



**КОНСТАНТИН  
МАСЛАКОВ:**

«ЭКСПЕРТИЗА  
И КОМПЕТЕНЦИИ  
МОСКОВСКИХ  
МЕТРОСТРОИТЕЛЕЙ  
ОСТАНУТСЯ  
ВОСТРЕБОВАНЫ  
ЕЩЕ НА ГОДЫ  
ВПЕРЕД»

**Стр. 12**





акционерное общество

# НЬЮ ГРАУНД

С нами строить легко!

## Строительство

- подземные парковки
- гидротехнические сооружения
- новые территории

- Усиление фундаментов и оснований
- Геомассив
- Выполнение работ на объектах культурного наследия
- Усиление грунтов и оснований на мерзлых грунтах
- Проектирование подземных частей зданий и сооружений

подземный паркинг

ограждение котлованов

стена в грунте

закрепление грунтов

Контакты:  
614081, г. Пермь,  
ул. Кронштадтская, д. 35  
тел.: +7 (342) 236-90-70 (многоканальный)  
+7 (342) 236-90-64  
Office@new-ground.ru  
www.new-ground.ru

Москва (495) 643-78-54  
Ижевск (3412) 56-62-11  
Казань (843) 296-66-61  
Нижний Новгород (831) 410-68-66  
Уфа (917) 378-07-48  
Самара (912) 059-30-83  
Краснодар (861) 240-90-82

Ростов-на-дону (863) 311-36-36  
Крым (978) 939-38-33  
Санкт-Петербург (812) 923-48-15  
Тюмень (3452) 74-49-75  
Екатеринбург (912) 059-30-83  
Красноярск (391) 203-68-20  
Новосибирск (383) 286-12-83



## Журнал «ПОДЗЕМНЫЕ ГОРИЗОНТЫ»

Официальный информационный партнер:

- Комитета по освоению подземного пространства НОСТРОЙ
- Объединения подземных строителей и проектировщиков
- Международной Ассоциации Фундаментостроителей

№33 май/2023

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-57244 от 12.03.2014

Учредитель Регина Фомина

Издатель ООО «Техинформ»

Генеральный директор Полина Богданова

### РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор:

Регина Фомина (info@techinform-press.ru)

Выпускающий редактор:

Сергей Зубарев (sz-fsr@yandex.ru)

Дизайнер, бильд-редактор

Лидия Шундалова (art@techinform-press.ru)

Руководитель отдела подписки

Ирина Вешнякова (dorogipodpisca@mail.ru)

Корректор:

Инна Спиридонова

### ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

В.Н. Александров, Почетный гражданин Санкт-Петербурга

С.Н. Алпатов, генеральный директор Объединения подземных строителей и проектировщиков, президент Российского общества по внедрению бестраншейных технологий

Андреа Беллокко, руководитель проектов компании Rocksoil S.p.A (Италия)

А.И. Брейдбурд, президент МАС ГНБ, генеральный директор ООО «Нефтегазспецстрой»/ГК «ЮНИРУС»

В. А. Гарбер, д.т.н., главный научный сотрудник НИЦ «Тоннели и метрополитены» АО «ЦНИИС»

С.В. Кидяев, первый вице-президент АО «Объединение «ИНГЕОКОМ»

А.П. Ледяев, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Тоннели и метрополитены»

К. Н. Матвеев, председатель правления Общероссийской общественной организации «Тоннельная ассоциация России» (ТАР), первый заместитель генерального директора АО «Мосинжпроект»

М.Е. Рыжевский, к.т.н., президент компании MTR Ltd

В.М. Улицкий, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Основания и фундаменты» ПГУПС Императора Александра I

А.Г. Шашкин, генеральный директор ООО «ПИ «Геореконструкция», доктор геолого-минералогических наук, член президиума РОМГГФ, член Совета по сохранению и развитию территорий исторического центра Санкт-Петербурга, координатор Санкт-Петербургской комиссии по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям

Тел.: (812) 905-94-36, +7-931-256-95-77, +7-921-973-76-44  
office@techinform-press.ru  
www.techinform-press.ru

Установочный тираж 8 тыс. экз. Цена свободная.  
Отпечатано в типографии «Премьюм Пресс», г. Санкт-Петербург,  
ул. Оптиков, д. 4  
www.premium-press.ru

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.  
Сертификаты и лицензии на рекламируемую продукцию  
и услуги обеспечиваются рекламодателем. Любое использование  
опубликованных материалов допускается только с разрешения редакции.

Информационное сотрудничество: Интернет-портал [undergroundexpert.info](http://undergroundexpert.info)

Подписку на журнал можно оформить по телефону

+7 (931) -256-95-77 и на сайте [www.techinform-press.ru](http://www.techinform-press.ru)





www.anker-system.ru  
info@anker-system.ru  
+7 342 200-79-00

MALININ  
GROUP



Стенд G3-3

# АТЛАНТ

## грунтовые анкера

### СОДЕРЖАНИЕ

#### СОБЫТИЯ

- 4 MiningWorld Russia:  
новая техника  
и технологии  
для горной отрасли



СТР. 4-5

- 6 О геологии, геотехнике,  
инженерной защите



СТР. 6-7

#### МЕТРОПОЛИТЕНА

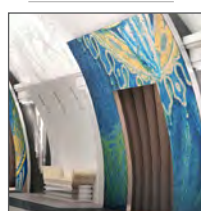
- 8 Замыкая круг
- 12 Константин Маслаков:  
«Экспертиза и компетенции  
московских  
метростроителей  
останутся востребованы  
еще на годы вперед»
- 16 О новой программе  
развития Петербургского  
метрополитена (интервью  
с Д. Ю. Артюховым)



СТР. 8-11



СТР. 12-15



СТР. 16-18

#### ТОННЕЛИ

- 20 Л. В. Маковский,  
В. В. Кравченко.



СТР. 20-23



СТР. 24-27



СТР. 28-29



СТР. 30-31



СТР. 32


Аварийные ситуации  
в строящихся тоннелях,  
вызванные пожарами  
и возгораниями

- 24 В.А. Гарбер. Стоимость  
строительства  
железнодорожного тоннеля  
и пути ее оптимизации

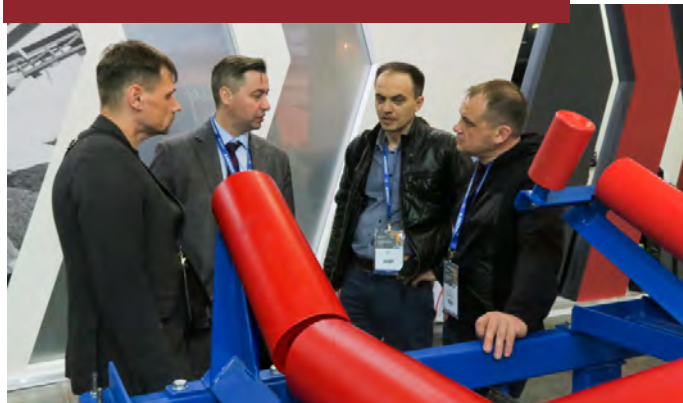
#### ФУНДАМЕНТЫ

- 28 Строитель —  
это особый образ жизни,  
мышления  
и действий  
(интервью  
с В. И. Нестеренко,  
«Мосфундаментстрой-б»)
- 30 Максим Егоренков  
о ноу-хау в технике  
и технологии  
фундаментостроения  
(ООО «СТРОЙМАТИК»)
- 32 О проблемах фундаментов  
на многолетнемерзлых  
грунтах



  
АНКЕРНЫЕ  
СИСТЕМЫ





## MININGWORLD RUSSIA: НОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ГОРНОЙ ОТРАСЛИ

**НАИБОЛЕЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОЙ ПО СОСТАВУ УЧАСТНИКОВ И ПОСЕТИТЕЛЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКОЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИИ УЖЕ ТРАДИЦИОННО ЯВЛЯЕТСЯ MININGWORLD RUSSIA. В 2023 ГОДУ МЕРОПРИЯТИЕ ПРОВОДИЛОСЬ 27-Й РАЗ. ПРИ ЭТОМ 25-27 АПРЕЛЯ В МВЦ «КРОКУС ЭКСПО» ПЛОЩАДКА ДЕЛОВОГО СОБЫТИЯ СОБРАЛА РЕКОРДНОЕ КОЛИЧЕСТВО ПОСЕТИТЕЛЕЙ И КОМПАНИЙ-УЧАСТНИКОВ.**

На сей раз Международная выставка машин и оборудования для добычи, обогащения и транспортировки полезных ископаемых MiningWorld Russia расширила свою экспозицию и заняла не два выставочных зала, как было ранее, а три. Стенды участников заняли площадь в 16 тыс. м<sup>2</sup>.

В целом за три дня мероприятие посетили 8,3 тыс. человек — наполовину больше, чем в 2022 году. Участниками выставки стали 368 компаний — в два раза больше, причем более 100 из них экспонировались здесь впервые. Свое передовое оборудование и современные технологии продемонстрировали представители 17 стран мира.

В частности, была организована специальная экспозиция «Территория тяжелой техники», на которой крупные мировые производители представили действующие и концептуальные образцы горнодобывающего, перерабатывающего и транспортировочного оборудования, экскаваторов, самосвалов и других колесных и гусеничных транспортных средств.

За три выставочных дня состоялись 11 мероприятий деловой программы. С докладами выступили 96 спикеров. Специалисты обсудили актуальные вопросы и задачи горнодобычи, определили тренды и перспективы

развития горной промышленности в России, поделились своим экспертным мнением.

Основой деловой программы MiningWorld Russia стал Форум лидеров горнодобывающей отрасли, в рамках которого, в свою очередь, состоялось несколько мероприятий: главная пленарная дискуссия «Импортозамещение и цифровая трансформация в эпоху рыночных изменений», пленарная сессия «Анализ горнодобывающей отрасли с точки зрения технологической гибкости и готовности к вызовам в эпоху непрогнозируемых рыночных изменений», практическая сессия «Инновационные технологии открытых и подземных горных работ», конференция «Опыт решения кадровых вопросов из первых рук добывающих компаний» и т. д.

В рамках деловой программы первого дня, в частности, на экспертной конференции «Новые методы и технологии для повышения эффективности геологоразведочных работ» обсуждались возможности цифровизации, использование искусственного интеллекта, управление данными и другие новые способы, которые могут увеличить эффективность геологоразведки.

Так, начальник отдела производства ГРП АО «Полиметалл» Ирина Апухтина выступила с докладом на тему

«Управление данными в геологии, что это и зачем?» Экспертом была отмечена тенденция появления новых технологий геологоразведочных работ, обработки и интерпретации информации. При этом для структурированного управления данными Ирина Апухтина предложила обратиться к проверенным методам, таким как Data Governance (DG). Речь идет о совокупности процессов определения наиболее важных данных для использования сотрудниками, присвоение им прав доступа и управления для отлаженной работы бизнес-процесса, а также для защиты от внешних воздействий.

На финальной сессии первого дня Форума лидеров горнодобывающей промышленности «Инновационные технологии открытых и подземных горных работ» эксперты поделились технологиями, которые позволяют повысить эффективность производства.

Так, представители компании Ахепix Виктория Брызгина и Андрей Костенко продемонстрировали проект по телеметрии подземной добычи угля «Автоматизация учета циклов». Это решение может стать ядром расчетной системы, обеспечить единое хранилище и передачу данных в системы технического планирования, производственного учета и т. п. Среди выгод, получаемых от проекта: минимизация ручного ввода данных, автоматизация цикла подготовки данных, высокая точность автоматического расчета.

О геотехническом мониторинге с использованием радарных и лидарных технологий рассказал директор департамента геотехнического мониторинга компании «Эвобласт» Эрик Канаев. Система SSR-Omni позволяет безопасно вести горные работы на обнаруживаемых ею опасных участках, прогнозировать обрушения.

Представитель компании «АЛРОСА» Николай Борисов представил проект бутобоя с компьютерным зрением. Оборудование позволяет работать без оператора, полностью дистанционно. Главная задача — снизить человеческий фактор и повысить безопасность для людей. В апреле 2023 года завершились лабораторные испытания, ожидается начало проверок оборудования на рудниках.

На круглом столе «Энергосбережение. Экология. Безопасность. На пути к технологическому суверенитету», в том числе, с докладом «Пути повышения безопасности работ на угольных шахтах РФ» выступил заведующий лабораторией Института проблем комплексного освоения недр им. Мельникова д. т. н. Сергей Кубрин. Спикер акцентировал внимание на том, что для обеспечения безопасной подземной угледобычи необходимо задействовать весь комплекс соответствующих современных технологий, включающий в себя контроль массива горных пород, контроль рудничной атмосферы, дегазацию выемочного блока, контроль поведения кровли и почвы, контроль выработанного пространства, прогноз метановыделения.

27 апреля в рамках Форума лидеров горнодобывающей отрасли также состоялся круглый стол «MineTech-сессия». Проектные коллективы при вузах рассказали о возможностях инновационных центров в системе высшего образования и представили свои последние разработки. Так, директор Научно-технического центра прикладной электроники МИЭМ НИУ ВШЭ Сергей Нефедов представил доклад на тему «Научные и технологические проблемы создания цифровых систем инженерного обеспечения рационального и безопасного природопользования». Спикер выразил уверенность, что основной вектор развития РФ на ближайшие несколько лет заключается в достижении технологической независимости в ключевых отраслях промышленности, неотъемлемой частью чего являются цифровые и информационные технологии. Исходя из этого, МИЭМ НИУ ВШЭ разрабатывает несколько соответствующих проектов. В их числе видео-диагностика необсаженных скважин, планшет на российском процессоре для маркшейдеров.

Судя по таким разработкам, горнодобывающая отрасль в современных условиях будет развиваться активно и эффективно. А 28-я по счету Международная выставка MiningWorld Russia пройдет 23-25 апреля 2024 года, также в Москве в МВЦ «Крокус Экспо». ■





## О ГЕОЛОГИИ, ГЕОТЕХНИКЕ, ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЕ

Подготовил Игорь ПАВЛОВ

**III МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ, ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИИ «ГЕОИНФО FORUM & EXPO 2023» СОСТОЯЛАСЬ 19-20 АПРЕЛЯ В МОСКВЕ В ОТЕЛЕ «МАРИОТТ НОВЫЙ АРБАТ». ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА МЕРОПРИЯТИЯ ВКЛЮЧАЛА В СЕБЯ БОЛЕЕ 20 КОНФЕРЕНЦИЙ, СЕМИНАРОВ И МАСТЕР-КЛАССОВ, КРУГЛЫХ СТОЛОВ, ПРЕЗЕНТАЦИЙ. ОРГАНИЗАТОРОМ ВЫСТУПИЛ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ «ГЕОИНФО». ОДНИМ ИЗ ПАРТНЕРОВ МЕРОПРИЯТИЯ СТАЛА МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ.**

**В**ыставка позиционируется по своему направлению как крупнейшая отраслевая площадка в России. В экспозиции были представлены производители оборудования для инженерных изысканий и геотехнического проектирования, разработчики программного обеспечения, компании, предоставляющие услуги в области инженерной защиты территории.

«Российские компании сегодня способны предложить

рынку очень качественные материалы и оборудование, особенно для инженерных изысканий и геотехнического мониторинга, — отмечая особенности выставки и ее деловой программы, говорит главный специалист по рекламе и связям с общественностью Международной Ассоциации фундаментостроителей Анастасия Апраксина. — Если раньше более острым был вопрос создания российских IT-продуктов, то сейчас к нему подключились



материалы и техника. Строительная отрасль успешно перестраивается на импортозамещение».

В рамках насыщенной деловой программы состоялись, в частности, конференции «Геотехнические расчеты для сложных объектов. Нюансы работы в конечно-элементных программных комплексах», «Инженерные изыскания для строительства автомобильных дорог, мостов, тоннелей. Возможности и пути снижения инвестиций», «Цифровые технологии в инженерной геологии и экологии», «Изменение климата, зеленая повестка и освоение Арктики: как соблюсти баланс интересов», «Актуальные проблемы инженерно-геологических изысканий и геотехнического мониторинга», «Технический заказчик на этапе предпроектных и строительных работ: организация и сопровождение инженерных изысканий».

Масштабное секционное заседание в двух частях, которое модерировал доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» МИИТа к. т. н. Андрей Зайцев, было посвящено теме «Практика проектирования, строительства и эксплуатации защитных сооружений и других мероприятий от опасных геодинамических процессов (абразионных, эрозионных, карстовых, оползневых, обвальных, селевых, мерзлотных, сейсмических)».

Модерируя конференцию «Цифровые технологии в инженерной геологии и экологии» главный инженер отдела картографирования и ведения ЕГКО ГБУ «Мосгоргеотрест» к. г.-м. н. Роман Жидков, в частности, отметил: «Сфера изысканий очень консервативная, инновации воспринимает настороженно. Тем не менее, в мире уже сейчас есть множество примеров использования нейросетей и других методов машинного обучения в практике геологов. Эти алгоритмы применяются для более точного предсказания свойств грунтов, поиска карстовых воронок на аэрофотоснимках и даже для распознавания

геологических пород по фотографии. С прошлого года и в Мосгоргеотресте идет работа по апробации этих методов для повышения качества создания трехмерной геологической модели».

А на конференции «Актуальные проблемы инженерно-геологических изысканий и геотехнического мониторинга», например, научный сотрудник Института геоэкологии РАН Елизавета Романова рассказала про опыт районирования территории по степени карстовой опасности на примере участка на северо-западе Москвы. Первой причиной, способствующей активизации карстово-суффозионных процессов, были названы усиленные откачки подземных вод из закарстованных известняков в промышленных целях, в результате которых на территории Москвы создавалась большая депрессионная воронка, изменившая весь гидрогеологический режим. Однако на исследуемой территории есть участки, категорию опасности которых можно снизить.

Неоднократно в деловой программе присутствовала тематика, связанная со строящейся трассой Москва — Казань. Так, на конференции «Инженерные изыскания для строительства автомобильных дорог, мостов, тоннелей. Возможности и пути снижения инвестиций» с докладом «Усиление слабых грунтов основания «щебеночными сваями» и выполнение мероприятий противокарстовой защиты, на примере строительства участков автомагистралей М-7 и М-12» выступили представители компании «ГЕОИЗОЛ Проект» — руководитель отдела геотехники Алексей Мелентьев и инженер-конструктор Юлия Акулова. Акцент был сделан на геотехнических методах инъекционного закрепления массивов грунта. Особенность предложенного технического решения заключается в использовании техники, применяемой при струйной цементации (Jet Grouting). Это позволило добиться высокой скорости производства работ. В целом компанией был разработан комплекс противокарстовых мероприятий для защиты полотна автодороги и опор искусственных сооружений (путепроводов и экодучков) на свайном основании.

ГИП ООО «Инженерная геология и геотехника» Александр Гаврилов выступил с докладом «Инженерно-геологические изыскания на М-12: проблемы и пути их решения». Отмечалось, что по маршруту магистрали присутствует широкий спектр условий, опасных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, специфических грунтов и проектируемых сооружений. Докладчик подчеркнул, что в такой ситуации одно из необходимых решений — создание единого портала Госкомпании «Автодор» для изыскательских и проектных работ, который позволит объединить, упростить и ускорить взаимодействие всех участников проекта. ■





## ЗАМЫКАЯ КРУГ

**ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ ГОДА В СФЕРЕ МИРОВОГО МЕТРОСТРОЕНИЯ СОСТОЯЛОСЬ В МОСКВЕ — В СТОЛИЦЕ ПОЛНОСТЬЮ ЗАПУЩЕНА БОЛЬШАЯ КОЛЬЦЕВАЯ ЛИНИЯ (БКЛ). БКЛ ПРОТЯЖЕННОСТЬЮ 70 КМ СТАЛА САМОЙ ДЛИННОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ЛИНИЕЙ МЕТРО В МИРЕ. ЗНАЧЕНИЕ ЭТОГО ПРОЕКТА ПОКА ТРУДНО ОЦЕНИТЬ В ПОЛНОЙ МЕРЕ, НО УЖЕ СЕГОДНЯ ЯСНА РОЛЬ ВТОРОГО КОЛЬЦА КАК ФАКТОРА ТРАНСПОРТНОГО, ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО И ДАЖЕ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ НЕ ТОЛЬКО МОСКВЫ, НО И ВСЕЙ СТОЛИЧНОЙ АГЛОМЕРАЦИИ.**

Запуск «финального» участка БКЛ состоялся 1 марта 2023 года. В церемонии приняли участие глава государства Владимир Путин и мэр Москвы Сергей Собянин. Президент России по просьбе столичного градоначальника поставил свою подпись на схеме московского метрополитена, зафиксировавшей мощнейший рывок последних 12 лет, и дал команду на запуск полноценного — кольцевого — движения.

«Хочу отметить огромную работу, которую московские власти проделали за последние годы, для развития транспортной инфраструктуры. Еще совсем недавно у всех ужас стоял в глазах, когда думали и рассуждали по поводу ситуации с транспортом в огромном городе, таком как Москва, думали: как же решить все нависающие над городом проблемы? Столичные власти напряженно работали, били в эту точку и добились хорошего результата. У Москвы много перспективных планов развития транспортной сферы, и не сомневаюсь нисколько, что все они будут выполнены», — поблагодарил участников проекта БКЛ Владимир Путин.



Напомним, запуск кольца производился в несколько этапов, отдельными участками. В феврале 2018 года открылся участок с пятью станциями: «Петровский парк», «ЦСКА», «Хорошевская», «Шелепиха» и «Деловой центр», при этом две последние стали ответвлением от БКЛ в направлении «Москва-Сити». В декабре того же года

открылась станция «Савеловская». В следующем, 2020 году, пассажиров приняли станции «Лефортово», «Авиамоторная» и «Электрозаводская». Затем, в апреле 2021, запустили еще две станции — «Народное Ополчение» и «Мневники». Но самый массовый запуск состоялся 7 декабря 2021 года — тогда пассажирам представили сразу десять станций: «Терехово», «Кунцевскую», «Давыдково», «Аминьевскую», «Мичуринский проспект», «Проспект Вернадского», «Новаторскую», «Воронцовскую», «Зюзино» и реконструированную «Каховскую». Финальный отрезок, запущенный 1 марта 2023 года, включал в себя еще девять станций: «Марьино», «Рижская», «Сокольники», «Текстильщики», «Печатники», «Нагатинский затон», «Кленовый бульвар», «Каширская» и «Варшавская».

«Сегодня историческое событие не только для метро, но и для всей транспортной системы столицы. Это самый большой и трудный проект за всю историю метростроения. Это новое сердце транспортной системы Москвы, которое объединяет и МЦД, и МЦК, и линии метро в единую транспортную систему и позволяет присоединять новые линии метро, создавая будущие транспортные системы», — резюмировал мэр Москвы Сергей Собянин.

### ГДЕ НАЧАЛО У КОЛЬЦА?

В начале 2010-х гг. Москва стояла на пороге транспортного коллапса — кольцевая планировка города и система транспорта, организованная соответствующим образом, почти полностью выбрали лимит пропускной способности. Именно тогда, после анализа ситуации и оценки перспектив роста мегаполиса, одним из главных векторов градостроительной политики российской столицы стали качественно новые проекты развития транспортной инфраструктуры.

Метрополитену, как одному из наиболее эффективных видов общественного транспорта в условиях плотно застроенного мегаполиса, отводилась главная, решающая роль. На начальном этапе, для того чтобы снять остроту проблемы, в отдаленные районы продлевались действующие линии. Но специалистам уже тогда было очевидно, что бесконечно растить существующие радиусы неэффективно — в конечном итоге они перегружаются и кардинально остроты транспортной проблемы не снимают.

После тщательной проработки различных сценариев развития города и его транспортной системы в 2011 году мэрия представила замысел, ставший впоследствии настоящим мегапроектом столичного метростроения — Большая кольцевая линия (БКЛ) длиной 70 км, с 31 станцией на всем ее протяжении. «Строительство

Большой кольцевой линии — это не просто главный проект метростроения, а по-настоящему революционная идея, реализация которой приведет к существенному улучшению транспортной системы города. Проект БКЛ — следствие сложного, смелого и чрезвычайно ответственного решения столичного руководства», — считает главный инженер Института Генплана Москвы Михаил Крестмейн.

### ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ВЫЗОВ

Большая кольцевая линия метро стала не только трудовым подвигом строителей, но и сложнейшей инженерной задачей. Прокладывать маршрут нового кольца приходилось по «живой» территории города, в условиях плотной застройки мегаполиса и нестабильных грунтов. Все это потребовало поиска новых и нестандартных решений, а также применения передовых технологий.



«Перед запуском программы, разумеется, мы проанализировали все возможные сценарии и лучшие мировые практики. Все они потребовали серьезной адаптации и доработки в московских условиях, это касается и гидрогеологии, и эксплуатационных особенностей, и нормативного регулирования. Тем не менее, нашим специалистам удалось выработать оптимальные технологические решения, которые позволили обеспечить масштабное строительство в сжатые сроки», — объясняет генеральный директор компании «Мосинжпроект» Юрий Кравцов.

Как пояснил руководитель компании «МИПСТРОЙ 1» (ГК «Мосинжпроект») Константин Маслаков (подробнее о технологиях столичного метростроения читайте в публикуемом далее интервью с ним), в ходе реализации проекта был оптимизирован ряд технологических решений, что позволило значительно оптимизировать сроки строительства, обеспечив в то же время надежность



и качество самой протяженной подземной кольцевой линии. Одним из наиболее важных технологических новшеств стало строительство двухпутных тоннелей вместо традиционных однопутных. «Для проведения тоннелепроходческих работ на нескольких участках были задействованы мощнейшие 10-метровые щиты-гиганты. Такие комплексы позволяют проходить двухпутные тоннели, в которых располагаются пути встречных направлений. Использование «десяток» на 20% сокращает период проведения проходческих работ», — пояснил Константин Маслаков.

Еще одним важным технологическим решением стал переход к строительству преимущественно станций мелкого заложения, когда такие станционные комплексы строятся на глубине, не превышающей 30 м от поверхности. Возведение станций ведется в открытых котлованах, что позволяет значительно сократить сроки реализации проекта, хотя и требует большей перекладки коммуникаций.

## ВЫСОКОЕ ИСКУССТВО

Столичные власти, запуская проект строительства Большой кольцевой линии, сразу декларировали преимущество высокому стилю оформления станций, столь характерному в предыдущие периоды метростроения. Безусловно, не было задачи следовать канонам классической архитектуры или подражать дизайну станций действующей Кольцевой линии. Однако главный архитектор Москвы Сергей Кузнецов отметил важность поиска новых, по-настоящему оригинальных и сильных идей. Для этого в мэрии приняли решение возобновить былую практику проведения архитектурных конкурсов. «Москва активно поддерживает конкурсную практику, которая позволяет сформировать профессиональную конкуренцию и общественную дискуссию и создает почву для появления ценных идей», — убежден Сергей Кузнецов. В результате в рамках открытых международных

архитектурных конкурсов выбран дизайн шести станций Большой кольцевой линии: «Мневники», «Терехово», «Марьино Роща», «Рижская», «Нагатинский Затон» и «Кленовый бульвар».

## НАКОПИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ

В полной мере оценить, как запуск БКЛ изменит поведение пассажиров, пользующихся метро, можно будет через год-два, когда новая ветка полноценно ассоциируется в их сознании с привычной, старой Кольцевой линией. Однако уже сегодня Большое кольцо пользуется популярностью как у москвичей, так и гостей столицы: пассажиропоток БКЛ в рабочий день составляет более 1 млн пассажиров, а к концу года прогнозируется его увеличение примерно на 30%. По оценкам экспертов, к 2025-2027 гг. по Большому кольцу в рабочие дни недели будет передвигаться более 2 млн пассажиров.

Более того, с запуском БКЛ первая Кольцевая линия метро разгрузилась в среднем на 23%, Таганско-Краснопресненская линия — на 8%, Люблинско-Дмитровская — на 12%, МЦК — до 16%. Эксперты отмечают, что по некоторым поездкам время в пути в сравнении с прежними привычными маршрутами для 30-40% пассажиров сократилось вдвое. Помимо этого, за счет отказа москвичей от поездок на личном автотранспорте в пользу общественного снижается в среднем до 15% нагрузка на Третье транспортное кольцо (ТТК) и вылетные магистрали.

По мнению урбанистов, главным достоинством новой линии является ее маршрут, который проходит в центральной части города — это улучшает доступ к центрам культурной, спортивной и научной жизни. Так, для москвичей и гостей столицы стали более доступными около 40 парков и прогулочных зон, 15 различных стадионов, дворцов спорта, бассейнов и физкультурных комплексов, свыше 30 музеев, театров, выставочных и концертных залов, галерей и около 20 учебных корпусов и общежитий различных университетов и академий.

## ДРАЙВЕР ЭКОНОМИКИ

Строительство транспортной инфраструктуры всегда служило и будет служить мощным драйвером развития территорий: с одной стороны, такие районы привлекают потенциальных жителей благодаря своей транспортной доступности, с другой — это конкурентное преимущество, служащее стимулом для дополнительных инвестиций.

«В целом, на каждый вложенный в инфраструктуру рубль мы получаем три рубля частных инвестиций. Это и новые рабочие места, и налоги в бюджет, и комплексное

развитие территорий — все то, чем сегодня живет мегаполис. В случае БКЛ эффект оказывается гораздо значительнее: на каждый рубль, вложенный в строительство, город получит 6,7 рубля дополнительных инвестиций и 4,4 рубля дополнительных доходов бюджета», — поясняет заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Андрей Бочкарев.

Отличительной особенностью станций БКЛ является то, что они располагаются в существующей городской застройке. Казалось бы, с одной стороны, для нового девелопмента здесь меньше свободы, однако во многом именно транспортный потенциал Большого кольца позволил столичной мэрии запустить программу реновации пятиэтажек.

Стоит отметить еще одну «сюжетную линию» этого мегапроекта: важными точками роста и развития должны стать транспортно-пересадочные узлы (ТПУ). Всего на новом кольце уже построены или будут размещены 22 хаба. Крупнейший в Европе — транспортно-пересадочный узел на станции «Нижегородская» на востоке российской столицы. Крупные ТПУ появятся также на станциях «Деловой центр», «Кунцевская» и «Рижская». Причем в последнем соединятся две линии метро — БКЛ и Калужско-Рижская, три центральных диаметра — Курско-Рижский, Ленинградско-Казанский и Киевско-Горьковский, а также вокзальный комплекс железнодорожной магистрали Москва — Санкт-Петербург.

Что касается последующей застройки, всего, по расчетам столичных властей, на территориях около БКЛ и вдоль нее можно будет построить более 20 млн «квадратов» недвижимости различного назначения. Сейчас уже утверждены проекты планировки территорий и оформлены градостроительные планы земельных участков общей площадью около 1,9 тыс. га с потенциалом строительства порядка 17 млн м<sup>2</sup> различной недвижимости. Кроме того, на заседаниях Градостроительно-земельной комиссии города предварительно одобрено развитие еще 426 га, на которых может появиться около 4 млн новых квадратных метров.

## ЗАДЕЛ НА БУДУЩЕ

В этом мегапроекте показательно, что Большая кольцевая линия создает техническую и проектную перспективу развития всей системы столичного метрополитена на годы и даже на десятилетия вперед, определяет перспективу дальнейшего формирования единой городской транспортной системы. Более того, БКЛ может стать импульсом, позволяющим в будущем реализовывать самые смелые градостроительные проекты. Непосредственно в увязке с новым кольцом эксперты-транс-



портники могут проектировать как дополнительные участки на действующих линиях, так и новые радиусы. По мнению специалистов, именно благодаря БКЛ перспективные линии будут наиболее эффективно интегрированы в общегородскую транспортную систему.

В подтверждение этой мысли можно привести пример Рублево-Архангельской линии длиной свыше 12,6 км с шестью станциями на ней. Она пройдет от международного делового центра «Москва-Сити» за МКАД в Рублево-Архангельское, где возводится крупный район с жилой и деловой застройкой.

Другим подобным проектом станет Бирюлевская линия, которая протянется от станции «ЗИЛ» в районы Бирюлево-Восточное и Бирюлево-Западное. Новый радиус призван улучшить транспортное обслуживание юга и юго-востока Москвы, включая новые кварталы, строящиеся в рамках программы реновации.

Еще одним суперпроектом должна стать Троицкая линия протяженностью почти 40 км, ее маршрут пройдет от станции МЦК «ЗИЛ» до города Троицка. Благодаря ей дополнительную линию метро получают Южный, Западный и Юго-Западный административные округа Москвы, а также Новая Москва.

«Огромные ресурсы Москвы, воля и трудолюбие москвичей являются гарантией того, что развитие города будет продолжаться, — уверен мэр Москвы Сергей Собянин. — И, в первую очередь, это касается важнейшей программы строительства новых линий и станций метро. По нашим оценкам, с 2013 по 2030 год в зоне притяжения только БКЛ будет создана 391 тыс. новых рабочих мест. Инвестиции в строительство новых офисных и торговых центров, объектов социальной сферы и спорта, а также жилья составят порядка 5,2 трлн рублей, дополнительные доходы городского бюджета до 2035 года — 3,4 трлн рублей. Сложно представить себе более рентабельный проект».





# КОНСТАНТИН МАСЛАКОВ:

«ЭКСПЕРТИЗА И  
КОМПЕТЕНЦИИ  
МОСКОВСКИХ  
МЕТРОСТРОИТЕЛЕЙ  
ОСТАНУТСЯ  
ВОСТРЕБОВАНЫ ЕЩЕ  
НА ГОДЫ ВПЕРЕД»



Беседал Игорь ПАВЛОВ.

Благодарим за помощь в подготовке интервью пресс-службу компании «МИПСТРОЙ 1»

**АМБИЦИОЗНАЯ ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРО — СИМВОЛОМ КОТОРОЙ ЯВЛЯЕТСЯ НЕДАВНО ЗАПУЩЕННАЯ БОЛЬШАЯ КОЛЬЦЕВАЯ ЛИНИЯ — СТАЛА ВОЗМОЖНА ЗА СЧЕТ КОЛОССАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ. СЕГОДНЯ УСПЕШНО РЕАЛИЗОВАННЫЙ ОПЫТ РОССИЙСКОЙ СТОЛИЦЫ ДЕЛАЕТ ВОЗМОЖНЫМ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЕКТОВ В ДРУГИХ ГОРОДАХ СТРАНЫ.**

**УСПЕХ СТОЛИЧНОЙ ПРОГРАММЫ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, А ТАКЖЕ БУДУЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ МЕТРОСТРОЕНИЯ МЫ ОБСУДИЛИ С ЭКСПЕРТОМ ТОННЕЛЬНОЙ АССОЦИАЦИИ РОССИИ, ГЕНЕРАЛЬНЫМ ДИРЕКТОРОМ КОМПАНИИ «МИПСТРОЙ 1» КОНСТАТИНОМ МАСЛАКОВЫМ.**

— Константин Владимирович, запущенная мэром Москвы программа по расширению сети метро бьет все рекорды — за 12 лет введены в эксплуатацию 109 новых станций метрополитена и МЦК и 223 км линий. Построено и открылось самое протяженное в мире метрокольцо. При этом при запуске программы многие откровенно сомневались в возможности ее реализации...

— Безусловно, с 2011 года проделана масштабная работа по модернизации транспортной системы Москвы — сеть метрополитена выросла в рекордные 1,5 раза. Новые линии связали отдаленные районы, почти 90% жителей получили городской внеуличный транспорт в шаговой доступности. Высокие темпы и масштабы стро-

ительства новой инфраструктуры стали ответом на вызовы, с которыми российская столица столкнулась в начале 2010-х. В тот период существующая транспортная система перестала отвечать потребностям быстро растущего мегаполиса. Высокая плотность населения (11 млн жителей — из них 8 млн. ежедневно пользовались московской подземкой), радиально-кольцевая планировка и отсутствие альтернативных маршрутов привели к настоящему кризису — допустимая провозная способность транспортной системы столицы была превышена на 30%.

Кроме того, уровень обеспеченности города метрополитеном оставался слишком низким. Если обратиться к истории, в постсоветский период строительство метро

в Москве резко затормозилось. На фоне сложившейся общей экономической ситуации в стране Московский метрополитен столкнулся с острым кризисом финансирования. Активных работ по расширению метро не велось, лишь завершались проекты, запущенные еще во времена СССР — продлевалась Серпуховско-Тимирязевская линия и строилось запроектированное в 80-х гг. Люблинское направление. В период 90-х по начало 2000-х в среднем открывалось по одной станции в год, при этом три года были вообще без пусковых объектов (прим.: 1993, 1997, 1998 гг.) Исключением стал лишь 1995 год, когда запустили первый участок Люблинской линии с шестью станциями.

В 2000-е гг. темпы строительства метро в столице упали до уровня 1950-х: протяженность новых линий составила 37 км, в то время как в 1960-1990-е гг. сеть метро в среднем увеличивалась на 40-50 км в десятилетие. Низкие темпы и объемы метростроения диссонировали со стремительным развитием города, ростом экономически активного населения. В этот период пассажиропоток метрополитена резко увеличился — строительство новых жилых районов на окраинах города приводило к наплыву пассажиров на конечные станции метро и местами к их катастрофической перегрузке. В результате резко возросла необходимость строительства новых станций и продления линий подземки в спальных районах столицы. Ситуацию усугублял рост маятниковой миграции — перемещение по городу было невозможно без заезда в центр. Стало совершенно очевидно, что метро не успевает за динамикой развития столицы.

Чтобы избежать транспортного коллапса, который мог парализовать город в любой момент, мэр Москвы меняет всю транспортную политику, запуская сразу несколько крупнейших проектов, в том числе — новую программу по развитию метро, Московского центрального кольца и Московских центральных диаметров. С этого периода в российской столице разворачиваются масштабные строительные работы, предполагающие ввод в эксплуатацию более 160 км линий метро и не менее 80 станций, продление существующих веток и строительство совершенно новых радиусов. Заданные темпы были равны темпам развития системы метро в Китае. Неудивительно, что на старте эта мегапрограмма могла показаться нереалистичной и фантастической, а у некоторых вызывала открытый скептицизм.

Для ее реализации требовались три основных фактора, три ключевых составляющих успеха. Первое — концентрация человеческих ресурсов — усиленное ядро рабочих специальностей, большое количество инженеров, проектировщиков, высококвалифицированных специалистов. Второе — технологические ресурсы: разработка

и применение современных технологий, наращивание технических мощностей. И третье — интеллектуальные или управленческие ресурсы, чтобы всю эту масштабную работу эффективно увязать и организовать. Требовался единый оператор программы, который и был впоследствии создан на базе старейшего института «Мосинжпроект», и, без ложной скромности отмечу, успешно справился с возложенными на него задачами.

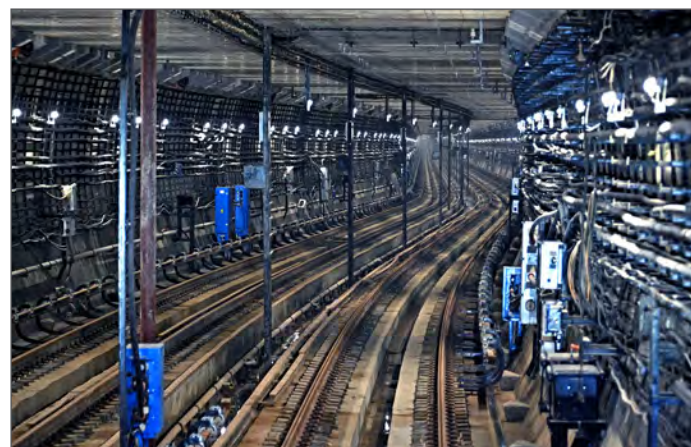
## — Какова специфика строительства метро в Москве?

— Метростроение в Москве осложнено сочетанием сразу нескольких факторов. Во-первых, Московский регион — один из самых сложных с точки зрения гидрогеологии. Во-вторых, плотная застройка на поверхности, которую необходимо учитывать при разработке трассировки будущих линий. Вместе с этим сложнейшие переплетения инженерных систем и коммуникаций под землей, требующих индивидуального подхода при посадке новых станций — их, как минимум, необходимо перенести (что экономически и технологически затратно) из пятна застройки или обходить. В-третьих, по маршруту проходческого щита идет постоянное наложение и чередование различных неоднородных пород, карстовых пустот, пльвунов.

Конечно, со всеми этими сложностями отечественные метростроители уже давно и успешно справляются. И мы, вооружившись многолетними знаниями и опытом, используем широкий спектр современных технологий. Например, при проходке в водоносном слое применяется метод искусственного замораживания грунтов, что позволяет создать ледогрунтовой массив с большой механической прочностью и полностью водонепроницаемый. Для преодоления участков с туглопластичными глинами используются специальные пенно-полимерные составы, которые за счет своих свойств и использования большого количества воды (порядка 50 «кубов» на проходку одного кольца), способствуют разрыхлению глины и приданию большей пластичности разрабатываемой породе. Для укрепления грунта в забое и исключения попадания грунтовых вод в подземную выработку и котлован используется устройство противотрационной завесы по технологии струйной цементации грунтов. Такая технология особенно эффективна при работе в неустойчивых водонасыщенных грунтах.

Как уже отметил, в Москве сложная гидрогеология — нестабильные обводненные грунты. Особенно остро это ощущалось при строительстве БКЛ — линия семь раз пересекает крупные водные преграды, участки трассы в том числе проходят в акватории Москвы-реки. Общая протяженность подводных тоннелей на БКЛ в однопутном исчислении составляет 1,7 км. На некоторых





участках, например западном, расстояние между щитом ТПКМ и дном реки составляло всего 9 м. Нам приходилось обеспечивать дополнительную гидроизоляцию тоннелей, а при устройстве котлованов в буквальном смысле откачивать воду и осушать грунты с помощью специальных водопонизительных систем.

**— На строительстве метро в Москве применены механизированные щиты-гиганты. Как вы оцениваете их эффективность?**

— При запуске программы на строительстве метро было задействовано всего четыре тоннелепроходческих щита диаметром 6 м, что, безусловно, было недостаточным. Чтобы обеспечить масштабное строительство в сжатые сроки и увеличить скорость щитовой проходки, на определенном этапе возникла инженерная идея обратиться к европейскому опыту, где на тот период широко использовались щиты большого диаметра, а в построенных тоннелях располагаются сразу два пути встречных направлений.

В процессе применения технологии в московских условиях были выявлены существенные особенности, связанные с гидрогеологией и спецификой эксплуатации (например, расположение токоприемников). Технологию доработали, адаптировали, и уже первый опыт использования щита-гиганта убедил в ее эффективности. Применение «десятки» позволяет значительно повысить эффективность проходческих работ и обеспечить комплексную механизацию процессов при строительстве тоннелей. А размещение двух путей в одном тоннеле способствует значительной оптимизации временных затрат на строительство — примерно на 20%. Ведь проходка одного двухпутного тоннеля почти в два раза быстрее, чем возведение пары однопутных. Помимо прочего, нет необходимости в строительстве перекрестных съездов, переходов между тоннелями и эвакуационных сбоек. Кроме того, данная технология

особенно эффективна при работе на участках, где есть определенные ограничения по размещению площадок для устройства вентиляционных шахт и притоннельных сооружений, что особенно важно в стесненных условиях застроенного мегаполиса. Я уже не говорю о значительной экономии человеческих ресурсов — для обеспечения работы одного щита-гиганта требуется гораздо меньше обслуживающего персонала, чем для двух «шестерок».

**— Современное метро продолжает традиции советской школы. При этом динамично развивается и идет в ногу со временем. Что такое современная станция метро сегодня?**

— Параллельно строительству идет постоянная модернизация технического оснащения и обновление уровня комфорта самого метро. Сегодня новые станции оснащены самими современными системами и оборудованием. Например, быструю и безопасную перевозку пассажиров обеспечивают эскалаторы нового поколения. Их отличает более плавный ход и экономный расход электроэнергии. Подъем пассажиров на поверхность сегодня занимает гораздо меньше времени — если раньше перевозку обеспечивали две-три линии эскалаторов, то сегодня их гораздо больше. К примеру, на Большом кольце установлено 252 подъемника, то есть на каждой станции в среднем функционируют восемь подъемных механизмов. Ну, и не стоит забывать, что новые станции строятся ближе к поверхности, что также сказывается на экономии времени при подъеме.

Нужно сказать, что станционные комплексы также оборудованы специальными подъемниками и лифтами для маломобильных пассажиров, пандусами, современными информационными дисплеями, световой напольной сигнализацией. С каждым годом метро становится удобнее для всех групп населения — создается комфортная безбарьерная среда.

Кроме того, на протяжении нескольких лет в Москве реализуется масштабная программа обновления подвижного состава метро. Сегодня на линиях курсируют современные поезда российского производства — они считаются одними из самых комфортных в мире. С момента запуска программы выпущено уже три инновационные модели электропоездов. Новые составы соответствуют высоким требованиям московского транспорта для обеспечения комфортных и безопасных поездок: у них максимально широкие двери и переходы между вагонами, установлены информационные дисплеи, USB-разъемы. Такие поезда позволяют поддерживать привычные для московского метро короткие интервалы движения, особенно в часы пик. Кроме того, в вагонах «Москва-2020» установлены система обеззараживания воздуха и система раннего обнаружения дыма, позволяющая автоматически снять напряжение с вагона и локализовать место задымления.

Думаю, многие пассажиры отметили, что поездки в метро стали гораздо тише. Это стало возможным за счет применения виброгасящей технологии LVT-шпал — они поглощают колебания от движения поездов, а также ослабляют силу удара колеса и степень отдачи рельса, поэтому поезд следует более плавно и с гораздо меньшим шумом.

Модернизация также коснулась архитектуры и художественного оформления станций. Современное метро остается верным советским традициям оригинального исполнения — каждая станция получает свой неповторимый облик и узнаваемый стиль. Для разработки дизайна будущих «подземных дворцов» приглашаются лучшие российские и мировые архитекторы, проводятся международные конкурсы. При этом широко используются прогрессивные технологии, принципиально новые материалы и подходы в работе. Например, еще на стадии проектирования применяются принципы параметрической архитектуры. Это своего рода архитектурная математика, позволяющая вместо классических геометрических фигур использовать динамические элементы, основанные на математических преобразованиях. Например, с помощью параметрических компьютерных программ 3D-моделирования создана сложная волнообразная потолочная система на станции «Воронцовская» — она позволила увязать между собой более 6 тыс. цилиндрических элементов, размещенных на девяти разных уровнях. Архитектура всегда следовала за технологиями.

Один из главных принципов оформления метро — его функциональность. Чтобы реализовать такой принцип, но при этом придать художественную выразительность будущей станции, часто применяются нестандартные от-

делочные материалы. Например, при оформлении станции «Терехово» использован стеклофибробетон, благодаря которому создано пространство, полное света и воздуха. Аналогов этого инновационного материала при проектировании станций метро на сегодня в мире нет. Также впервые в истории столичной подземки применен искусственный камень — кварцевый агломерат. Он отличается особой прочностью и при этом позволяет использовать цвета, которые невозможно найти в природе.

**— За последние годы на строительстве метро в Москве были сконцентрированы многочисленные человеческие ресурсы. Реализация программы дала существенный импульс развитию образовательной системы, особенно профессиональному образованию — открывались профильные кафедры, колледжи, привлекались рабочие различных строительных специальностей. Как, на ваш взгляд, будет развиваться карьера молодых специалистов и их уже опытных коллег сегодня?**

— Строительство всегда являлось важнейшей отраслью для Москвы. Оно имеет колоссальное значение для успешного и динамичного развития города. Ежегодно в столице строятся и вводятся в эксплуатацию масштабные инфраструктурные объекты, реализуются градостроительные программы. Утвержденная сегодня Правительством Москвы адресно-инвестиционная программа по-прежнему гарантирует высокие темпы строительства метро.

Сейчас активно ведутся работы по продлению Солнцевской, Сокольнической и Люблинско-Дмитровской линий. Скоро на карте столичной подземки появятся Троицкая и Рублево-Архангельская ветки. В общей сложности в ближайшие годы будет построено еще 30 новых станций метро. Кроме этого, градостроители закладывают возможности для новых транспортных коридоров на ближайшие десятилетия и связывают их с расширением метросети в Новой Москве и развитием МЦД. Дополнительной возможностью привлечения кадрового состава становятся программы транспортного развития в регионах. Например, в Нижнем Новгороде продлеваются существующие линии метро. Интегрированные системы городского легкорельсового транспорта собираются строить в Челябинске и Красноярске.

Безусловно, за годы реализации программы мы накопили мощные технологические и интеллектуальные ресурсы. Они, как никогда, продолжают быть востребованными. Ведь для реализации долгосрочных программ развития требуется не одно поколение квалифицированных специалистов, а это значит, что их знания и опыт будут необходимы на долгие годы вперед. ■



# О НОВОЙ ПРОГРАММЕ РАЗВИТИЯ ПЕТЕРБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Беседовала Лариса ДУБРОВСКАЯ  
(портал «Подземный эксперт»)

О ВОЗМОЖНОСТЯХ РАЗВИТИЯ ПЕТЕРБУРГСКОЙ ПОДЗЕМКИ РАССКАЗАЛ ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА ПОДГОТОВКИ ПРОГРАММЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА ДО 2045 ГОДА НА ОСНОВЕ ПРИОРИТЕТНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ МЕТРОПОЛИТЕНА ОАО «НИПИИ ЛЕНМЕТРОГИПРОТРАНС» ДМИТРИЙ АРТЮХОВ.

— Дмитрий Юрьевич, когда будет представлен финальный вариант схемы развития метрополитена Санкт-Петербурга?

— Программа развития метрополитена Санкт-Петербурга неоднократно корректировалась, и сейчас мы приближаемся к созданию единой базовой схемы, которая станет основой для всех дальнейших действий. На сегодняшний день работу над ней согласно контракту мы завершили и передали ее в Комитет по развитию транспортной инфраструктуры (КРТИ). Эта программа, на наш взгляд, достаточно объективна и связана с реальными объектами, по которым осуществляется проектирование и строительство. Документ согласован с профильными комитетами, с Центром транспортного строительства и ГУП «Петербургский метрополитен». Сейчас, насколько нам известно, КРТИ согласовывают ее с АО «Метрострой Северной столицы». В дальнейшем документ будет направлен в Правительство Санкт-Петербурга.

— Какие объекты отмечены в схеме как первоочередные?

— Участок «Яхтенная» — «Зоопарк» продолжения Невско-Василеостровской линии, который планировался еще 7 лет назад, наиболее близок к стадии строительства. Проектирование завершено, осталось пройти согласование в Главгосэкспертизе и приступить к выполнению строительных работ. Подготовительный этап уже получил положительное заключение, и в настоящее время Метростроем Северной столицы объявлен открытый конкурс на разработку рабочей документации. В ближайшее время должен начаться монтаж щита.

По Красносельско-Калининской линии проводилось проектирование, сейчас документация находится на корректировке, проходит экспертизу. Речь идет об участке от станции «Казаковская» до «Кировского завода», который планируется к открытию в 2024 году.



Архитектурное решение станции  
«Театральная» Петербургского метрополитена

В дальнейшем ожидается продление линии от «Путиловской» до «Обводного канала», а также сооружение участка Лахтинско-Правобережной линии до станции «Кудрово» и строительство электродепо. По этим объектам проектные работы должны начаться в первую очередь. Безусловно, через пять лет программу надо будет корректировать исходя из того, как идет строительство.

— Есть ли планы по строительству кольцевой линии, новых веток за границы Ленобласти?

— Возможно, что все это будет позже. В данный момент мы говорим о Красносельско-Калининской линии до «Обводного канала» и ее южном продолжении до Сосновой поляны, которое разрабатывает московский институт «Метрогипротранс». Можно попробовать добавить в список участок ККЛ от «Обводного канала» до «Суворовского проспекта». Также будут реализованы планы по строительству участка Лахтинско-Правобережной ветки до станции «Кудрово» и от «Горного института» до «Морского фасада» на север. В настоящий момент необходимо скорректировать ранее разработанную документацию, которая потеряла свою актуальность.

— Внедрение новых технологий актуально для петербургского метростроения?

— Сейчас более-менее становится понятна ситуация с финансированием, что денег не так уж много и использовать их нужно рационально. А для этого нужно менять технологии строительства, повышать уровень



Архитектурное решение станции  
«Театральная» Петербургского метрополитена

механизации, потому что тоннели мелкого заложения большого диаметра не везде можно строить. При этом подобные предложения должны быть адресованы заинтересованным лицам. То есть государственный заказчик должен заказать технико-экономическое обоснование проекта, сравнить возможные варианты. Если говорить о технологии, то неплохо было бы рассмотреть возможность строительства тоннелей диаметром 10,3 и 15 м на глубоком заложении, включая разработку станционных комплексов для них, дать технико-экономическое обоснование. Мы начинали эту работу внутри института, но за его стены она так и не пошла. В идеале ТЭО для строительства тоннелей большого диаметра нужно разработать и отправить на согласование в Главгосэкспертизу, то есть получить железное обоснование того, что данная технология имеет право на жизнь и может использоваться.

— Будут ли на станциях метро предусмотрены помещения общественного пользования?

— Новые требования по наличию санузлов, комнат матери и ребенка на станциях должны быть включены либо в нормативную документацию (Свод правил), либо в требования заказчика. Если рассматривать Тоннельную ассоциацию Северо-Запада как экспертную площадку, которая может давать рекомендации заказчику, то как раз с этого вопроса можно было бы начать. В мелком заложении предусмотреть общественные помещения не проблематично, там для них места достаточно, а вот с глубоким заложением сложнее — но тоже возможно.





Строительство Лахтинско-Правобережной линии



Двухпутный тоннелепроходческий щит на строительстве станции «Южная» Фрунзенского радиуса.

— Что мешает увеличить объемы проектирования и строительства метрополитена, хотя бы немного приблизить их к столичным?

— Для развития метро нужна политическая воля. В Москве она есть, и все строится! Метро — это сложнейшее инженерное сооружение, тем более подземное. В метростроении есть нюансы, которых нет в дорожном строительстве. Линию метро нельзя так просто взять и перепроектировать, как это было с Красносельско-Калининской веткой, проектирование которой идет с 2014 года. Есть вопросы, которые нужно решать быстро, и прежде всего это касается проектов планировки территорий (ППТ), из-за которых зависло множество проектов. Если ППТ в принципе могут разрабатываться за полгода, то некоторые «зависли» на несколько лет, и это недоработка службы заказчика. Прежде всего, речь идет о Красносельско-Калининской и Лахтинско-Правобережной линиях. За годы ожидания обновилась правила проектирования (ПП) и появились требования необходимости ППТ. В какой-то период времени их исключали, а с 2016 году снова появилось требование включать ППТ в проектную документацию. За это время изменились нормативы, данные устарели. Необходимо заново бурить скважины, делать изыскания, включая обследования окружающей застройки. Дело не в технологии и стоимости строительства, а в общей организации рабочего процесса.

— На ваш взгляд, сколько станций нужно петербуржцам для комфортного проживания?

— Конкретных цифр нет. Подчеркну только, что в столице открывается по 15-20 станций ежегодно, но москвичи считают это недостаточным для быстро растущего го-

рода. Санкт-Петербург очень сильно отстает. Наша программа развития метрополитена до 2045 года позволяет только лишь отчасти нагнать отставание. А ведь нам надо выходить на опережение, планировать линии до того, как районы начинают застраиваться. В советское время так делалось, и сегодня построенные «в чистом поле» станции «Гражданский проспект», «Академическая» и «Девяткино» являются центрами крупных жилых массивов. Так что во многом расширение системы метро обеспечивает развитие городских территорий.

— В чем сейчас заключается роль профессионального сообщества и, прежде всего, Тоннельной ассоциации Северо-Запада в развитии Петербургского метрополитена?

— Важно, чтобы городская администрация и, прежде всего, служба заказчика видели в ассоциации экспертную организацию, компетентную разрабатывать и предлагать новые идеи по развитию метрополитена и городского подземного пространства в целом. Некую объединяющую структуру, которой ранее был городской штаб по перспективному развитию метрополитена в Санкт-Петербурге. Нужно подчеркнуть, что целесообразность внедрения того или иного проектного решения или технологии строительства может подтвердить или опровергнуть технико-экономическое обоснование. Институт не является бюджетной организацией, и не может выполнять эту работу без запроса от службы заказчика. Опыт Москвы и других мегаполисов свидетельствует о том, что конструктивный диалог профессионального сообщества и органов государственной власти является основой эффективного развития подземной транспортной инфраструктуры. ■

# «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ»

В РАМКАХ ВЫСТАВКИ CTT EXPO 2023

24-25  
МАЯ 2023



МОСКВА  
МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»  
ОТЕЛЬ «АКВАРИУМ»

Организатор конференции



INTERNATIONAL ASSOCIATION OF FOUNDATION CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Генеральный спонсор конференции



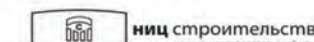
Спонсоры конференции



MALININ GROUP

Fastcon

Официальная поддержка



Генеральные информационные партнеры





# АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ В СТРОЯЩИХСЯ ТОННЕЛЯХ, ВЫЗВАННЫЕ ПОЖАРАМИ И ВОЗГОРАНИЯМИ

Л. В. МАКОВСКИЙ, к. т. н., профессор;  
В. В. КРАВЧЕНКО, к. т. н., доцент  
(МАДИ, кафедра «Мосты, тоннели и строительные конструкции»)

**РАССМАТРИВАЮТСЯ АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ В СТРОЯЩИХСЯ ТОННЕЛЯХ, ВЫЗВАННЫЕ ПОЖАРАМИ И ВОЗГОРАНИЯМИ. АНАЛИЗИРУЮТСЯ ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ПОСЛЕДСТВИЯ, А ТАКЖЕ МЕТОДЫ ИХ ЛИКВИДАЦИИ. ПРИВЕДЕНЫ ПРИМЕРЫ ИЗ ПРАКТИКИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ТОННЕЛЕСТРОЕНИЯ. ИЗЛОЖЕНЫ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕРЫ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ПОЖАРОВ И ВОЗГОРАНИЙ. УКАЗАНО НА НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ И СОЗДАНИЯ НОВЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ МЕРЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙ, А В СЛУЧАЕ ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ — ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ.**

При строительстве тоннелей различного назначения возникают аварийные ситуации, связанные с обрушениями породы в забое, деформациями и разрушениями элементов временной и постоянной крепи, внезапными выбросами вредных газов, затоплениями, пожарами и возгораниями (рис. 1) [1, 2].

Несмотря на значительный прогресс в тоннелестроительной отрасли, не существует абсолютно безопасных способов строительства, а также средств прогнозирования возможных аварий, вызванных как техногенными, так и природными факторами.

Одной из наиболее опасных аварий являются возгорания и пожары, вызванные разливом мазута, бен-

зина и дизельного топлива, предназначенного для находящихся в строящихся тоннелях машин и другого оборудования. Возникновение этих чрезвычайных ситуаций может быть также связано с неисправностью электрооборудования, машин и механизмов, нарушениями правил противопожарной безопасности.

Большинство пожаров и возгораний приходится на строящиеся закрытыми способами тоннели метрополитена, а также на горные транспортные тоннели.

Далее приводится краткий анализ аварийных ситуаций, вызванных пожарами при строительстве тоннелей различного назначения в нашей стране и за рубежом.



Рис. 1. Пожар в строящемся тоннеле

## В РОССИИ И НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Возгорания и пожары происходили в строящихся тоннелях Московского, Петербургского, Тбилисского, Днепропетровского и Киевского метрополитенов, а также в крупнейших горных тоннелях на трассе Байкало-Амурской магистрали.

Ряд крупных пожаров был зафиксирован на строительстве Московского метрополитена.

В 1982 году при проходке перегонного тоннеля Серпуховского радиуса загорелись нефтепродукты, поступавшие в забой из грунтового массива, в районе которого ранее находилась автозаправочная станция. В связи с этим были ужесточены меры противопожарной защиты, однако в 70 м от забоя возник пожар, который удалось своевременно потушить [3].

В мае 2013 года при строительстве станции «Петровско-Разумовская» в перегонном тоннеле произошло возгорание и сильное задымление. Жертв и пострадавших не было.

В 2018 году в строящемся перегонном тоннеле в районе станции «Солнцево» загорелся электрический ка-

бель. После отключения трансформатора, питающего этот кабель, возгорание было ликвидировано.

В январе 2019 года на строительстве станции «Лухмановская» Некрасовской линии Московского метрополитена произошло возгорание элементов деревянной опалубки, строительных материалов и мусора, а также электрических кабелей. Площадь пожара составила около 100 м<sup>2</sup>. Потушить его удалось в течение нескольких часов.

При строительстве станции Петербургского метрополитена «Лиговская» загорелась битумная мастика. Пожар удалось ликвидировать за три часа, однако произошло сильное задымление тоннельных выработок, что потребовало эвакуации из забоя всех проходчиков и включения дополнительных вентиляторов. Аварийную ситуацию удалось ликвидировать за 20 часов.

В Тбилиси в процессе строительства перегонного тоннеля метрополитена произошло возгорание электрического кабеля энергоснабжения породопогрузочной машины. Пройденный к тому времени 750-метровый участок тоннеля на протяжении 500 м заполнился продуктами горения, причем содержание окиси углерода (СО) в два раза превышало допустимые нормы. На дегазацию с использованием сжатого воздуха и восстановление электроснабжения потребовалось более суток.



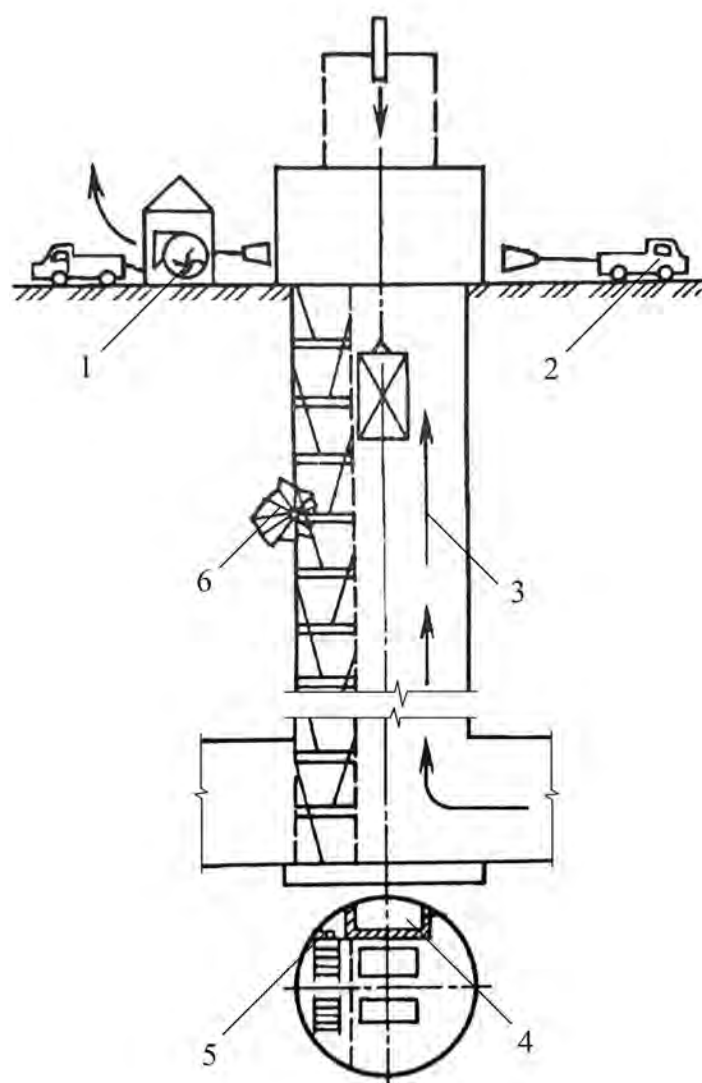


Рис. 2. Схема возникновения пожара в стволе строящейся станции метро «Дворец Ильича» (г. Днепропетровск): 1 – вентиляционная установка; 2 – пожарный автомат; 3 – исходящая вентиляционная струя; 4 – лесоспускное отделение; 5 – кабель освещения; 6 – место возникновения пожара

В 1983 году при строительстве второго пересадочного узла между станциями «Крещатик» и «Площадь революции» Киевского метрополитена в стволе шахты возник пожар. Причиной оказались нарушения правил техники безопасности при ведении сварочных работ по закреплению стального листа между рельсами откаточного пути для перекрытия части ствола.

Тушение вели с поверхности с последующим спуском пожарных по стволу в подземные выработки. Работы по ликвидации пожара и его последствий заняли более 15 суток.

Ряд возгораний и пожаров имели место при строительстве горных транс-портных тоннелей на трассе Байкало-Амурской магистрали (БАМ) [3].

Так, в 1982 году в Мысовом тоннеле № 3 загорелся автобетоносмеситель СБ-92. Причиной стало соприкосновение шлангов подачи топлива с раскаленным баком нейтрализатора выхлопных газов, который не был заполнен водой. Очаг возгорания был успешно локализован.

На строительстве Северо-Муйского тоннеля в 1985 году произошло возгорание в помещении для приготовления химических растворов из-за нарушения соответствующих инструкций. Дым получилось удалить за счет усиленной вентиляции, а затем пожар был потушен.

### В ДАЛЬНЕМ ЗАРУБЕЖЬЕ

Аварийные ситуации, вызванные возгораниями и пожарами, происходили во многих строящихся тоннелях в других странах. В частности, в Великобритании, Дании, Германии, США и Австралии.

Сильный пожар произошел в строящемся тоннеле Дебрей (Великобритания) длиной 2,36 км, проходку которого вели под сжатым воздухом (под давлением 0,14 МПа). Причиной послужило попадание в тоннель сульфида магния, содержащегося в окружающем грунтовом массиве. В пожаре погибли 17 рабочих. Для продолжения проходки тоннеля было необходимо предотвратить попадание в выработку сульфида магния. Для этого пробурили систему скважин, по которым удаляли газы. После ликвидации последствий аварии проходку продолжали также под сжатым воздухом.

В северной выработке строящегося в Дании под проливом Большой Бельт крупного железнодорожного тоннеля в июне 1994 году произошел пожар щитового комплекса. К счастью, обошлось без жертв. Возгорание было вызвано испарением рабочей жидкости из прорванного шланга щитовой гидросистемы. Пожар продолжался несколько часов и вызвал серьезные разрушения горнопроходческого оборудования и железобетонных тубингов.

Аварийно-восстановительные работы продолжались с середины февраля до начала марта 1995 году,

а проходческие работы возобновили в сентябре. В Лос-Анджелесе (США) при строительстве тоннеля метрополитена диаметром 6,7 м использовали деревянную временную крепь, а обделку устраивали из высокопрочного полиэтилена. В результате возникшего пожара (горели дерево и полиэтилен) был полностью разрушен участок тоннеля длиной 55 м. Ремонтные и восстановительные работы были выполнены за две недели [3].

Возгорание полиуретановой пены явилось причиной сильного пожара в 1986 года на строительстве тоннеля длиной 3,3 км и диаметром 5 м на горнолыжном курорте в Австралии [3]. Проходку с одного из порталов вели буровзрывным способом. Для заполнения пустот за обделкой, которые образовались из-за вывалов грунта, применяли полиуретановую пену. Пожар удалось потушить только после подачи в выработку около 1000 м³ воды.

В Германии на ряде строящихся тоннелей произошли несколько пожаров, вызванных возгоранием гидроизоляционных материалов.

Для установления причин пожаров и разработки мер по их предотвращению и ликвидации были проведены экспериментальные исследования в однопутном железнодорожном тоннеле длиной 216 м, по результатам которых разработали соответствующие рекомендации.

### ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ

Изучение и анализ аварийных ситуаций при строительстве тоннельных сооружений в нашей стране за последние 30 лет показывает, что свыше 40% аварий вызвано пожарами и возгораниями [1, 2].

Аналогичные данные прослеживаются и в зарубежном тоннелестроении.

Наиболее эффективные меры по предупреждению пожаров и возгораний в строящихся тоннелях сводятся к следующему:

- ограниченное применение или исключение легковозгораемых материалов (дерево, пластмассы, полимерная гидроизоляция и пр.) при строительном-отделочных работах;

- ограничения сварки и резки металлов в тоннеле со строгим соблюдением требований противопожарной безопасности;

- защита от повреждений газовой аппаратуры, систем электроснабжения и электрооборудования;

- своевременное отключение силового питания тоннелепроходческого оборудования при обнаружении взрывоопасной концентрации газов;

- тщательное хранение взрывоопасных веществ (баллоны со сжиженным газом, емкости с бензином, взрывчатые вещества и т. д.);

- усиление вентиляции тоннельных выработок;

- установка в забое диафрагм и других устройств для восприятия взрывной волны;

- противовзрывная защита электрооборудования (локомотивов, насосов, трансформаторов, осветительной аппаратуры).

Поскольку никакие профилактические меры не могут гарантировать полной безаварийности тоннелепроходческих работ, еще на стадии проектирования тоннелей следует разрабатывать или предусматривать специальные меры по ликвидации последствий вероятных аварий. Это:

- усиленная вентиляция для удаления газов и дыма из забоя;

- подача в забой воды при сильном пожаре;

- прекращение подачи в забой сжатого воздуха (при кессонной проходке);

- ремонт или восстановление разрушенных конструкций крепи, горнопроходческого оборудования и инженерных коммуникаций.

Дальнейшее изучение и анализ аварийных ситуаций, вызванных пожарами и возгораниями в строящихся тоннелях, должны быть направлены на выработку единой концепции безопасности, оценку вероятности возможных аварий и факторов риска.

Необходимо также проведение научных исследований для корректировки существующих и разработки новых нормативных документов, регламентирующих меры по предупреждению возможных аварий и ликвидации их последствий. ■

### Литература

1. Власов С.Н., Маковский Л.В., Меркин В.Е. Аварийные ситуации при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов. – М.: ТИИР, 2000, 197 с.
2. Маковский Л.В. Аварии в эксплуатируемых автодорожных тоннелях. / «Наука и техника в дорожной отрасли». 2003, № 2, с. 32-34.
3. Интернет-ресурсы:  
 URL: Режим доступа <http://www.to-6.ru/history-to6.html>, свободный (дата обращения 30.11.2022);  
<https://www.nkj.ru/archive/articles/18314/>, свободный (дата обращения 30.11.2022);  
 URL: Режим доступа <https://undergroundexpert.info/issledovaniya-i-tehnologii/nauchnye-stati/avarij-pri-stroitelstve-tonnelej/>, свободный (дата обращения 30.11.2022);  
 URL: Режим доступа <https://alvere.livejournal.com/13001.html>, свободный (дата обращения 30.11.2022).



# СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ И ПУТИ ЕЕ ОПТИМИЗАЦИИ

В. А. ГАРБЕР,  
д. т. н. (НИЦ «ТМ» АО «ЦНИИТС»)

Статья основана на показателях Сборника НЦС 81-02-07-2017 «Укрупненные нормативы цены строительства. Сборник №7. «Железные дороги». Анализируются только основные статьи расходов. Не учтены следующие затраты, которые могут для конкретных объектов рассчитываться дополнительно: на подготовку территории строительства (а также компенсационные выплаты, связанные с ее подготовкой), на содержание вахтовых поселков и перевозку рабочих, на подключение к внешним сетям электроснабжения.

## Факторы, влияющие на стоимость строительства ж/д тоннелей

Стоимость строительства тоннелей является многофакторной величиной.

Перечислим основные факторы:

- 1) категория ж/д линии;
- 2) площадь поперечного сечения тоннеля;
- 3) категория местности;
- 4) инженерно-геологические условия;
- 5) гидрогеологические условия;
- 6) глубина заложения тоннеля;
- 7) технология строительства;
- 8) тип механизации проходческих работ;
- 9) вспомогательные процессы (обслуживание);
- 10) вид тяги;
- 11) однопутная или двухпутная железная дорога.

Перечисленные факторы в разной степени влияют на конечную стоимость строительства, оценить которую можно на основании их ранжирования.

## Показатели стоимости строительства ж/д линии

В табл. 1 приведены показатели стоимости строительства 1 км эксплуатационной длины железнодорожной линии.

Таблица 1.  
Показатели стоимости строительства 1 км эксплуатационной длины ж/д линии (тыс. руб.)

№№ п/п	Категория местности по рельефу	Категория линии	Расценка
1	2	3	4
1	I Самая легкая	1 – самая высокая	118268,86
2		2	109312,20
3		3 – самая низкая	97592,76
4	II	1	140556,12
5		2	130205,55
6		3	116741,47
7	III	1	178226,63
8		2	166112,66
9		3	151145,58
10	IV	1 – самая высокая	227179,47
11		2	215384,95
12		3 – самая низкая	200616,58

Из таблицы очевидны следующие выводы:

- чем выше (сложнее) категория рельефа (от I до IV), тем дороже стоимость строительства;

- чем выше категория ж/д линии (от 1 до 3), тем дороже стоимость строительства;

- максимальная стоимость строительства 1 км (по расценкам Сборника НЦС 81-02-07-2017) составляет около 227 млн рублей для ж/д линии 1 категории для рельефа IV категории, то есть самого сложного рельефа самой высокой категории линии.

## Основные показатели стоимости строительства ж/д тоннеля

В табл. 2 приведены показатели стоимости 1 пог. м железнодорожного тоннеля для различных грунтов, различных технологий строительства, различных средств механизации.

Таблица 2.  
Показатели стоимости 1 пог. м железнодорожного тоннеля

№№ п/п	Технология механизации	Группа грунта	Расценка (руб.) на 1 пог. м ж/д тоннеля
1	2	3	4
1	БВР, при сечении тоннеля 73-80 м²	4-5	2867,45
2		6-7	2957,24
3		8	2867,67
4		9-11	2725,66
5	Горно-проходческий комбайн, при сечении тоннеля 73-80 м²	1-2	2857,58
6		3-4	2601,36
7	Сооружение механизированным щитом диаметром до 10 м	1-2	2211,66
8		3	2025,68
9		4-5	2044,54
10		6-8	1868,89
11		9-11	2004,52
12	Сооружение механизированным щитом диаметром до 10-11 м	1-3	2170,88
13		4	2167,09
14		5-8	2033,50
15	Сооружение механизированным щитом диаметром до 11-13,5 м	9-11	2219,39
16		1-3	2399,83
17		4	2313,32
18		5-8	2270,10
19	9-11	2397,52	

Из таблицы можно сделать следующие выводы:

- самое дорогое строительство железнодорожного тоннеля фиксируется в грунтах 6-7 категории методом БВР;

- самое дешевое строительство железнодорожного тоннеля фиксируется в грунтах 6-8 категории с использованием механизированного щита диаметром до 10 м;

- сооружение железнодорожного тоннеля с использованием горнопроходческого комбайна рекомендовано только для грунта 1-4 категорий;

- из рассмотренных трех диапазонов диаметров механизированного щита самое дорогое строительство фиксируется для механизированного щита диаметром 11-13,5 м в самых слабых породах (1-3 группы);

- самое дешевое строительство железнодорожного тоннеля фиксируется для механизированного щита диаметром до 10 м в грунтах 6-8 категории;

- при проходке с использованием БВР отмечается, что чем крепче порода (9-11 группы), тем дешевле строительство тоннеля;

- для проходки механизированными щитами можно рекомендовать любые группы грунтов: от 1 до 11.

Таким образом, механизированная щитовая проходка является наиболее универсальным способом строительства железнодорожных тоннелей.

## Соотношение стоимости строительства тоннеля и железнодорожной линии

В табл. 3 приведены соотношения стоимости строительства 1 пог. м ж/д тоннеля и ж/д линии (для некоторых категорий железнодорожной линии и некоторых категорий рельефа с учетом технологии и средств механизации).

Из таблицы можно сделать следующие выводы:

- самое низкое отношение стоимости строительства тоннеля к стоимости строительства ж/д линии зафиксировано для сооружения тоннеля механизированным щитом диаметром до 10 м в самом сложном рельефе (IV категории) в самых прочных грунтах для самой низкой категории железной дороги (3 категория); это означает, что при выборе способа строительства тоннеля в указанных условиях наиболее целесообразно применение механизированного щита диаметром до 10 м;

- при отсутствии у строителей механизированного щита наиболее целесообразным для сооружения тоннеля в указанных условиях является применение горнопроходческого комбайна (ГПК); в этом случае фиксируется самое низкое отношение стоимости строительства тоннеля к стоимости строительства ж/д линии;

- самое высокое отношение стоимости строительства ж/д тоннеля к стоимости строительства ж/д линии зафиксировано для сооружения тоннеля БВР или ГПК для линии самой высокой категории (1 категория) с самым мягким рельефом (I категория) в самых слабых грунтах;



Таблица 3.

Соотношение стоимости строительства 1 пог. м железнодорожного тоннеля и 1 пог. м железнодорожной линии

№№ п/п	Стоимость строительства 1 пог. м ж/д линии а	Стоимость строительства 1 пог. м ж/д тоннеля (руб.) б	Отношение б/а
1		БВР: 2864,45	24,22
2	Категория линии – 1 Категория рельефа – I 118,26886 (руб.) Самый мягкий рельеф.	Комбайн: 2857,48	24,16
3		Мех. щит D до 10 м: 2211,66	18,70
4	Самая высокая категория ж/д линии. Самые слабые грунты.	Мех. щит D до 10-11 м: 2170,88	18,30
5		Мех. щит D до 11-13,5 м: 2399,53	20,29
6		БВР: 2725,66	13,6
7	Категория линии – 3 Категория рельефа – IV 200,61658 (руб.) Самый сложный рельеф.	Комбайн: 2601,36	12,97
8		Мех. щит D до 10 м: 2004,52	9,99
9	Самая низкая категория ж/д линии Самые прочные грунты	Мех. щит D до 10-11 м: 2219,39	11,06
10		Мех. щит D до 11-13,5 м: 2397,52	11,95

■ в указанных условиях самое низкое (маленькое) соотношение строительства тоннеля к строительству ж/д линии зафиксировано при сооружении тоннеля механизированным щитом диаметров 10–11 м; это означает, что при сооружении тоннеля в указанных условиях наиболее целесообразным является применение механизированного щита диаметром 10–11 м.

### Ранжирование фактов, влияющих на стоимость строительства

В начале статьи перечислены факторы, влияющие на стоимость сооружения железнодорожного тоннеля. На стадии разработки ТЭО проектировщику полезно ориентироваться на степень влияния каждого из них на конечную стоимость строительства.

Из рассмотрения таблиц № 1, 2, 3 можно заметить следующее:

■ два раза фиксируются категория ж/д линии, площадь поперечного сечения тоннеля, категория местности по рельефу, технология строительства, тип механизации проходческих работ

■ один раз фиксируются инженерно-геологические условия;

■ гидрогеологические условия, глубина заложения тоннеля, вспомогательные процессы, вид тяги, однопутность или двухпутность – не фиксируются.

Количество фиксаций может служить для ранжирования факторов.

Таким образом, самый высокий ранг (первый) по степени влияния на конечную стоимость строительства тоннеля имеют пять факторов: категория ж/д линии; площадь поперечного сечения тоннеля; категория местности по рельефу; технология строительства; тип механизации проходческих работ.

Второй по значимости по степени влияния на конечную стоимость ранг имеют инженерно-геологические условия.

Остальные факторы могут при составлении ТЭО для ориентировочного определения стоимости строительства не учитываться.

Ранжирование факторов может послужить основой для оптимизации стоимости строительства железнодорожного тоннеля.

### Возможность оптимизации стоимости строительства ж/д тоннеля

Теория оптимизации [2] – это область прикладной математики, которая объединяет теоретические обоснования и исследования алгоритмических реализаций методов наиболее эффективного управления различными системами.

Для постановки оптимизационной задачи нужно определить:

- целевую функцию  $f(x): R^n \rightarrow R$ ;
- множество допустимых решений  $X \subset R^n$  (допустимое множество) для функции  $f(x)$ ;
- критерий оптимизации  $extr \in \{min, max\}$ .

Указанная тройка  $(f, X, extr)$  формирует экстремальную или оптимизационную задачу.

Формально математическая постановка выглядит следующим образом:

$$f(x) \rightarrow extr$$

$$x \in X$$

Задача оптимизации заключается в следующем: требуется найти  $x_0 \in X$  (если он существует), доставляющее экстремальное (минимальное или максимальное) зна-

чение целевой функции  $f(x)$  на множестве  $X$ , а именно для  $x_0$  должно выполняться одно из условий:

- либо  $f(x_0) \leq f(x)$  для всех  $x \in X$ ,
- либо  $f(x_0) \geq f(x)$  для всех  $x \in X$ .

Если такого элемента на множестве  $X$  не существует, то требуется построить последовательность

$$\{x_k\}, k = 1, 2, \dots, x_k \in X,$$

такую, что выполняется одно из соотношений:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} f(x_k) = \inf f(x)$$

(inf – бесконечность)

$$x \in X$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} f(x_k) = \sup f(x)$$

(sup – наибольшее среди всех чисел,  $x \in X$  ограничивающих сверху  $X \subset R^n$ );

В нашем случае:

- целевая функция  $f(x)$ : стоимость строительства железнодорожного тоннеля;
- множество допустимых решений  $X \subset R^n$ : множество допустимых значений стоимости строительства тоннеля в соответствии со Сборником НЦС 81-02-07-2017;
- критерий оптимизации  $extr$ : минимальное значение стоимости строительства тоннеля.

Таким образом, для возможности оптимизации стоимости необходимо выполнить следующие действия:

#### Литература

1. Сборник НЦС 81-02-07-2017 «Укрупненные нормативы цены строительства. Сборник № 7 «Железные дороги (на 01.01.2017).
2. И. В. Гребенщикова. «Методы оптимизации». Учебное пособие. – Екатеринбург. Издательство Уральского университета. 2017 г.

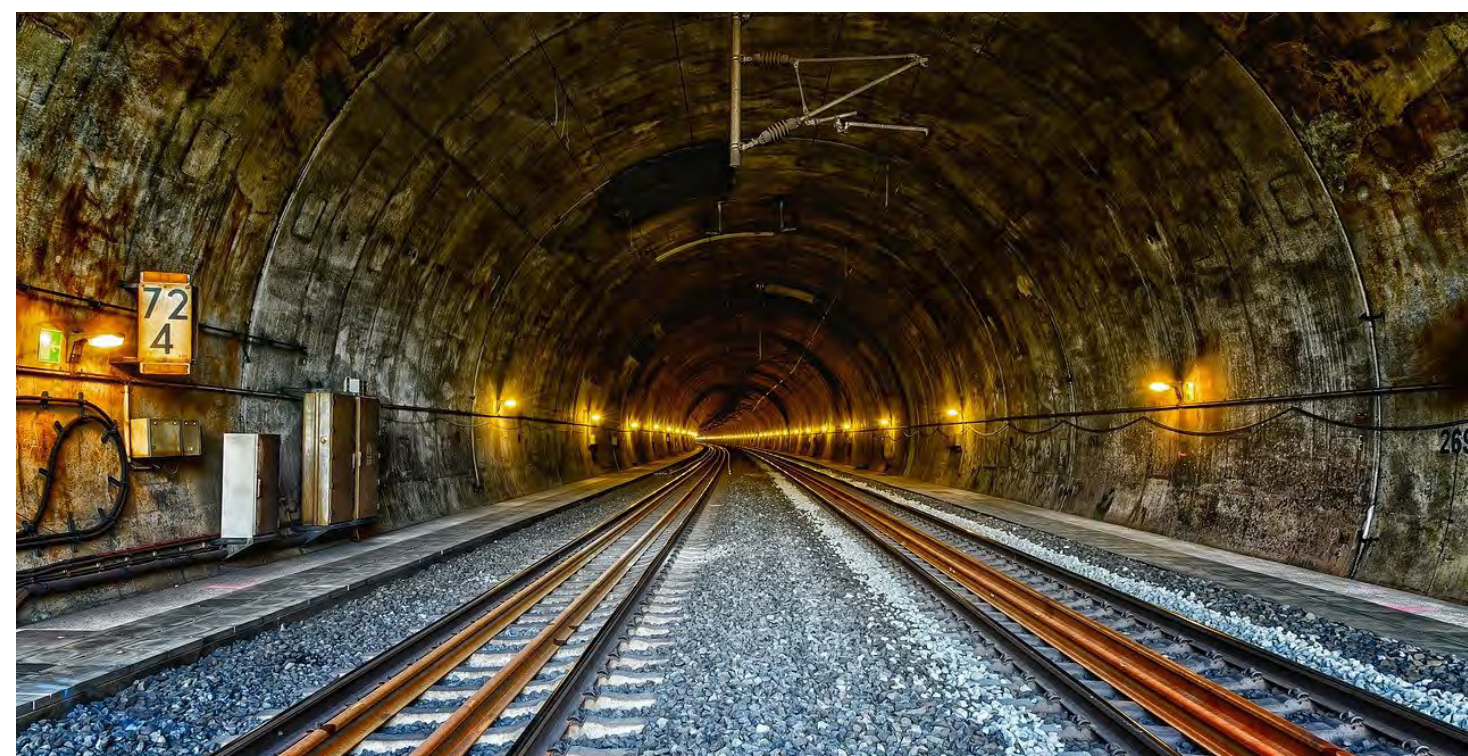
Создать компьютерную базу данных на основе значений факторов, влияющих на стоимость строительства тоннеля, в соответствии со Сборником НЦС 81-02-07-2017. На стадии ТЭО выбрать значения нескольких реальных возможных сочетаний исходных данных (факторов) строительства тоннеля.

Программным путем получить варианты стоимости строительства тоннеля для возможных реальных сочетаний исходных данных (факторов).

Из полученных вариантов стоимости строительства тоннеля выбрать оптимальный вариант в соответствии с критерием оптимизации  $extr$ . В нашем случае критерий оптимизации – это минимальная стоимость строительства.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поводом для написания статьи явились запросы ряда организаций по оперативному определению стоимости предстоящего строительства железнодорожного тоннеля. Надеемся, что данная публикация и приведенные в ней рекомендации будут полезны проектировщикам при составлении ТЭО. ■





# СТРОИТЕЛЬ — ЭТО ОСОБЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ, МЫШЛЕНИЯ И ДЕЙСТВИЙ

Подготовил Игорь ПАВЛОВ



**СТОЛИЧНАЯ КОМПАНИЯ «МОСФУНДАМЕНТСТРОЙ-6» (МФС-6) ИЗВЕСТНА НА РОССИЙСКОМ СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ ОЧЕНЬ ДАВНО. ПРИ ЭТОМ НЕДАВНИЕ ЕЕ ДОСТИЖЕНИЯ СВЯЗАНЫ С ЕЕ УЧАСТИЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ СТАНЦИЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА. ПОДРОБНОСТИ — В ИНТЕРВЬЮ С ГЕНЕРАЛЬНЫМ ДИРЕКТОРОМ АО «МОСФУНДАМЕНТСТРОЙ-6», ЗАСЛУЖЕННЫМ СТРОИТЕЛЕМ РФ, КАНДИДАТОМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК ВИКТОРОМ НЕСТЕРЕНКО.**

— Виктор Иванович, таких компаний с многолетней историей, как МФС-6, на строительном рынке сегодня — единицы...

— Действительно, МФС-6 — одна из немногих строительных компаний-долгожителей. И наш коллектив по праву гордится своей богатой историей, достижениями, которые являются результатом огромного труда всех поколений строителей МФС-6. Не буду заниматься перечислением исторических итогов. Их много. Скажу лишь, что за 86 лет строительной деятельности компанией возведено свыше 37 млн м<sup>2</sup> жилья, объектов социальной и промышленной инфраструктуры, в том числе оборонного значения.

— Вы — один из ветеранов строительной отрасли, и ваш строительный путь целиком связан с одной организацией — с МФС-6. Не часто встречаются подобные примеры.

— Я рад, что накрепко связал свою судьбу с МФС-6, где с первых дней трудился под руководством опытных и мудрых наставников. Многие из них прошли Великую Отечественную войну. Это были люди особой закалки: трудяги, хозяева своим словам, спуску разгильдяям не давали, поощряли тягу к знаниям, к освоению новых технологий, к рационализаторству. И, когда в 1992 году мне довелось возглавить МФС-6, я в сложные моменты вспоминал, как они поступали в тех или иных непростых ситуациях. Многому я от них научился, в том числе ответственности

и высокой заряженности на выполнение рабочих задач. Они мне помогли понять, что строитель — это особый образ жизни, особый образ мышления и действий. Надо все время идти вперед, шагать в ногу со временем.

— МФС-6 в последние полвека в основном занималось жилищным строительством, в том числе комплексной реконструкцией жилых кварталов и комплексной застройкой новых территорий. И вдруг начало строить метро. Это же другая специализация.

— Для нас это стало вовсе не вдруг. В период кризиса 2008–2009 гг. мы в совете директоров стали задумываться об изменениях в стратегии развития компании. Мы понимали, что для выхода на новые сегменты строительного рынка у нас есть серьезные конкурентные преимущества в виде достаточно высоких профессиональных компетенций в области организации и технологий монолитного строительства. Хотя прекрасно отдавали себе отчет в том, что в любом новом деле придется заново доказывать свою состоятельность. Тем не менее, мы диверсифицировали производственную деятельность: стали участвовать в строительстве объектов атомной энергетики и спортивных сооружений. Построили несколько значимых объектов на второй очереди Белорусской АЭС, Центральный стадион «Динамо» имени Льва Яшина.

Что касается прихода в метростроение, то выбору в некоторой степени помог случай. В 2013 году руковод-

ство Стройкомплекса Москвы попросило нас помочь с завершением строительства станции метро «Жулебино» Таганско-Краснопресненской линии метрополитена — сроки сдачи объекта были под угрозой срыва. По заключенному с Мосинжпроектом контракту мы оперативно, в предельно минимальное время выполнили устройство двух пешеходных выходов, уложив в конструкции более двух тысяч кубов бетона. Нам сказали: спасибо. Целый ряд линейных ИТР и рабочих были удостоены городских наград. Вот так началась новая глава в трудовой биографии нашего коллектива.

— Но для большого объема работ по метростроению нужны отдельные специализированные мощности, не задействованные на строительстве жилья и социальной инфраструктуры. Тем более что в метростроении есть своя серьезная специфика.

— Согласен с вами. Бетонные работы на станции «Жулебино» производили опытные и квалифицированные специалисты, которые не единожды занимались устройством подземной части жилых и офисных зданий. Но, чтобы участвовать в закупках по всему конструктиву какой-либо станции, мы целенаправленно занялись формированием специализированных производственных подразделений, организовали доподготовку руководящего звена, линейных инженерно-технических работников и бригадиров по технологиям метростроения, скорректировали наши бизнес-процессы, структуру и функции управления под новое направление. И уже на строительстве первого крупного для нас объекта, станции метро «Окская улица» Некрасовской линии метрополитена, персонал АО «МФС-6» смог продемонстрировать высокий уровень профессиональных компетенций, способность быстро и качественно производить высокотехнологичные работы.

В процессе строительства было смонтировано 3793 т металлоконструкций и уложено 47731 м<sup>3</sup> бетона. Не подкачал и руководящий состав новой дирекции по строительству объектов метрополитена. Так, например, несмотря на наличие на участке действующих коллекторов магистральных городских теплосетей, канализации, водопровода и электроснабжения, руководство проекта вместе с инженерным составом ПТО предложили, чтобы не сорвать график производства работ, начать производить земляные и бетонные работы, не дожидаясь полного освобождения площадки, тщательно увязав их график со сроками перекладки инженерных коммуникаций. Эффект данного решения вылился в экономию времени строительства более чем на полгода, что позволило открыть движение по станции 27 марта 2020 года для 140 тыс. человек пассажиропотока в сутки.



— Ваша компания стала участницей строительства Большой кольцевой линии Московского метрополитена. Для вас это был особенный проект?

— В плане значимости и ответственности — да. Срыв сроков на любом участке строительства автоматически отодвигал сроки запуска в эксплуатацию всей БКЛ. В остальном — обычная работа со строгим соблюдением технологии строительства. Проект непосредственно станционного комплекса «Кленовый бульвар» во многом был схож с проектом станции «Окская улица». Правда, была сложность по гидрогеологии — обилие подземных вод и слабая стойкостью грунтов, но все основные работы по гидроизоляции выполняли специалисты компании «МИПСТРОЙ 1». Мы же возводили конструктив станции. Все два года, с 2020 по 2022, мы так же, как и на станции «Окская улица», работали вместе с серьезными профессионалами из МИПСТРОЙ 1. У них есть чему поучиться, и мы учились, несмотря на имеющийся определенный опыт. Считаю, что учиться надо всегда. Мы вместе и под их руководством достойно завершили свои работы, и станция «Кленовый бульвар» в составе последних девяти станций БКЛ была торжественно открыта 1 марта 2023 года.

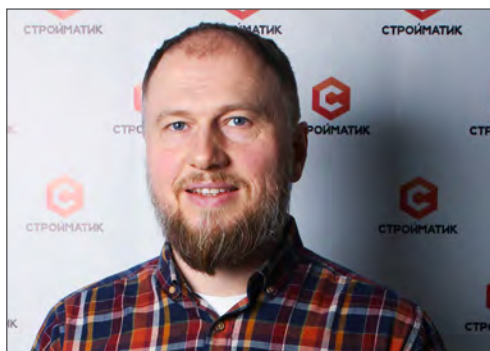
— Виктор Иванович, мы знаем, что 7 июня у вас юбилей — 75-летие. Позвольте поздравить вас с грядущим в вашей жизни событием и пожелать вам новых подземных горизонтов в вашей профессиональной деятельности.

— Спасибо большое. В свою очередь, желаю коллективу редакции журнала новых творческих удач и успехов в медийном бизнесе. ■



www.mfs-6.ru





## МАКСИМ ЕГОРЕНКОВ О НОУ-ХАУ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ

С 2015 ПО 2023 ГОД ГРУППА КОМПАНИЙ «СТРОЙМАТИК» ПРОИЗВЕЛА БОЛЕЕ 500 СВАЕБОЙНЫХ УСТАНОВОК, ВОЗВЕЛА СВЫШЕ 79 ТЫС. СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ, СТАЛА ОБЛАДАТЕЛЕМ ЗОЛОТОГО ЗНАКА КАЧЕСТВА В РАМКАХ НАЦПРОГРАММЫ «ВСЕРОССИЙСКАЯ МАРКА КАЧЕСТВА XXI ВЕКА» И ВОШЛА В ТРОЙКУ ЛУЧШИХ ПО СЕВЕРО-ЗАПАДНОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА «ЭКСПОРТЕР ГОДА». ОСНОВОЙ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЙ СТАЛИ СОБСТВЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ. ПОДРОБНОСТИ — В ИНТЕРВЬЮ С ГЕНЕРАЛЬНЫМ ДИРЕКТОРОМ ООО «СТРОЙМАТИК» МАКСИМОМ ЕГОРЕНКОВЫМ.

### — Максим Геннадьевич, что составляет основу деятельности вашей группы компаний?

— Уже более семи лет «СТРОЙМАТИК» занимается машиностроением, в частности, разработкой и производством уникального оборудования, предназначенного для возведения свайно-забивных фундаментов в малоэтажном и промышленном строительстве. Речь идет о мобильных сваебойных установках на гусеничном ходу, которые, прежде всего, позволили создавать один из самых прочных и долговечных фундаментов в частном секторе.

### — Можно подробнее об особенностях этого оборудования?

— Изначально установки «СТРОЙМАТИК» были рассчитаны только под сваи малого сечения: 150×150, 200×200 мм.

Сегодня сваебойная линейка оборудования значительно расширилась, и в ассортименте представлены модели, обладающие мощностью для забивки тяже-



лых свай больших сечений до 400×400 мм длиной до 9 м без использования лидерного бурения (до 14 м — с лидерной скважиной и до 17 м, если используются составные сваи). Установки «СТРОЙМАТИК» оснащены электронной интеллектуальной системой управления на промышленном контроллере, гидросистемой открытого типа с полной фильтрацией, гидромолотом двойного действия и телескопической стрелой. Кроме того, в модельном ряде представлены сверхкомпактные сваебойные установки шириной всего 1,5 м и весом до 2 т, которые предназначены для работы в условиях плотной застройки с ограниченной проходимостью. Они способны погружать сваи 150×150, 200×200 мм длиной до 4 м. Благодаря своей легкости и компактности их можно перевозить даже на газели или легковом автоприцепе.

### — Насколько можно понять, первоначально вы ориентировались на частное домостроение?

— Сваебойные установки «СТРОЙМАТИК» являются оригинальной компактной моделью больших строи-

тельных копров, с помощью которых забиваются сваи под многоэтажные дома. Действительно, изначально эта техника была адаптирована под задачи малоэтажного домостроения.

Вместе с тем многофункциональность оборудования «СТРОЙМАТИК» в сочетании с надежностью и высокой производительностью уже на протяжении многих лет позволяет использовать его не только в частном домостроении, но и при строительстве торговых центров, ангаров, физкультурно-оздоровительных комплексов и даже многоэтажных домов, а также множества других объектов (систем ограждения и освещения, укрепления берега, пирсов, причалов, рекламных конструкций и т. д.).

Кроме производства строительного оборудования, группа компаний занимается также металлообработкой и возведением фундаментов по собственной технологии на сваи различного сечения (от 100 до 400 мм) длиной до 18 м.

### — Каковы основные достижения вашей группы компаний?

— Сейчас мы позиционируем себя в качестве федеральной производственно-торговой сети, предлагающей отрасли фундаментостроения новое поколение сваебойных установок. Компания «СТРОЙМАТИК» является первым создателем такой техники в России и на сегодняшний день занимает лидирующую позицию на рынке. Нами произведено более 500 сваебойных установок, которые состоят на вооружении строительных компаний не только в России, но в других странах: Казахстане, Белоруссии, США. В скором времени первые установки отправятся в Африку.

В России представительства «СТРОЙМАТИК» открыты в 37 регионах. В целом наша франшиза сейчас успешно работает более чем в 40 регионах страны, от Санкт-Петербурга до Камчатки.

### — На какие перспективы ориентируетесь?

— У нашей франшизы две основные цели: выход на международные рынки и укрепление единой системы партнерской сети. Мы понимаем, что рынок стремитель-



но меняется. Технология, которая раньше была в новинку, теперь является обычной услугой. Приятно понимать, что наша партнерская сеть была одним из факторов, способствующих этому. Но останавливаться на достигнутом нельзя, поэтому мы анализируем рынок, вводим новые инструменты для наших партнеров, чтобы они могли работать эффективнее. Например, мы заручились поддержкой всемирно известной сети «Леруа Мерлен», и теперь наша технология возведения фундаментов активно транслируется на ее площадках.

Сегодня приоритетные задачи руководства «СТРОЙМАТИК» заключаются в том, чтобы продолжать разрабатывать новые модели, масштабироваться через открытие представительств в России и за рубежом.

Мы хотим зайти в более южные регионы страны — Краснодар и Волгоград, продолжить развитие сети партнерских компаний в Сибири. Кроме того, в настоящее время ищем партнеров во Вьетнаме, Азии и Южной Америке. Мы стремимся к глобальной экспансии. Так как наша техника позволяет одновременно возводить надежные и качественные фундаменты быстрее и дешевле, то и ценность нашей технологии, я полагаю, вне конкуренции. Перед нами открыты многочисленные возможности развития и роста. ■



Тел.: 8 (800) 550-15-28  
E-mail: sales@stroimatic.com  
stroimatic.com



# О ПРОБЛЕМАХ ФУНДАМЕНТОВ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

В МОСКВЕ С 12 ПО 14 АПРЕЛЯ ПРОШЕЛ ЕЖЕГОДНЫЙ СЕМИНАР «ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ». МЕРОПРИЯТИЕ БЫЛО ОРГАНИЗОВАНО МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИЕЙ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ СОВМЕСТНО С НИИОСП ИМ. Н.М. ГЕРСЕВАНОВА АО «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО».

Всего в семинаре приняло участие более 50 человек, в том числе специалисты таких компаний и организаций, как «НИИ Транснефть», Росжелдорпроект, Ленгидропроект, ТрансСтройИнжиниринг, ЛенТрансПроект, АК «АЛРОСА» и т. д.

«Мерзлые грунты расположены более чем на 60% территории России. Техногенные и природные аварии в совокупности с глобальным изменением климата создают угрозу для тысяч человек, живущих на ней. Сегодня многие строители, проектировщики и ученые занимаются поиском решений, как предотвратить растепление грунтов, устранить риск деформации гражданских и жилых объектов. Эти и другие не менее серьезные вопросы мы обсудили со специалистами в рамках нашего трехдневного семинара. Получилась очень продуктивная и интересная дискуссия. Мы будем рады ее продолжить и дальше, но уже в рамках конференций и форума «Арктика», который состоится 14-16 ноября в Тюмени, — прокомментировала Екатерина Дубровская, генеральный директор Международной Ассоциации фундаментостроителей.

Как отмечают организаторы, особый интерес на семинаре вызвало выступление Андрея Иоспы, главного геолога лаборатории механики опасных природотехногенных процессов и разработки методов инженерной защиты НИИОСП им. Н. М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство». Он рассказал о физико-механических свойствах мерзлых грунтов, о пучинистых и коррозионных процессах.

Также слушатели отметили работу заведующего сектором лабораторных исследований мерзлых грунтов НИИОСП им. Н. М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство» Эрики Гречищевой. Она рассказала о температуре начала замерзания и фазовом составе влаги в мерзлых грунтах, их теплофизических свойствах.

Был представлен также анализ изменения температур почвы и воздуха за 1970-2021 гг. на территориях РФ с многолетнемерзлыми грунтами. Рассматривались вопросы нормативного регулирования эксплуатации осно-



ваний и фундаментов зданий и сооружений в условиях многолетнемерзлых грунтов, особенности геотехнического мониторинга застройки в условиях криолитозоны. Интерес участников семинара вызвали и работы, касающиеся производства струйной цементации в многолетнемерзлых грунтах и влиянием их промерзания-оттаивания на основания и фундаменты.

Также были представлены новый универсальный прибор для определения механических характеристик мерзлых грунтов при различных температурах и автоматизированные системы мониторинга температуры вечномерзлых грунтов производства НПП «Эталон». Представитель компании «Пеноплэкс» рассказал об эффективных технических решениях для строительства объектов в условиях распространения ММГ.

Во второй день прошла техническая экскурсия в лабораторию механики мерзлых грунтов и расчета оснований НИИОСП им. Н. М. Герсеванова. Специалисты Центра геокриологических и геотехнических исследований продемонстрировали, как проводятся лабораторные испытания в рамках инженерных изысканий, показали, как выполняются нестандартные расчеты при проектировании на мерзлых грунтах. Также можно было наглядно увидеть и оценить применяемое для этих целей оборудование, поучаствовать в процессе исследования грунтов при низких температурах в холодильных камерах. ■

## X МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ ВЛ: ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА»

5-6  
ИЮЛЯ 2023

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
ОТЕЛЬ «АМБАССАДОР»

Организаторы конференции



МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ



Генеральный спонсор



При поддержке



Генеральные информационные партнеры



www.fc-union.com, info@fc-union.com, +7 (495) 66-55-014, +7 925 57-57-810

12+

