

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Мосты и тоннели»

Международная научно-практическая конференция,  
посвященная 40-летию со дня основания  
кафедры «Мосты и тоннели»:

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ  
КОМПЛЕКСОВ BIM-ПРОЕКТИРОВАНИЯ И  
АНАЛИЗ МКЭ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ  
И СООРУЖЕНИЙ**

3 ноября 2017 г.

Сборник презентаций докладов

Минск  
БНТУ  
2018

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Г. П. Пастушков;

доктор технических наук, профессор Г. Д. Ляхевич;

кандидат технических наук, доцент В. Г. Пастушков;

кандидат технических наук, доцент И. Л. Бойко;

кандидат технических наук, доцент В. В. Нестеренко;

кандидат технических наук В. А. Гречухин;

доцент Л. Г. Расинская;

старший преподаватель Л. А. Галковская;

старший преподаватель А. А. Яковлев;

старший преподаватель А. Н. Вайтович;

старший преподаватель М. А. Кисель;

старший преподаватель О. В. Костюкович;

ассистент М. П. Петров;

ассистент В. А. Ходяков.

В сборник включены материалы презентаций докладов, представленных на V Международной научно-практической конференции «Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений», состоявшейся 3 ноября 2017 года в Белорусском национальном техническом университете.

© Белорусский национальный  
технический университет, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Яшанов А.П.</b> Комплексное проектирование зданий по технологии BIM. Взаимодействие со строителями .....	4
<b>Минкинен Ю. Э.</b> Расчет взаимного влияния свайных фундаментов 15-этажных жилых зданий и 4-этажного гаража в Санкт-Петербурге с применением ПК SOFiSTiK .....	10
<b>Чижов С. В.</b> Системные факторы использования BIM в жизненном цикле мостов и транспортных тоннелей .....	21
<b>Гапон Ю. Е.</b> BIM из Германии для проектирования мостов и тоннелей.....	33
<b>Утенков О. В., Козак Н. В.</b> Проектирование линейных сооружений с использованием BIM технологий.....	48
<b>Ярошутин Д. А., Ляпунов А. Ю.</b> Автоматизированные расчеты при диагностике мостовых сооружений .....	53
<b>Павуков Ю. И.</b> Сравнительный анализ теоретических и натурных результатов определения несущей способности буровых свай на примере строительства фундаментов опор на Западном обходе г. Бреста.....	60
<b>Бохан Н. А.</b> Внедрение BIM-технологии на базе Autodesk Revit. Анализ ошибок, выводы, план действий .....	73
<b>Грачёв М. Л.</b> Возможности применения фибробетона на примере проекта Рокского тоннеля. Анализ возможностей BIM технологий .....	80
<b>Кисель М. А.</b> Разработка расчетной модели платформенного участка односводчатой станции.....	93
<b>Вайтович А. Н.</b> Исследование работоспособности плит пролетных строений шлюзов-регуляторов .....	100
<b>Костюкович О. В.</b> Расчет деревянного блока балки жесткости висячего моста .....	107

Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

УДК 624.9

Комплексное проектирование зданий по технологии BIM.  
Взаимодействие со строителями

Яшанов А. П.

ООО «Проектное бюро АПЕКС»,  
г. Москва, Российская Федерация

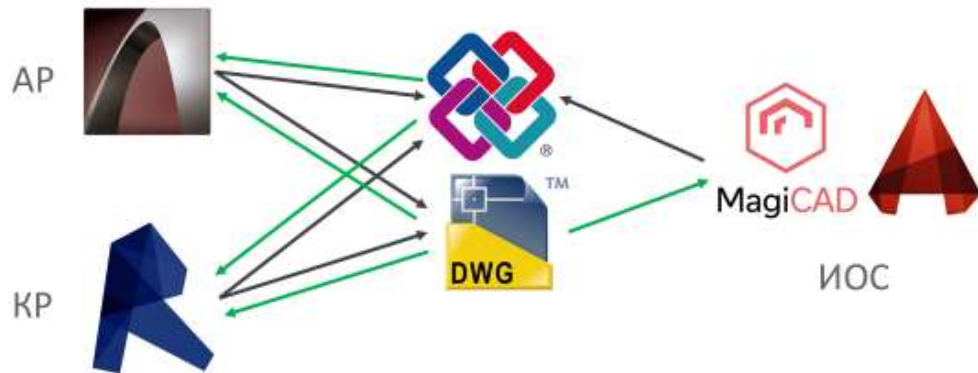




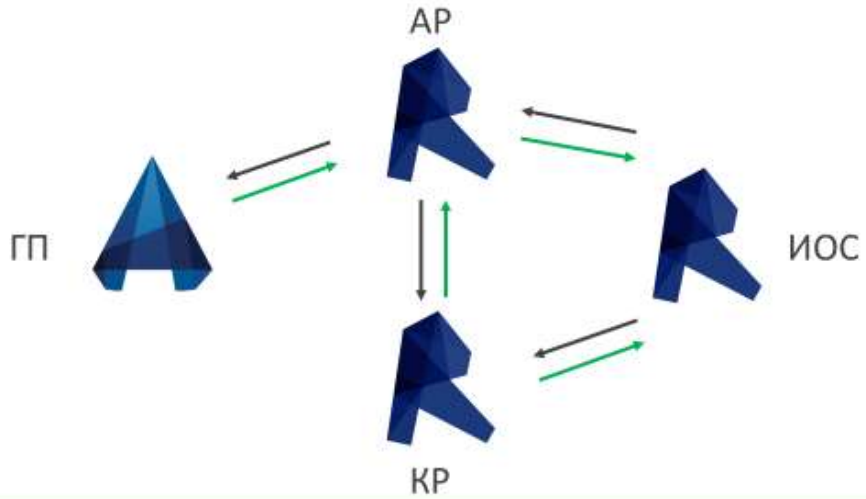
BIM Uses	Заказчик	Проектировщик	Строитель	Эксплуатант
Design Reviews				
Design Authoring				
Cost Estimation				
Site Utilization Planning				
Construction System Design				
Phase Planning (4D Modeling)				
3D Control and Planning				
3D Coordination				
Engineering Analysis				
Existing Conditions Modeling				
Record Modeling				
Site Analysis				
Digital Fabrication				
Sustainability (LEED) Evaluation				
Building (Preventative) Maintenance Scheduling				
Building System Analysis				
Asset Management				
Code Validation				
Space Management and Tracking				
Programming				
Disaster Planning				

BIM Uses	Заказчик	Проектировщик	Строитель	Эксплуатант
Design Reviews				
Design Authoring				
Cost Estimation				
Site Utilization Planning				
Construction System Design				
Phase Planning (4D Modeling)				
3D Control and Planning				
3D Coordination				
Engineering Analysis				
Existing Conditions Modeling				
Record Modeling				
Site Analysis				
Digital Fabrication				
Sustainability (LEED) Evaluation				
Building (Preventative) Maintenance Scheduling				
Building System Analysis				
Asset Management				
Code Validation				
Space Management and Tracking				
Programming				
Disaster Planning				

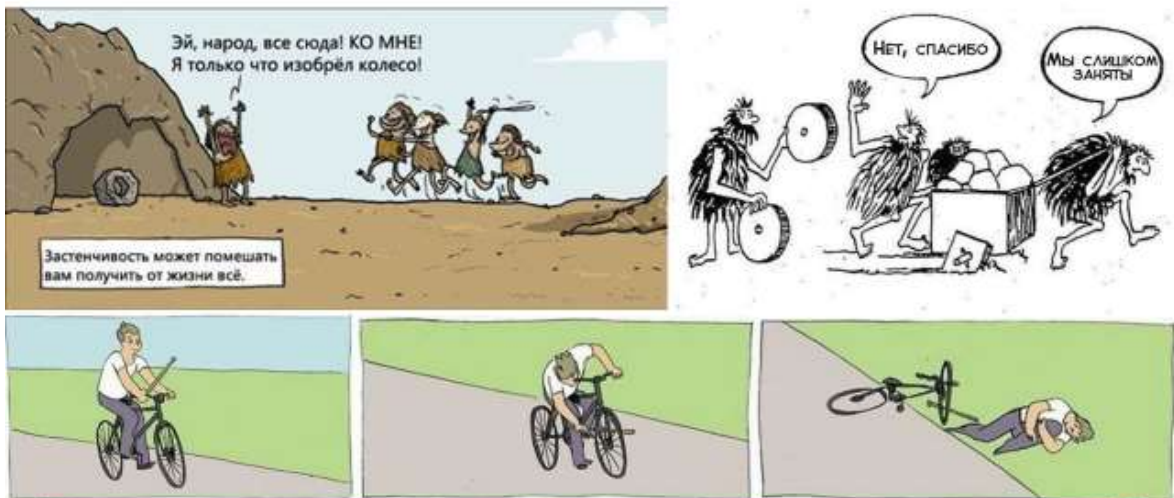
## Организация совместной работы

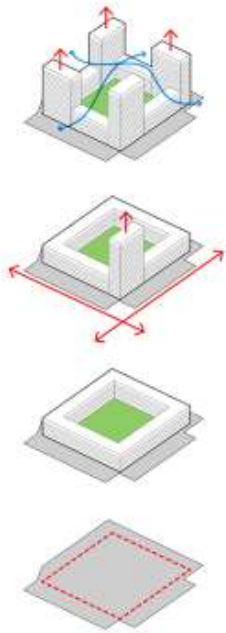


## Организация совместной работы



## Немного о внедрении технологий







## Проектирование на базе модели

### Прерогатива

- Разработка проекта
- Внесение изменений
- Выдача документации

### Принципы:

- Разделяй и властвуй
- Комплектность
- Вариативность



apex  
project bureau

ПСС  
ГРАТИС



Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

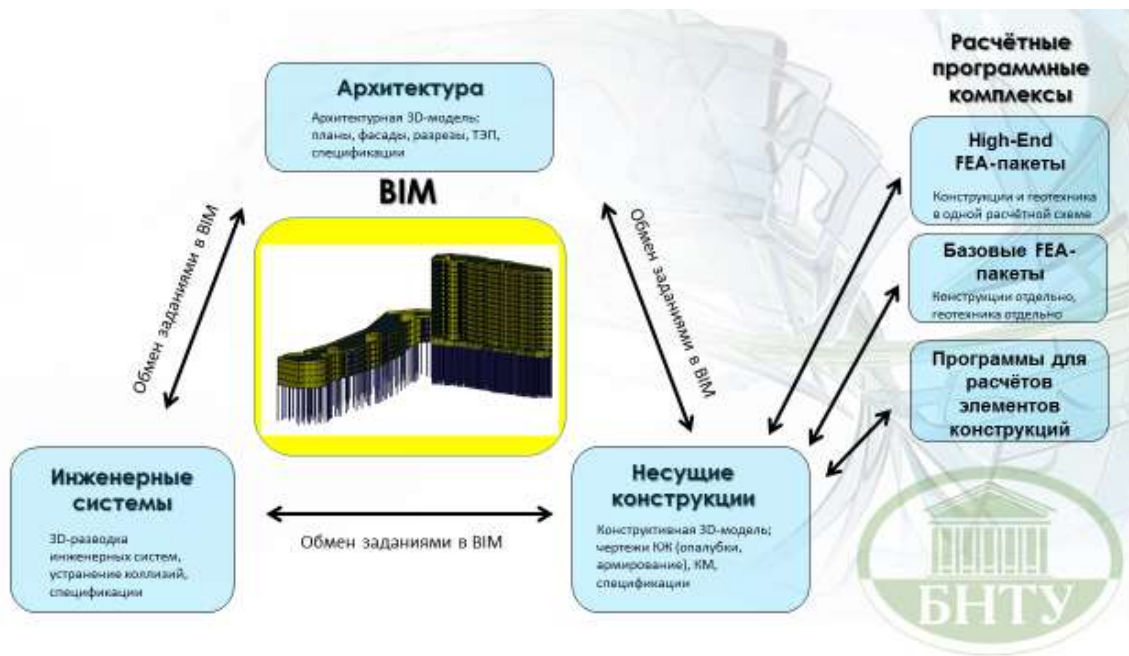
УДК 624.04

Расчет взаимного влияния свайных фундаментов 15-этажных жилых зданий  
и 4-этажного гаража в Санкт-Петербурге с применением ПК SOFiSTiK

Минкинен Ю. Э.

ПКБ «Строй-Проект» ГК ЦДС,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

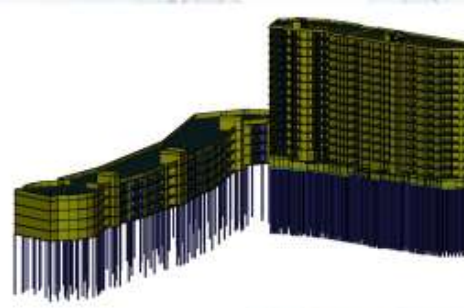
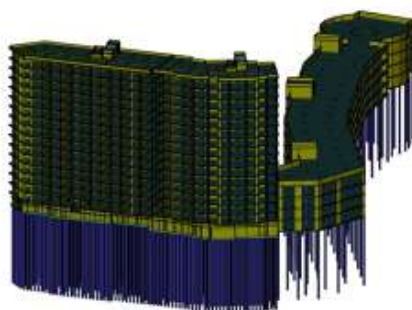


**Основное преимущество ПК «SOFiSTiK» - способность решать **единую конструкторско-геотехническую задачу**, в рамках которой:**

- Оценивать величины напряжений в конструкциях зданий и сооружений с подбором рациональных сечений, классов материала по прочности, армирования;
- Анализировать осадки сооружений и их неравномерности, крены, прогибы конструктивных элементов;
- Оценивать взаимное влияние зданий и сооружений друг на друга с учётом последовательности их возведения на грунтовом массиве;
- Применять широкий спектр моделей, описывающих нелинейный характер поведения материалов конструкций и грунтового массива;
- Учитывать возможные изменения нагрузок на различных этапах возведения и эксплуатации зданий и сооружений.



**Объект:**



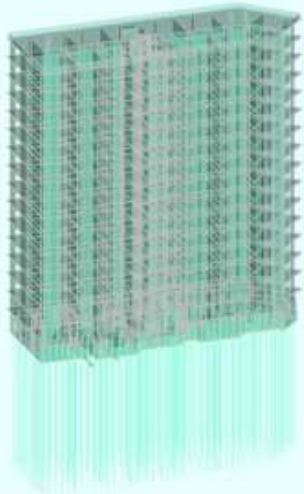
**Жилой дом (СПб, Московский район, Пулковское шоссе), 1-я очередь жилого комплекса:**

Жилой дом - 2 секции 15-этажные, деформационно-осадочные блоки №1 и №2;  
пристраиваемый 4-этажный гараж; деформационно-осадочные блоки №3, №4 и №5.

**827 забивных свай 350х350мм, длиной 15-19 м.**



## Конструктивное решение объекта:



### 15-этажная секция №1 деформационно-осадочный блок №1)

Материал: В25  
Объем бетона: 4003 м<sup>3</sup>  
Масса секции: 17930 т  
Число свай: 266 шт  
Длина свай: 16 м (забивные цельные, 350х350 мм)

Ростверк: 600 мм  
Стены подвала: 200-300 мм  
Стены и простенки 1-15 этажей (чердака нет): 160 и 225 мм соответственно  
Перекрытия над подвалом, первым этажом и основная плита покрытия: 200 мм  
Перекрытия над 2-14 этажами и прочие неоговорённые плиты: 180 мм



## Конструктивное решение объекта:



### 15-этажная секция №2 деформационно-осадочный блок №2)

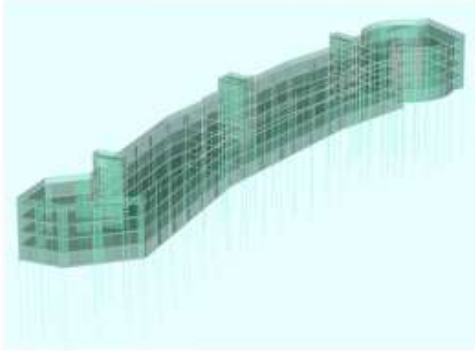
Материал: В25  
Объем бетона: 3215 м<sup>3</sup>  
Масса секции: 14371 т  
Число свай: 215 шт  
Длина свай: 15 м (забивные цельные, 350х350 мм)

Ростверк: 600 мм  
Стены подвала: 200-300 мм  
Стены и простенки 1-15 этажей (чердака нет): 160 и 225 мм соответственно  
Перекрытия над подвалом, первым этажом и основная плита покрытия: 200 мм  
Перекрытия над 2-14 этажами и прочие неоговорённые плиты: 180 мм



## Конструктивное решение объекта:

4-этажный пристраиваемый гараж  
деформационно-осадочные блоки №№3,4,5)



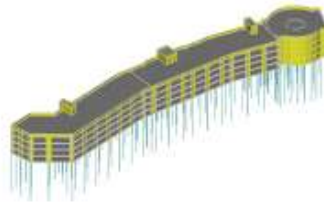
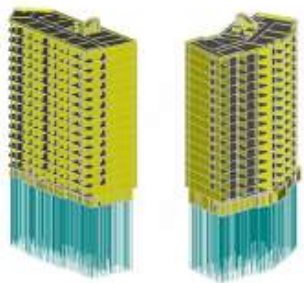
Материал: В25  
Объем бетона:  $2563+2585+1143=6291$  м<sup>3</sup>  
Масса блоков: 26892 т (общая)  
Число свай: 346 шт (общее)  
Длина свай: 18-19 м (забивные составные, 350х350 мм)

Ростверк: 300-600 мм  
Стены 1-4 этажей: 200-300 мм  
Колонны 1-4 этажей: 900х400мм  
Перекрытия над 1-3 этажами 300-600мм;  
Основная плита покрытия: 200-500 мм



## Сборка модели:

REVIT



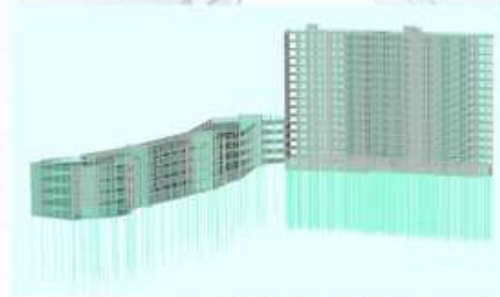
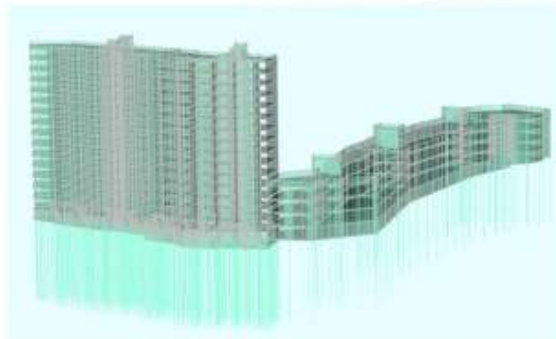
## Инженерно-геологические условия строительной площадки:

Геологический этаж	Инженерно-геологические группы	№ п/п	Классификация	Число пластичности $I_p$	Показатель текучести $I_{L10}$	Пластичность $I_p$	Пластичность $I_p$	Пластичность $I_p$	Пластичность $I_p$	Пластичность $I_p$	Пластичность $I_p$	Пластичность $I_p$	Показатели прочности		Модуль общей деформации $E_s$ , МПа
													Угол внутреннего трения $\varphi$ , град	Сцепление $c$ , МПа	
С 1V	Песчаные грунты - супесчаные-песчаные грунты, с доминантой строительного и бытового мусора	1	Расчетное сопротивление может быть принято $\leq 0,01$ МПа ( $R_n \leq 0,5$ кг/см <sup>2</sup> )												
b 1V	Глины преимущественно глинистые, глино-коричневой, влажной	2	Ж												0,7
		Ж													
b 1II	Супеси глинистые пылеватые, выветрелые, с прослойками песка и гравия, мелко-коричневые, тугопластичные	3	Ж	0,12	0,22	2,22	0,703	0,53	20	0,029	11				
		Ж			1,99				17	0,023					
	Ж			2,00					20	0,029					
	Ж	0,14	0,21	1,82	0,815	0,81	15	0,016	8						
	Ж			1,92				13	0,013						
	Ж			1,82				12	0,016						
b 1III	Супеси глинистые пылеватые, коричневатые серые, тугопластичные	4	Ж												
		Ж			1,99	0,450			24	0,028	14				
b 1IV	Пески пылеватые, полупесчаные, с прослойками супыли, серые, влажные	5	Ж												
		Ж			1,99				24	0,028	14				
b 1V	Супеси легкие пылеватые, с гравием, гравийной, песчаные (пески, гравий), тугопластичные	6	Ж	0,09	0,21	2,04	0,400	0,42	20	0,015	9				
		Ж			2,02				17	0,012					
		Ж			2,00				20	0,022					
b 1VI	Супеси глинистые пылеватые, обесцвеченные глинами, изредка с гравием, галечкой, обесцвеченные, желтовато-серые, тугоупругие	7	Ж	0,13	0,22	2,09	0,619	0,39	21	0,018	12				
		Ж			2,04				18	0,014					
		Ж			2,04				21	0,018					
С 1	Глины пылеватые, выветрелые, с обильными включениями серовато-зеленого, голубого	8	Ж	0,18	0,21	2,04	0,665	-0,12	13	0,005	18				
		Ж			2,02				11	0,044					
		Ж			2,03				13	0,042					
С 1	Глины пылеватые, с прослойками песчаных, серовато-зеленого, голубого	9	Ж	0,18	0,18	2,11	0,259	-0,30	17	0,003	22				
		Ж			2,07				12	0,014					
Ж			2,03					17	0,003						

22 МПа



## Модель в SOFISTIK:



## Расчётные задачи:

- Расчёт 15-этажных зданий обособленно на аналитическом упругом полупространстве HASE (без учёта пристраиваемого гаража).
- Расчёт 4-этажного гаража обособленно на аналитическом упругом полупространстве HASE (без учёта 15-этажных зданий).
- Расчёт 15-этажных зданий и пристраиваемого 4-этажного гаража в единой модели на аналитическом упругом полупространстве HASE.



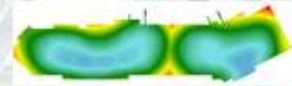
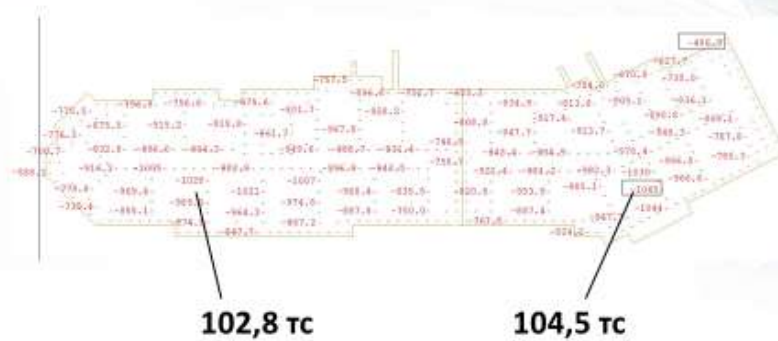
### 1. Расчёт 15-этажных зданий обособленно на аналитическом упругом полупространстве HASE (без учёта пристраиваемого гаража) :

ОСАДКИ:



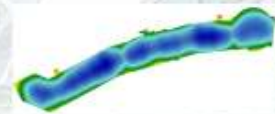
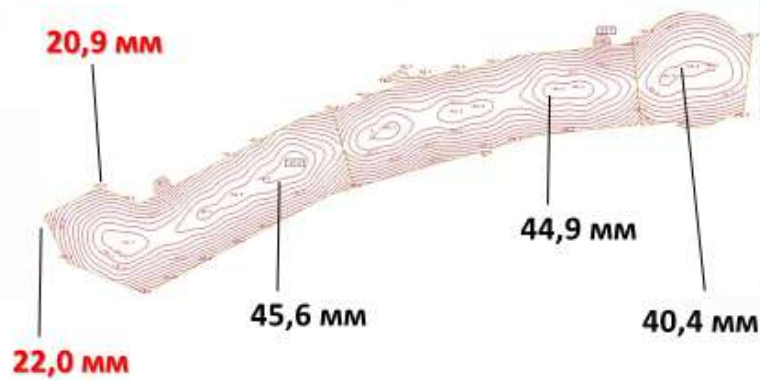
## 1. Расчёт 15-этажных зданий обособленно на аналитическом упругом полупространстве HASE (без учёта пристраиваемого гаража) :

Максимальные вертикальные усилия в сваях:



## 2. Расчёт 4-этажного гаража обособленно на аналитическом упругом полупространстве HASE (без учёта 15-этажных зданий) :

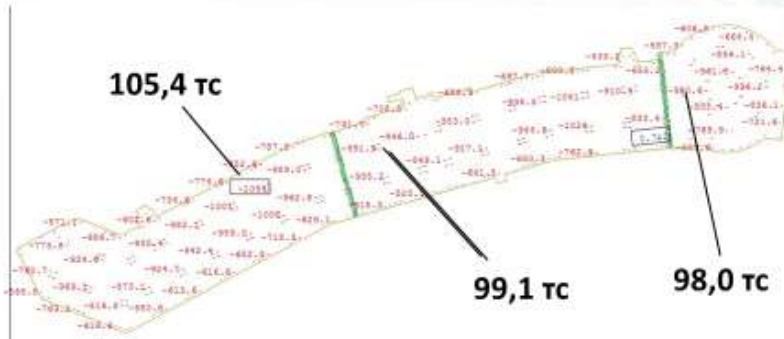
ОСАДКИ:





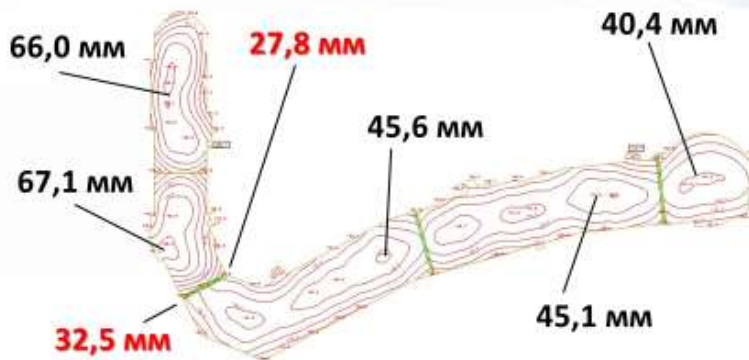
## 2. Расчёт 4-этажного гаража обособленно на аналитическом упругом полупространстве HASE (без учёта 15-этажных зданий):

Максимальные вертикальные усилия в сваях:



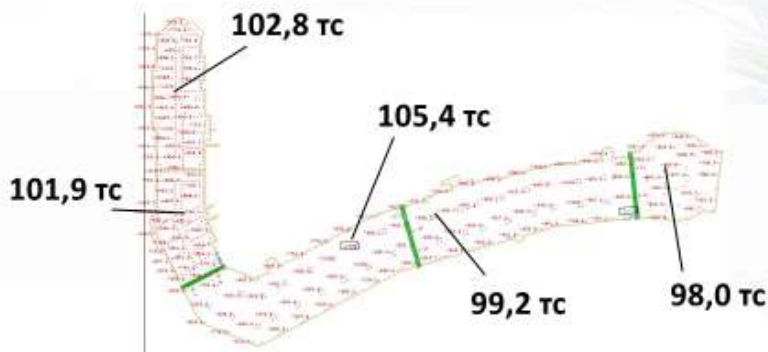
## 3. Расчёт 15-этажных зданий и пристраиваемого 4-этажного гаража в единой модели:

ОСАДКИ:



### 3. Расчёт 15-этажных зданий и пристраиваемого 4-этажного гаража в единой модели :

Максимальные вертикальные усилия в сваях:



### Выводы:

1. Основное преимущество ПК «SOFiSTiK» - способность сравнительно быстро моделировать и решать **единую конструкторско-геотехническую задачу – «грунт-сооружение».**

-подготовка данной схемы – 14 дней.

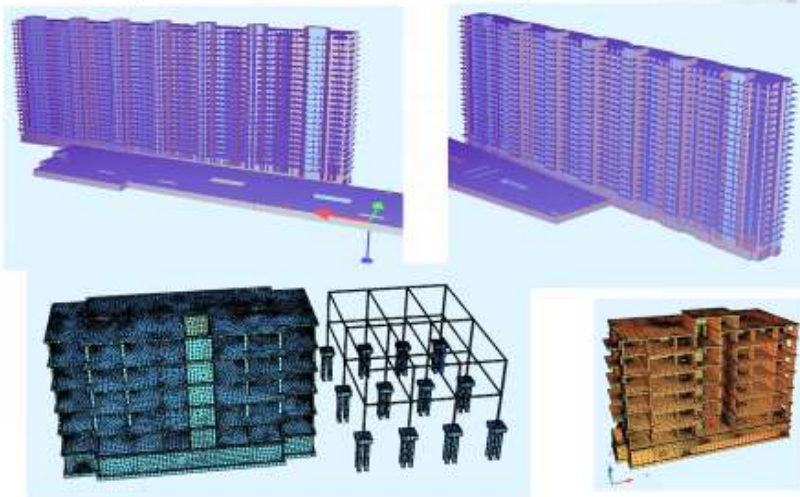
-расчет – 6 суток (основные затраты времени – формирование матрицы жесткостей основания при 827 сваях и 7 инженерно-геологических элементах, и расчет в такой модели).

2. Достоинством является возможность оценить **взаимное влияние зданий и сооружений друг на друга** на едином грунтовом массиве.



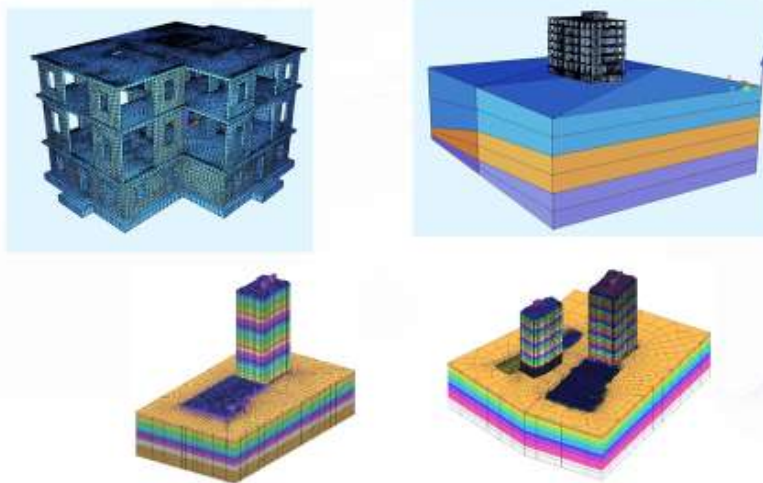
# ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ !

Некоторые выполненные проекты:



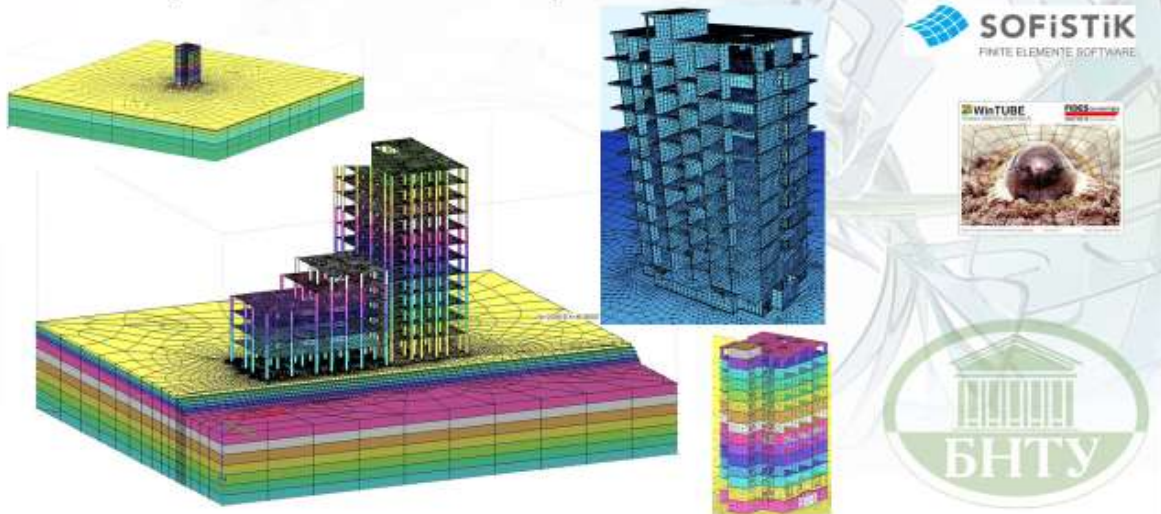
# ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ !

Некоторые выполненные проекты:



# ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ !

Некоторые выполненные проекты:



# ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ !

Некоторые выполненные проекты:



Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

УДК 624.21

Системные факторы использования BIM в жизненном цикле мостов и  
транспортных тоннелей

Чижов С. В.

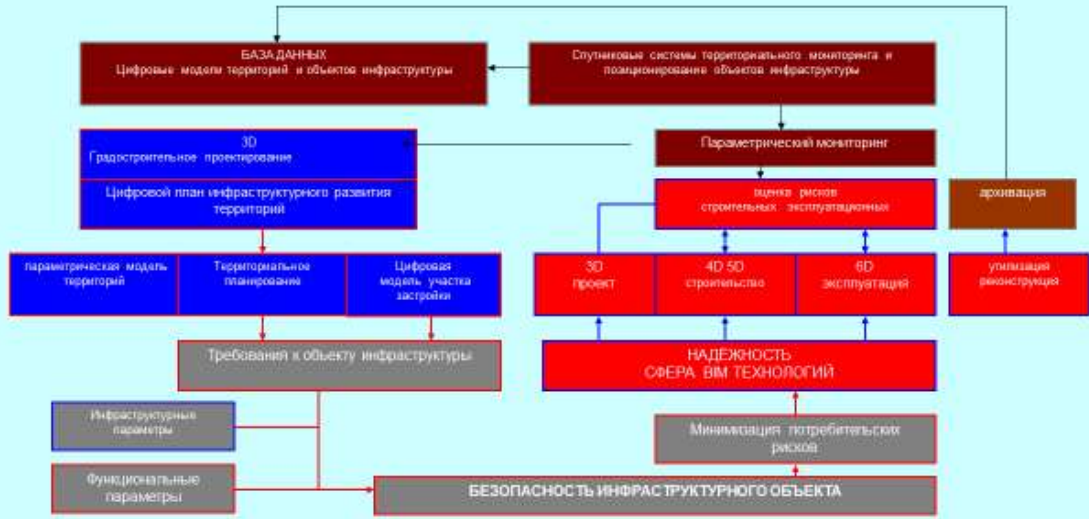
ПГУПС,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация



ПРИ УЧЁТЕ ЗАДАЧ В СФЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ТЕРРИТОРИЙ

ЕДИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО



ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ СООРУЖЕНИЯ

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ



**Правовые коллизии** проявляются в демпинге, нецелевом расходовании, снижении безопасности качества объектов и др.)

Проблема оценки эффективности реализации проектов (коллизия целеполагания)

№ 145-ФЗ «Бюджетный кодекс РФ»

ст.24 Принцип эффективности использования бюджетных средств.

Оценка эффективности расходования бюджетных средств:

- результативность;
- экономность;



$$\frac{З}{ПС} \Rightarrow MIN;$$

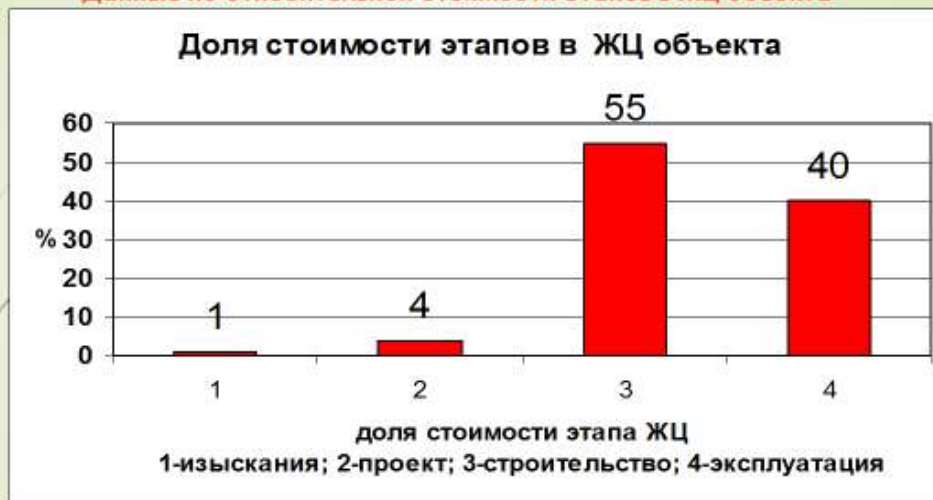
$$\frac{ПС}{З} \Rightarrow MAX;$$

где  $ПС$  – совокупное потребление исходных свойств,  
 $З$  – затраты на формирование объектов.

Период определения результативности:

Градостроительный кодекс – долгосрочный 50 и более  
 Бюджетный кодекс – бюджетный период

**Данные по относительной стоимости этапов в ЖЦ объекта**



**ПРОЕКТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ОБЛАДАЕТ НОРМАТИВНЫМ ПРАВОВЫМ ХАРАКТЕРОМ** по отношению к зданиям и сооружениям, процессам строительства и эксплуатации  
**ПОСТАНОВЛЕНИЕ** Правительства РФ №87 «О составе и содержании проектной документации»

**ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ перспективных проектов, социально-экономического развития субъектов, ТОР, которые являются сферой для предпринимательской деятельности.**

**РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ ЕДИНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКАЗЧИКА ПРИ ПРОЕКТНОМ УПРАВЛЕНИИ**



Реализация перспективного проекта аэропорта «Южно-Сахалинск»



Крупный горнолыжный курорт «Горный воздух»

**РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ КАК СПОСОБ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ**





## Параметры моста на остров Русский



## Эволюция конструкций пилонов в СПб



**Общий вид пилона с участком подъездной эстакады моста на остров Русский и Золотой Рог (строительство)**



**Строительство низководного моста через залив Де-Фриз Седанка**



## ВНЕДРЕНИЕ ТИМ на ВСМ



Разработка унифицированного  
металлического ортотропного  
пролётного строения с ездой на  
балласте на ВСМ Москва – СПб



## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ГОРОДСКИХ МОСТОВ

Федеральный Закон №384 от 30 декабря 2009 г.  
«Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

ГОСТ Р 22.1.12-2005, изм. №1 «Структурированная система мониторинга и  
управления инженерными системами зданий и сооружений»

СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы»

Системы мониторинга необходимо устанавливать на  
следующих сооружениях:

- Сооружения с длиной пролетов > 100 м
- Высота сооружения > 100 м
- Наличие консоли длиной > 20 м



Живописный мост



Большой Каменный мост



Строгинский мост



## ИНЖЕНЕРНЫЙ ЭТАП (1809 – 2000) ПЕРЕХОД К НОВОМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ УКЛАДУ



**Школа прикладной механики Остроградского**

К.Я.Рейвель, П.П.Базена, С.В. Кербеда, Н. А. Белелобского, Д.И.Журавского, А.Д.Проскуракова и других учёных

1843 – 1837г. СТРОИТЕЛЬСТВО ЖД, МОСКВА - СПБ

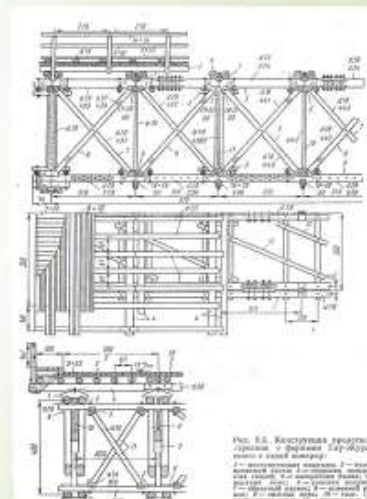


Рис. 5.6. Конструкция простого стропила с фермой (ар-оборудована с галер-оборудована)

## НОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УКЛАД НА БАЗЕ ИТ

...ивчает ускорение конвергенции инновационных решений в проекты транспортных сооружений

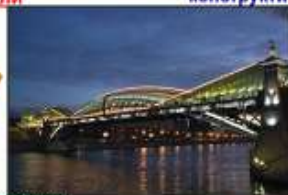


**Организационные  
Инвестиционные  
модели**

**Архитектурные,  
Объёмно-планировочные  
конструктивные решения**



**Технологические  
решения  
Машины и  
оборудование**



**Конструкционные  
строительные  
материалы**



## Сфера ТИМ - концессионные соглашения (ГЧП)

	форма	Структура концессии	Область рационального применения
1.	BOT <i>Build- Operate - Transfer</i>	проектирование, строительство, эксплуатация, передача государству	Форма соглашения, положенная в основу российского законодательства о государственно-частном партнёрстве, применяется для проектов, имеющих высокий уровень окупаемости и низкие первоначальные затраты
2.	BTO <i>Build- Transfer - Operate</i>	проектирование, строительство, передача государству, управление	Целесообразна для объектов, на которых, государство сохраняет стратегическое влияние
3.	BOO <i>Build- Own - Operate</i>	проектирование, строительство, оформление собственности за концессионером, эксплуатация (без ограничения срока действия)	Целесообразна для объектов, имеющих длительный срок окупаемости, высокие эксплуатационные затраты, не являющихся стратегическими.
4.	BOOT <i>Build- Operate - Transfer</i>	проектирование, строительство, оформление в собственность, эксплуатация, передача в собственность государству	Объекты преимущественно уникальные, технически сложные, особо опасные, имеющие высокий показатель риска при реализации функциональных качеств.
5.	BVO <i>Buy - Build - Operate</i>	Покупка объекта, проект, восстановление, реконструкция, эксплуатация	Объекты исторического, культурного наследия и/или объекты с невысоким уровнем окупаемости по своему первоначальному функциональному назначению, сохранение которых, преследует преимущественно социальную и гуманитарную цели.

## НОРМИРОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ





**Перспективные инфраструктурные транспортные проекты- сфера использования  
ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Комплексный проект «Строительство железнодорожной линии материк — в. Сахалин с переходом через пролив Невельского и развитие железнодорожной сети на острове Сахалин»**



Сахалин – транспортный транзитный узел



- строительство совмещенного мостового перехода через пролив Невельского;
- организация высокоскоростного ж.д. движения Корсаков-Оха;
- модернизация портовой инфраструктуры Холмск, Корсаков, Невельск;
- модернизация аэровокзального комплекса г. Южно-Сахалинск;
- реконструкция автомобильных дорог, увеличение протяженности дорог с асфальтобетонным покрытием

## ВЫВОДЫ

- 1. СОВРЕМЕННЫЕ УСЛОВИЯ ПЕРЕХОДА к ТИМ в СФЕРЕ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ХАРАКТЕРИЗУЮТСЯ НЕОБХОДИМОСТЬЮ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ПО ВСЕМУ ЖЦ, ВКЛЮЧАЯ ЭТАПЫ ТП И ЭКСПЛУАТАЦИИ.
- 2. ДАЛЬНЕЙШЕЕ ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ СВЯЗАНО С НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА, РЕГУЛИРУЮЩЕГО, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ ЖЦ И ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.
- 3. ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ТИМ на этапах ЖЦ ПЕРВОНАЧАЛЬНО ВОЗМОЖНО В КАЧЕСТВЕ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ТРАНСФОРМАЦИЕЙ ОТРАБОТАННЫХ ПОДХОДОВ В ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ.
- ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПОДХОДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БАЗ ДАННЫХ СИСТЕМНЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ПОЗВОЛЯЕТ ОБЕСПЕЧИТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛУЧШИХ РЕШЕНИЙ.



Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

УДК 624.21

BIM из Германии для проектирования мостов и тоннелей

Гапон Ю. Е.

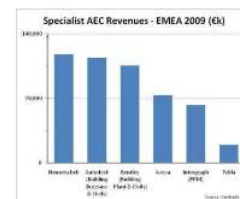
Allbau Software GmbH,

г. Киев, Украина

### Nemetschek Allplan / Allbau Software GmbH

#### Nemetschek Allplan System GmbH

- Основана в 1963 ▶ более 50 лет в бизнесе
- Опыт САПР 30 лет, BIM 25 лет
- 240,000 клиентов по всему миру
- Присутствие в 142 странах, 13 филиалов
- 1200 сотрудников по всему миру
- 3 европейских, 1 американский центр разработок
- TOP3 в Европе на рынке САЕ, котирующаяся на Франкфуртской бирже (№ 1 по данным Cambashi 2010)

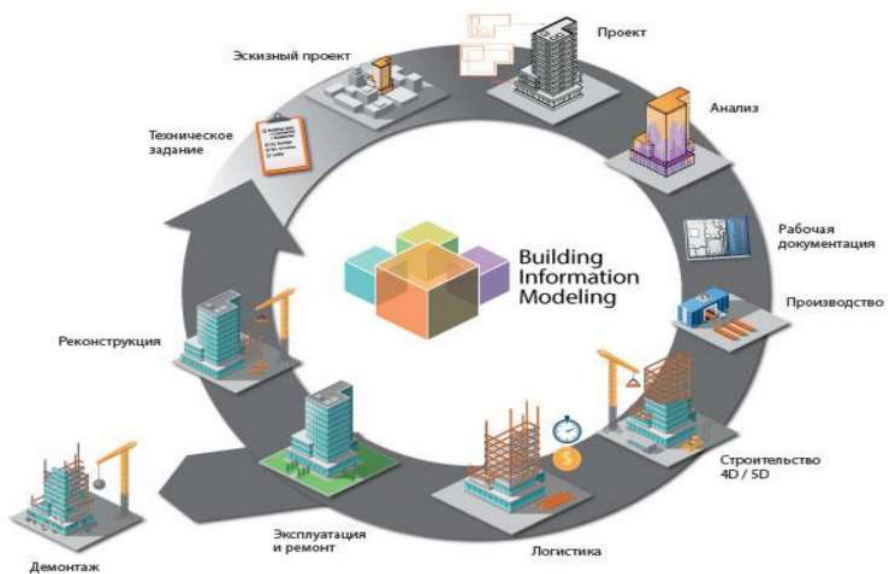


#### Allbau Software GmbH

- 30 сотрудников в 4 собственных офисах Allbau
- Более чем 15-летний опыт работы с западным программным обеспечением для строительной отрасли на рынках СНГ
- Поддержка, обучение, внедрение, проектирование
- Программирование, интеграция



## Жизненный цикл объекта



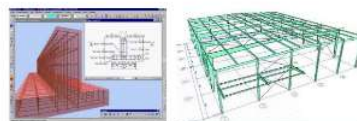
## Allplan известен как BIM для всех разделов и стадий проектирования

Allplan – комплекс архитектурно-строительного проектирования, предназначен для архитектурных мастерских, проектных и строительных организаций, инвестиционных и инжиниринговых компаний, БТИ



1

**Allplan Архитектура**  
Концепция, эскиз, подача, спецификации, чертежи



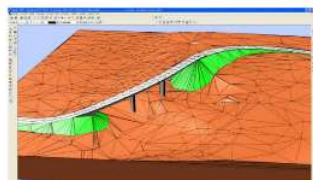
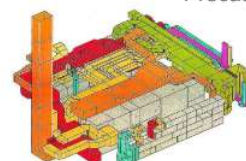
**Allplan Гео**  
ЦММ, План местности, Ландшафт, Градо

4

**Ядро Allplan**  
Базис

2  
**Allplan Конструирование**

Железобетон, Металл, Дерево, Precast



**Allplan Инж Системы**  
ОВ/ВК/Электро

3

## Некоторые пользователи в Allplan/Allplan Precast в странах СНГ

- «МЕТРОПОЛИС»
- «Strabag»
- «Гидропроект»
- «Сибирский ПИ»
- «Тюменьпромстройпроект»
- «ГипроНикель»
- «Архитектурное бюро Шевкунова»
- «Европроект»
- «Магнитогорский Гипромез»
- «Герасимов и партнеры»
- «Стройтехнобизнес»
- «Ленгражданпроект»
- «ЛенНИИПроект»
- «ДСК-4»
- «Обербетон»



## Преимущество Allplan в проектах пользователей

### Проекты пользователей

- Трехходовая автотрасса, Хозрейн, Германия
- Автодорожный мост через каньон, Версамертобель, Швейцария
- Вантовый мост с одиночным пилоном, река Сава, Белград, Сербия
- Мост через реку, Агиджа
- Леуварден
- Сервисная туннельная станция, Утрехт
- Аэропорт Цюрих
- N4 / 32, «Моситунель» / соединительная конструкция с югом
- Основной тоннель Готтард, Швейцария
- Мост - Кереншайде, Нидерланды
- Мост через реку Лососина (Польша), Allplan для возведения в стесненных условиях рельефа Конструкторское бюро Казимир Голонка, Варшава
- Мост 98-111, Вейл-на-Рейне



## Трехходовая автотрасса, Хозрейн, Германия

*Fehling + Jungmann GmbH, Kassel, Германия*

Конструкция арки и каркаса с двумя отдельными, предварительно напряженными пролетными строениями



### Allplan Преимущества

- Мощное всестороннее решение
- Эффективное армирование в 3D

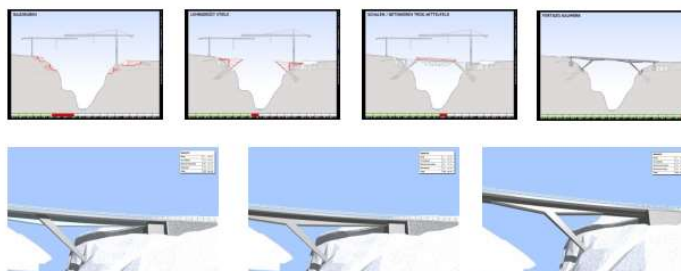


## Дорожный мост через каньон, Versamertobel, Швейцария



*dsp Ingenieure & Planer*

Конструкция каркаса с предварительно напряженным пролетным строением



### Allplan преимущества

- 3D проектирование и 2D детализация
- Конкретные цифры и оценка стоимости

## Вантовый мост с одиночным пилоном, Речка Сава, Белград, Сербия

Leonhardt, Andrä und Partner, Stuttgart, Германия

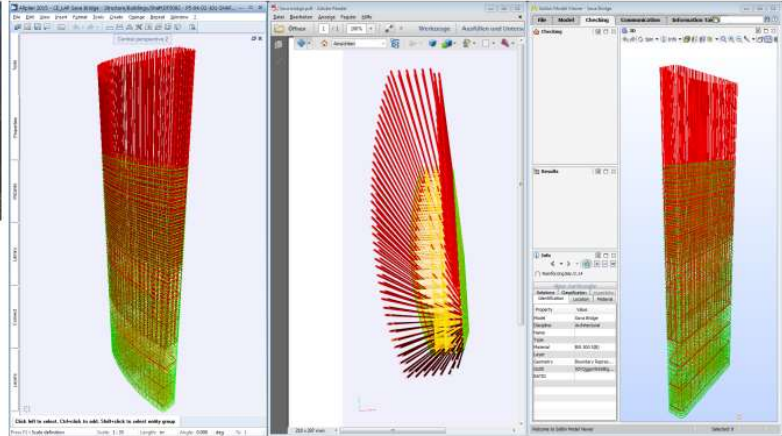
Самый крупный вантовый мост с одиночным пилоном в Европе



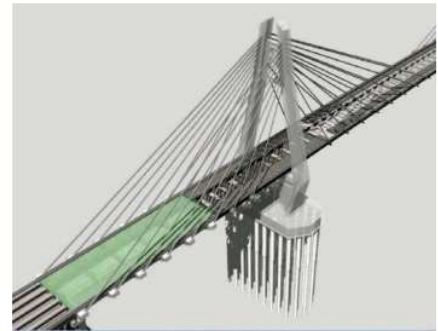
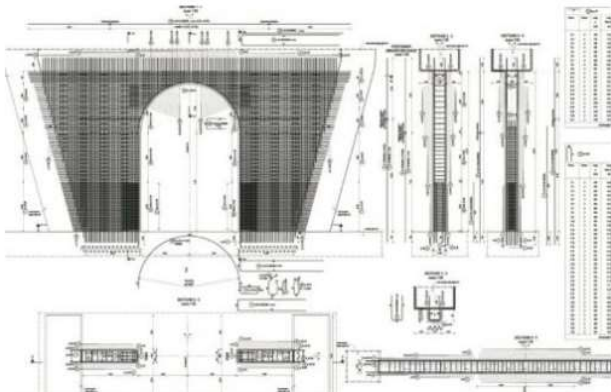
[http://www.savabridge.com/the\\_bridge.htm](http://www.savabridge.com/the_bridge.htm)

### Allplan Преимущества

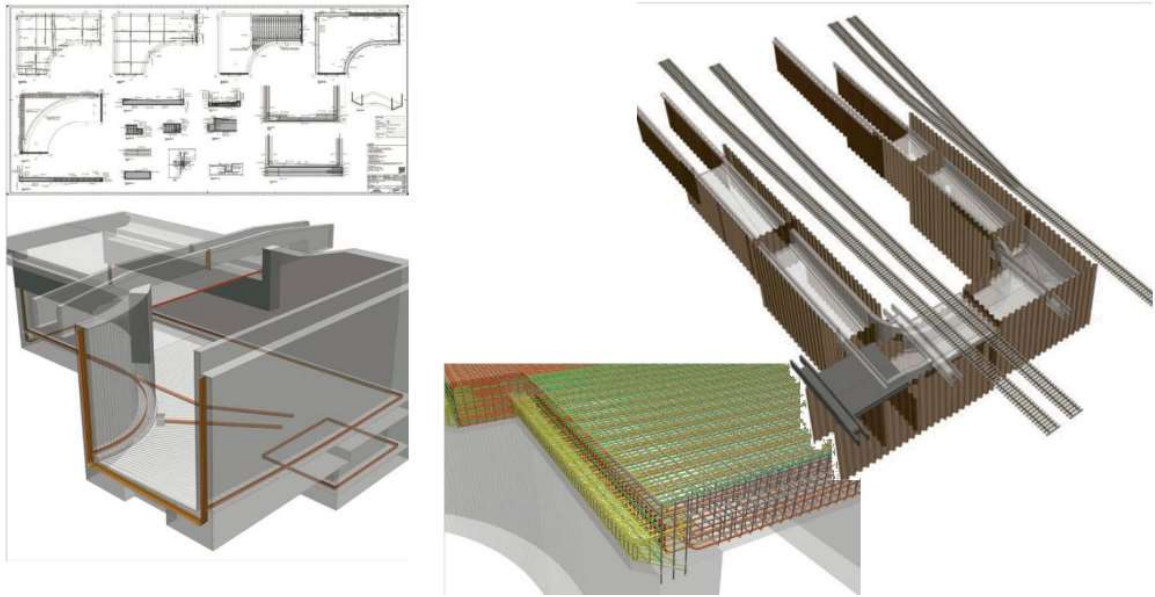
- Open BIM
- Обнаружение коллизий



## Мост через реку , Агиджа



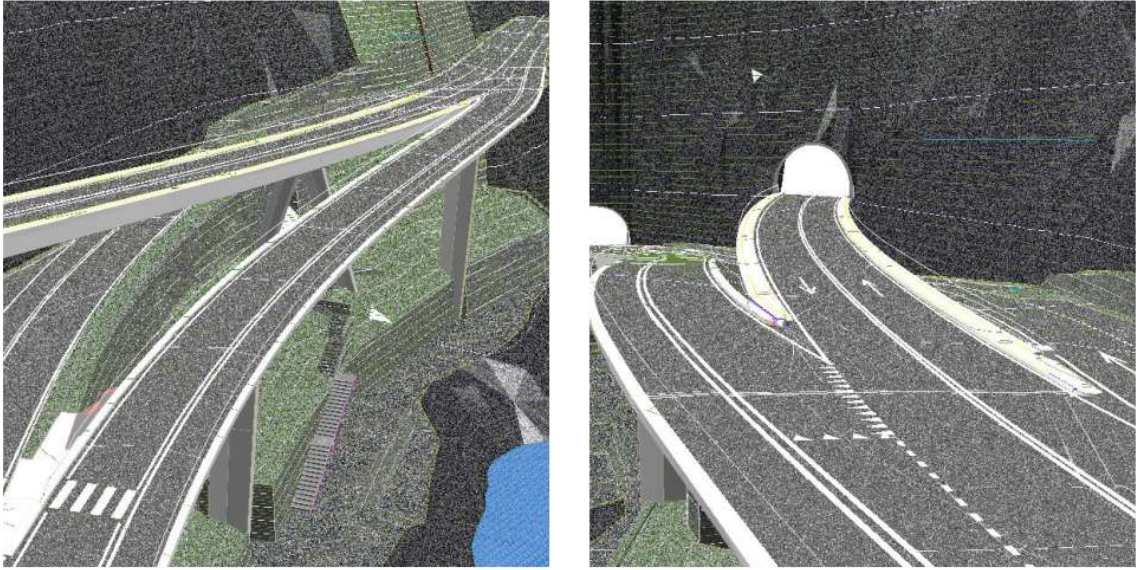
## Сервисная туннельная станция, Утрехт



## Аэропорт Цюрих



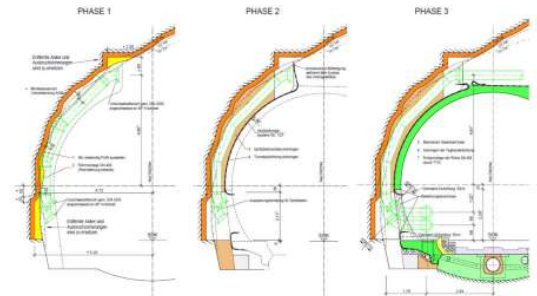
## N4 / 32, «Моситунель» / соединительная конструкция с югом



## Основной туннель Готтарда, Швейцария

*Gähler und Partner AG, Ennetbaden, Швейцария*

С 57-ю км это самый длинный туннель в мире  
Больше 1000 планов местности было разработано

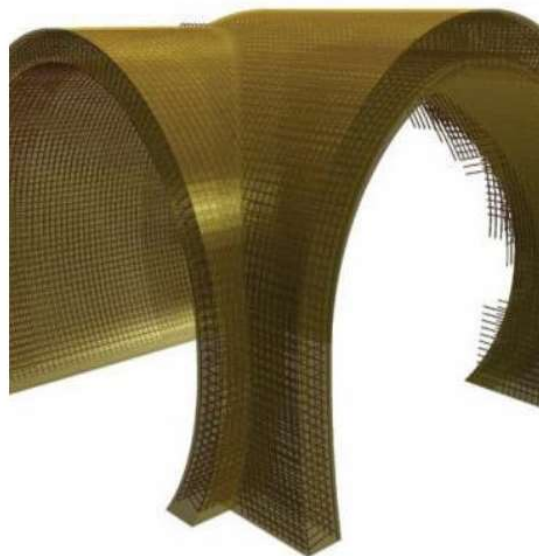


### Allplan Преимущества

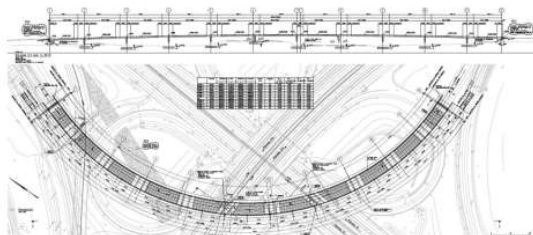
- Рычаг крупных объектов
- Планы местности в хорошем качестве

Junction: Ground view, general arrangement, reinforcement detailing

## Тоннель Готтарда



## Мост - Kerensheide, Нидерланды



Сечение моста Kerensheide, Movares, Utrecht, Нидерланды



Колонна моста в Kerensheide, Movares, Utrecht, Нидерланды  
Construction site copyright Heijmans N.V., Rosmalen, The Netherlands

### Сечение вдоль кривой

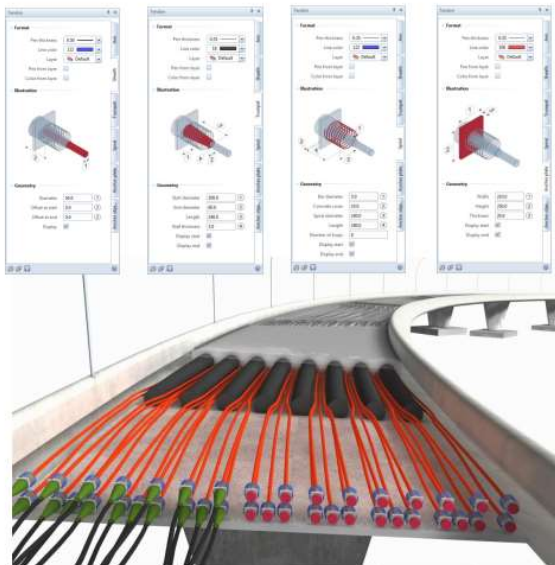
- Сечения могут быть получены вдоль любой комбинации линий, дуг, эллиптических дуг и сплайнов
- Результат сечения показывает 3D-линии, 3D-поверхности, твердые тела, компоненты моста / гражданского строительства, компоненты архитектуры, 3D-SmartParts, 3D-макросы, 3D-светильники и цифровые рельефные модели

### Allplan Преимущества

- Точные разрезы для гражданских сооружений, таких как мосты, туннели, опорные стены, плотины, очистные сооружения, ...
- Инженеры-конструкторы используют его для спиральных лестниц, подземных гаражных пандусов, спортивных стадионов, ...
- Улучшает качество и экономит огромное количество времени



## Мост- Kerensheide, Нидерланды



Предварительно напряженные кабели теперь доступны для мостов и других длинномерных конструкций

### Преднапряженные затяжки

- Новая функциональность для двойных изогнутых затяжек, включая трубу, опорную плиту, головку анкера и спираль
- 2D горизонталь и вертикальные оси объединены в трехмерную кривую
- Современный пользовательский интерфейс с палитрой

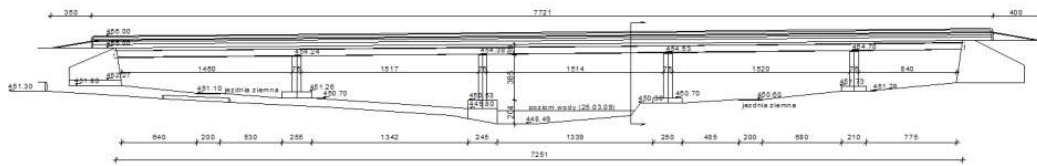
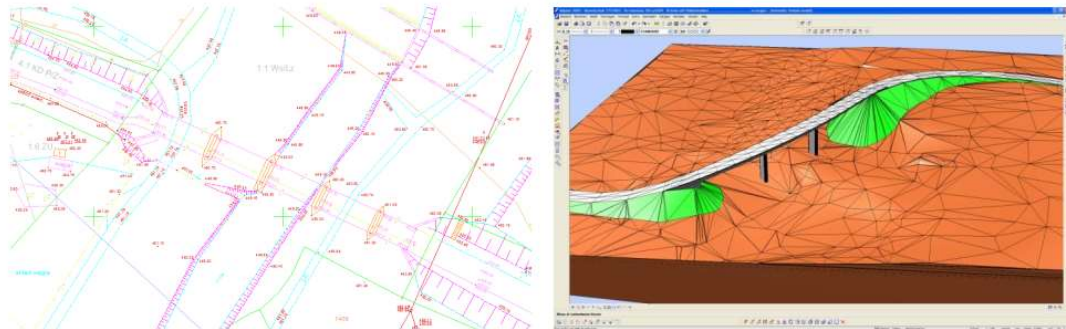
### Allplan Преимущества

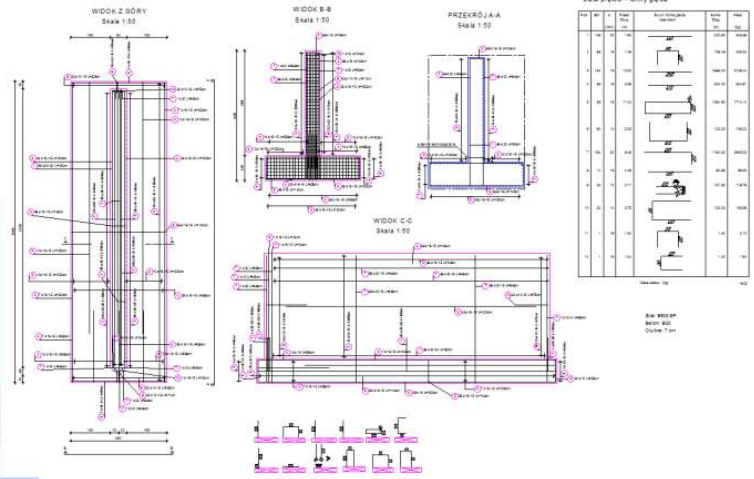
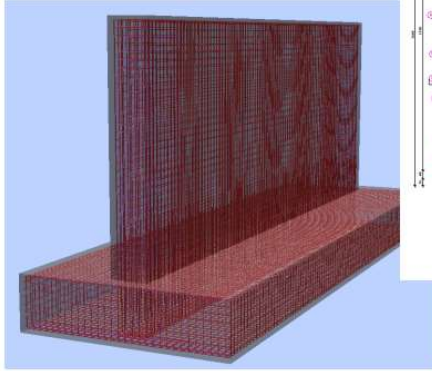
- Преднапряженные затяжки могут быть эффективно и легко созданы и быстро модифицированы по сравнению с универсальными функциями 3D-моделирования
- Эффективное обнаружение коллизий между предварительно напряженными затяжками, арматурой и креплениями

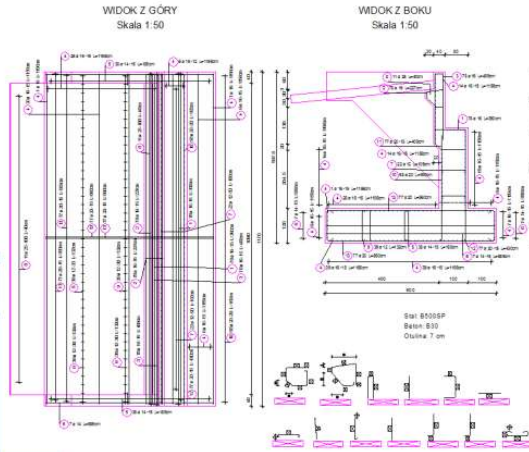
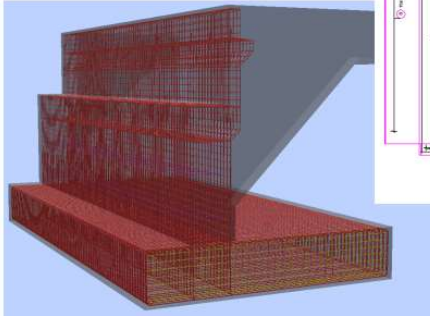
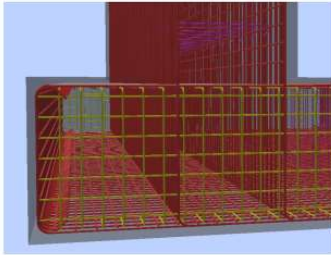
## Такое ускорение достигнуто за счет применения Smart parts



**Мост через реку Лососина (Польша), спроектированный в Allplan для  
возведения в стесненных условиях рельефа  
Конструкторское бюро Казимир Голонка, Варшава**





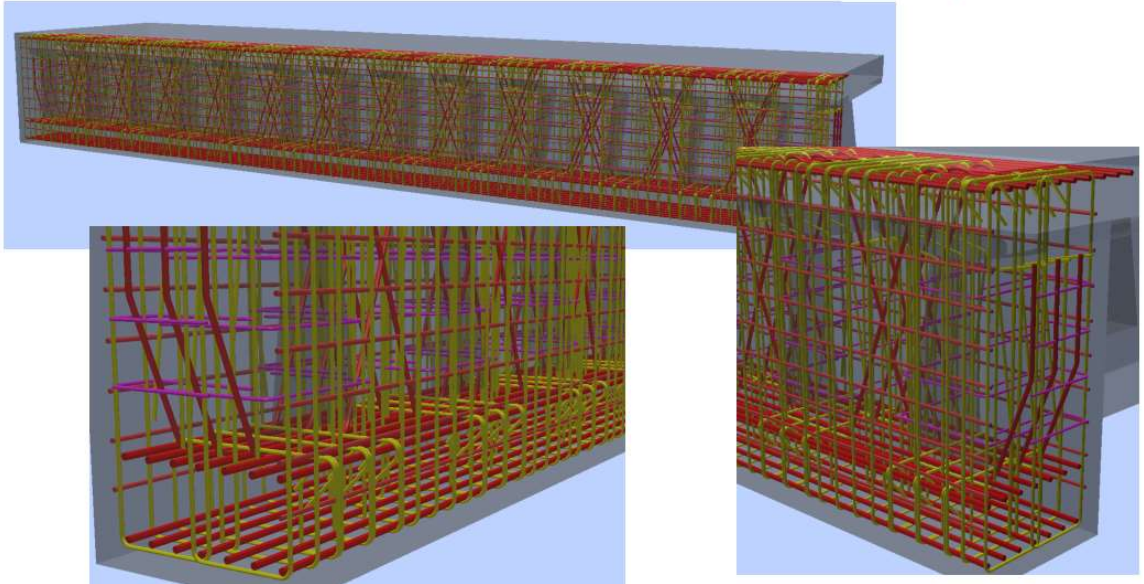


Lista prętów - formy gięcia

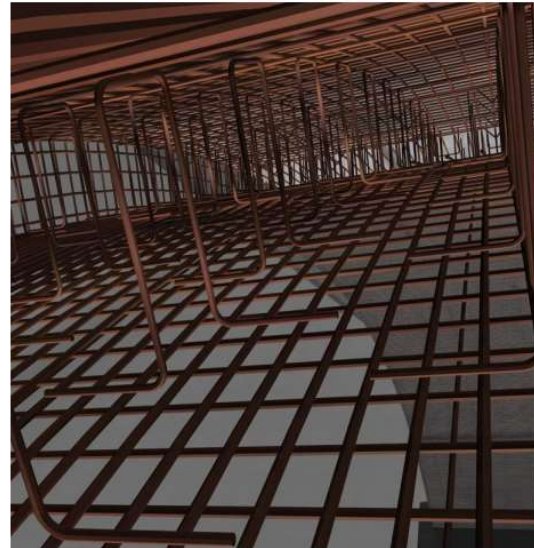
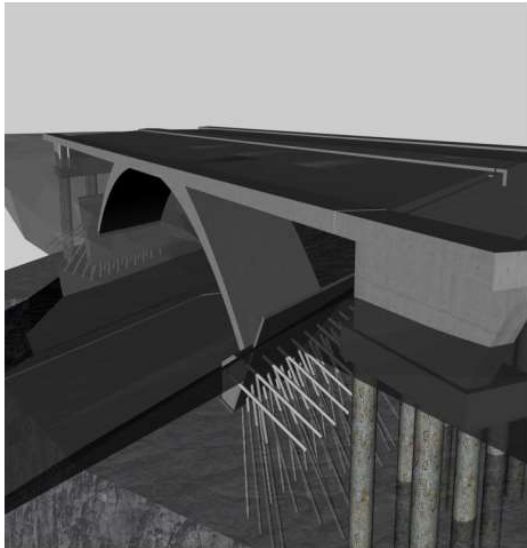
Prz.	Skł.	W.	Prętki	Skł. i form. gięcia	Skł. i form. gięcia	Prętki
1	2	3	4	5	6	7
1	78	16	5,01		120,00	443,98
2	78	16	2,27		171,00	279,79
3	78	16	4,29		331,42	553,54
4	78	16	11,00		1334,20	2207,74
5	78	16	1,00		14,00	175,12
6	14	16	0,24		62,40	94,73
7	14	16	1,24		47,60	42,00
8	11	20	0,40		4,40	18,84
9	11	20	1,22		12,60	51,42
10	11	20	0,20		10,00	48,40
11	11	20	4,20		24,40	777,20
12	11	20	4,20		24,40	217,62
13	14	20	0,40		13,20	221,27







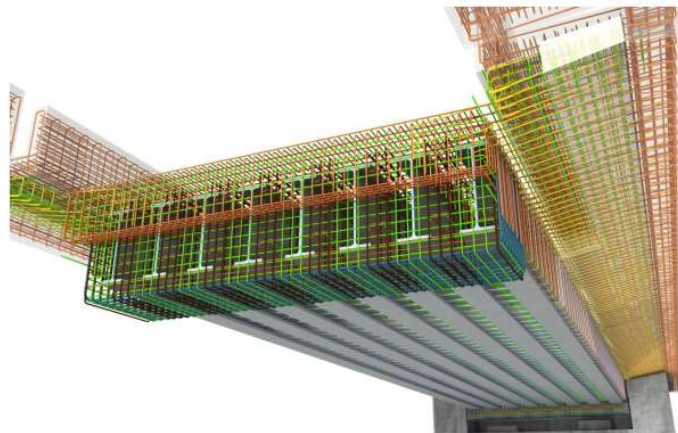
### Мост 98-111, Вейл-на-Рейне



### Allplan преимущества в проектах пользователей

Allplan преимущества:

- Опыт инженера-строителя
- Мощное всестороннее решение
- Эффективное подкрепление в 3D
- 3D-дизайн и 2D-детализация
- Оценка количества и стоимости
- Обращайтесь с крупными проектами
- Планы высокого качества
- Open BIM
- Обнаружение коллизий
- Инструменты гражданского строительства
- Повышение качества
- Экономия времени и денег



*Железнодорожный мост, Jürgen Wolf Baukonstruktion, Берлин, Германия*

Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

УДК 624.21

Проектирование линейных сооружений с использованием BIM технологий

Утенков О. В., Козак Н. В.

СПбГАСУ,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

ОДМ 218.3.014-2011  
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ





## Ведомость дефектов

№ п/п	Положение дефекта	Тип и описание дефекта	Параметры и их значения	Категория дефекта				Примечание	Группа мостовых конструкций	Дефект может определять баз. параметр
				Б	Д	Г	Р			
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Проезжая часть А/б покрытие Верхний слой L1-2 - L8-9	Неровности одиночные поперечные	L = 5%	0	1	0	2	5681	Мостовое полотно	да
2	Проезжая часть А/б покрытие Верхний слой L1-2 - L8-9	Колейность	h < 2 см 2 полосы	0	1	0	2		Мостовое полотно	да
3	Проезжая часть А/б покрытие Верхний слой L7	Частые выбоины	F = 15%	1	2	1	2	5698	Мостовое полотно	да
4	Проезжая часть А/б покрытие Верхний слой Зона деформационного шва над ОП1, ОП10	Разрушение покрытия, образование бугров	B = 10 м l = 0,4 м	0	1	0	2	5691, 5692, 5694, 5696, 5697, 5700	Мостовое полотно	да
5	Проезжая часть А/б покрытие Верхний слой Зона деформационного шва над ОП2-ОП4, ОП6-ОП7, ОП9	Поперечная трещина в покрытии, выбоина	B = 10 м с = 0,05 м	0	1	0	2		Мостовое полотно	да
6	Проезжая часть А/б покрытие Верхний слой Зона деформационного шва над ОП5	Разрушение покрытия, образование бугров	B = 10 м l = 1 м	0	1	0	2	5695	Мостовое полотно	да
7	Проезжая часть А/б покрытие Верхний слой Зона деформационного шва над ОП8	Разрушение покрытия, поперечная трещина, выбоина	B = 10 м с = 0,1 м	1	2	0	2	5699	Мостовое полотно	да
8	Проезжая часть Полосы безопасности слева и справа	Загрязнение	L = 100% h = 10 мм	1	1	0	1	5681	Мостовое полотно	да

### Оценка технического состояния сооружения по долговечности

Таблица дефектов по категориям

Группа мостовых конструкций	Категория по долговечности				Dd <sup>def</sup>	Vd <sup>def</sup>	Yd <sub>1</sub>	Yd <sub>2</sub>	Yd <sub>3</sub>	Yd <sub>4</sub>	Vd	Kd
	1	2	3	4								
Мостовое полотно	9	0	3	4	4	2	0.0227	0.0682	0.2273	0.6818	1.920	1
Пролетное строение	6	2	0	0	2	4	0.2500	0.7500			3.875	3
Опоры	7	0	0	0	1	5	1.0000				4.417	4
Опорные части	1	0	0	0	1	5	1.0000				4.833	4
Соприжения	1	0	0	0	0	5	1.0000				4.833	4
Подмостовое пространство	0	1	0	0	0	5		1.0000			4.833	4
Подходы	0	0	0	0	0	5					5.000	5

Группа мостовых конструкций	Категория по долговечности				Dd <sup>def</sup>	Vd <sup>def</sup>	Yd <sub>1</sub>	Yd <sub>2</sub>	Yd <sub>3</sub>	Yd <sub>4</sub>	Vd
	1	2	3	4							
Все сооружение	24	3	3	4	4	2	0.0227	0.0682	0.2273	0.6818	3.981

Коэффициенты влияния на i категорию

$\alpha_1 =$	0.01	1
$\alpha_2 =$	0.03	2
$\alpha_3 =$	0.1	3
$\alpha_4 =$	0.3	4

Показатель минимальной долговечности

$$K_d^{min} = 1$$

Показатель средней долговечности

$$K_d^{ave} = 3.57$$

Показатель технического состояния по долговечности

$$K_d = 2.29$$

Параметр технического состояния по долговечности

$$B_d = 3.98$$

Частные показатели технического состояния по долговечности

Мостовое полотно  
Vd = 1.920

Характеристика конструкции:

Требуется незамедлительно запланировать ремонтные мероприятия и выполнить в течение года замену или усиление дефектных конструкций

Kd = 1

Имеется дефекты, относящиеся к категории по долговечности 4, дальнейшее развитие которых может привести к внезапному разрушению или обрушению всей конструкции или ее части. Остаточный срок службы рассматриваемого объекта близок к нулю. Имеются дефекты, свидетельствующие о наступлении

Требуется незамедлительные ремонтные мероприятия по замене или усилению дефектных конструкций. До выполнения ремонтных мероприятий мостовое сооружение следует вывести из эксплуатации

Kd = 0

Велика вероятность критических отказов, обусловленных накоплением постепенных отказов элементов, которые в ближайшее время могут привести к внезапному разрушению или обрушению всей конструкции или ее части

Закрыть

## Оценка безопасности

### Расчетная скорость

Категория дороги: III

$V_p = 100$  км/ч

### Безопасная скорость

При оценке по дефектам

$[V_{def}] = 100$  км/ч

При оценке по габариту

$[V_{gab}] = 102$  км/ч

Безопасная скорость

$[V] = 100$  км/ч

### Коэффициент снижения расчетной скорости

$K_s = 1.00$

### Определение параметра дефектности по безопасности

$D_0^{max} = 1$   
 $B_0^{bas} = 5$

Группа мостовых конструкций	Категория по безопасности			
	1	2	3	4
Все сооружение	8	0	0	0

$D_0^{bas}$	$B_0^{bas}$
5	6
1	5

$Y_6_1$	$Y_6_2$	$Y_6_3$	$Y_6_4$
7	8	9	10
1.0000			

$B_6$
11
4.385

### Коэффициенты влияния на i категорию

$\alpha_1 = 0.01$  1  
 $\alpha_2 = 0.03$  2  
 $\alpha_3 = 0.1$  3  
 $\alpha_4 = 0.3$  4

### Параметр дефектности мостового сооружения

$B_0 = 4.38$

### Показатель дефектности мостового сооружения

$K_0 = 4.00$

Общая ведомость дефектов | Оценка долговечности | **Оценка безопасности** | Сводный лист оценок

## Оценка безопасности

### Расчетная скорость

Категория дороги: III

$V_p = 100$  км/ч

### Безопасная скорость

При оценке по дефектам

$[V_{def}] = 100$  км/ч

При оценке по габариту

$[V_{gab}] = 102$  км/ч

Безопасная скорость

$[V] = 100$  км/ч

### Коэффициент снижения расчетной скорости

$K_s = 1.00$

Выбор категории дороги

IA (автомагистраль) >40000 ед./сут	III	Угловенность ед./сут, более Число полос движения Ширина полосы движения Ширина проезжей части Ширина полосы безопасности с внешних сторон Ширина полосы безопасности со стороны разделительной полосы Ширина полосы безопасности с внешних сторон проезжей части с учетом допустимого сужения Величина требуемого габарита для мостовых сооружений с разделительными полосами Величина требуемого габарита для мостовых сооружений без разделительных полос Величина достаточного габарита для мостовых сооружений с разделительными полосами Величина достаточного габарита для мостовых сооружений без разделительных полос
IA (автомагистраль) >4000 ед./сут	2000	
IA (автомагистраль) >14000 ед./сут	2	
IB (скоростная дорога) >80000 ед./сут	3.5	
IB (скоростная дорога) >40000 ед./сут	7	
IB (скоростная дорога) >14000 ед./сут	1.5	
II	1.5	
III	1	
IV	1	
V	1	

Условие: Основная Г-10

Расчетная скорость: 100 км/ч Г-9

### Определение параметра дефектности по безопасности

$D_0^{max} = 1$   
 $B_0^{bas} = 5$

Группа мостовых конструкций	Категория по безопасности			
	1	2	3	4
Все сооружение	8	0	0	0

$D_0^{bas}$	$B_0^{bas}$
5	6
1	5

$Y_6_1$	$Y_6_2$	$Y_6_3$	$Y_6_4$
7	8	9	10
1.0000			

$B_6$
11
4.385

### Коэффициенты влияния на i категорию

$\alpha_1 = 0.01$  1  
 $\alpha_2 = 0.03$  2  
 $\alpha_3 = 0.1$  3  
 $\alpha_4 = 0.3$  4

### Параметр дефектности мостового сооружения

$B_0 = 4.38$

### Показатель дефектности мостового сооружения

$K_0 = 4.00$

Общая ведомость дефектов | Оценка долговечности | **Оценка безопасности** | Сводный лист оценок

## Оценка безопасности

### Расчетная скорость

Категория дороги: III

$V_p = 100$  км/ч

### Безопасная скорость

При оценке по дефектам

$[V_{def}] = 100$  км/ч

При оценке по габариту

$[V_{gab}] = 102$  км/ч

Безопасная скорость

$[V] = 100$  км/ч

Коэффициент снижения расчетной скорости

$K_v = 1.00$

### Определение параметра дефектности по безоп.

$D_0^{max} = 1$

$B_0^{bas} = 5$

Группа мостовых конструкций	Категория по безопасности			
	1	2	3	4
Все сооружение	8	0	0	0

### Коэффициенты влияния на i категорию

$\alpha_1 = 0.01$  1

$\alpha_2 = 0.03$  2

$\alpha_3 = 0.1$  3

$\alpha_4 = 0.3$  4

### Параметр дефектности мостового сооружения

$B_0 = 4.38$

### Показатель дефектности мостового сооружения

$K_0 = 4.00$

Оценка безопасности по дефектам дорожных сооружений

ID	Описание	Интос	V
1.1	Ямы и провалы в проезжей части на глубину до 1 см в пределах проезжей части	10	150
2.1	То же, глубиной 3 см	20	130
3.1	То же, глубиной 5 см или частичное выщелачивание грунта из-под проезжей плиты, ступень	30	100
4.1	Пропады плиты в проезжей части глубиной до 10 см в проезжей проезжей плиты	40	70
4.2	Повреждение проезжей плиты: смещение в поперечном направлении, сползание с края	40	70
5.1	Выщелачивание грунта из-под проезжей плиты на длине до 25% длины плиты (просвет высотой до 10 см)	50	70
6.1	Значительное выщелачивание грунта из под проезжих плит и тротуаров на длине до 50% для	60	50
6.2	Пропады в сопряжении 15 см	60	50
6.3	Разрушение отдельных плит, сползание отдельных плит с опорной площадки	60	50
7.1	Пропады 20 см	70	30
7.2	Обрушение проезжей плиты или их разрушения, граничащее с обрушением свода одежды	70	30
8.1	Выщелачивание полностью грунта за пределами проезжей плиты	80	10
8.2	Пропады 25 см	80	10
9.1	Всё остальное повреждение (обрушение свода одежды - интос 100%)	>80	10

Проезжая часть: 80 км/ч

Водосток: 150 км/ч

Сопряжение: 150 км/ч

Деформационные швы: 150 км/ч

И = 50%

[V] = 70 км/ч

Убрать данные

Расчитать общую безопасную скорость

Принять решение

Закреть

Общая ведомость дефектов | Оценка долговечности | Оценка безопасности | Сводный лист оценок

## Оценка безопасности

### Расчетная скорость

Категория дороги: III

$V_p = 100$  км/ч

### Безопасная скорость

При оценке по дефектам

$[V_{def}] = 100$  км/ч

При оценке по габариту

$[V_{gab}] = 102$  км/ч

Безопасная скорость

$[V] = 100$  км/ч

### Коэффициент снижения расчетной скорости

$K_v = 1.00$

### Определение параметра дефектности по безопасности

$D_0^{max} = 1$

$B_0^{bas} = 5$

Группа мостовых конструкций	Категория по безопасности			
	1	2	3	4
Все сооружение	8	0	0	0

Оценка безопасности по габариту проезда

Фактический габарит проезда, м: 10

Длина носта, м: 100

Интенсивность в сутки, а/с: [ ]

Интенсивность в час, а/с: 20

Количество полос движения:

1 полоса

2 полосы

3 и более

Расчитать скорость [V] = НД

Применить и закрыть

### Коэффициенты влияния на i категорию

$\alpha_1 = 0.01$  1

$\alpha_2 = 0.03$  2

$\alpha_3 = 0.1$  3

$\alpha_4 = 0.3$  4

### Параметр дефектности мостового сооружения

$B_0 = 4.38$

### Показатель дефектности мостового сооружения

$K_0 = 4.00$

$D_0^{bas}$	$B_0^{bas}$
5	6
1	5

$Y_0_1$	$Y_0_2$	$Y_0_3$	$Y_0_4$
7	8	9	10
1.0000			

$B_0$
11
4.385

Общая ведомость дефектов | Оценка долговечности | Оценка безопасности | Сводный лист оценок

## Оценка безопасности

### Расчетная скорость

Категория дороги: III

$V_p = 100$  км/ч

### Безопасная скорость

При оценке по дефектам

$[V_{эф}] = 100$  км/ч

При оценке по габариту

$[V_{габ}] = 102$  км/ч

Безопасная скорость

$[V] = 100$  км/ч

### Коэффициент снижения расчетной скорости

$K_v = 1.00$

### Определение параметра дефектности по безопасности

$D_0^{max} = 1$   
 $B_0^{баз} = 5$

Группа мостовых конструкций	Категория по безопасности			
	1	2	3	4
Все сооружение	8	0	0	0

$D_0^{баз}$	$B_0^{баз}$
5	6
1	5

$Y_0^1$	$Y_0^2$	$Y_0^3$	$Y_0^4$
7	8	9	10
1.0000			

B6
11
4.385

### Коэффициенты влияния на i категорию

$\alpha_1 = 0.01$  1  
 $\alpha_2 = 0.03$  2  
 $\alpha_3 = 0.1$  3  
 $\alpha_4 = 0.3$  4

**Параметр дефектности мостового сооружения**  
 $B_0 = 4.38$   
**Показатель дефектности мостового сооружения**  
 $K_0 = 4.00$

Общая ведомость дефектов | Оценка долговечности | Оценка безопасности | Следный лист оценок

## Определение общей бальной оценки и категории

### Определение обобщенного параметра дефектности мостового сооружения

$B_0 = 4.38$   
 $K_0 = 4$   
 $B_0 = 3.98$   
 $B_{min} = 3.98$

$B_{об} = 4.05$

### Определение обобщенного показателя технического состояния мостового сооружения

$K_0 = 4.00$   
 $K_0 = 4$   
 $K_0 = 2.29$   
 $K_{min} = 2.29$

$K_{об} = 2.86$

### Определение общей бальной оценки и категории технического состояния мостового сооружения

#### Показатели согласно ОДН

$K_{об} = 4.00$   
 $K_{об} = 4.00$   
 $K_{об} = 4.00$   
 $K_{об} = 11.00$   
 $K_{об} = 10.00$   
 $K_{об} = 4.00$

**Оцн:** 2  
**Кат:** Неудовлетворительное техническое состояние (неисправное, ограниченно работоспособное)

Общая ведомость дефектов | Оценка долговечности | Оценка безопасности | Следный лист оценок

Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

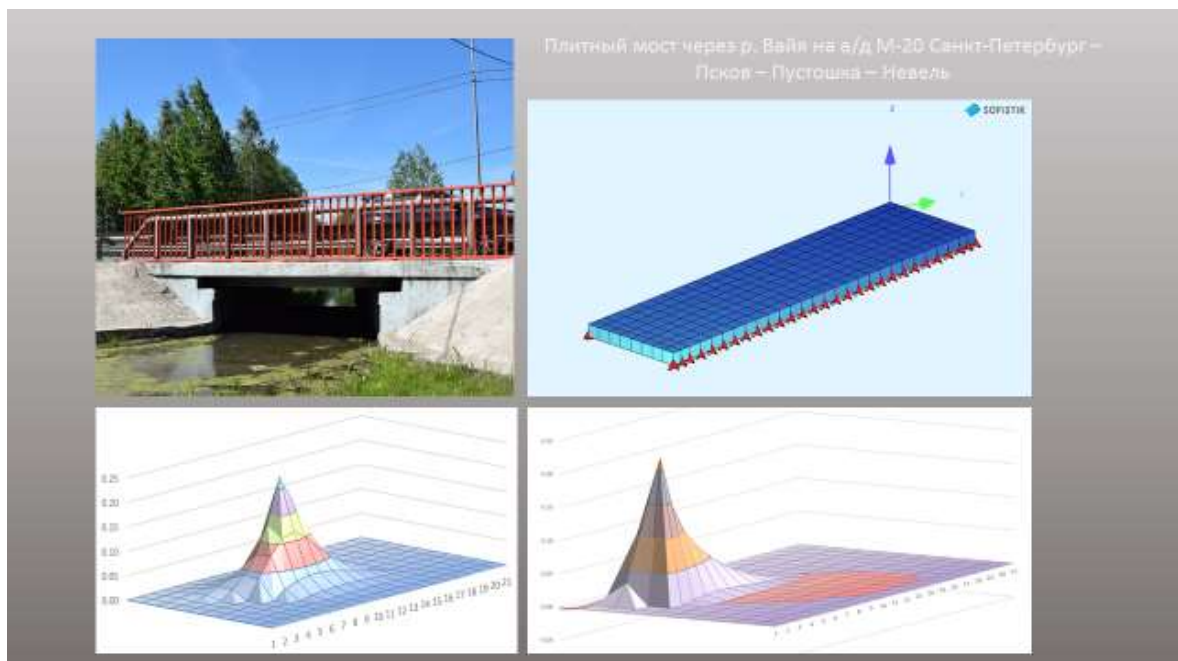
УДК 624.21, 624.04

Автоматизированные расчеты при диагностике мостовых сооружений

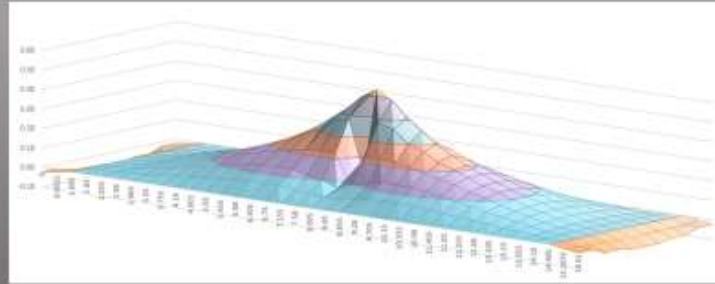
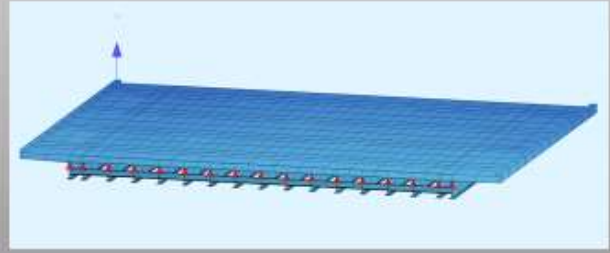
Ярошутин Д. А., Ляпунов А. Ю.

СПбГАСУ,

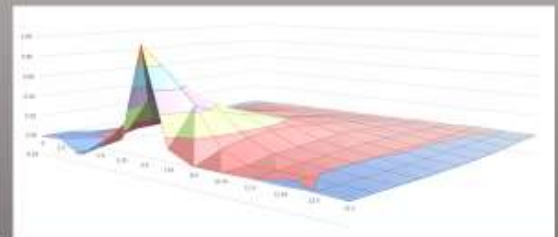
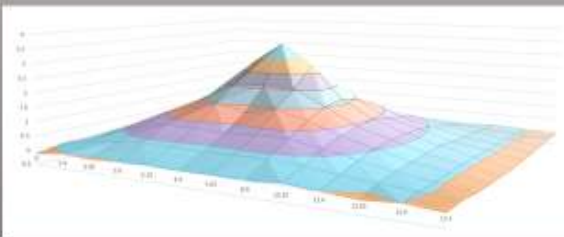
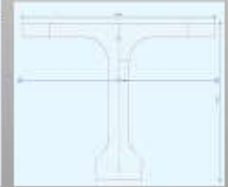
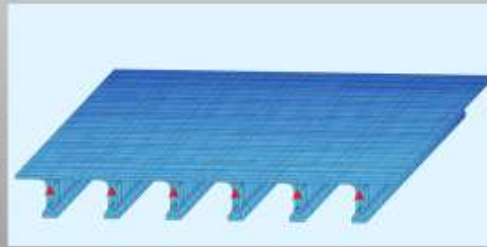
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

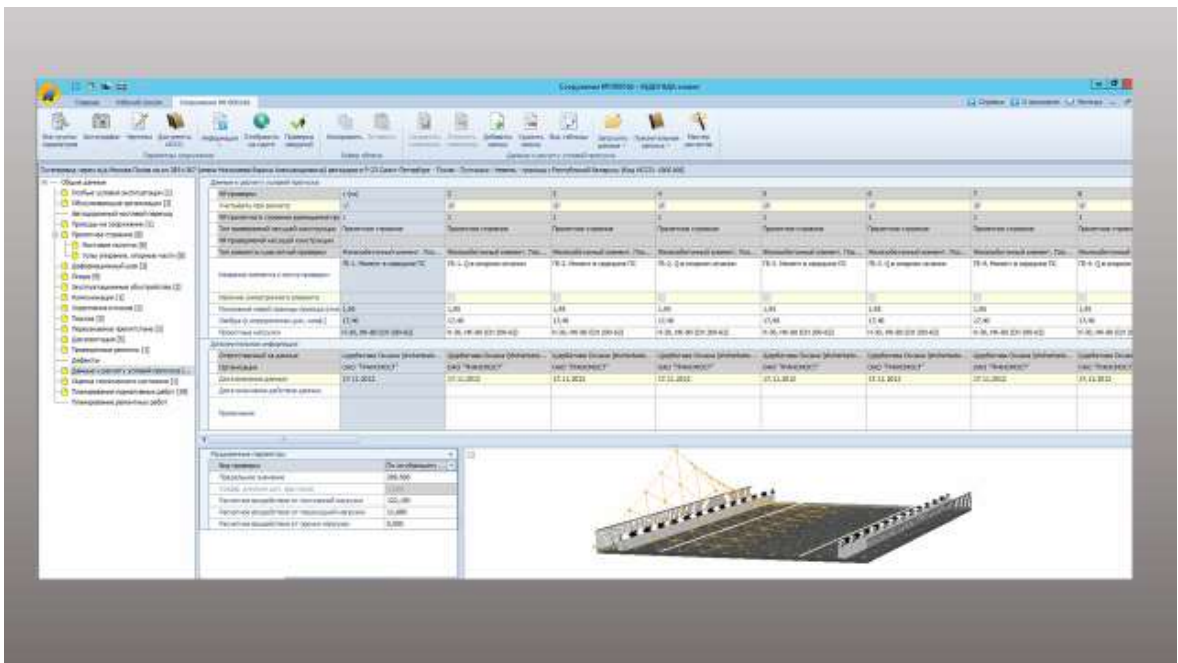
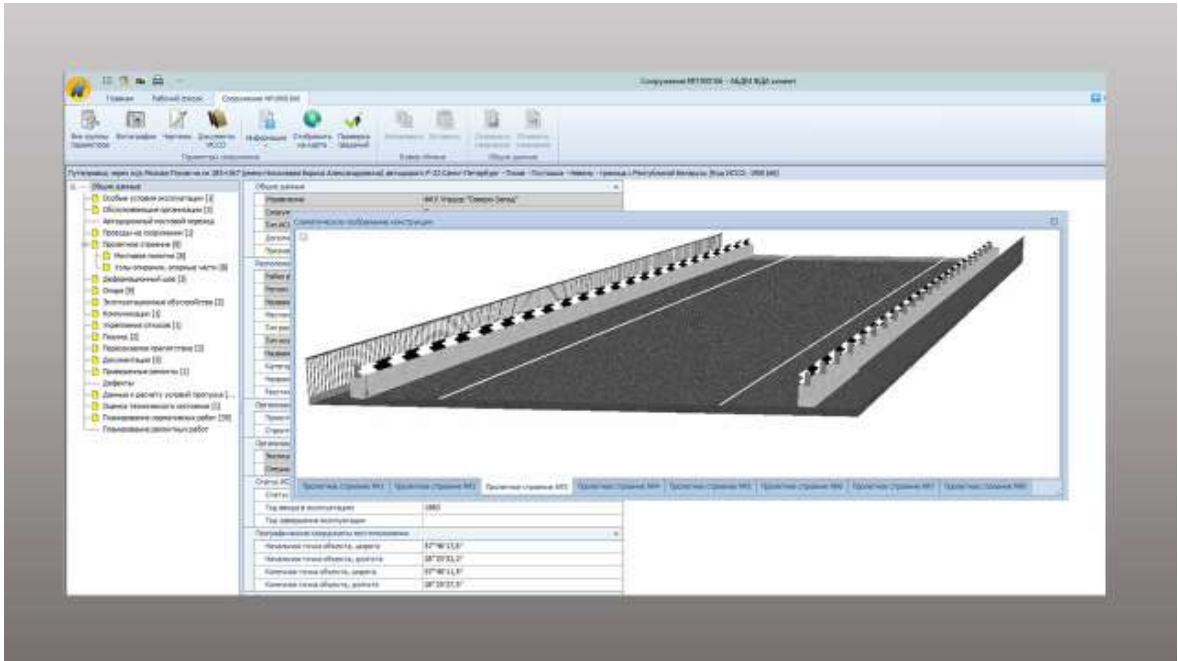


Сталежелезобетонный мост через ручей Берево на в/д М-20  
Санкт-Петербург – Псков – Пустошка – Невель

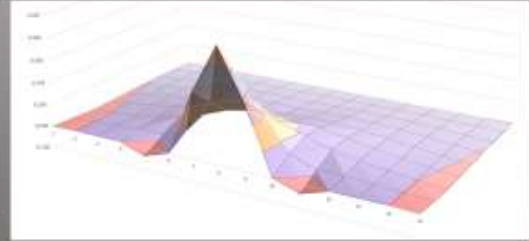
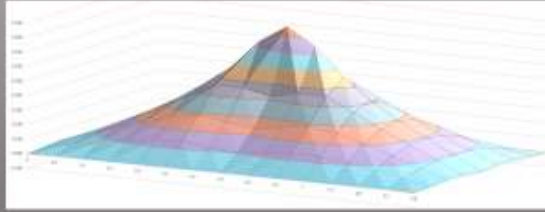
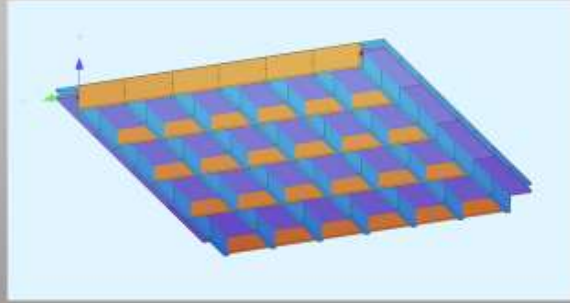


Туннельный переход через ж/д Санкт-Петербург – Псков на км  
48+198 ж/д Санкт-Петербург – Псков – Пустошка – Невель

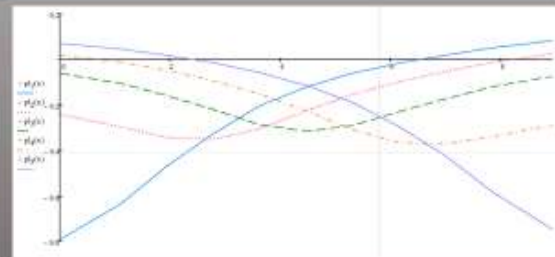
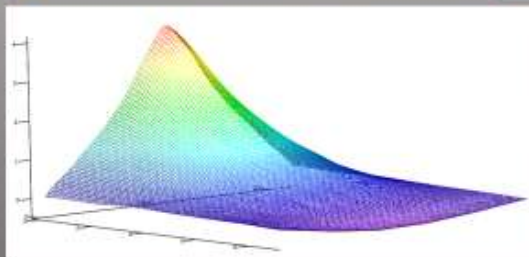
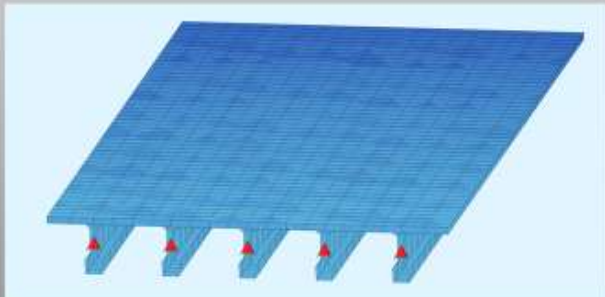




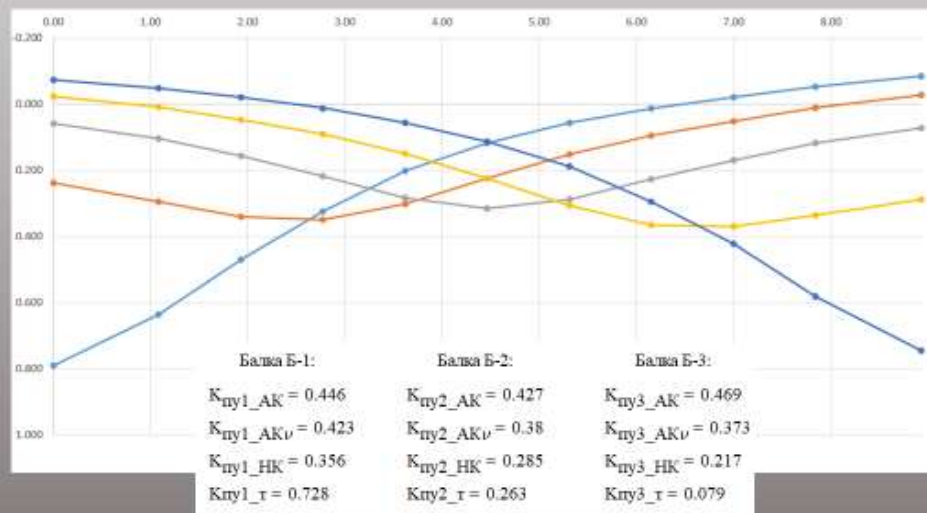
Мост через р.Пависса на о/д Санкт-Петербург – Павлов – Пустошка – Невель – граница с республикой Беларусь



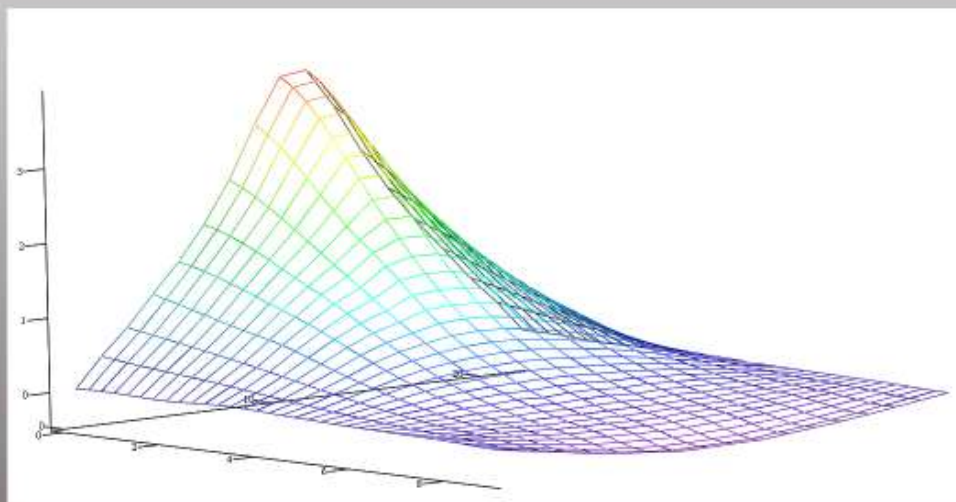
Реализация расчета грузоподъемности с применением SOFISTIK и Mathcad на примере моста через р. Оредеж







Линии давления для главных балок пролетного строения моста и найденные КПУ для нормативных временных нагрузок

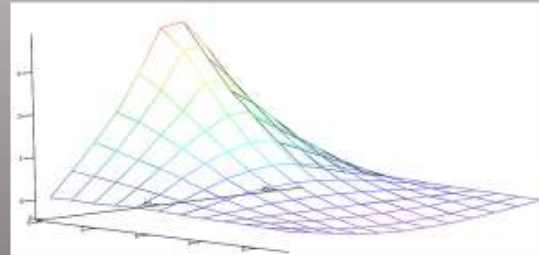
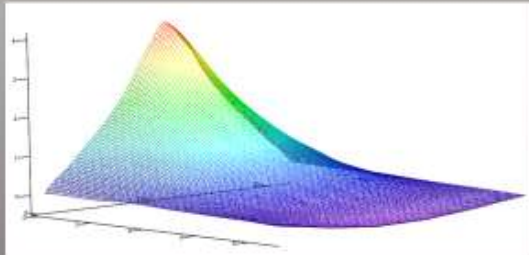
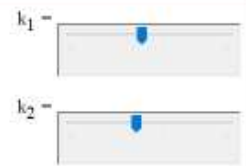


Поверхность влияния изгибающего момента для крайней (фасадной) главной балки, загруженная и построенная в Mathcad

```

M_пв1 = READPRN("Поверхность влияния для Б-1.txt")
XY = READPRN("Координаты XY для ПВ.txt")
Z(x, y) = interp[cspline(XY, M_пв1), XY, M_пв1, (x, y)]
Z1 = CreateMesh(Z, 0, 8.93, 0, L, k1, k2)

```



Решение проблемы билинейной интерполяции поверхности в Mathcad

SOFISTIK			
Нагрузка	Б-1	Б-2	Б-3
АК	135.443	140.538	139.716
НК	132.440	107.049	80.609
Толщ	73.125	39.248	24.412
Пост. напр.	1515.846	1408.050	1384.635
Классы	Б-1	Б-2	Б-3
АК	10.196	10.594	10.824
НК	10.428	13.908	18.76

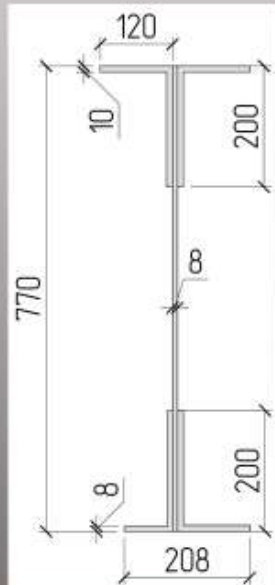
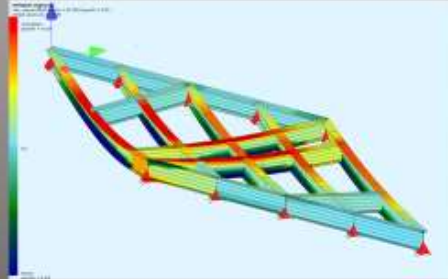
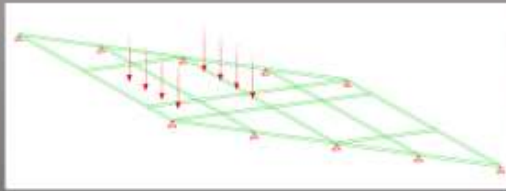
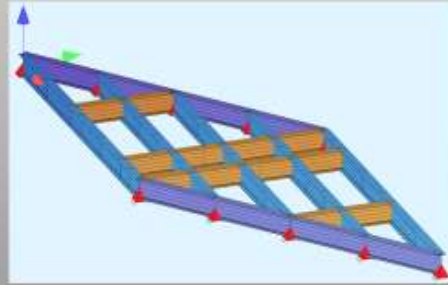
  

Metaca KTY			
Нагрузка	Б-1	Б-2	Б-3
АК	120.411	128.866	138.360
НК	134.571	107.759	81.941
Толщ	90.825	32.807	9.804
Пост. напр.	1498.730	1410.614	1410.614
Классы	Б-1	Б-2	Б-3
АК	10.251	11.533	10.742
НК	10.39	13.793	18.138

№	M <sub>тп</sub> , кН/м	M <sub>полт</sub> , кН/м	M <sub>полн</sub> , кН/м	M <sub>ак</sub> , кН/м	M <sub>нк</sub> , кН/м	Класс АК	Класс НК
Б-1	2896.884	1330.052	187.314	135.848	131.379	10.155	10.500
Б-2	2896.884	1213.284	195.039	140.605	106.274	10.587	14.007
Б-3	2896.884	1182.522	202.122	139.480	79.916	10.842	18.923

Сравнение результатов расчета методом явного нагружения расчетной схемы временной нагрузкой в SOFISTIK, методом КПУ, методом непосредственного нагружения поверхностей влияния

Путепровод через ЖД на трассе А-123 Зеленогорск – Приморск - Выборг



$$I_{сд} = 150191.35 \text{ см}^4 \quad h = 770 \text{ мм} \quad z_{ЦГ} = 402.72 \text{ мм} \quad +$$

$$M_{пр\_сд} = \frac{R_y \cdot I_{сд}}{z_{ЦГ}} = 731.463 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Найдем классы грузоподъемности для нагрузок АК и НК для балки Б-1:

$$K_{АК} = \frac{M_{пред} - M_{н1}}{M_{АК\_1}} = 5.007$$

$$K_{НК} = \frac{M_{пред} - M_{н1}}{M_{НК\_1}} = 8.482$$

Найдем классы грузоподъемности для нагрузок АК и НК для балки Б-2:

$$K_{АК} = \frac{M_{пред} - M_{н2}}{M_{АК\_2}} = 4.816$$

$$K_{НК} = \frac{M_{пред} - M_{н2}}{M_{НК\_2}} = 5.636$$

Найдем классы грузоподъемности для нагрузок АК и НК для балки Б-3:

$$K_{АК} = \frac{M_{пред} - M_{н3}}{M_{АК\_3}} = 7.046$$

$$K_{НК} = \frac{M_{пред} - M_{н3}}{M_{НК\_3}} = 9.458$$

Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

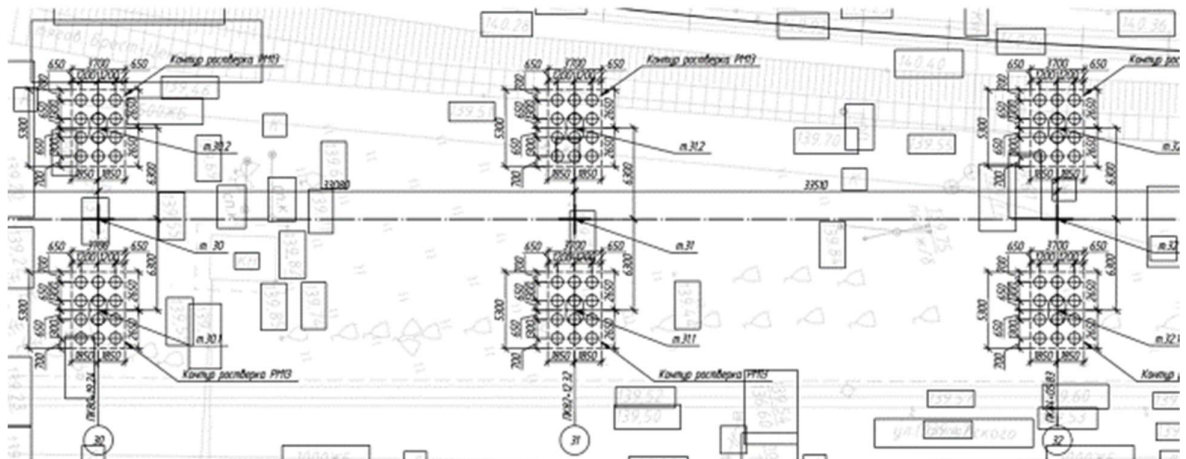
УДК 624.05

Сравнительный анализ теоретических и натурных результатов определения несущей способности буровых свай на примере строительства фундаментов опор на Западном обходе г. Бреста

Павуков Ю. И.

Государственное предприятие «БелдорНИИ»,  
г. Минск, Республика Беларусь

План свайных ростверков опор №№30-32



### Сваи фундамента опоры №30

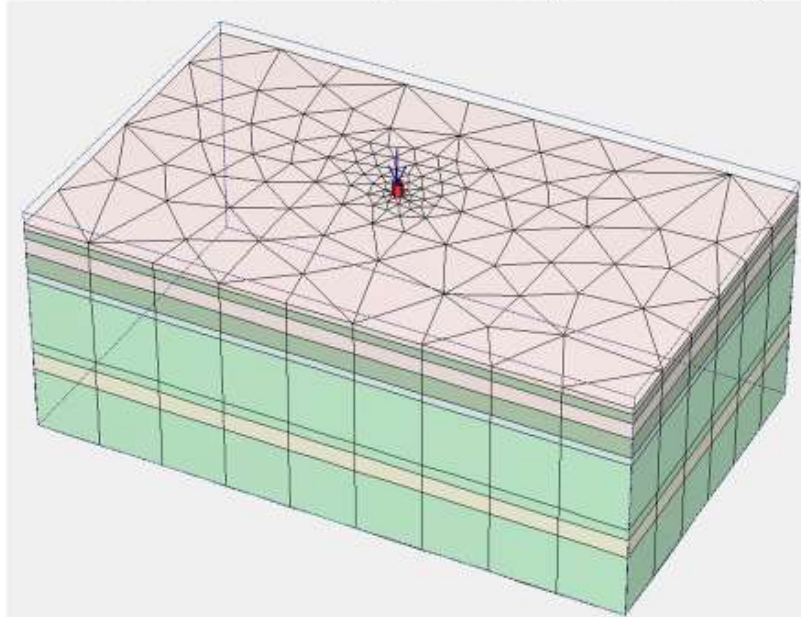


### Несущая способность буровых свай опор №№29-39

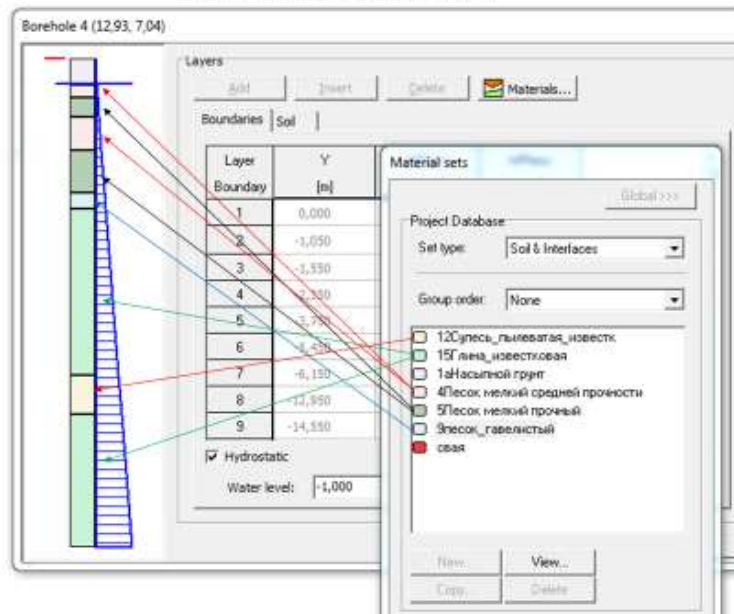
*Спецификация свай*

№	Наименование	Марка свай	Несущая способность свай, кН	Кол-во свай, шт	Отметка низа свай, м	Отметка верха свай до срубки, м	Отметка низа растверка
1	Опора №29	СБ12-80	1380	24	124.98	137.98	136.98
2	Опора №30	СБ12-80	1382	24	125.74	138.74	137.74
3	Опора №31	СБ12-80	1410	24	126.10	139.10	138.10
4	Опора №32	СБ12-80	1450	24	126.06	139.06	138.06
5	Опора №33	СБ12-80	1400	24	126.03	139.03	138.03
6	Опора №34	СБ12-80	1450	24	126.20	139.20	138.20
7	Опора №35	СБ12-80	1480	24	126.30	139.30	138.30
8	Опора №36	СБ12-80	1480	24	126.30	139.30	138.30
9	Опора №37	СБ12-80	1480	24	126.62	139.62	138.62
10	Опора №38	СБ12-80	1450	24	126.85	139.85	138.85
11	Опора №39	СБ12-80	1450	24	127.18	140.18	139.18

## Расчетная схема испытания буровой сваи ( $F_{исп} = 1658$ кН). Plaxis 3D



## Геологический разрез



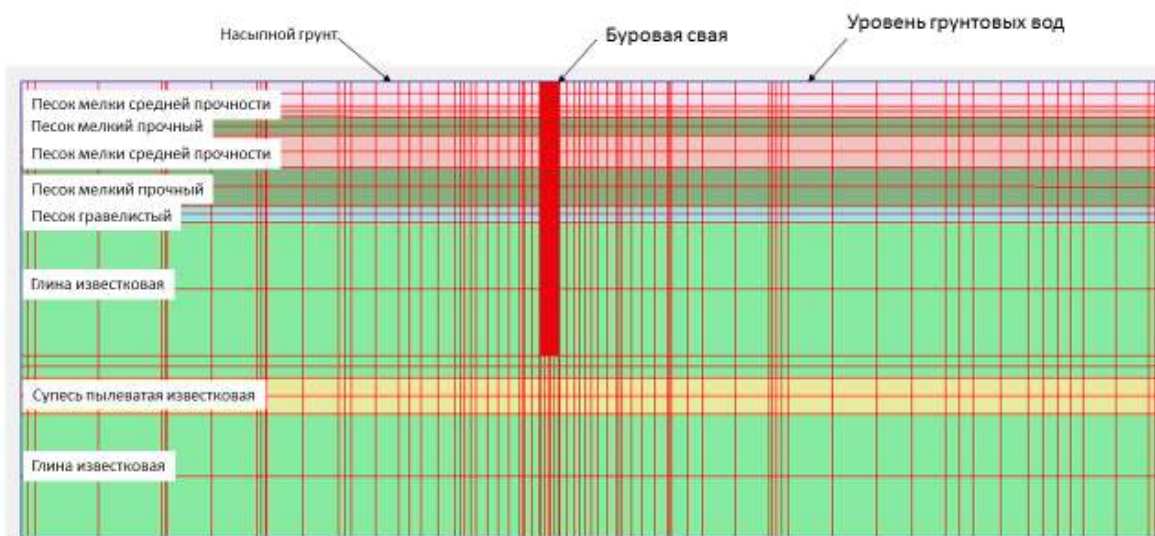
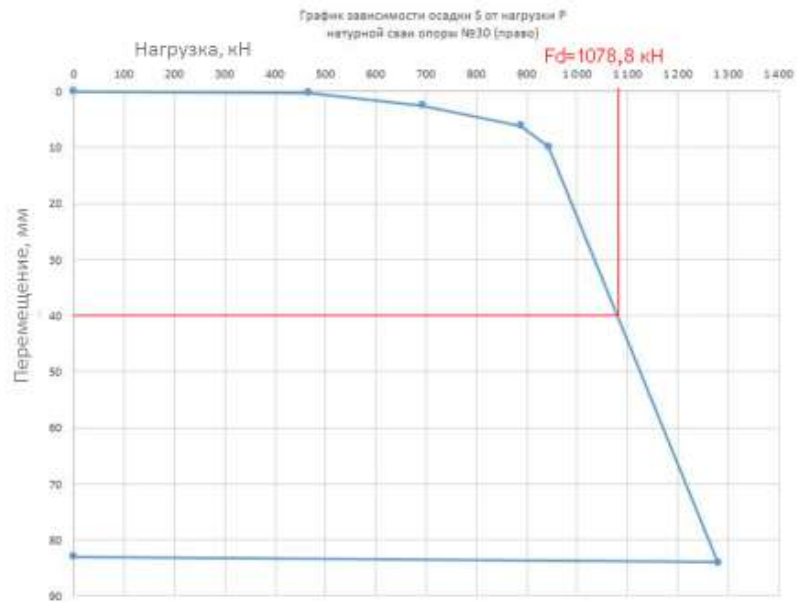
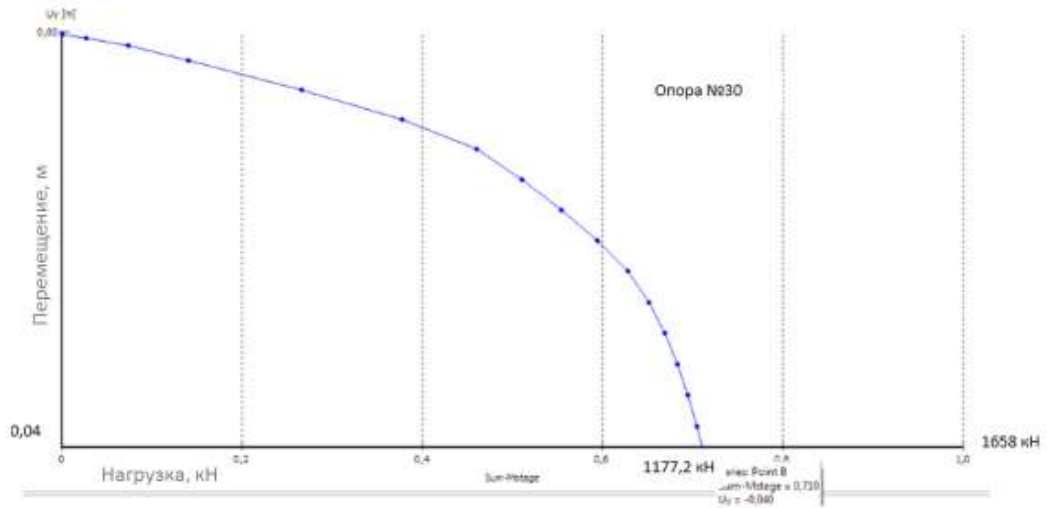


Схема испытания буровой сваи опоры №30

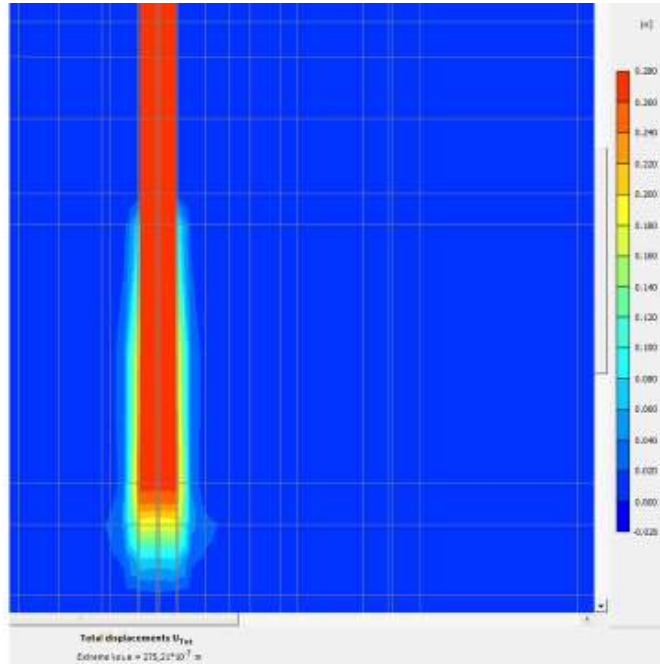


Теоретический график зависимости перемещения буровой сваи опоры №30 от нагрузки полученный в расчетном комплексе PLAXIS 3D



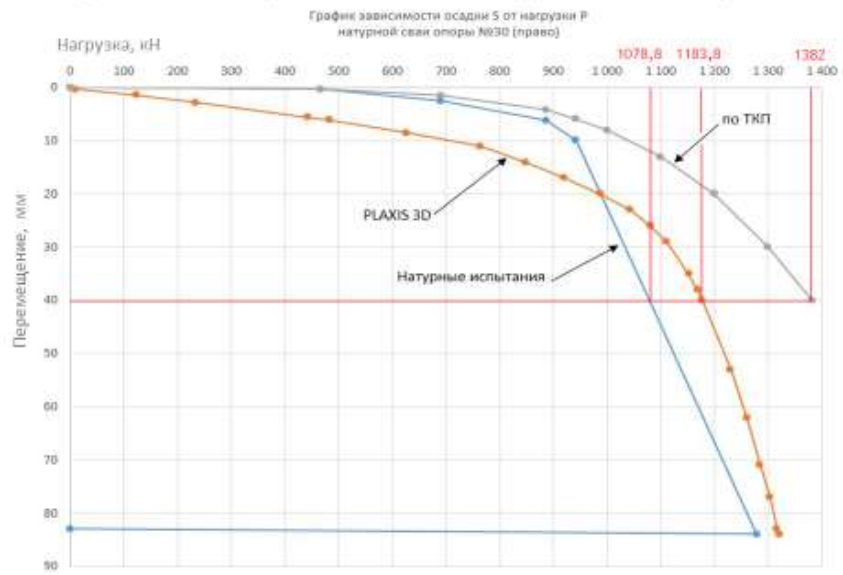
СТБ 2242-2011 Грунты. Методы полевых испытаний сваями





**Общая осадка сваи от нагрузки**

**Сравнение теоретических и натуральных результатов определения несущей способности буровой сваи опоры №30**



### Сваи фундамента опоры №32

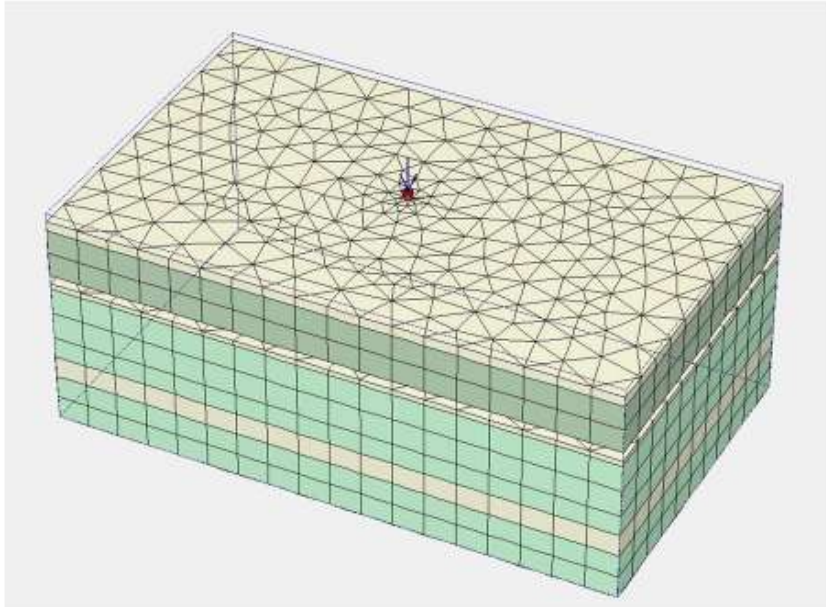


### Несущая способность буровых свай опор №№29-39

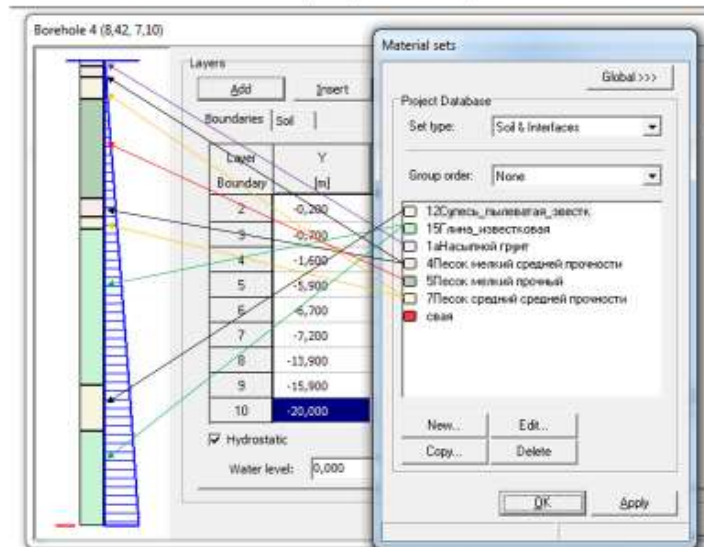
#### Спецификация свай

№	Наименование	Марка свай	Несущая способность свай, кН	Кол-во свай, шт	Отметка низа свай, м	Отметка верха свай до срубки, м	Отметка низа ростберга
1	Опора №29	СБ12-80	1505	24	125.58	138.58	137.58
2	Опора №30	СБ12-80	1388	24	125.74	138.74	137.74
3	Опора №31	СБ12-80	1575	24	125.90	138.90	137.90
4	Опора №32	СБ12-80	1426	24	126.07	139.07	138.07
5	Опора №33	СБ7-80	1473	24	131.04	139.04	138.04
6	Опора №34	СБ7-80	1982	18	131.21	139.21	138.21
7	Опора №35	СБ7-80	1876	18	131.29	139.29	138.29
8	Опора №36	СБ7-80	2080	18	131.31	139.31	138.31
9	Опора №37	СБ7-80	2080	18	131.41	139.41	138.41
10	Опора №38	СБ7-80	1941	18	131.84	139.84	138.84
11	Опора №39	СБ7-80	1826	18	132.15	140.15	139.15

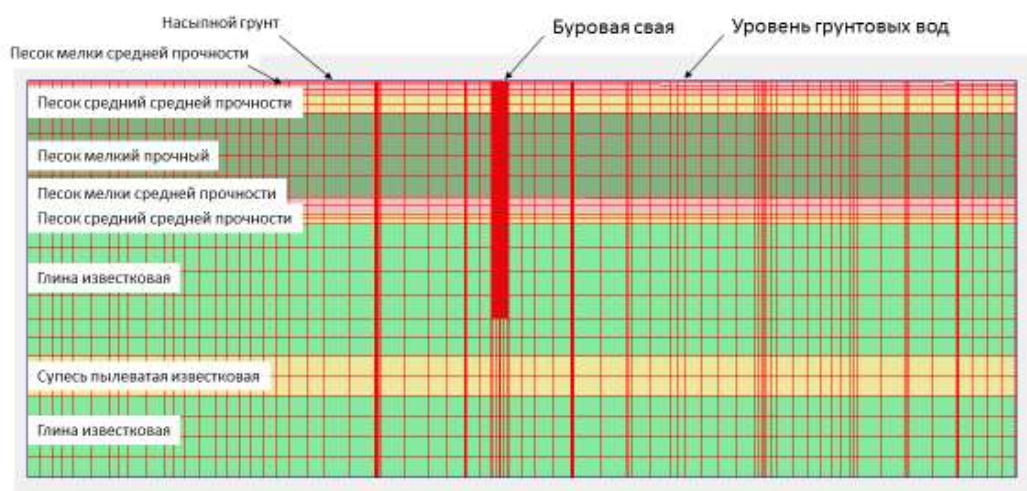
Расчетная схема испытания буровой сваи опоры №32 (Fисп = 1711 кН). Plaxis 3D



### Геологический разрез. Опора №32



## Геологический разрез. Опора №32



## Схема испытания буровой сваи опоры №32



Теоретический график зависимости перемещения буровой сваи опоры №32 от нагрузки полученный в расчетном комплексе PLAXIS 3D

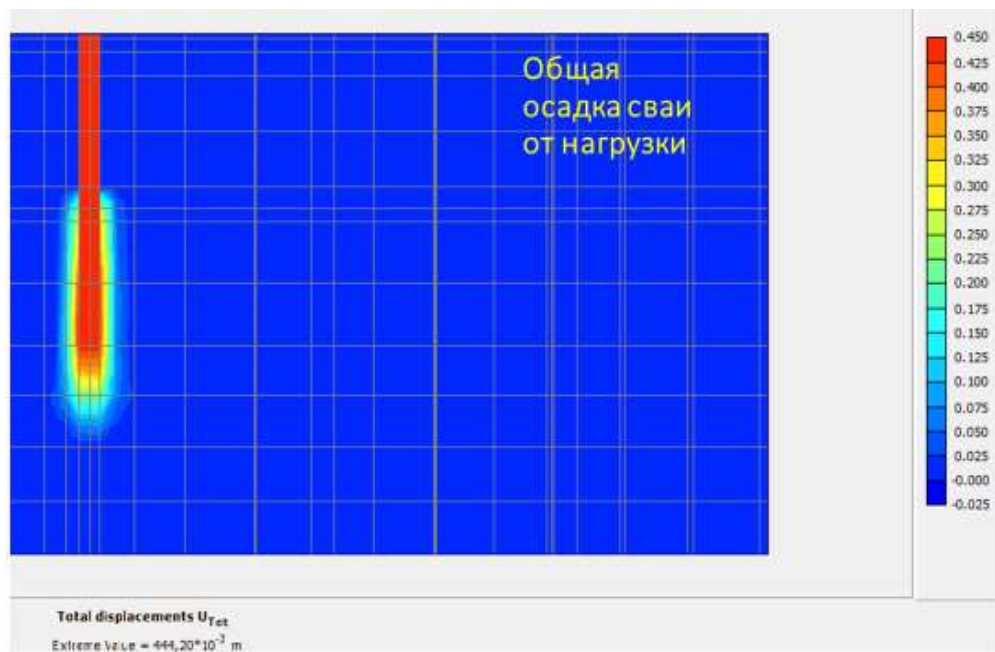
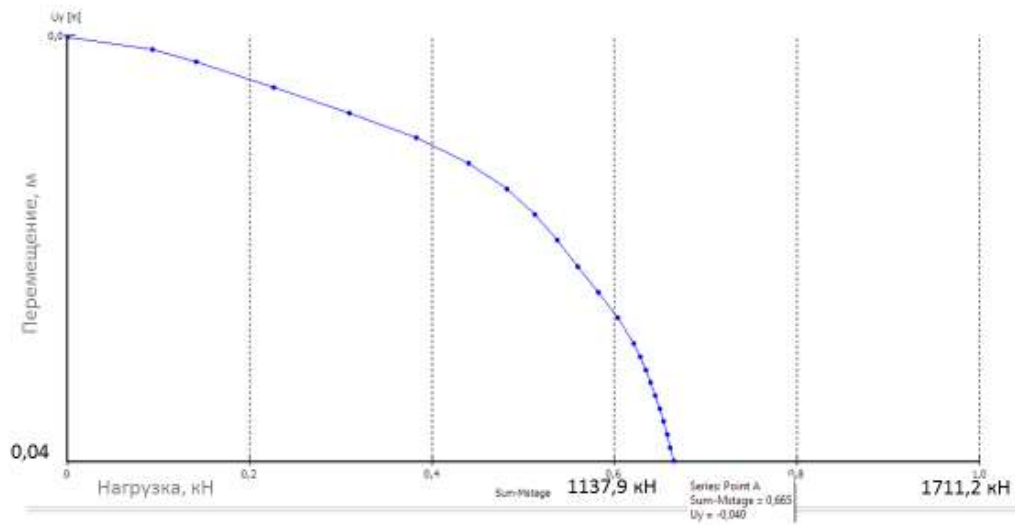
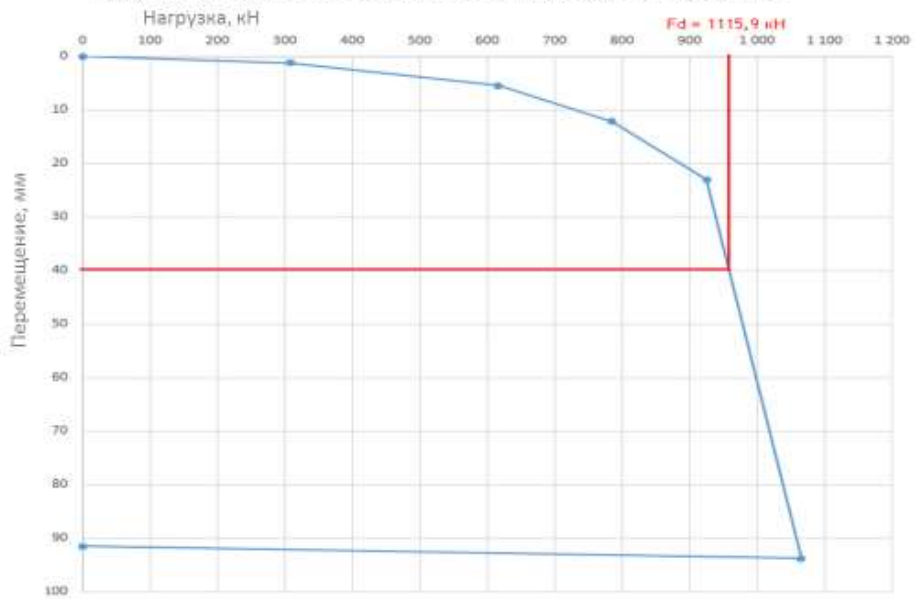
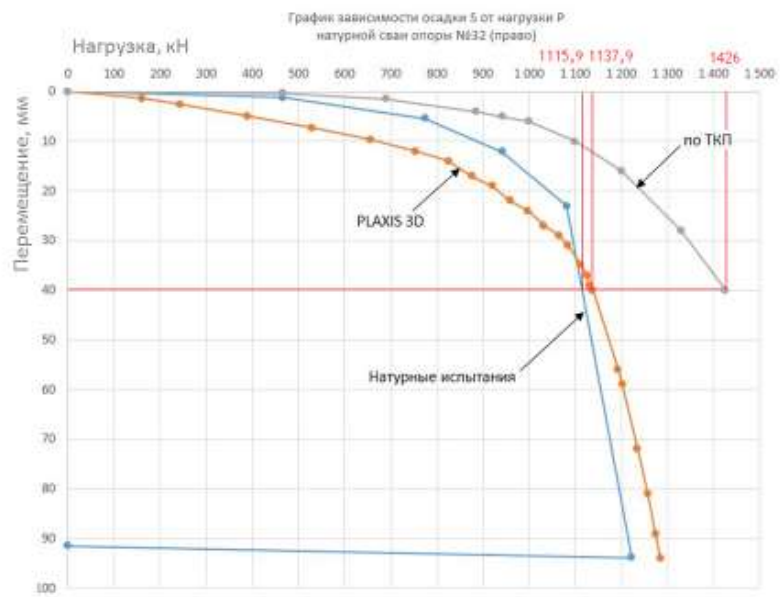


График зависимости осадки сваи от нагрузки. Опора №32



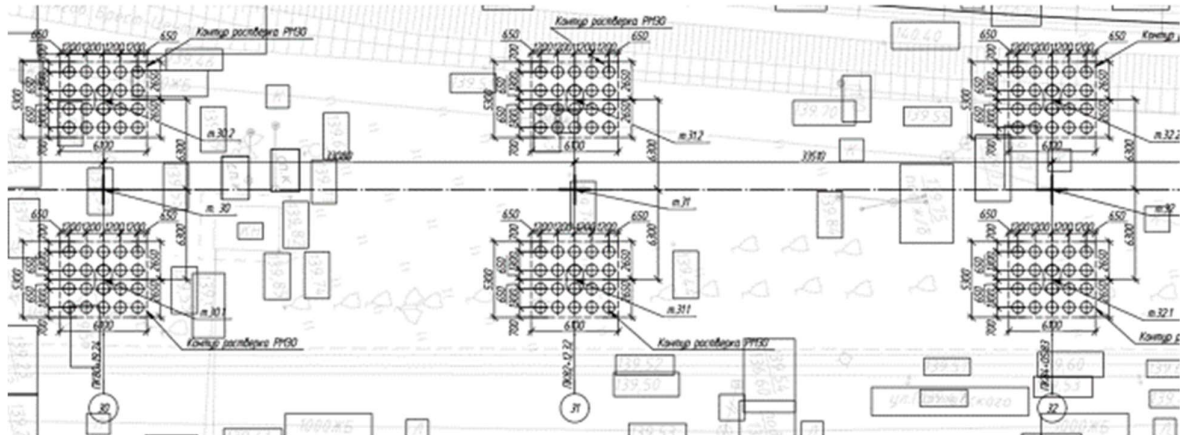
Сравнение теоретических и натурных результатов определения несущей способности буровой сваи опоры №32



## Сравнение результатов расчета и натуральных испытаний буровых свай

№№ Опор	Проектная несущая способность $F_d$ , кН	Испытательная нагрузка $F_d$ -т <sub>т</sub> , кН	Несущая способность по результатам испытаний, кН	Несущая способность по результатам расчета в Plaxis 3D, кН	Сходимость результатов, %
30	1382,0	1658,0	1078,8	1183,8	8,9
32	1426,0	1711,2	1115,9	1137,9	1,9

Откорректированные свайные ростверки опор №№30-32 по результатам натуральных испытаний



**Откорректированная несущая способность буровых свай по результатам натуральных испытаний**

№	Наименование	Марка свай	Несущая способность свай, кН	Кол-во свай, шт	Отметка низа свай, м	Отметка верха свай до срубки, м	Отметка низа ростберка
1	Опора №29	СБ12-80	922	40	125.58	138.58	137.58
1	Опора №30	СБ12-80	922	40	125.74	138.74	137.74
2	Опора №31	СБ12-80	922	40	125.90	138.90	137.90
3	Опора №32	СБ12-80	922	40	126.07	139.07	138.07
4	Опора №33	СБ7-80	956	40	131.04	139.04	138.04
5	Опора №34	СБ7-80	956	34	131.21	139.21	138.21
6	Опора №35	СБ7-80	956	34	131.29	139.29	138.29
7	Опора №36	СБ7-80	956	34	131.31	139.31	138.31
8	Опора №37	СБ7-80	956	34	131.41	139.41	138.41
9	Опора №38	СБ7-80	956	34	131.84	139.84	138.84
10	Опора №39	СБ7-80	956	34	132.15	140.15	139.15

### Выводы

- Испытания грунтов буровыми сваями на мостовых сооружениях в Республике Беларусь проводятся впервые.
- Предоставленные проектной организацией теоретические (расчетные) значения несущей способности буровых свай, рассчитанные в соответствии с действующими ТНПА, значительно превышают полученные при натуральных испытаниях значения.
- Сравнивая графики теоретических и натуральных перемещений свай можно сделать вывод, что при нагрузке на сваю достигающей 90-95% от ее натурной несущей способности теоретические значения перемещений, рассчитанные по ПК Plaxis 3D имеют значения перемещений выше перемещений, которые были получены в натуре. После того, как нагрузка превысит 90-95% от несущей способности сваи натурные значения перемещений начинают превышать теоретические (расчетные) значения.
- Несущая способность свай, полученная по результатам испытаний получается ниже, чем рассчитанная в программном комплексе Plaxis 3D. Сходимость теоретических и натуральных результатов не превысила 10 %.
- Необходимо провести дополнительные исследования несущей способности буровых свай, устроенных в слабых водонасыщенных грунтах основания с внесением изменений в действующие ТНПА



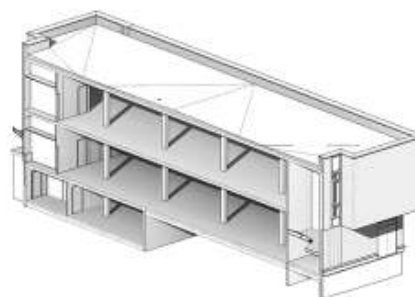
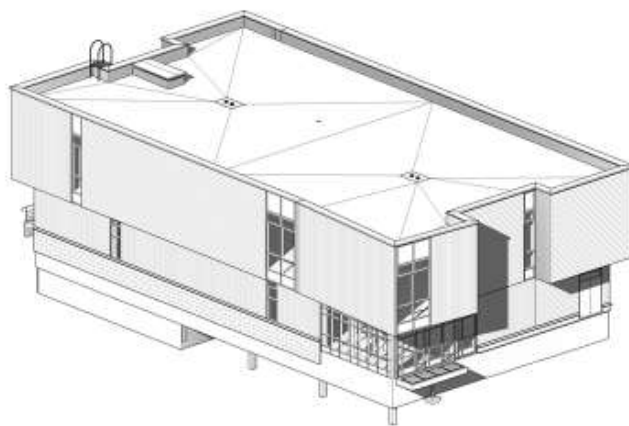
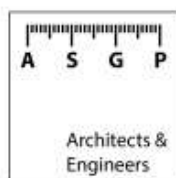
Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

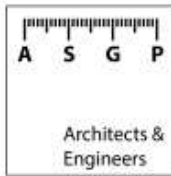
УДК 624

Внедрение BIM-технологии на базе Autodesk Revit. Анализ ошибок, выводы,  
план действий

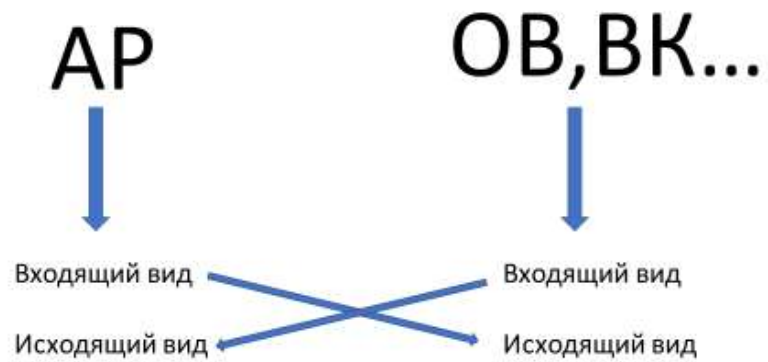
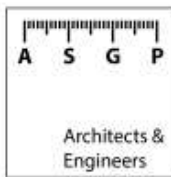
Бохан Н.

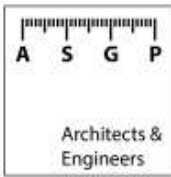
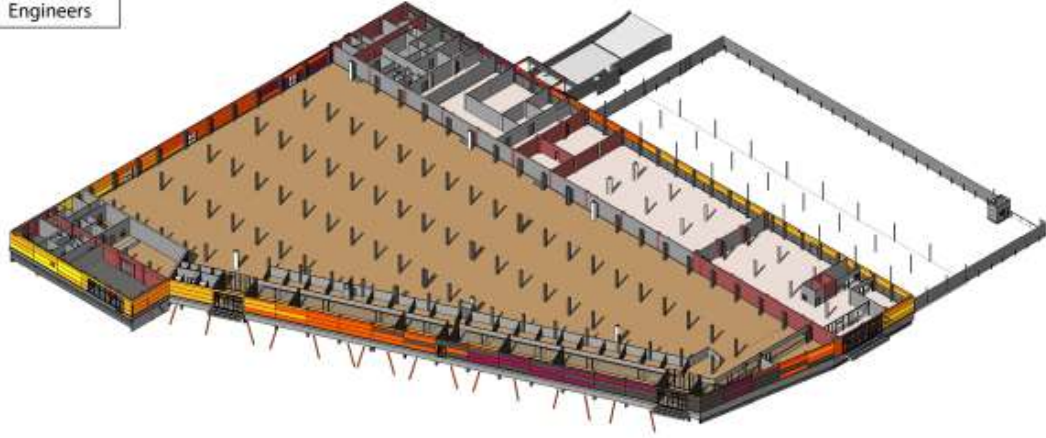
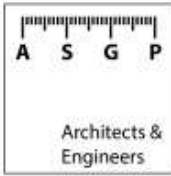
ООО «АС Групп проект»,  
г. Минск, Республика Беларусь

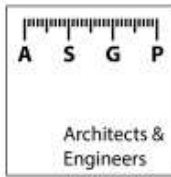
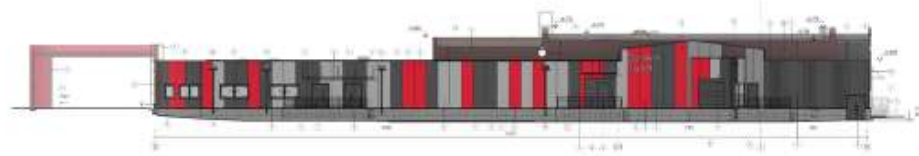
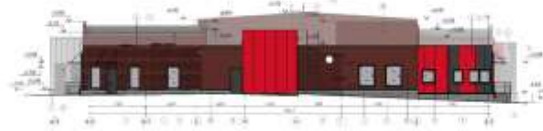
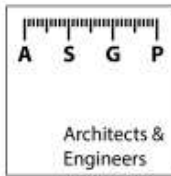




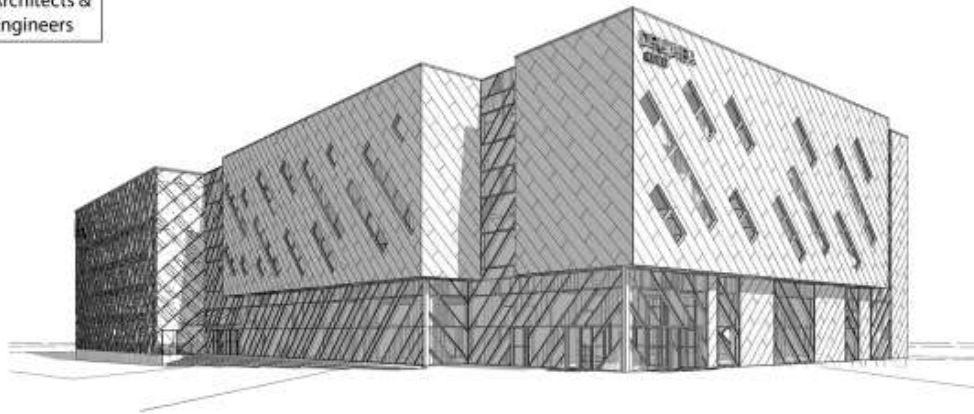
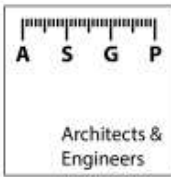
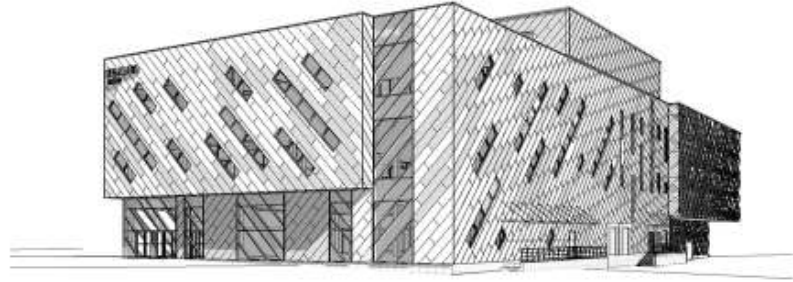
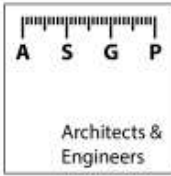
- Нарботка базы семейств
- Настройка совместной работы
- Формирование шаблона

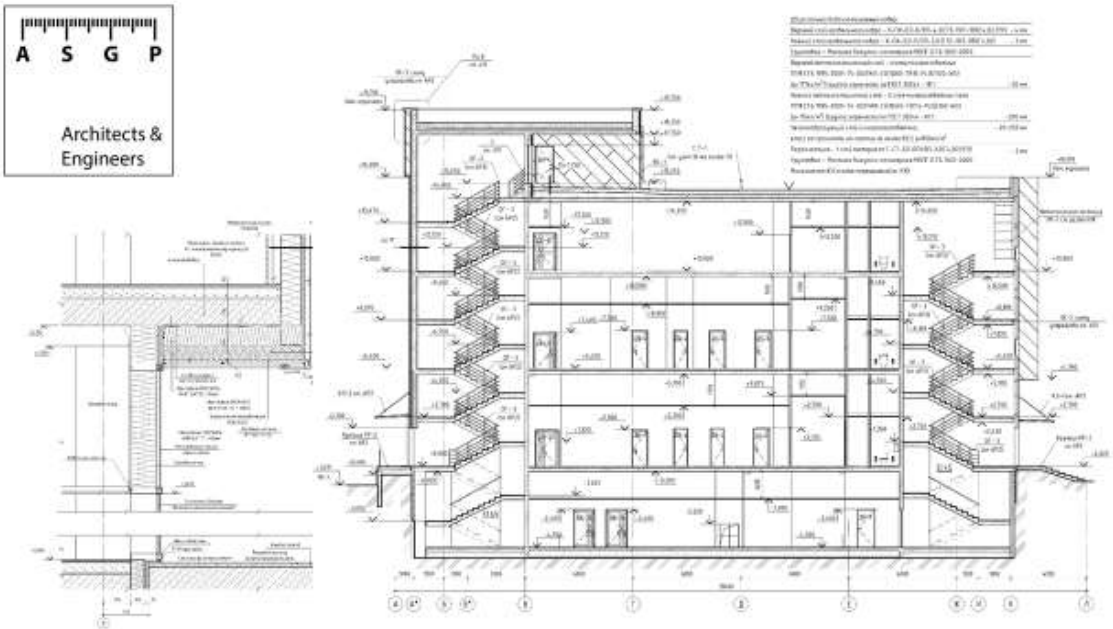
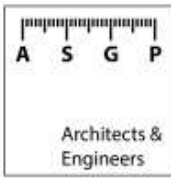
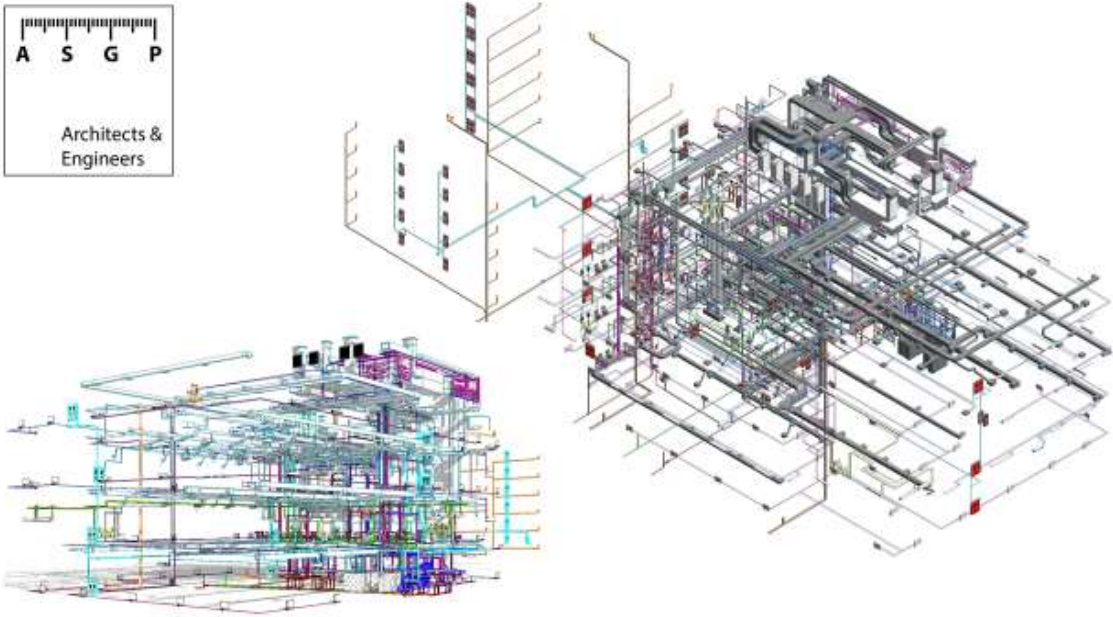
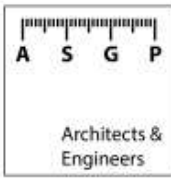


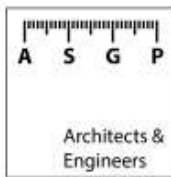
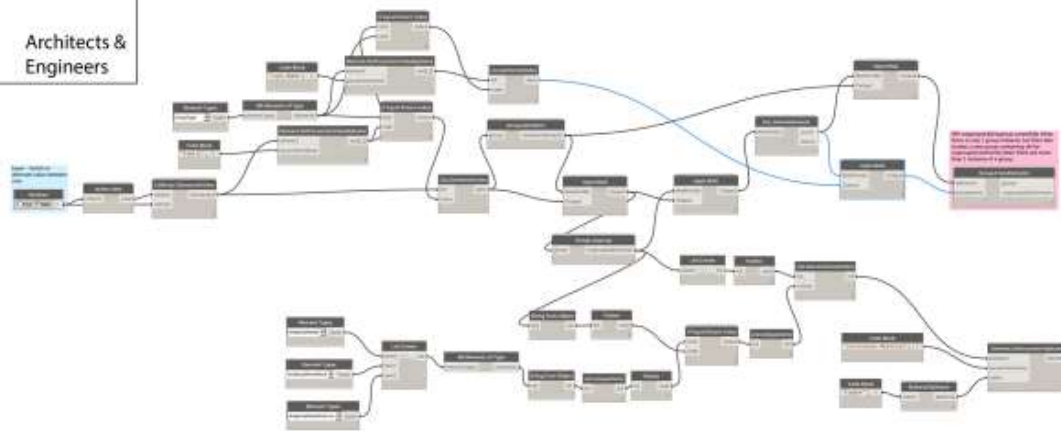
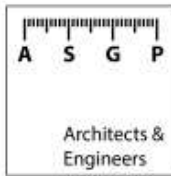




- Хранение данных проекта
- Правила наименования видов и файлов
- Структура библиотеки семейств







## Что нужно для внедрения BIM

- Сотрудники умеющие пользоваться инструментом (программами)
- BIM Стандарт предприятия
- Качественное управление проектами

Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

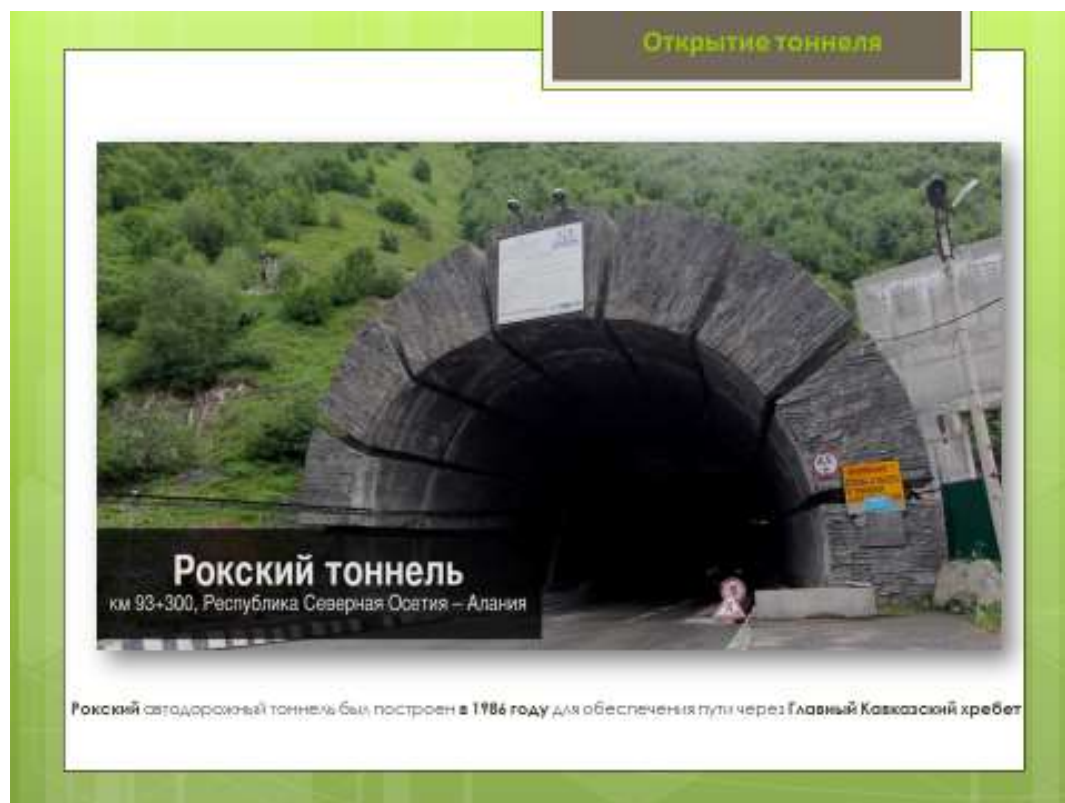
УДК 624.19

Возможности применения фибробетона на примере проекта Рокского  
тоннеля. Анализ возможностей BIM технологий

Грачев М. Л.

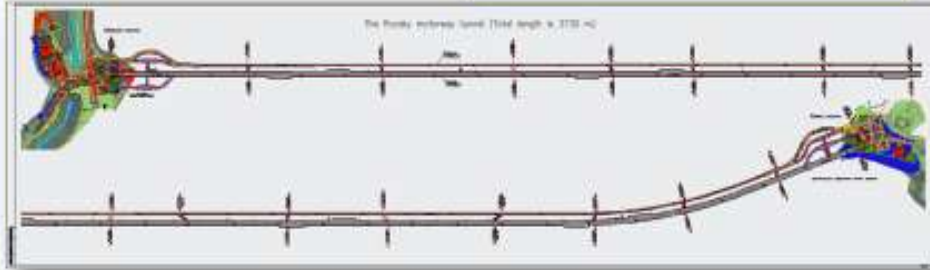
БНТУ,

г. Минск, Республика Беларусь





### Характеристики тоннеля



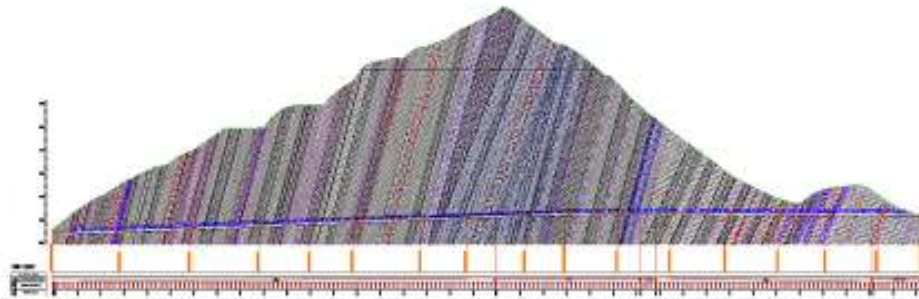
✓ Общая длина тоннеля, м .....	3730.
✓ Общая длина мультифункциональной штольни, м .....	3805.
✓ Наивысшая точка горного массива, м .....	3100.
✓ Размещение порталов от уровня моря, м .....	2040, 2112.
✓ Количество полос движения .....	2.
✓ Общая ширина дороги, м .....	9.73 ~ 10.6.
✓ Общая высота тоннеля в свету, м .....	4.77 ~ 5.20.
✓ Проектная скорость, км/ч .....	60.
✓ Максимальная дистанция видимости, м .....	130.
✓ Дорожное покрытие .....	бетон.

### Климатические условия



Тоннель располагается в суровых высокогорных погодных условиях с затяжным зимним периодом и объемных атмосферных осадках

## Грунтовые условия



**Вид грунта** - известняки, известковые сланцы, известковые песчаники с падением на север под углом 75°- 80°, трещиноватость высокая – 8 - 10 шт. на 1 метр.

**Прочность грунтов по Протодакионову М.М.:**

ИГЭ 1 –  $f = 6 - 9$ ;  
ИГЭ 1а –  $f = 4 - 6$ ;  
ИГЭ 1а\* –  $f = 2 - 3$ ;  
ИГЭ 2а\* –  $f = 2 - 4$ ;

## Реконструкция

Реконструкция тоннеля влечёт за собой вмешательство в существующую конструкцию и местные экономические связи

### Мы приняли в расчет:

- Существующие конструкции;
- Экономические связи по обе стороны кавказского хребта;
- Суровые погодные условия;
- Удалённость от производственной инфраструктуры.

### Требования заказчика:

- Не прерывать движение транспорта через тоннель;
- Максимально сжать график строительства тоннеля.

Ежедневный трафик – 1550 авт.  
Прогноз трафика – 3200 авт.

## Реконструкция

Реконструкция тоннеля делилась на 3 стадии:

**Первая стадия** началась в **Декабре 2010 года** и закончилась в **Июле 2012 года**. Основная задача этой стадии была пустить движение по многофункциональной штольне.

**Вторая стадия** началась в **Июле 2012 года** и закончилась в **Ноябре 2014 года**. Эта стадия включала в себя реконструкцию основного тоннеля, устройство сбоев и порталов. После завершения этой стадии было запущено движение по основному тоннелю.

**Завершающая стадия** началась в **Ноябре 2014 года**. Она включала в себя устройство постоянной обделки многофункциональной штольни; завершение установки инженерных систем.



## Организация движения

Для организация движения транспорта на период реконструкции тоннеля были разработаны специальные правила для повышения безопасности водителей и пассажиров:

Максимальная скорость ограничивается 20 км/ч;

Минимальная дистанция не может быть меньше 20 метров;

Передвижение по штольне строго по 15-20 машин, сопровождаемых дорожной полицией;

Опасные грузы перевозятся индивидуально;

Каждый час направление движения через штольню меняется.

Вдобавок были установлены специальные дорожные сигналы и барьеры.



## Применение фибробетона в штольне

### Участки применения фибробетона в первичной обделке штольни

Фибробетон в многофункциональной штольне был применён в породах крепостью:

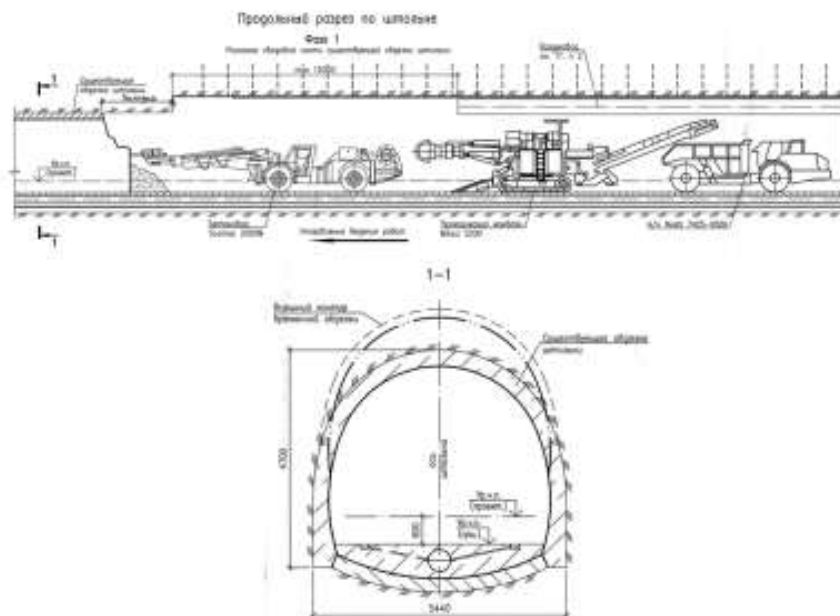
- $f = 4 - 6$ ;
- $f = 6 - 8$ ;
- $f = 8 - 10$ .

Общая длина участков **1847.18 м**, что составляет **48.5 %** от общей длины многофункциональной штольни.

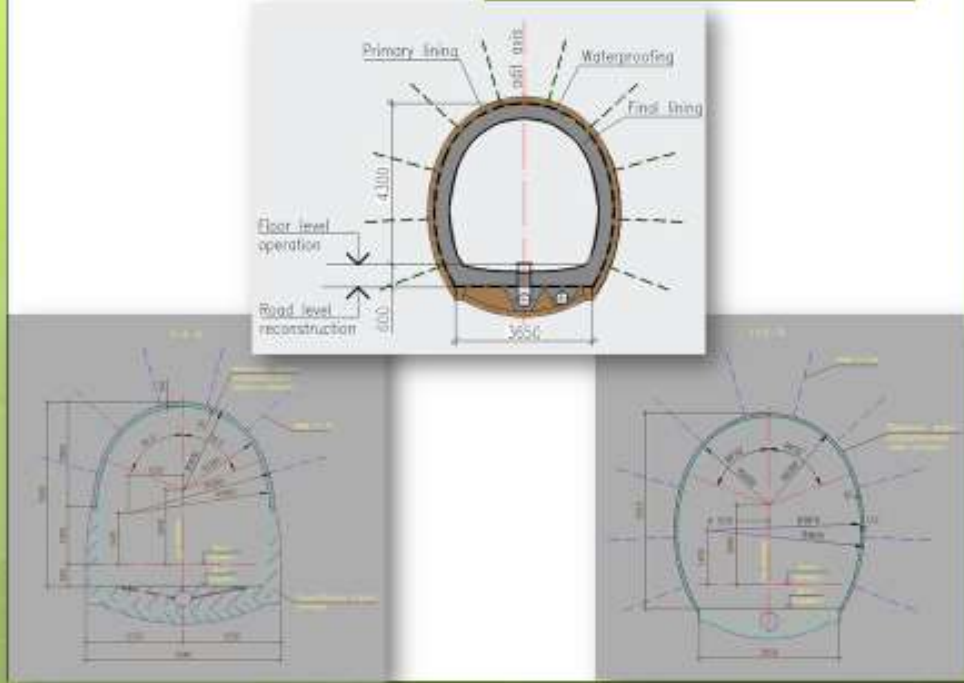
По данным подрядчика скорость устройства первичной крепи **увеличилась в 2-3 раза**. Так же высвободились рабочие ресурсы, которые можно было вовлечь в другие работы.

**В результате временная обделка из фибробетона успешно прослужила более чем 3 года.**

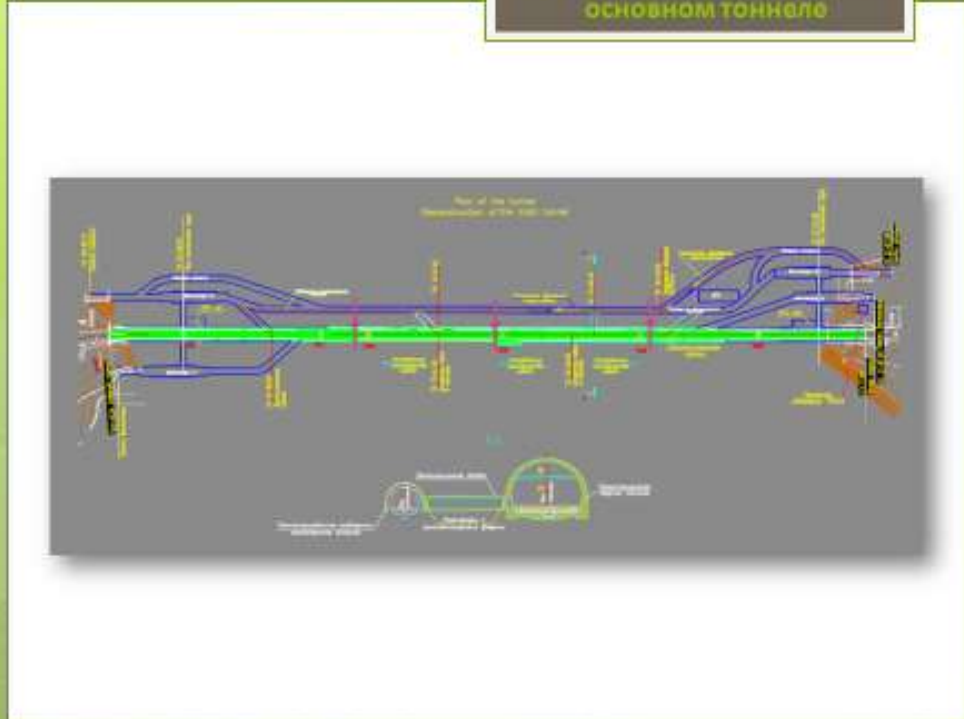
## Применение фибробетона в штольне



### Применение фибробетона в штольне



### Применение фибробетона в основном тоннеле



## Применение фибробетона в основном тоннеле

### Участки применения фибробетона в основном тоннеле

Для оценки возможности применения фибробетона в постоянной обделке основного тоннеля был проведен анализ всех сечений.

Фибробетон постоянной обделке основного тоннеля **мог бы** применен в породах крепостью:

- $f = 4 - 6$ ;
- $f = 6 - 9$ ;

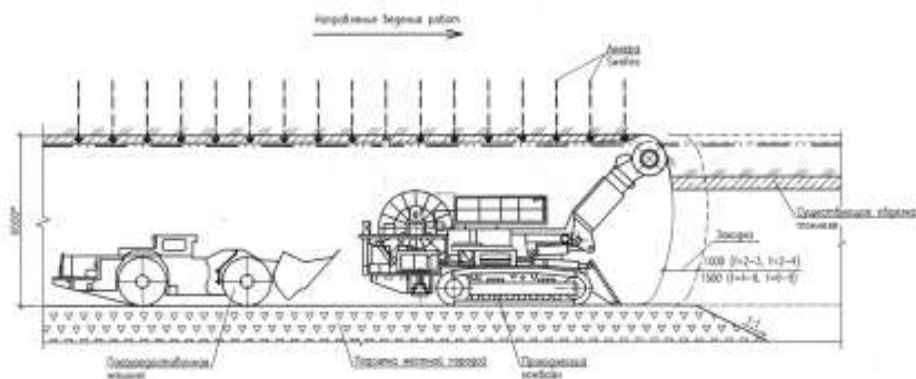
Общая длина участков **1219 м**, что составляет **32.6 %** от общей длины тоннеля.

По опыту строительства предыдущих объектов скорость устройства постоянной обделки **могла увеличиться в 1.5-2 раза**. Что очень важно, учитывая какие неудобства приносило реконструкция тоннеля для всего региона.

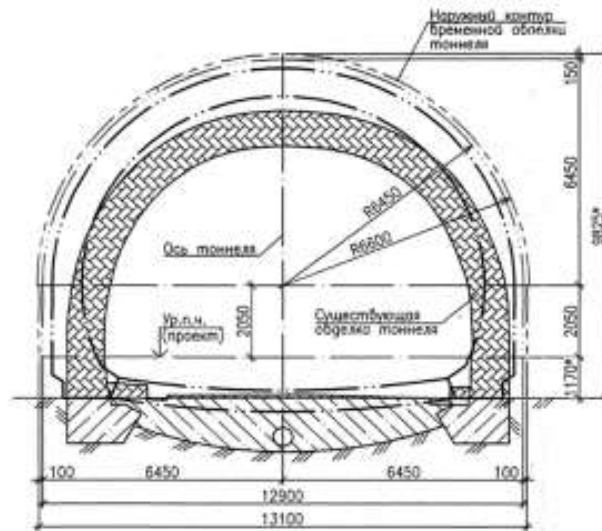
Однако отсутствие опыта применения фибробетона подрядчиком в постоянных обделках и отсутствие технологической базы для мониторинга обделки с целью минимизации рисков послужили причиной отказа от применения фибры вместо стержневой арматуры.

## Применение фибробетона в основном тоннеле

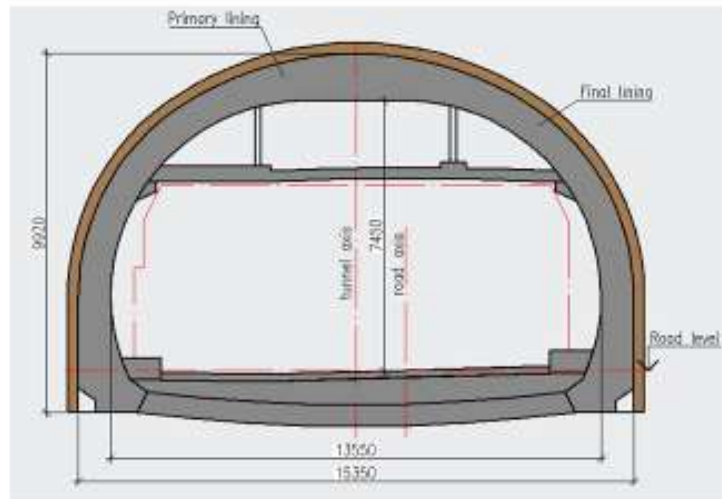
### Разработка породы пророческим комбайном



Применение фибробетона в основном тоннеле



Применение фибробетона в основном тоннеле



## Анализ проекта с точки зрения BIM технологий

Зная конечный результат, затраты денег, времени, иногда полезно провести анализ проекта с точки зрения современных технологий, чтобы понять, какие выгоды они бы принесли.

Трудности при глобальном внедрении BIM технологий в проект:

- Естественная инертность устоявшихся практик;
- Большое количество программных продуктов BIM не всегда совместимых друг с другом;
- Отсутствие понимания выгоды у всех сторон участвующих в реализации проекта;
- Отсутствие необходимости заказчика планировать расходы на отдаленную перспективу;
- Множество субподрядчиков и не прозрачность процесса закупки и поставки материалов.

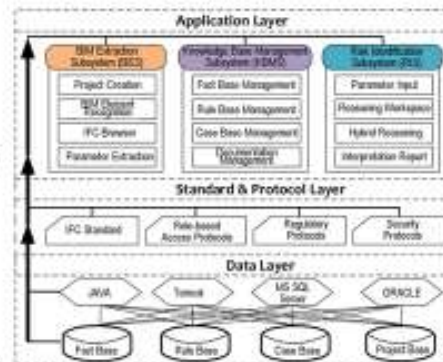


## Анализ проекта с точки зрения BIM технологий

BIM технология как единая база данных для всех стадий проекта

BIM база данных может в себе хранить:

- ✓ Данные визуальной модели сооружения со всеми разделами проекта;
- ✓ Подробно документированные результаты расчётов конструкции с расчётными моделями;
- ✓ Детально проработанный календарный план;
- ✓ Информация обо всех поставщиках материалов и оборудования;
- ✓ Подробная документация всего хода строительства, все фактические характеристики материалов конструкции (результаты испытаний с привязкой к конкретным пикетажам);
- ✓ Результаты Online мониторинга (деформации и напряжения) с привязкой ко времени и месту измерения.



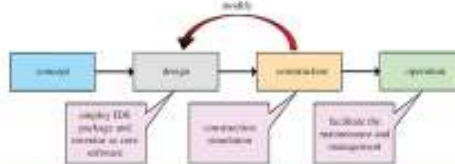
**Сбор и хранение такого объема данных требует больших денежных затрат, как это может окупиться?**



**BIM** система анализа данных online мониторинга и автоматизированного принятия решений

**Задачи интеллектуальной системы:**

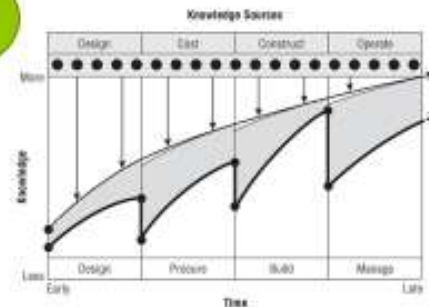
- 1) Оптимизация (уменьшение толщины обделки и армирования) конструкции за счёт выявления оптимального времени устройства постоянной обделки при непрерывном анализе скорости нарастания деформации в первичной крепи.
- 2) Круглосуточная оценка рисков возникновения потенциально опасных ситуаций с заранее заданными "триггерами" по каждому сечению тоннеля. Триггерами служат значения деформаций, полученные при расчётах на стадии проекта. Может быть несколько состояний опасности, для своевременного принятия дополнительных конструктивных или организационных решений.
- 3) Анализ ситуации и предложение возможных вариантов действий, исходя из заложенного в систему опыта предыдущих проектов.
- 4) Online-доступ к данным всем заинтересованным лицам через интернет, а также автоматическое оповещение через любые доступные средства связи.



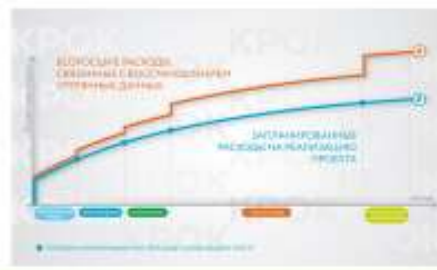
**Потеря информации в процессе жизненного цикла проекта**

**Причины потери информации:**

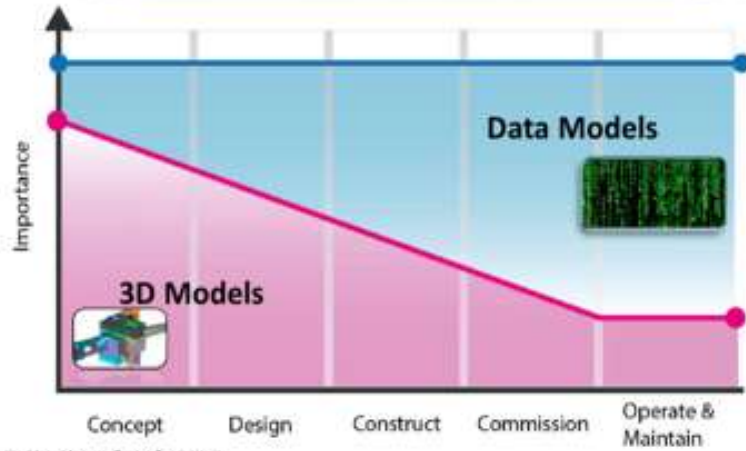
- При применении BIM технологий потеря информации может быть вызвана при передаче модели в сторонние программные комплексы;
- При отсутствии BIM сопровождения следующего уровня (4D, 5D, 6D и т.д.);
- Потеря бумажных копий проектной документации;
- Хранение результатов мониторинга только в организации, которая его осуществляет и отсутствие механизма или потребности передачи этой информации заказчику;
- Потеря документации, отражающей ход строительства и фактические характеристики материалов;
- Другие причины.



Mastering Autodesk® Revit® Architecture 2013 by Eddy Uyglal, James Vondezonde, Phil Reed



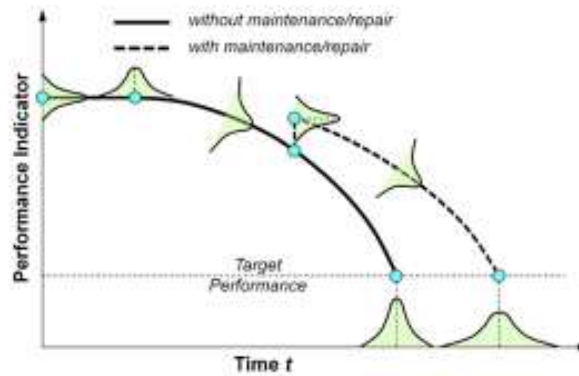
Распределения важности различных типов данных на различных этапах жизни проекта



Iko May, Malcolm Taylor, Daniel Iwin  
Crosstall

Использование полной BIM базы данных для обслуживания и реконструкции тоннеля

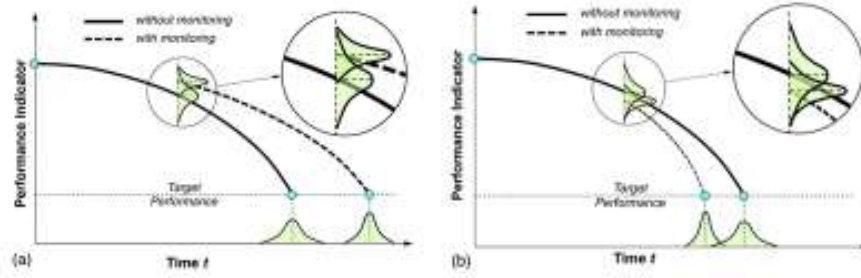
Предварительная оценка времени жизни тоннеля



Fabio Blandini, M.ASCE and Dan M. Frangopol, Dir. M.ASCE

Использование полной BIM базы данных для обслуживания и реконструкции тоннеля

Анализ базы данных и определение фактического времени жизни тоннеля

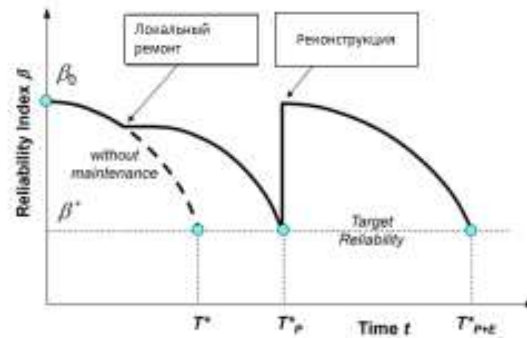


Недооценка времени жизни

Переоценка времени жизни

Использование полной BIM базы данных для обслуживания и реконструкции тоннеля

Анализ базы данных и определение точного времени и участков подлежащих реконструкции

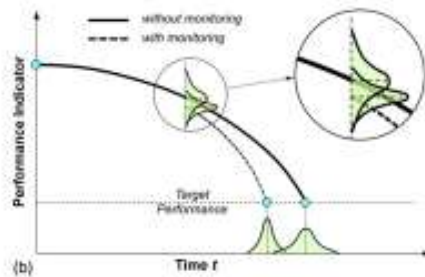


Fabio Biondi, M.ASCE and Dan M. Frangopol, Dist.M.ASCE

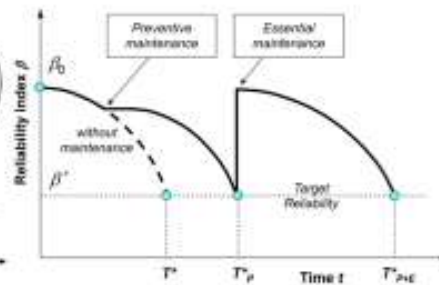
Чем могло бы быть полезно внедрение BIM технологии в проекте Рокского тоннеля?

Рокский тоннель открылся в 1984 году.  
 Был признан аварийным в 2007 году.

Время жизни тоннеля 23 года.



Переоценка времени жизни



При использовании BIM технологии возможно было бы оценить оптимальное время для локального ремонта

Теперь спросим себя, какие преимущества могли бы дать BIM технологии в этом случае, если бы этот проект мы сейчас начинали с нуля?

- Экономия при оптимальном строительстве методом NATM;
- Более широкое применение таких современных материалов как фибробетон. Информационные технологии позволили бы правильно оценить риски;
- Определение более реалистичного срока жизни тоннеля по фактическим данным мониторинга, что позволило бы точно и вовремя проводить капитальный ремонт;
- Уменьшение стоимости последующих обследований и стоимости проектных работ;
- Выбор оптимальной стратегии эксплуатации тоннеля исходя из имеющихся данных;
- Максимальное продление жизни тоннеля.

**Требование к BIM технологии:**

- BIM модель и база данных должна быть модульной, но с единым ядром для использования во всех стадиях жизни проекта (Autodesk);
- BIM технологии должны строиться на жёстких единых стандартах, чтобы обеспечить преемственность в долгосрочной перспективе (такие работы уже ведутся во многих странах);
- В идеале BIM технологии должны строиться на максимально открытых платформах и максимально хорошо документированы для возможности внедрения любого оборудования и стороннего программного обеспечения.

Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

УДК 624.19, 624.04

Разработка расчетной модели платформенного участка одноводчатой  
станции

Кисель М. А.

БНТУ

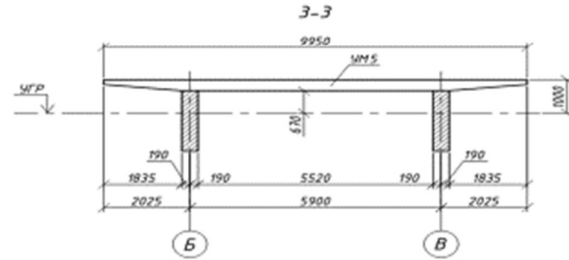
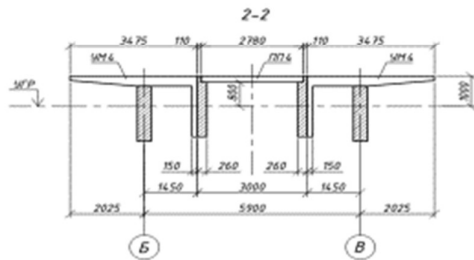
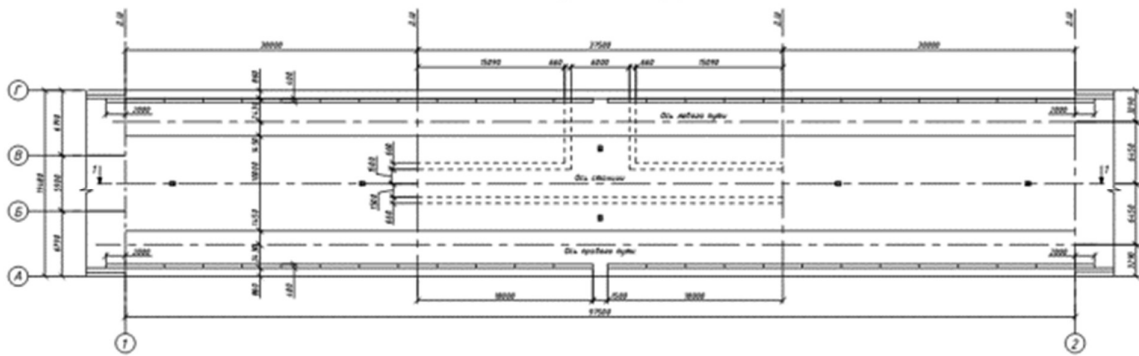
г. Минск, Республика Беларусь



### Схема развития линий метрополитена г.Минска

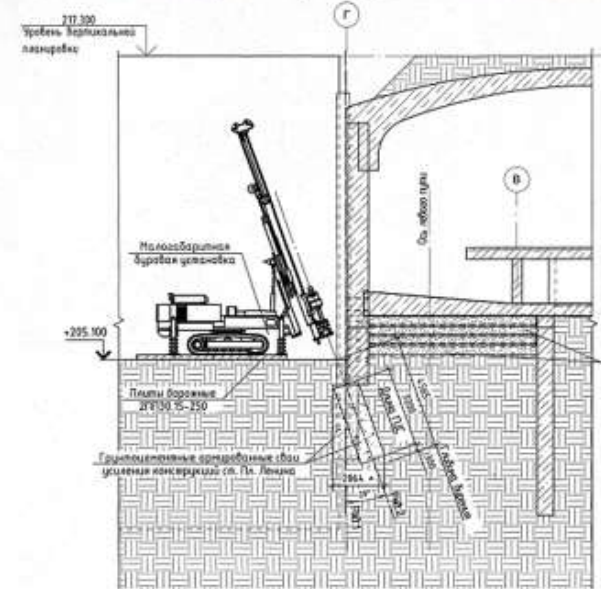
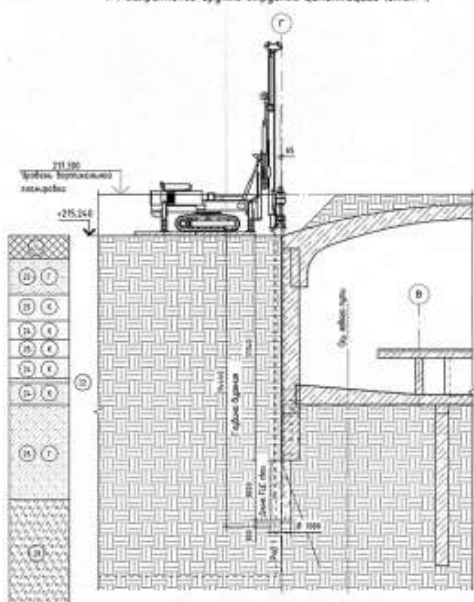


План в уровне платформы

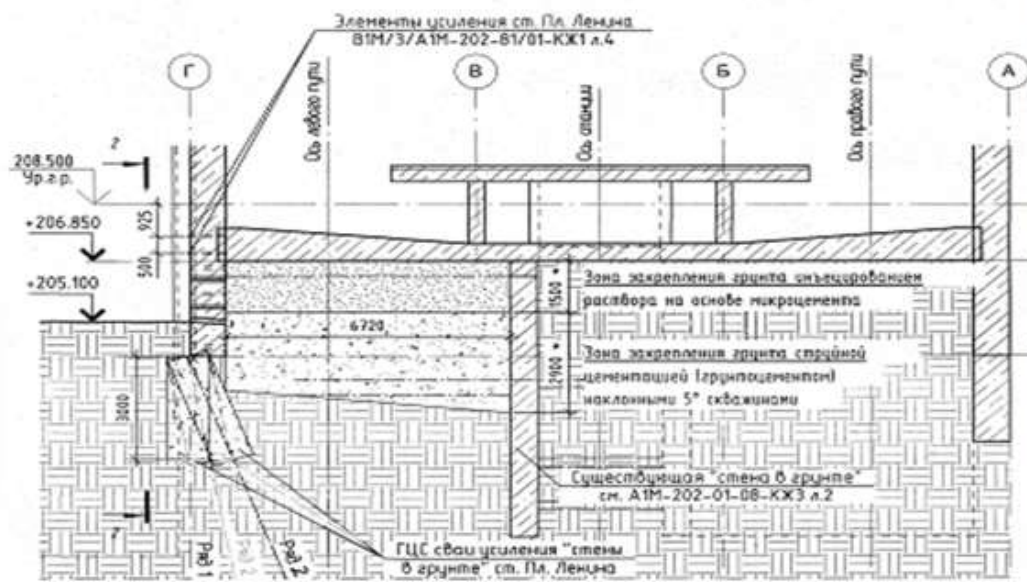


## Защитные мероприятия

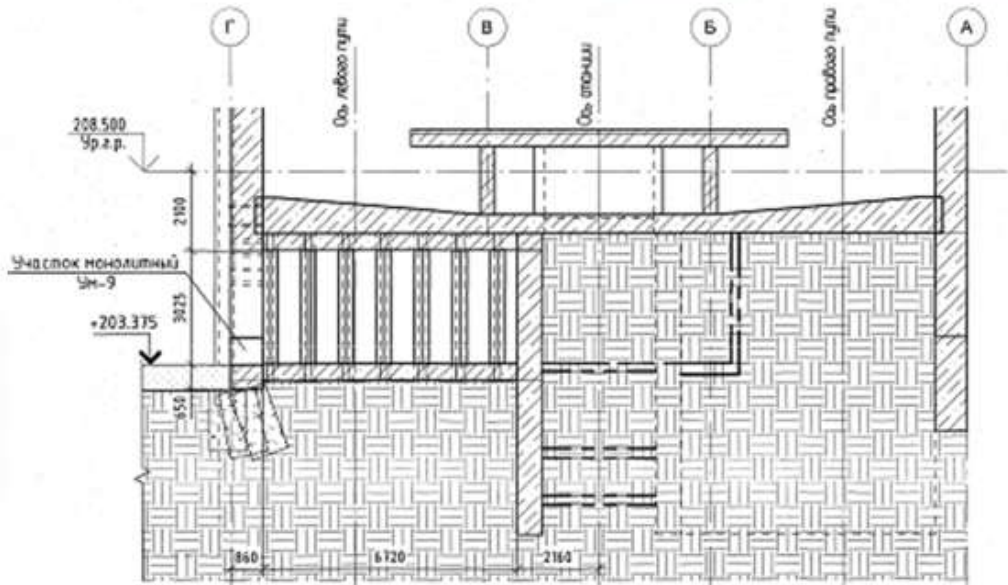
1-1 Закрепление грунта стальной цементацией (этап II)



## Защитные мероприятия

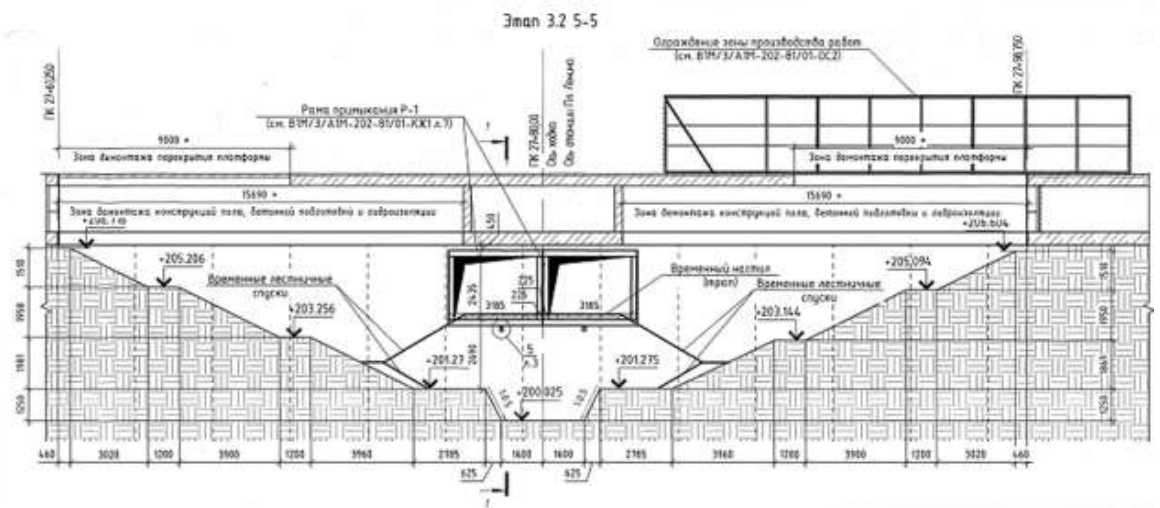


## Проходка ходка горным способом

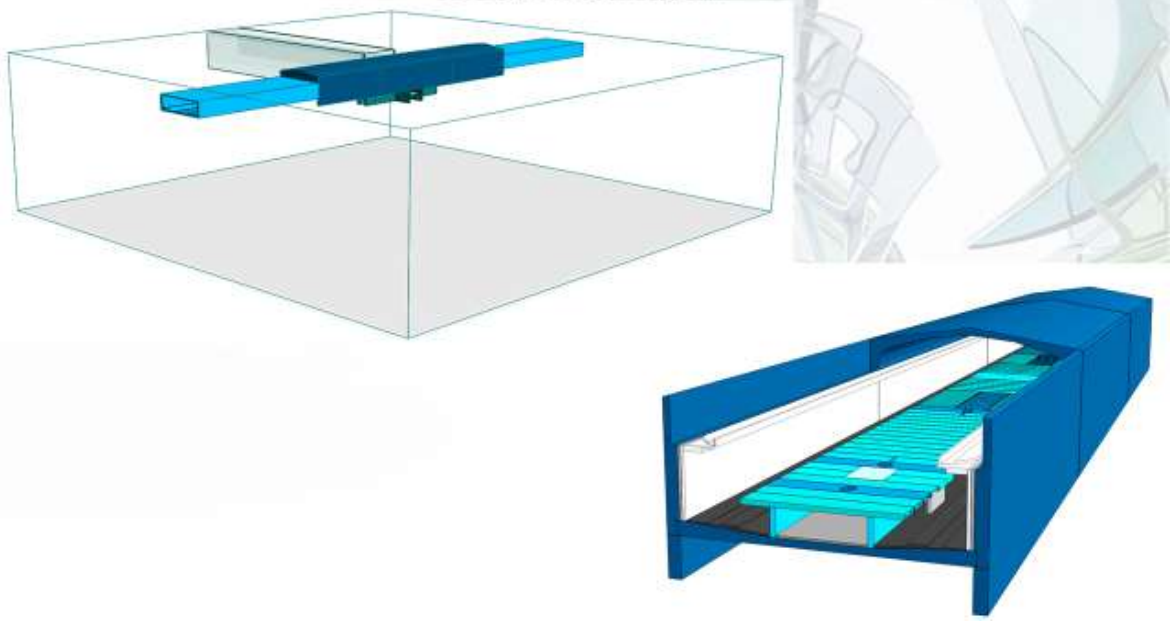




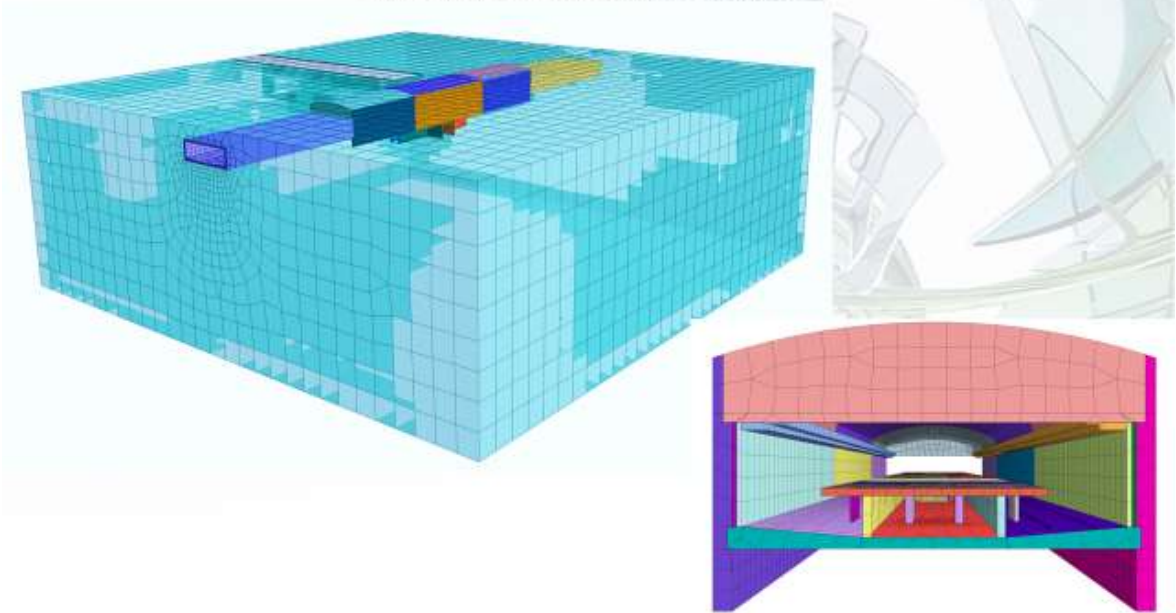
# Устройство лестничных спусков



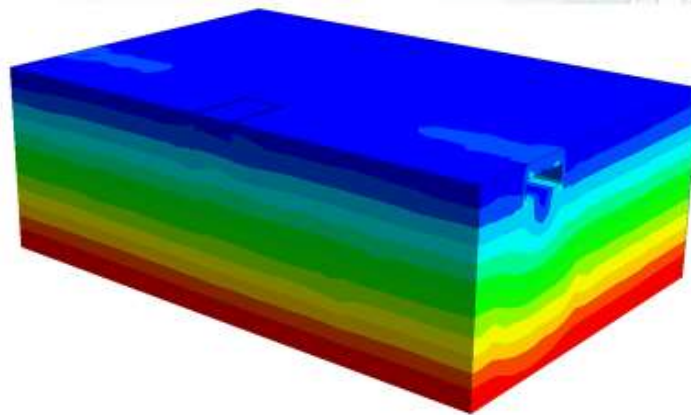
## Общий вид модели



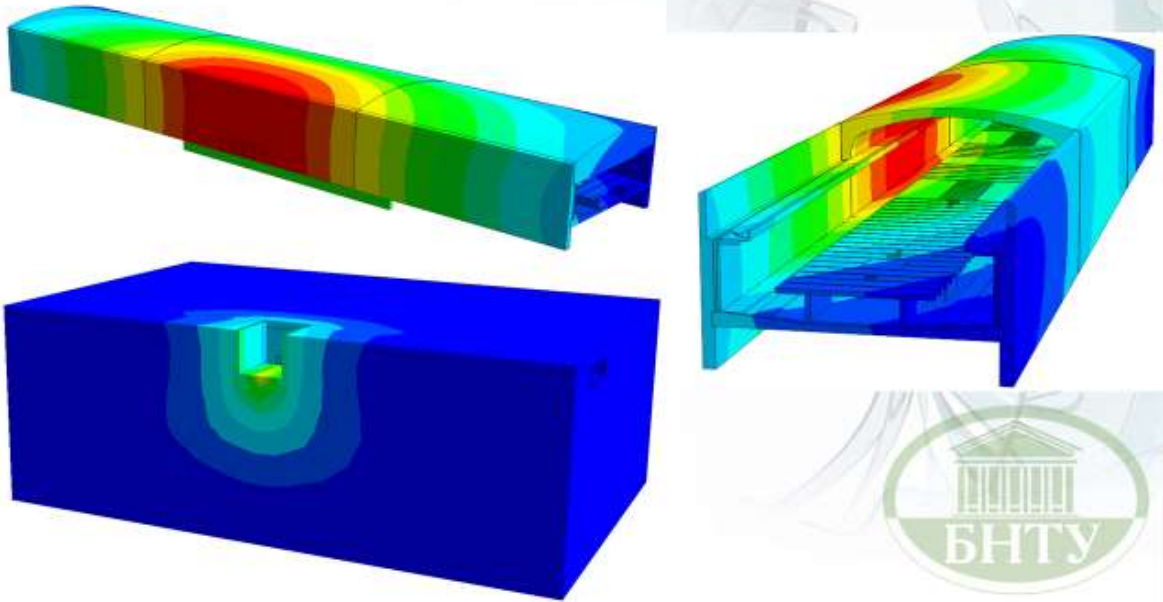
Конечно-элементная модель



Результаты расчета



Результаты расчета



Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

УДК 624.26

Исследование работоспособности плит пролетных строений шлюзов-  
регуляторов

Вайтович А. Н.

БНТУ

г. Минск, Республика Беларусь

**Верховой фасад шлюза-регулятора ШР2х2,5-4 на км 9,66 автодороги  
Н-8387 «Дзержинск-Черниковщина-до а/д Р-1» через р. Вязенская**



Основные характеристики:  
Схема сооружения – 2х5,5 м;  
Габарит проезжей части – 6,87 м;  
Проектные нагрузки – А11, НК-80;  
Напор на сооружение – 2,5 м;  
Типовой проект – ТПР 820-1-078.87,  
Белгипроводхоз, 1988 г.;  
Техническое состояние на  
момент обследования (2016 г.)  
оценено как предаварийное.



### Низовой фасад паводкового водосброса Солигорского водохранилища на автодороге Н-9619 «Старобин – Сковшин – Сосны» через р. Случь

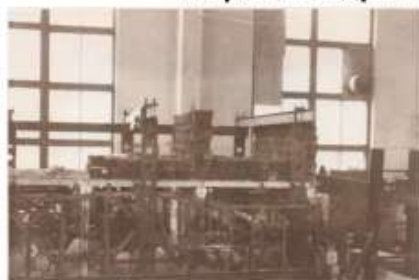


Основные характеристики:  
Схема сооружения – 3×5,6 м;  
Габарит проезжей части – 7,47 м;  
Ширина сооружения – 18,3 м;  
Напор на сооружение – 4 м;  
Техническое состояние на момент обследования (2017 г.) оценено как предаварийное.



3

### Исследование несущей способности сборного шлюза-регулятора перед внедрением его в производство



Место проведения исследования – БПИ, 1974 г.;

Схема сооружения – 3×6,0 м;

Габарит – 8+2×1 м;

Типовой проект – ТП 5-04-145;

Временные нагрузки – Н-30, НК-80.



4

### Сквозные вывалы в опорах



5

### Оголение и коррозия рабочей арматуры плит пролетных строений



6

## Лазерное сканирование объекта

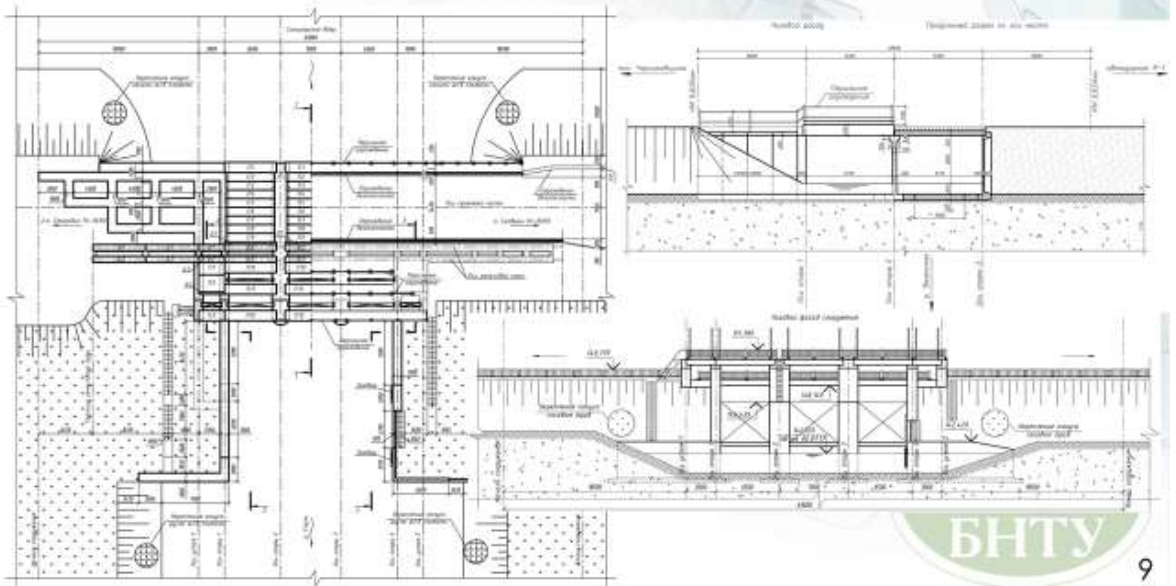


7



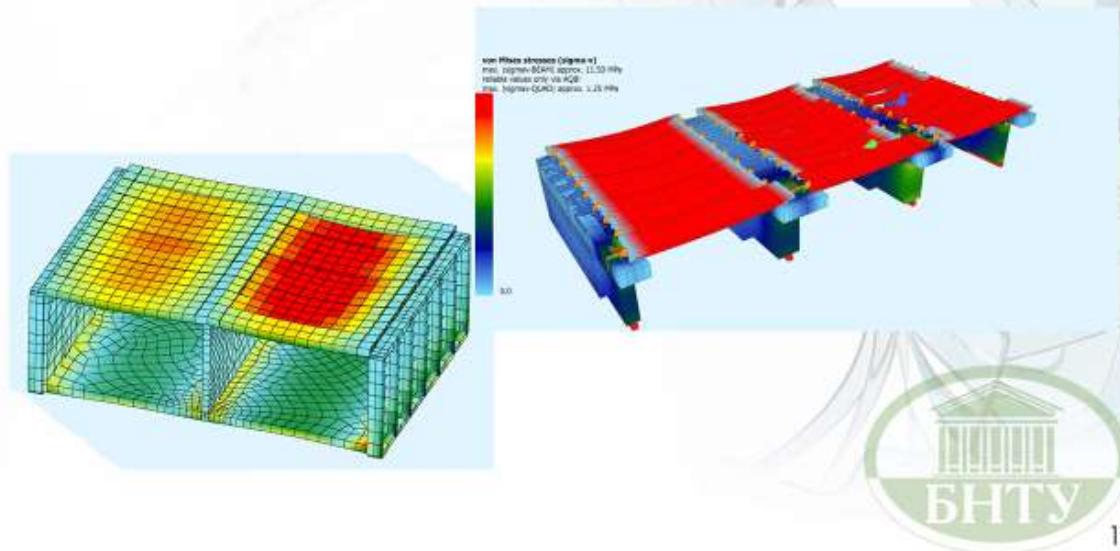
8

## Компоновка чертежей



9

## Общий вид расчётной модели

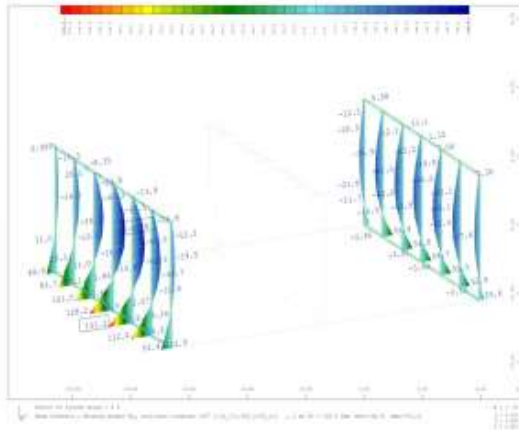


10

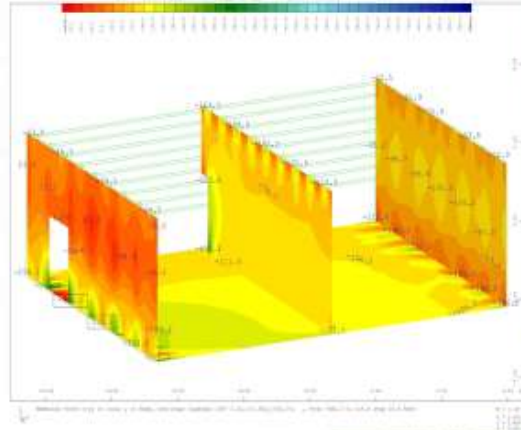


## Результаты расчётов опор

Изгибающие моменты в ребрах блоков устоев над призмой обрушения



Изополюсы нормальных сил в элементах опор и плиты днища

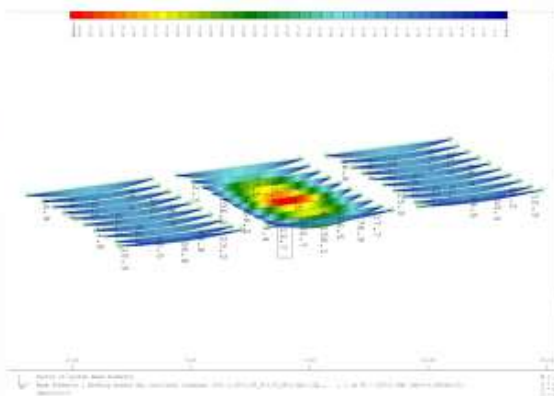


БНТУ

11

## Результаты расчётов пролётных строений

Изгибающие моменты в плитах пролётных строений от сочетания нагрузок



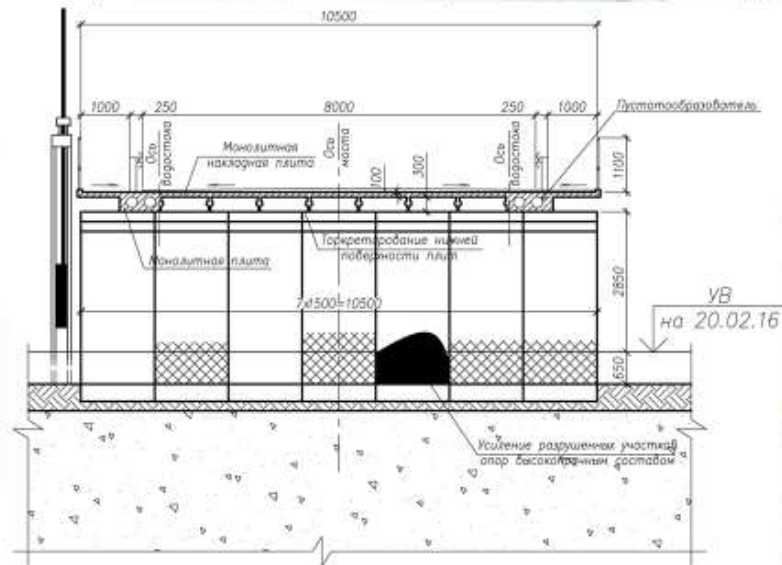
Коэффициенты использования сечений по несущей способности

0.368	1.00	1.00	1.000
0.554	1.00	1.00	1.01
0.578	1.00	0.909	1.02
0.493	1.00	1.00	1.00
0.217			
0.418	1.00	0.985	1.00
0.622	0.857	0.432	0.530
0.647	0.955	0.332	0.557
0.546	1.000		0.572
0.235			1.00
0.377	1.00	1.00	1.000
0.554	1.00	1.00	1.02
0.574	0.990	0.859	1.01
0.480	1.00	1.00	1.00
0.204			

ТУ

12

## Усиление пролётных строений гидротехнических сооружений



13

## Сопоставление расчётных данных

Временная нагрузка	Плиты пролётных строений												
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12	П13
Максимальные изгибающие моменты в середине пролёта L2-3 (фактическое состояние конструкции), кН·м													
1 случай	36,5	47,1	89,4	97,4	76,0	63,6	85,5	78,2	53,4	30,8	30,6	32,5	36,2
2 случай	53,1	86,3	94,1	67,6	67,8	93,1	92,2	47,3	27,9	27,7	30,6	32,5	36,2
3 случай	39,1	76,9	125,4	116,7	67,7	33,8	65,2	107,3	117,7	78,8	40,4	32,5	36,2
Максимальные изгибающие моменты в середине пролёта L2-3 (после усиления), кН·м													
1 случай	15,0	19,0	27,3	20,3	20,8	26,0	27,8	27,6	27,0	21,3	20,8	27,8	21,2
2 случай	19,6	27,7	21,1	20,9	26,6	28,7	27,3	26,6	21,3	20,5	24,9	19,4	15,2
3 случай	19,5	24,9	27,7	21,1	19,3	20,1	24,2	27,0	19,1	14,3	11,4	9,8	8,8

14

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра «Мосты и тоннели»

---

Международная научно-практическая конференция  
«Опыт применения программных комплексов BIM-проектирования и  
анализ МКЭ при проектировании зданий и сооружений»  
(г. Минск, БНТУ – 03.11.2017)

УДК 624.21

Расчет деревянного блока балки жесткости висячего моста

Костюкович О.В.

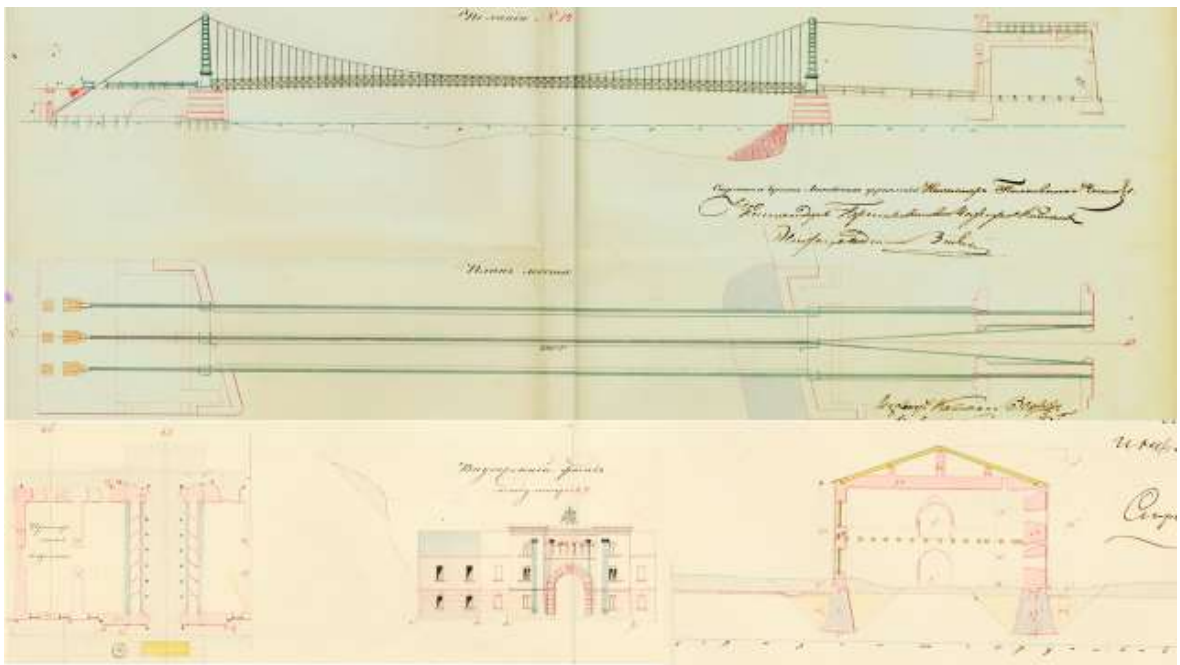
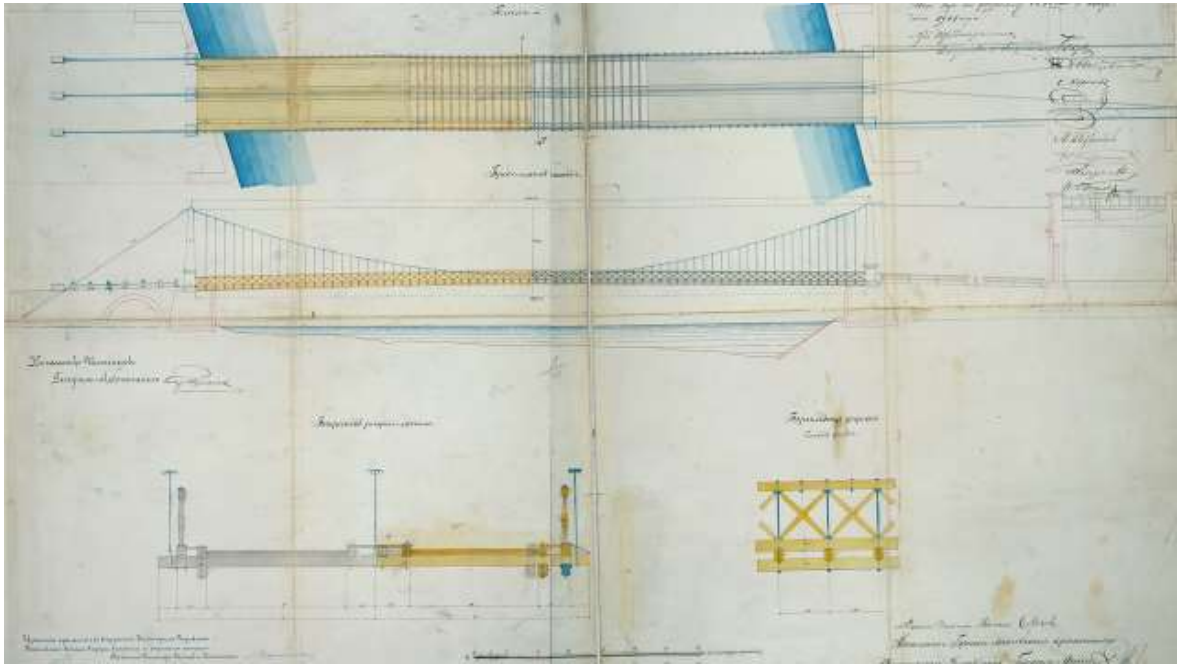
БНТУ

г. Минск, Республика Беларусь



ОБЩИЙ ВИД МЕСТНОСТИ ЗАСТРОЙКИ МЕМОРИАЛЬНОГО  
КОМПЛЕКСА «БРЕСТСКАЯ КРЕПОСТЬ-ГЕРОЙ»







**ВНУТРЕННИЙ ФАСАД ТЕРЕСПОЛЬСКИХ ВОРОТ.  
С НИЗОВОЙ СТОРОНЫ РАСПОЛОЖЕНЫ  
РАЗРУШЕННЫЕ КАЗАРМЫ**





**ВНЕШНИЙ ФАСАД ТЕРЕСПОЛЬСКИХ ВОРОТ.  
ВИД С ПРАВОГО БЕРЕГА Р. ЗАПАДНЫЙ БУГ.**



**ПРОЕКТ ЧУПСП «АРМИГ» И ООО «ЭКОМОСТ».  
МОСТ ВОССОЗДАЕТСЯ ПО СОСТОЯНИЮ НА 1914 ГОД,  
НАБЕРЕЖНАЯ — ПО СОСТОЯНИЮ НА 1939 ГОД,  
ВОРОТА — ПО СОСТОЯНИЮ НА АВГУСТ 1941 ГОДА**





**WINSCHOTEN, НИДЕРЛАНДЫ**



**УЛИЦА TRIPPSTÄDTER  
В ГОРОДЕ KAISERSLAUTERN, ГЕРМАНИЯ**





**ALMERE, НИДЕРЛАНДЫ**  
**ПЕРЕСЕКАЕТ ОЖИВЛЕННУЮ ТРАССУ В ЗАПОВЕДНИКЕ**



**WOLFRATSHAUSEN, ГЕРМАНИЯ**  
**ЧЕРЕЗ РЕКУ LOISACH**





