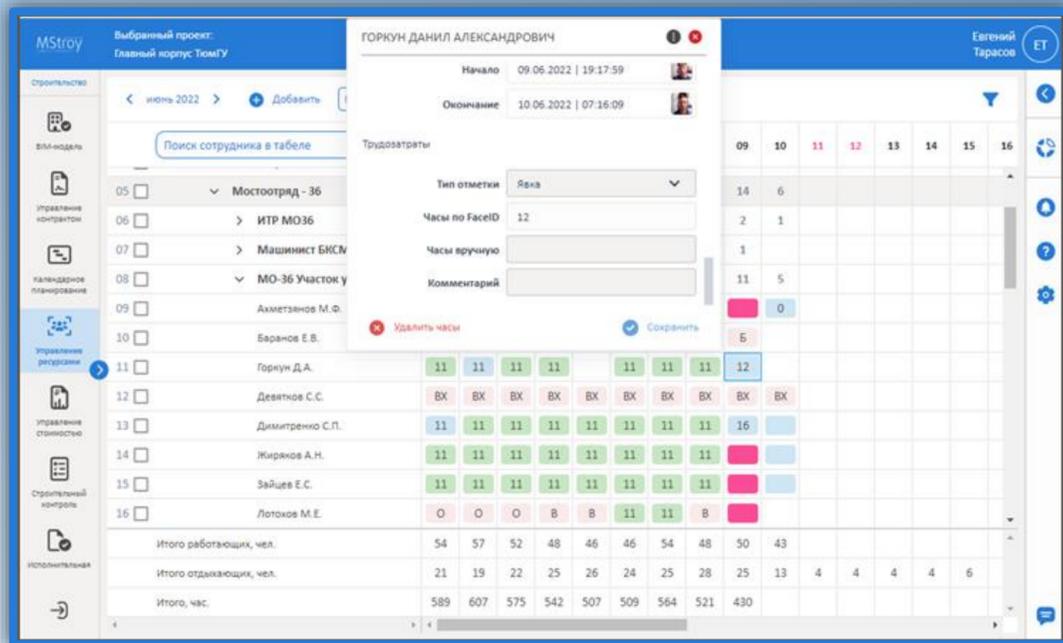
MStroy. Строительный контроль

Предназначен для организации взаимодействия службы строительного контроля и линейных ИТР, задействованных в строительстве:

- Онлайн контроль качества
- Предписания и отчеты об их исполнении
- Интеграция результатов в систему оплаты труда и расчетов с субподрядчиками
- Анализ данных руководителями



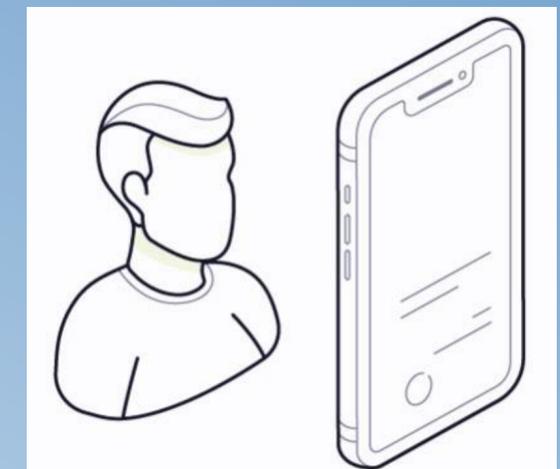
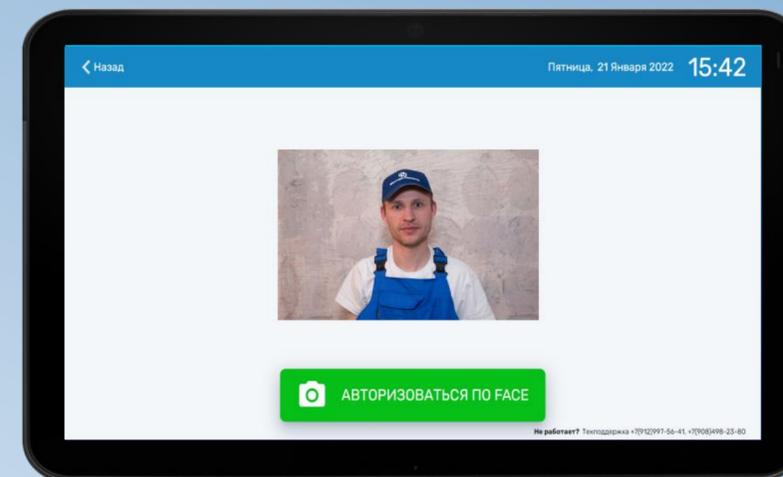
Сбор информации при помощи технологий компьютерного зрения



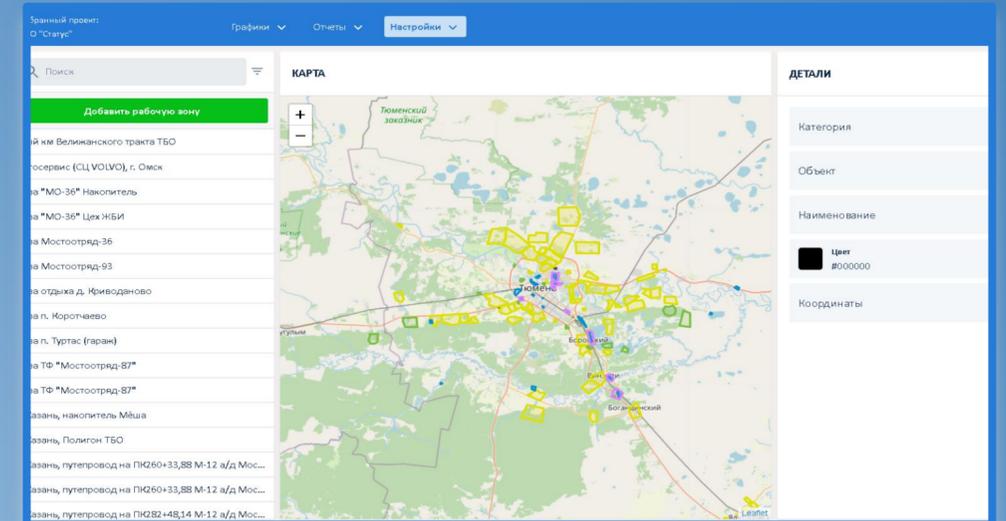
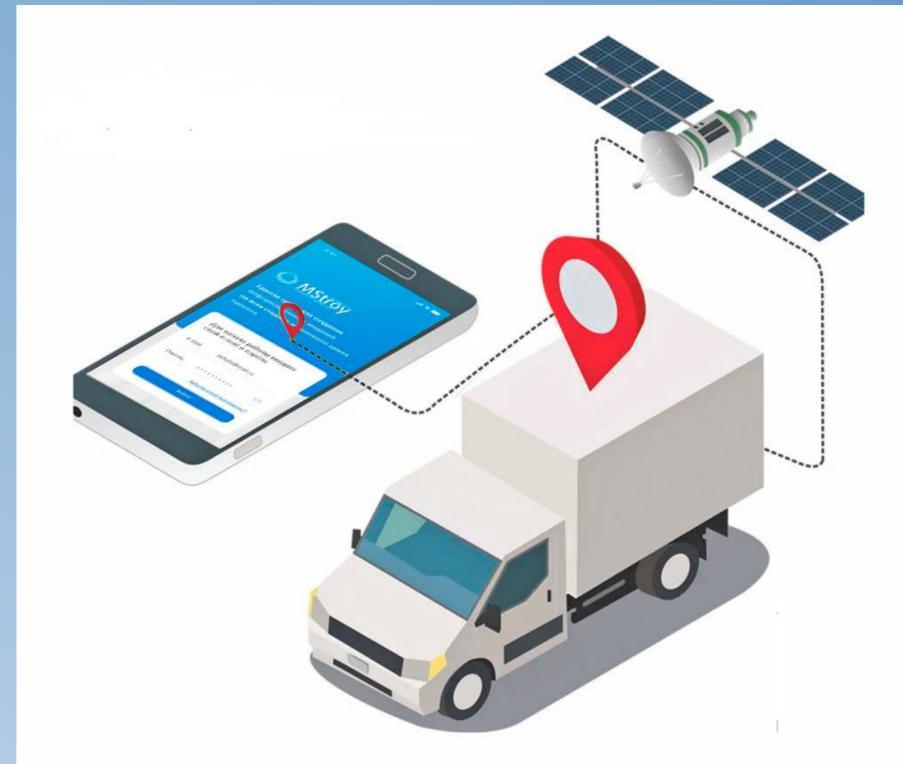
> Мостострой - 11 АО	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	136	136
> Мостоотряд - 15	493	493	493	493	493	493	493	493	493	493	495	495
> Мостоотряд - 29	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	279	278
> Мостоотряд - 36	2438	2438	2438	2438	2438	2438	2438	2438	2438	2438	2439	2435
> Мостоотряд - 87	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	447	448
> СУ Мостострой-11	530	530	530	530	530	530	530	530	530	531	531	530
> ДСУ Мостострой-11	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356	356
> Маурер-Мостострой-11	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
> Тюменьдорпроект	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	119	119
> Тюменьгражданпроект Инсти...	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83

Технология распознавания лиц:

- Фактическое время работы персонала – онлайн табель, нормирование
- Интеграция с 1С, СКУД
- Налоговая чистота субподрядчика
- Прозрачная система оплаты труда
- Контроль графика комплектации персоналом



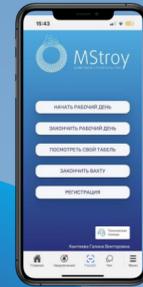
Сбор информации при помощи датчиков MStroy. Управление машинами и персоналом



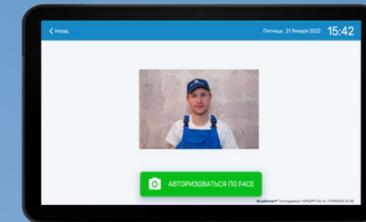
Оборудование MStroy



Комплексная автоматизированная система учета и оценки персонала (КАС)



Мобильный телефон



Моноблок



Турникет с преграждающими планками и мультибиометрическим терминалом



Скоростной турникет с распашными шторками

Модели Artificial Intelligence используемые MStroy

1 MSFR (MS Face Recognition)

Используется для идентификации сотрудника в начале и в конце рабочего дня с целью расчета продолжительности рабочего времени, формирования табеля учета рабочего времени, начисления заработной платы и анализа производительности работ

2 MSBuild

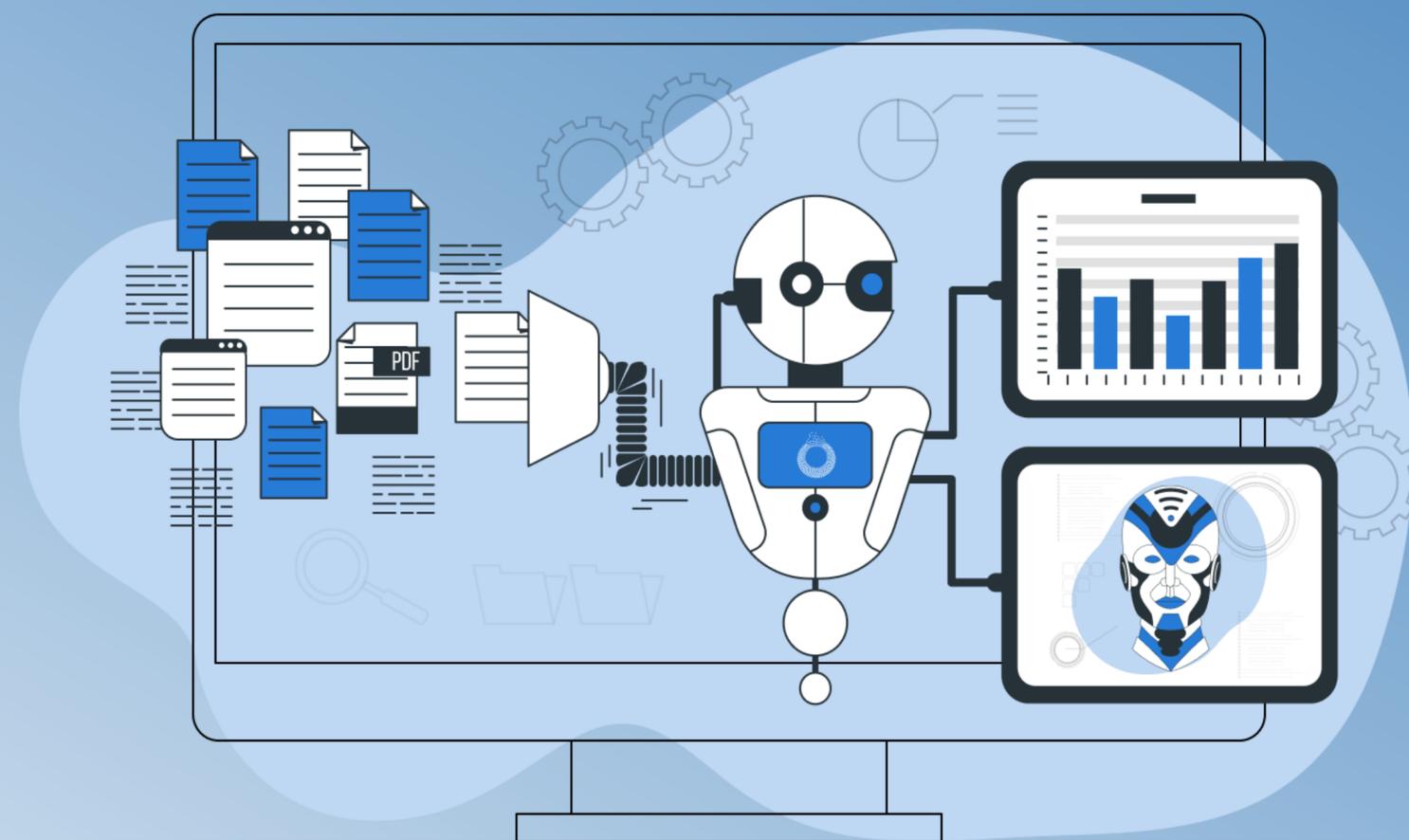
Используется для создания «библиотеки эффективных решений» - планирование производства работ на основе обработки статистических данных, собранных в базе данных MStroy, включая описание технологии, времени использования машин, персонала

3 MSR (MS Recognition)

Осуществляет распознавание документа PDF с переводом в буквенно-цифровой формат. Используется для автоматического переноса списка материалов с ПД/РД

4 MSJ (MS Juxtaposition)

Осуществляет сопоставление наименований материалов из различных источников с целью приведения к единому наименованию из классификатора строительной информации



АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРЕДСКАЗАНИЕ РИСКОВ СРЫВА СРОКОВ И ПЕРЕРАСХОД БЮДЖЕТА

Экспертное сообщество формирует перечень факторов, оказывающих влияние на сроки и стоимость и список сервисов, откуда эту информацию можно автоматически принять, настроив маршруты для загрузки – ПО, интернет сайты и пр. После накопления соответствующих значений для каждого фактора, определяется их математическая обработка и при наступлении обстоятельств, которые оказывают существенное влияние и вызывают определенный риск, выдается автоматическое сообщение пользователям.

ВНУТРЕННИЕ ФАКТОРЫ:

Количество чел. План\факт

Качество персонала:

- *Разряд*
- *Возраст*
- *Стаж*
- *Кол-дней работает подряд (устал\не устал)*

Наличие техники

Наличие Материалы

Качество материалов

Предписания строй контроля

И т.д.

ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ:

Погода

Свет

Интернет

Информационное поле

События в мире

И т.д.

ИСТОЧНИКИ ПОСТУПЛЕНИЯ ДАННЫХ:

MStroy

MStroy

- 1С

- 1С

- 1С

- 1С

MStroy

MStroy

MStroy

MStroy

Сервис Яндекс.Погода

Гор электросеть

Провайдеры

ТВ, паблик каналы

Катаклизмы, болезни, эпидемии



- **Прогнозирование стоимости в зависимости от переменных.** В контексте анализа данных и машинного обучения уравнение множественной регрессии может использоваться для создания моделей машинного обучения, которые могут предсказывать значения зависимой переменной (стоимости) на основе значений независимых переменных (ресурсов и других параметров). Искусственный интеллект может использоваться для **автоматического создания таких моделей на основе больших объемов данных.**
- **Прогнозирование стоимости на основе аналогов.** Использование метода наименьших квадратов для выбора объекта-аналога, наиболее близкого по параметрам и прогнозирование стоимости на его основе.
- **Анализ точности планирования** бюджета и выявление факторов, влекущих отклонения от плана. На основе результатов анализа можно принимать решения по оптимизации затрат на строительство и улучшению планирования в будущем, включая систему мониторинга и установление контрольных метрик.
- **Сбор данных.** Этапы сбора и интеграции данных в общую среду для последующей обработки и создания модели предсказания стоимости
 - определение набора данных, которые будут погружаться в модель для расчета
 - определение источников данных, периодичности их сбора и способов доставки в общую среду
 - структурирование и классификация данных

Уравнение множественной регрессии

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p + E$$



a – свободный коэффициент
 b_i - частный угловой коэффициент для зависимости Y от X
 p – число параметров модели
 E – варьирование вектора Y

Формула расчета стоимости ресурсным методом

$$C(t) = P + \sum_{t=1}^t (M_i \cdot V_{mi} + L_i \cdot V_{li} \cdot t_{li} + MM_i \cdot V_{mmi} \cdot t_{mmi} + \dots + Cost \cdot t_c)$$

$C(t)$ – стоимость / бюджет у.е.;

i – количество операций для завершения всех работ;

M_i – стоимость 1 единицы материала, у.е.;

V_{mi} – количество материалов, ед. изм.;

L_i – стоимость 1 чел-часа труда, у.е.;

V_{li} – количество единиц труда, чел.-ч.;

t_{li} – длительность работы персонала, чел.-час;

MM_i – стоимость 1 ч. работы машин и механизмов, у.е.;

V_{mmi} – количество единиц машин и механизмов, маш.-ч.;

t_{mmi} – время работы машин, маш.-ч.;

$Cost_t$ – накладные расходы, у.е.;

t_{cost} – период строительства, мес.;

P – прибыль, у.е.

РЕШЕНИЕ

Метод наименьших квадратов для подбора аналогов с целью прогнозирования бюджета

Среднее значение квадрата разности между значениями

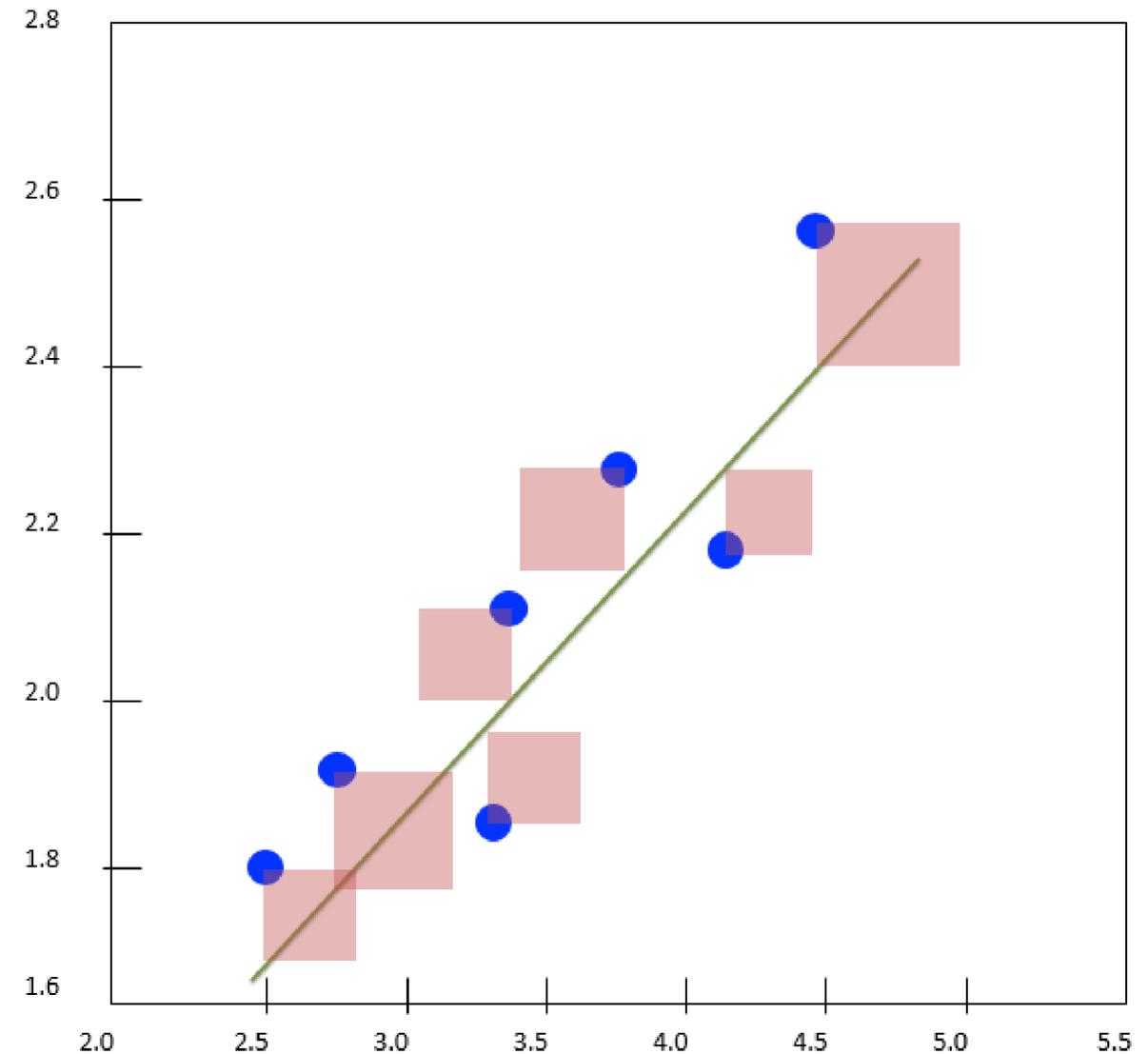
$$MSE(a, b) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - a - bx_i)^2$$

Y – размер бюджета

a – свободный коэффициент (инфляция, риск и т.п.)

b – параметры, влияющие на бюджет (площадь, количество и т.п.)

p – число параметров модели



Где взять кадры и как вовлечь персонал?



Сделайте из персонала сторонников!

◆ Образовательные программы

- Корпоративный учебный центр – с 2011 г.
- Базовая кафедра АО «Мостострой-11» в ТИУ – с 2018 г.
- Программы целевой подготовки СибАДИ – с 2013 г.
- 2 класса Мостострой-11 в школах г. Тюмени и г. Омска с 2019 г.

◆ Архитектура программ

- Программа ориентирована на практику МС11
- Уникальный формат «вертушка»
- Экскурсии на строительные объекты
- Коллаборация преподавателей ВУЗа и практиков МС11
- Мастер-классы, тренинги, бизнес-игры, конференции и пр.
- Он-лайн курс на базе iSpring

◆ Взаимные выгоды Win-Win

- Менеджеры компании, вовлеченные в процесс подготовки программ, становятся наставниками
- Обучающиеся на курсе максимально погружаются в культуру компании и имеют подготовку по всем ключевым направлениям

Какие люди нужны для цифровой трансформации?

Разработка и развитие ПО

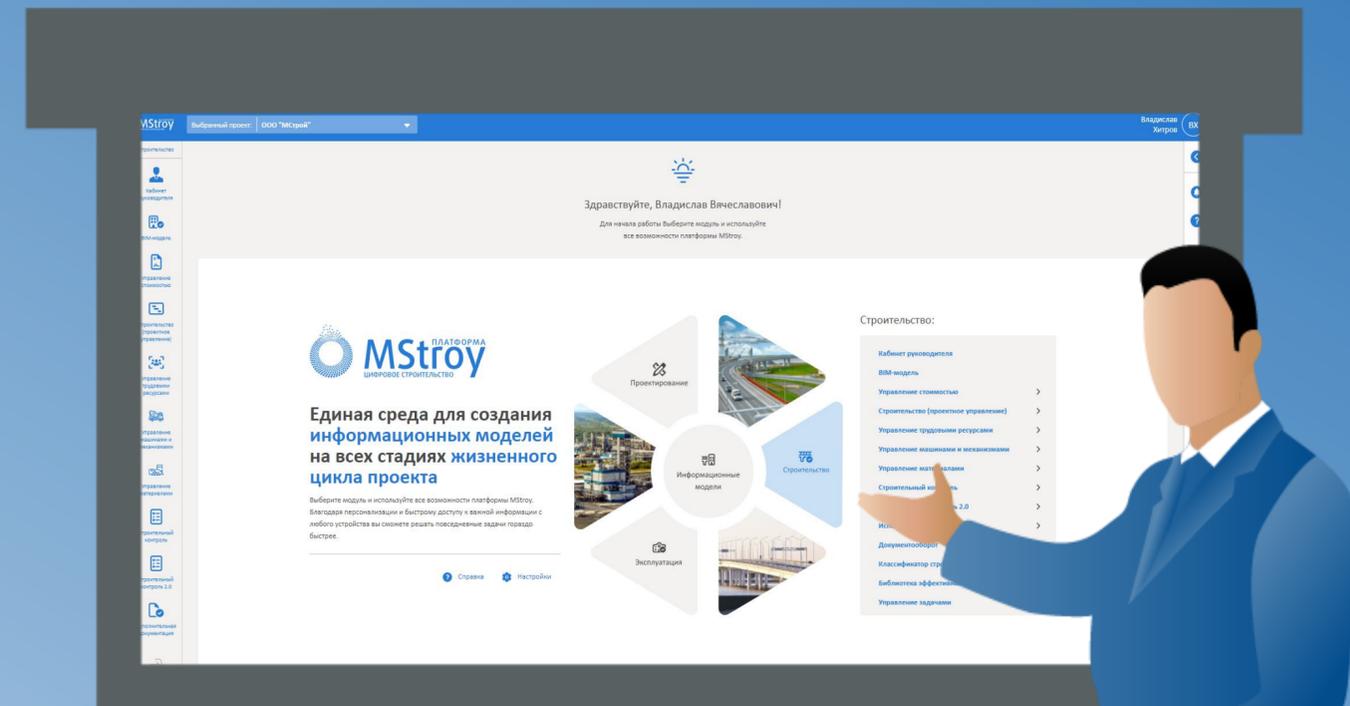
- архитекторы систем
- бизнес-аналитики
- программисты
- дата-инженеры, аналитики, дата-саптинисты
- системные администраторы
- тестостировщики
- инженеры по безопасности

Внедрение и доработка ПО

- Консультанты
- Техподдержка
- Операторы устройств

Создание информационных моделей

- Руководители проектов
- инженеры



ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Ключевые ВУЗы – партнеры:



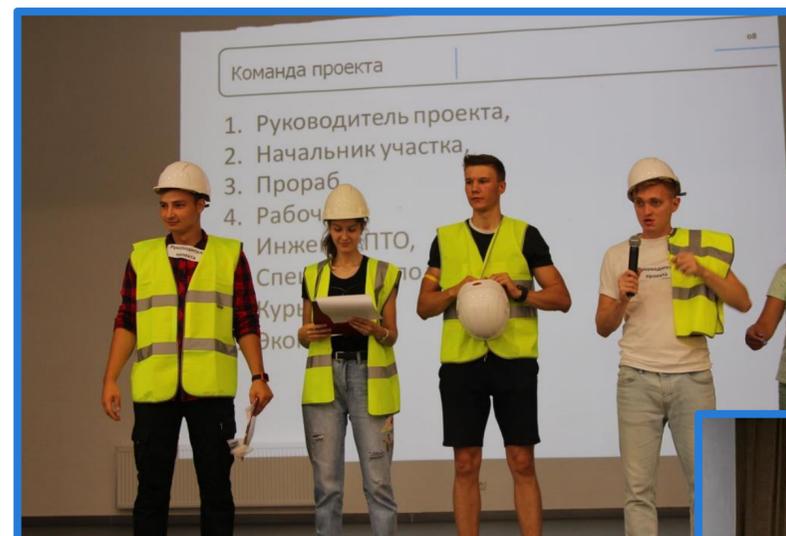
- **СИБАДИ и СГУПС** - кузницы кадров мостостроителей.

Целевое обучение позволяет обеспечить обучение специалистов необходимой квалификации

- **Базовая кафедра «Мостострой-11»** в ТИУ открыта в 2018 году и наращивает направления обучения. Здесь осуществляется опережающая подготовка персонала для реализации стратегических проектов с применением инновационных технологий, цифровизации

Образовательные технологии:

- **Сотрудники – эксперты** АО «Мостострой-11» задействованы в образовательном процессе в качестве лекторов, экспертов, членов экзаменационных комиссий
- **Производственные площадки** используются для стажировки-практики по модели «Вертушка»
- **Лучшие преподаватели** по направлению из ВУЗов Москвы, Саратова, Омска читают лекции
- Регулярно проводятся **технические экскурсии на объекты компании**



АВТОРСКИЕ КУРСЫ ОТ ПРАКТИКОВ МС11 ТЕХНИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ

Авторские курсы и «Вертушка»:

- Управление проектами
- Ценообразование
- Менеджмент организации
- Бережливое производство
- Цифровое строительство

2018-2023 | 20 экскурсий на объекты:

- Путепровод "Войновка - оз. Андреевское,
- Окружная АД (Тюмень - Ханты-Мансийск)
- Набережная р. Туры;
- Развязка на пересечении улиц Дружбы - Мельникайте
- Производственная база ТФ «Мостоотряд-36» и др.



Повышение квалификации и подготовка IT специалистов



Подготовка специалистов в области принятия решений с использованием предиктивной аналитики и искусственного интеллекта на производстве и в строительстве:



Курс проходит в смешанном формате обучения:

- **1 и 3 модуль:** онлайн-лекции, работа над домашними заданиями.
- **2 и 4 модуль:** очно, лекционные и лабораторные работы в Университете Иннополис.

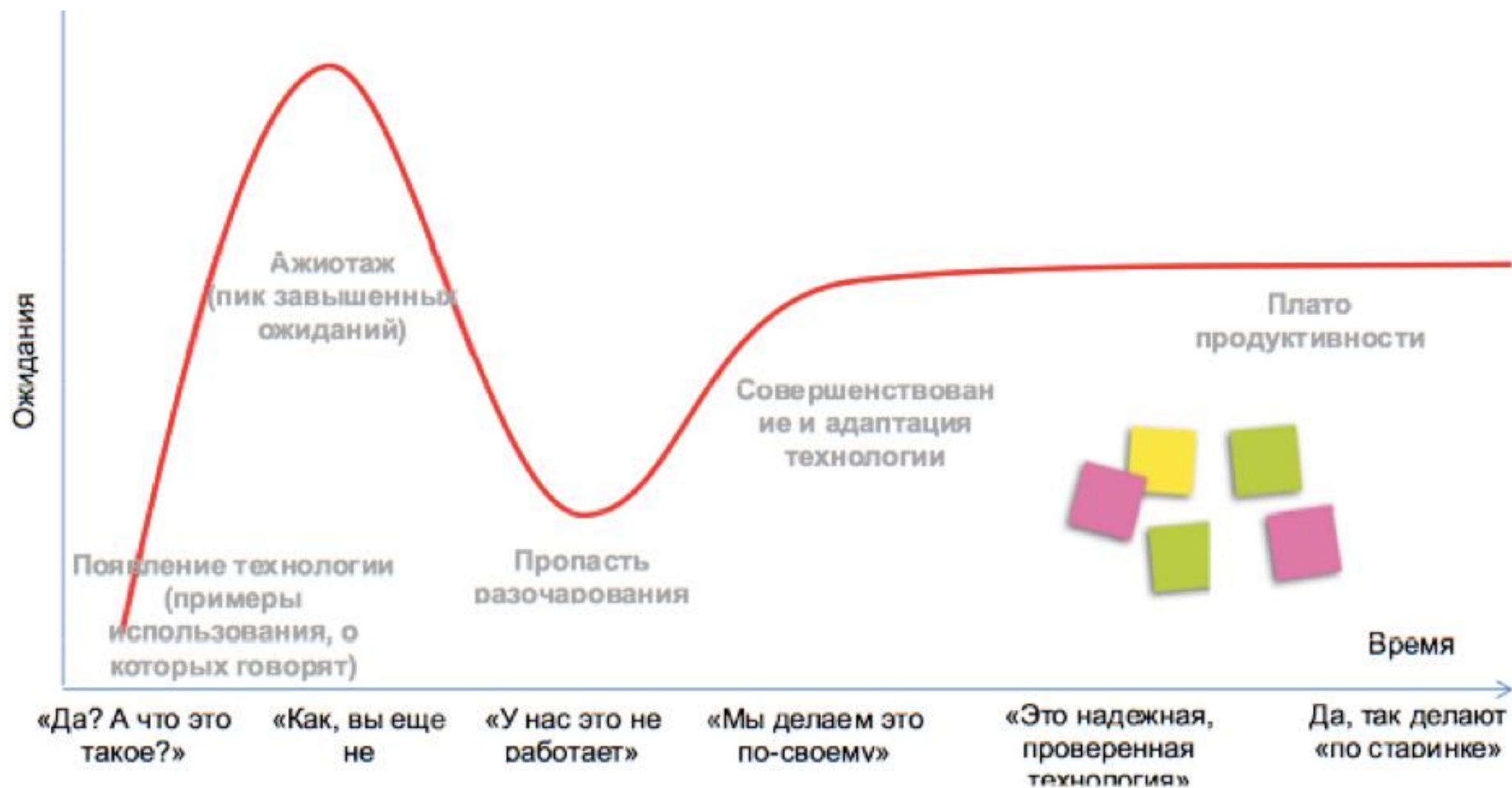
Между занятиями и в выходные:

- Выполнение самостоятельной работы
- Выполнение домашних заданий

Итоговый проект в конце:

- В завершении обучения – защита итогового проекта

Кривая ажиотажа / кривая Гартнера (автор Джеки Фенн, компания «Garthner»)



Спасибо за внимание



 Обратная связь: natalya.breus@ms11.ru 