

# Подземные ризонты

*Underground Horizons*

Декабрь

№11

2016

[www.techinform-press.ru](http://www.techinform-press.ru)

**70** ЛЕТ  
ЛЕНМЕТРОГИПРОТРАНС  
Основан в 1946 году

Комплексное проектирование метрополитенов, железнодорожных тоннелей и объектов их инфраструктуры

191002, Санкт-Петербург,  
ул. Большая Московская д.2  
Тел: +7 (812) 316-20-22

[www.lenmgt.ru](http://www.lenmgt.ru)

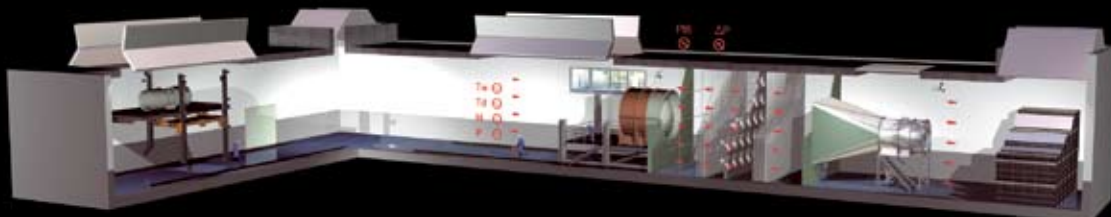
**70** ЛЕТ  
ПРОЕКТИРУЕМ  
МЕТРО И ТОННЕЛИ  
ДЛЯ ВАС!



*Сердечно поздравляем  
коллектив НИПИИ «Ленметрогипротранс»  
с 70-летием со дня основания!  
Желаем дальнейшего развития в обогащении  
знаменательной и славной истории института  
новыми интересными проектами в сфере  
комплексного освоения подземного пространства.*

*С искренними пожеланиями,  
коллектив ООО «ЗИТРОН»*

## Легенда в системах вентиляции



Самая большая в мире  
сертифицированная  
испытательная  
лаборатория-туннель

# 11 x ТПМК

Расширение Московского метрополитена до 2020 года. Заказчик, подрядчики, 11 щитов с грунтопригрузом и 1 щит с гидропригрузом фирмы Herrenknecht совместно расширяют систему метрополитена экстра-класса. Дух коллективизма и мощь ТПМК при строительстве более чем 160 км новых линий метро.

## ЛУЧШИЙ ВЫБОР

Проверено более чем в 460 метро-проектах по всему миру. Метростроители Лондона, Нью-Йорка, Москвы, Шанхая доверяют тоннелепроходческой технике Herrenknecht.

## ПОЛНАЯ ПОДДЕРЖКА

с 1999 года представительство Herrenknecht в Москве: - Сервисное обслуживание, сопровождение проходки.

## ПЕРЕДОВЫЕ ТОННЕЛЕПРОХОДСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ООО «Херренкнехт тоннельсервис» 115432, Россия, Москва,  
пр-кт Андропова д.18, корп.6, Тел.: +7 (495) 641 75 46, E-mail: info@herrenknecht.ru  
» [www.herrenknecht.com](http://www.herrenknecht.com)





### Уважаемые читатели!

Уходящий год, конечно же, оказался не самым благополучным для российской экономики. В масштабах страны финансовые проблемы отразились и на ряде проектов подземного строительства.

Кризис кризисом, но, вместе с тем, заместитель мэра Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Марат Хуснуллин недавно рапортовал, что 2016 год войдет в историю как рекордный для метростроения. В столице введено 70 км линий рельсового транспорта (включая Московское центральное кольцо, которое здесь считается наземным метро). Открылось несколько новых станций метрополитена. «Столько в мире никто не строит, разве что Пекин, где рекордный показатель — 80 км в год», — подчеркнул Марат Хуснуллин.

В рамках подготовки транспортной инфраструктуры к ЧМ-18 активно строят метро также петербуржцы и нижегородцы, о чем говорится в публикуемых нами интервью с генеральным директором ОАО «Метрострой» Вадимом Александровым и генеральным директором МКУ «Главное управление по строительству и ремонту метрополитена, мостов и дорожных сетей в городе Нижнем Новгороде» Юрием Гараниным.

Осенью состоялось важнейшее отраслевое событие года – в городе на Неве на XV Всемирной конференции Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов (ACUUS) собирались специалисты в области освоения подземного пространства со всего мира для обсуждения профессиональных проблем и достижений. Наш журнал, выступивший генеральным отраслевым информационным партнером, данным номером открывает цикл публикаций докладов российских и зарубежных специалистов, прозвучавших на этом мероприятии.

Нельзя обойти вниманием и такое праздничное событие, как юбилей ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс». 3 декабря исполнилось 70 лет институту, запроектировавшему весь петербургский метрополитен, а также еще много важных для страны объектов подземного транспортного строительства, включая тоннели Олимпийского Сочи.

В целом же, прощаясь с непростым 2016 годом, надо признать, что, помимо некоторых серьезных конкретных достижений, он дал подземным строителям и неплохой задел на будущее, в том числе ближайшее. Пусть же сбываются мечты и реализуются планы!

С наступающим Новым годом!

*С пожеланием грандиозных перспектив и великих свершений,  
Сергей Зубарев,  
главный редактор журнала «Подземные горизонты»*

## Журнал «ПОДЗЕМНЫЕ ГОРИЗОНТЫ»

Официальный информационный партнер:

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

### №11 декабрь/2016

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 «Информационное агентство «ТехИнформ»**

Генеральный директор

**Регина Фомина** (info@techinform-press.ru)

Заместитель генерального директора

**Ирина Дворниченко** (pr@techinform-press.ru)

#### РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор

**Сергей Зубарев** (redactor@techinform-press.ru)

Дизайнер, бильд-редактор

**Лидия Шундалова** (art@techinform-press.ru)

Руководитель службы информации

**Илья Безручко** (bezruchko@techinform-press.ru)

Перевод **Тамары Невлевой**

Корректор **Мила Дмитриева**

Руководитель отдела стратегических проектов

**Людмила Алексеева** (editor@techinform-press.ru)

Руководитель службы рекламы,

маркетинга и выставочной деятельности

**Нелля Кокина** (roads@techinform-press.ru)

Руководитель отдела подписки и распространения

**Нина Бочкова** (public@techinform-press.ru)

#### Отдел маркетинга:

**Наталья Гунина** (mail@techinform-press.ru)

**Ирина Голоухова** (market@techinform-press.ru)

**Полина Богданова** (post@techinform-press.ru)

#### ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

**В.Н. Александров**, генеральный директор ОАО «Метрострой»

**С.Н. Алпатов**, генеральный директор Объединения подземных строителей и проектировщиков, президент Российского общества по внедрению best-practice технологий

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

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

**С.В. Кидяев**, генеральный директор АО «Объединение «ИНГЕОКОМ»

**А.С. Кириллов**, генеральный директор ООО «ГНБ-Лидер»

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

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

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

**Е.В. Щекудов**, к.т.н., директор филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

Адрес редакции: 1921007, Санкт-Петербург,

ул. Тамбовская, д. 8, лит. Б, оф. 35

Тел./факс: (812) 490-47-65; (812) 905-94-36

office@techinform-press.ru

www.techinform-press.ru

Установочный тираж 8 тыс. экз. Цена свободная.

Подписано в печать: 27.12.2016

Заказ №

Отпечатано в ООО «АКЦЕНТ типография», 194044, Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский пр., д. 60, лит. И

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

Подписку на журнал можно оформить по телефону  
**(812) 490-47-65** и на сайте: **www.techinform-press.ru**



## **ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ, КОЛЛЕГИ И ДЕЛОВЫЕ ПАРТНЕРЫ!**

*От имени коллектива ЗАО «Управление-15 Метрострой» поздравляю вас с наступающим Новым годом!*

*Метрополитены – основа транспортного благополучия любого современного мегаполиса, и если развивается город, обязательно должно развиваться метро. Для петербургского метростроения уходящий год ознаменовался продолжением работ на Фрунзенском радиусе, где немого раньше нами был пройден первый в России двухпутный тоннель, и, конечно же, строительством сложных объектов транспортной инфраструктуры близящегося Чемпионата мира по футболу. На перспективу у нас много планов, и пусть проблемы останутся в уходящем году, а наступающий год даст старт реализации новых масштабных проектов – на общее благо всех петербуржцев.*

*В канун новогоднего праздника хотелось бы пожелать метростроителям, а также всем подземным и транспортным строителям страны крепкого здоровья, семейного благополучия и, конечно же, новых трудовых побед!*

**Генеральный директор ЗАО «Управление-15 Метрострой»  
Н. И. ВЛАСОВ**





## Содержание / Contents



Стр. 6–10  
Р. 12–15



Стр. 16–18



Стр. 20–22



Стр. 23–25



Стр. 26–27

### Экспертное мнение / Expert Opinion

- 6 Подземная урбанизация — на благо миллионов людей
- 12 Underground urbanization — to the benefit of millions of people
- 16 *О. С. Глозман.* Создание зон многофункционального общественного подземного пространства в Москве  
*O.S.Glosmann.* Creation of the multi-zone public underground space in Moscow
- 20 Игорь Албин: «Мы следуем мировым трендам развития агломерации»  
Igor Albin: “We follow world trends of the development of agglomeration”
- 23 *В. А. Марков.* Что мешает быстро строить метро?  
*V.A.Markov.* What are the problems with the subway construction?

### События / Events

- 26 С фундаментальным подходом к строительству под землей  
Using the fundamental approach to the underground construction



Стр. 28–33



Стр. 34–36



Стр. 38–41



Стр. 42–44

- 28 Владимир Маслак о задачах, перспективах и новациях (ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»)  
Vladimir Maslak dwells on the challenges, prospects and innovations (NIPII Lenmetrogiprotrans, OJSC)
- 32 Ленметрогипротранс в лицах  
Lenmetrogiprotrans represented by its employees

### Метрополитены / Subway

- 34 Вадим Александров об итогах года и новых проектах Метростроя  
Vadim Alexandrov tells about the results of the year and new projects of Metrostroy
- 38 Юрий Гаранин: «Метрополитену необходимо развитие»  
Yuri Garanin: “It is necessary to develop the subway”
- 42 *В. А. Маслак, Д. А. Бойцов.* Модульное проектирование объектов метрополитена  
*V.A. Maslak, D.A. Boyzov.* The modular design of underground facilities
- 46 *П. Б. Жаров.* Новый способ строительства линии метро в тоннеле большого диаметра



Стр. 46–49



Стр. 50–52  
P. 53–55



Стр. 56–58  
P. 59–61



Стр. 62–64



Стр. 65–67

*P.V. Zharov.* The new method of the construction of the metro line in a large diameter tunnel

### **Мировой опыт / International Practices**

- 50 *Юн-Кан Цяо, Фан-Лэ Пэн.* Планирование подземного пространства в историческом городе на примере Лояна
- 53 *Yong-Kang Qiao, Fang-Le Peng.* Master Planning for Underground Space in Luoyang: a Case of a Representative Historic City in China
- 56 *П. Луарди.* Управление деформацией экструзии лба забоя как средство стабилизации тоннельной выработки
- 59 *P. Lunardi.* Extrusion control of the ground core at the tunnel excavation face as a stabilisation instrument for the cavity

### **Тоннели / Tunnels**

- 62 *В. Кастаньеда-Негальскалов, Б. Б. Колчев.* Повышение уровня безопасности при пожаре в тоннеле за счет применения модульных эвакуационных сбоек (ООО «Зитрон»)  
*V. Castaneda-Negalskalov, B.B. Kolchev.* Increased safety in case of fire in the tunnel due to the use of modular evacuation cross passages (LLC "Zitron")
- 65 Шереметьево: работа под землей для лидерства в воздухе (интервью с Евгением Тумелем)  
Sheremetyevo: underground work to be the leader in the air
- 68 *П.В. Чеканов.* Тоннельный переход между Северным и Южным



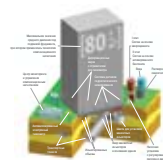
Стр. 68–73



Стр. 74–76



Стр. 77–79



Стр. 80–83



Стр. 84–90



Стр. 92

терминальными комплексами в аэропорту Шереметьево  
*P.V. Chekanov.* Tunnel passage between the North and South terminal complexes in Sheremetyevo Airport

### **Строительный практикум / Workshop for building**

- 74 *П. А. Малинин, Д. Н. Просветов.* Применение струйной цементации при сооружении подземного перехода в аэропорту Шереметьево  
*P.A.Malinin, D.N. Prosvetov.* Application of jet grouting in the construction of the underground passage at Sheremetyevo Airport
- 77 *С. С. Зуев.* Укрепление грунтов при строительстве Московского метрополитена (ОАО «Нью граунд»)  
*S.S. Zuev.* Ground stabilization during the construction of the Moscow Metro (OJSC «New Ground»)
- 80 *А. И. Панченко, И. Я. Харченко.* Эффективные материалы и технологии в московском метростроении  
*A.I.Panchenko, I.Y.Kharchenko.* Effective materials and technologies in Moscow subway construction
- 84 *Р. А. Мангушев, Е. И. Рыбнов.* Опыт устройства глубоких котлованов в центральной части Санкт-Петербурга. Проблемы и решения  
*R.A.Mangushev, E.I.Rybnov.* Experience of the stripping in the central part of St. Petersburg. Problems and solutions
- 92 «Подземные коммуникации»: ГНБ на «отлично»  
«Underground Communication»: A+ horizontal directional drilling (HDD)



**Безусловно, встречи ведущих специалистов той или иной сферы на мировом уровне — это всегда событие, которое позволяет узнать много нового, интересного и, возможно, дать ощутимый импульс движению вперед. Для России и, конкретнее, для ее Северной столицы Всемирная конференция Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов (ACUUS), проводимая в Санкт-Петербурге впервые, тем более оказалась событием неординарным, а к тому же и долгожданным. Нашим большим городам, как это случилось во многих других странах раньше, стали мешать развиваться транспортные проблемы, которые только наземным способом не решить. Известная мировая тенденция комплексного освоения городского подземного пространства для России также актуальна, хотя на практике еще предстоят лишь первые шаги. Все это побуждает изучать международный опыт.**

Сергей ЗУБАРЕВ

## ПОДЗЕМНАЯ УРБАНИЗАЦИЯ — НА БЛАГО МИЛЛИОНОВ ЛЮДЕЙ

Конгрессная площадка петербургского отеля Park Inn by Radisson Pribaltiyskaya принимала XV Всемирную конференцию ACUUS 13–15 сентября. В этом году ключевой темой мероприятия, проводимого раз в два года, стала «Подземная урбанизация как необходимое условие устойчивого развития городов». С российской стороны официальную поддержку конференции оказали Министерство строительства РФ и Правительство Санкт-Петербурга. Из числа профильных организаций участие в подготовке приняли Санкт-Петербургский научный центр РАН, Национальное объединение строителей и Национальное объединение изыскателей и проектировщиков.

Журнал «Подземные горизонты» выступил генеральным специализированным информационным партнером мероприятия.

Как подчеркнул на церемонии открытия председатель Оргкомитета конференции, член совета директоров ACUUS, генеральный директор Объединения подземных строителей и проектировщиков Сергей Алпатов, со стороны государства такое большое внимание отраслевому событию было уделено впервые, за всю историю проведения «подземщиками» различных мероприятий в России. Впрочем, добавим от себя, всемирный формат к этому располагал.

### Торжественно и официально

«Крупные города нашей страны борются с экологическими проблемами, заторами на дорогах, дефицитом парковочных мест... — говорится в приветствии Председателя Правительства РФ Дмитрия Медведева участникам и гостям конференции. — Уверен, что предложенные вами рекомендации лягут в основу градостроительной политики мегаполисов, помогут в комплексном планировании их подземного пространства и, конечно, позволят создать более комфортные и безопасные условия для жизни миллионов людей».

Губернатор Северной столицы Георгий Полтавченко, выступивший на церемонии открытия, прежде всего поблагодарил объединение ACUUS «за возможность для Санкт-Петербурга в 2016 году стать центром одного из самых значимых в мире событий в области градостроительства», а актуальность темы, по его словам, обусловлена тем, что сегодня все крупные города из-за нехватки территории активно осваивают подземное пространство. Это позволяет сохранить уникальный облик исторических центров, найти эффективные способы решения транспортных и экологических проблем. Градоначальник также отметил, что современные технологии позволяют сделать реальностью самые смелые проекты, будь то подземные



транспортно-пересадочные узлы, различные тоннели, многофункциональные комплексы и, конечно же, метрополитен.

Вместе с тем, по словам губернатора, серьезные проблемы создают геологические особенности петербургских грунтов, которые ранее неоднократно признавались труднопреодолимым препятствием. «Подземное строительство требует тщательной проработки, анализа, поиска оптимальных решений и, конечно же, особого внимания со стороны государства и профессионального сообщества, — подчеркнул Георгий Полтавченко. — Поэтому нам так важно развивать международное сотрудничество и обмен опытом в этой сфере».

Со своей стороны, президент ACUUS, профессор Национального технического университета Афин Димитрис Калиампакос (Греция) сделал акцент на том, что Объединение специализируется именно на исследованиях и решениях в области подземного строительства, позиционируя его как условие гармоничного существования, развития и достижения нового качества городской жизни.

«Санкт-Петербург — уникальный город, богатый великолепной архитектурой и историей, это истинная жемчужина, которую, без сомнения, надо бережно сохранить, — сказал Димитрис Калиампакос. — Вместе с тем это динамичный современный город, и людям необходимо, чтобы их жизненные потребности были удовлетворены. ACUUS существует именно для решения подобных проблем. В этом заключается наша философия. Мы предлагаем научно обоснованные решения для современных городских пространств, особенно относительно исторических центров».

Продолжив тему и завершив торжественную часть, с докладом «Метрополитен как основа развития транспортной системы и комплексного освоения подземного пространства Санкт-Петербурга» выступил вице-губернатор Северной столицы Игорь Албин. По его словам, в своем развитии город на Неве, как и многие мегаполисы мира, подошел к проблеме предела роста, и это требует разработки новых инновационных подходов с упором на городскую агломерацию. Особый интерес, по мнению Игоря Албина, представляет опыт строительства крупных наземно-подземных транспортно-пересадочных узлов, в данном случае, на стыке территории города и области. Знаковыми в этом направлении являются проекты интеграции городского наземного транспорта, метрополитена и скоростных железнодорожных линий пригородного сообщения, например, в Лондоне, Нью-Йорке, Париже. В целом же грамотное и комплексное освоение подземного простран-



Я уверен, что конференция даст отчет нашей большой и ответственной работе, послужит развитию конструктивного диалога в области подземного строительства.

**Георгий Полтавченко,**  
губернатор Санкт-Петербурга

ства, начиная с метростроения, становится неотъемлемой частью градостроительной политики Санкт-Петербурга.

### Пленарно и секционнo

Первый день конференции прошел в формате пленарного заседания. Так совпало, что петербургская конференция оказалась отмечена знаком двух юбилеев — мероприятие проводилось в 15-й раз, а в текущем году к тому же отмечается 20-летие регистрации Объединения ACUUS. Об истории Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов рассказали его сооснователи Жак Беснер (генеральный менеджер ACUUS, Канада) и Реймонд Стерлинг (почетный член ACUUS, почетный профессор Технического университета Луизианы, США).

Далее в рамках пленарного заседания выступали докладчики, представлявшие ключевые проекты или важные тенденции в области подземного строительства. Опытом поделились специалисты из Вены, Мадрида, Монреаля, Гонконга и Сингапура.

14 и 15 сентября работа велась параллельно по секциям:

■ «Градостроительное планирование подземного пространства в целях создания

благоприятной среды обитания, сохранения исторических центров городов, улучшения экологической обстановки»;

■ «Метрополитены, транспортные тоннели, комплексные пересадочные узлы — важные условия территориального развития и обеспечения комфортных и безопасных условий проживания горожан»;

■ «Преимущества подземного строительства в области безопасности и защиты от природных катаклизмов. Экологический менеджмент и улучшение качества окружающей среды»;

■ «Симбиоз наземной застройки, подземной инфраструктуры и природы в рамках формирования единого ландшафта. Эстетика и комфорт подземных сооружений»;

■ «Современные достижения инженерно-геологических изысканий при планировании развития подземного пространства. Роль геотехники и гидротехники при выборе технических и конструктивных решений»;

■ «Современные технологии, оборудование и строительные материалы, используемые в мире для развития подземной инфраструктуры»;

■ «Бестраншейные технологии и роль подземных инженерных коммуникаций при



Надеюсь, что проведение XV Всемирной конференции ACUUS в Санкт-Петербурге позволит всем участникам строительного процесса объективно оценить возможности комплексного освоения подземного пространства для формирования инновационной городской среды.

### Сергей Алпатов, генеральный директор Объединения подземных строителей и проектировщиков

комплексном развитии подземного пространства городов».

Только список прозвучавших докладов занял бы несколько страниц. Отметим лишь, что среди выступавших, в частности, были такие авторы журнала «Подземные горизонты», как Валерий Беляев (к. т. н., доцент кафедры «Проектирование зданий и градостроительство» НИУ МГСУ, советник НО-ПРИЗ), Семен Гендлер (д. т. н., профессор Горного университета), Александр Ледяев (д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Тоннели и метрополитены» ПГУПС), Пьетро Лунарни (профессор, технический директор Lunardi Geoengineering; Италия), Владимир Улицкий (д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Основания и фундаменты» ПГУПС), Евгений Щекудов (к. т. н., директор филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»). Активными участниками конференции стали также наши деловые партнеры — ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», АО «Мосинжпроект», ГК «Геоизол», ЦСМ «Бессак». Ряд докладов мы планируем к публикации в нескольких номерах журнала.

В остальном хотелось бы заострить внимание на проектах, которые можно назвать оригинальными или особо познавательными

с точки зрения стратегии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов и решения их транспортных проблем в России.

#### Мадридское чудо: центр столицы как курорт

Рекреационно-парковая зона, занявшая огромную, по городским меркам, территорию около 700 га, открылась в испанской столице в 2011 году. Тем не менее рассказ о проекте из первых уст всему цвету российской отраслевой общественности, собравшемуся на конференции, был делом полезным и благородным.

Одним из ключевых спикеров на пленарном заседании стал глава Департамента по координированию работы с другими администрациями Мадрида Эмилио Мартинес Видаль. Предваряя его доклад «М-30 и Мадрид Рио: исключительный городской проект», Сергей Алпатов отметил: «Мне очень нравится, у нас в России, не исключая и Санкт-Петербург, различные подразделения обычно работают несвязанно друг с другом: кто-то строит метро, кто-то пере-

ходы, кто-то подземные комплексы. Но от отсутствия взаимосвязи мы много теряем».

Испанскую столицу всеобщая автомобилизация захлестнула еще в 1970-е годы. По словам Эмилио Мартинеса Видалья, политика развития транспортной инфраструктуры тех лет полностью характеризуется фразой «все для машин, все для водителей».

Строительство кольцевого шоссе М-30 транспортных проблем при этом не решило. Ситуация продолжала усугубляться ростом пробок и количества ДТП. К тому же часть магистрали проходила по обоим берегам реки (с односторонним движением) и как бы разрезала Мадрид на два города, существенно отличавшихся друг от друга по уровню развития, включая инфраструктуру. Примыкающая к центру территория вообще превратилась в депрессивную зону: «для машин, а не для людей».

Проект комплексного решения включал в себя развитие сети метрополитена (100 новых станций), ЛРТ и других видов общественного транспорта, а также, что самое интересное, строительство 43 км подземной автомобильной дороги с четырехполосным движением. Посредством тоннелей берега реки были освобождены от М-10. Следом здесь появилась большая рекреационно-парковая зона, или как ее иногда называют — «курорт в центре Мадрида». Работы по переносу магистрали под землю велись в 2006–2010 гг. В целом удалось освободить 3 тыс. га наземной территории города.

Эмилио Мартинес Видаль сообщил и некоторые технические подробности. В частности, в рамках проекта на глубине 62 м построен скоростной Южный автомобильный тоннель длиной 3,5 км и диаметром 50 м с шестиполосным движением. Предусмотрена и отдельная полоса для специального транспорта (медицинского, полицейского и т. д.), а через каждые 200 м оборудованы так называемые узлы безопасности.

#### «Компактный» Сингапур

Как для Москвы, так и для Санкт-Петербурга характерно территориальное разрастание агломераций. Старых транспортных проблем это не решает, а новые создает. Вместе с тем для центров обеих наших столиц давно назрела необходимость неких компактных решений с использованием возможностей подземного пространства. Так что нам вполне может быть интересен уникальный опыт островного Сингапура, справляющегося со своими проблемами фактически в экстремальных условиях. Кстати, в сравнении с Петербургом, грунты в этом городе-государстве тоже не подарок:

22% площади составляют намывные территории, а на материковой части изобилуют скальные породы.

«Мы внезапно осознали, что у нас заканчивается земля, и нам приходится уходить под землю», — креативно отметил вице-президент ACUUS Иньсинь Чжоу в своем докладе «Достижения и трудности освоения подземного пространства Сингапура». Суть в том, что создание намывных территорий тоже имеет пределы: океанические глубинные границы. «Для нас каждый дюйм земли бесценен», — добавил г-н Чжоу. С 2010 года комплексным освоением и использованием подземного пространства в городе-государстве занимаются правительственные структуры, а точнее — Комитет экономической стратегии развития. «Сформирован скоординированный и сбалансированный подход к планированию и сведению воедино усилий различных организаций», — уточнил Иньсинь Чжоу, в данном случае выступающий как главный инженер Агентства оборонной науки и технологий Сингапура.

Речь идет, разумеется, не только о дальнейшем развитии метрополитена, который здесь строится с 1983 года и уже включает в себя 79 станций, но и о строительстве иных транспортных тоннелей, энергетических и логистических объектов, торговых центров и т. д. — всего, что может функционировать под землей. При этом, по части юридической и финансовой сложности реализации подземных проектов ситуация фактически противоположна российской. Вопрос ставится радикально: «Обоснуйте, почему вы не хотите строить под землей».

### Венский общественный фактор

Москва продолжает автомобилизироваться, а Вена пересаживается на общественный транспорт. Протестов не наблюдается: австрийская столица последние годы пять раз подряд занимала первое место в мире по качеству жизни. «Это комбинация различных факторов», — говорит представитель Венского магистрата Грегор Штратиль Зауер, руководитель проекта по планированию подземных линий метро. Но одним из главных факторов для современного мегаполиса, бесспорно, является степень решенности транспортных проблем.

Столица Австрии, как и другие крупные западные города, бурное развитие автомобилизации пережила относительно давно. В докладе «Система метро Вены — ключевой фактор успешного комплексного плана развития транспортной системы» г-н Зауер заострил внимание на том, что именно метрополитен, открывшийся здесь в 1976 году, стал



Событие превзошло ожидания. На конференции ACUUS в Сингапуре, когда было принято решение провести ее через четыре года в Санкт-Петербурге, честно говоря, мне не верилось, что у нас смогут обеспечить такой же высокий уровень. В итоге же можно сказать одно: это большой успех! Много участников, очень хорошо продуманная программа, интересные доклады.

**Николай Бобылев, к. т. н.,  
заведующий кафедрой экологической  
безопасности и устойчивого развития  
регионов Института наук о Земле СПбГУ**

эффективной базой для ответа на вызовы современности. На сегодняшний день город с населением около 1,8 млн человек имеет 104 станции на пяти линиях подземки общей протяженностью 78,5 км.

С метрополитеном посредством многоуровневых ТПУ интегрированы и система ускоренного пригородно-внутригородского железнодорожного сообщения, и 200 км трамвайных линий, составляющих основу наземной транспортной сети. На все виды общественного транспорта действует единый проездной, которым на данный момент пользуется практически каждый второй горожанин. Кстати, продолжают набирать популярность и велосипеды — ради здорового образа жизни.

Начиная с 1990-х гг., число предпочитающих общественный транспорт неуклонно растет, а количество машин внутри города снижается. Как уточнил г-н Зауер, в 1993 году 40% жителей Вены пользовались личными автомобилями, а в 2012 году — 27%. При этом наземное пространство для машин вообще сокращается, в частности, в пользу зеленых насаждений, которые уже занимают половину территории города.

Возвращаясь к метрополитену, г-н Зауер также отметил, что расстояние между станциями в Вене меньше, чем, например, в Петербурге. На самой востребованной линии оно составляет в среднем 670 м. Чтобы еще больше горожан пересели на общественный транспорт, станции должны быть расположены еще чаще. Этому поспособствует новая



ветка метро, которая пройдет через самый центр австрийской столицы.

Интересное совпадение: названия докладов Игоря Албина и Грегора Штратили Зауера перекликаются. Нам бы венские возможности?

### Подземная альтернатива Владивостока

Что касается достижений российских специалистов, то в их выступлениях можно выделить два направления: во-первых, развитие метрополитена, во-вторых, практические вопросы геотехники. Существенное внимание также было уделено планируемому внедрению комплексного подхода к освоению подземного пространства Москвы. Вместе с тем



Конференция очень понравилась потому, что было высказано немало здравых идей. На мой взгляд, особенно актуален вопрос подготовки кадров. Россия технически и интеллектуально не готова к комплексному освоению подземного пространства. Идея по поводу разработки специальной программы для ведущих профильных вузов не может не радовать.

**Евгений Пашкин, д. г.-м. н., профессор кафедры инженерной геологии МГРИ-РГГРУ**

решение транспортных проблем с помощью автодорожных тоннелей представителями наших крупнейших мегаполисов как отдельная тема не рассматривалась. В этом смысле оригинальная и новаторская для России концепция пришла с окраин, с Дальнего Востока.

На секции «Метрополитены, транспортные тоннели, комплексные пересадочные узлы — важнейшее условие территориального развития и обеспечения комфортных и безопасных условий проживания горожан» профессор кафедры горного дела и комплексного освоения ресурсов Дальневосточного федерального университета Владимир Макаров представил проект «Эффективная тоннельная транспортная система Владивостока».

Город, отличающийся очень выгодным геополитическим положением, сегодня на слуху. Он находится под особым вниманием Президента, позиционируется как экономический форпост страны в Азиатско-Тихоокеанском регионе и даже начинает претендовать на роль «третьей столицы».

Развитие транспортной инфраструктуры во Владивостоке, который расположен на небольшом полуострове, однако, является чрезвычайно сложной задачей. Помимо ограниченности территории, в черте города наличествует сопочный рельеф с перепадом высот до 250 м. При этом в последнее время Владивосток вышел на первое место в стране по количеству автомобилей на человека: 700 тыс. на 600 тыс. жителей. Ситуация, опять же, усугубляется вышеназванными ограниченностью территории и особенностями рельефа. Это сказывается и на экологии, уровень загазованности и шума на улицах чрезвычайно высок.

О подземном способе решения проблемы в городе ранее не задумывались. Более того, появилось предложение действительно полностью «закольцевать» Владивостокскую кольцевую автодорогу, проложив участок по побережью, отсекая пляжи и т. д.

Владивосток, входящий в десятку красивейших прибрежных городов мира, свою привлекательность тогда во многом утратит.

По словам Владимира Макарова, «жемчужина у моря останется без моря».

ДВФУ пытается предложить альтернативу. На базе студенческого конструкторского бюро разработана радиально-кольцевая тоннельная схема, охватывающая все районы Владивостока. Предполагается, что дорога с одного конца города на другой будет отнимать у автомобилистов максимум 20 минут.

Профессор признает, что реализация тоннельной схемы, конечно, потребует больше денег и времени, чем наземное строительство КАД. Однако это единственно возможный вариант не частичного, а полного и комплексного решения транспортных проблем.

Будем надеяться, что участие проекта в федеральном конкурсе, о чем сообщил Владимир Макаров, приведет к его положительной оценке и скорому воплощению в жизнь.

## Постскриптум

Всего в работе конференции ACUUS 2016 приняли участие более 600 человек из 34 стран. В рамках деловой программы были представлены 117 докладов ведущих специалистов по освоению подземного пространства со всего мира.

Как сообщает [www.undergroundexpert.info](http://www.undergroundexpert.info), отраслевая общественность обсудила итоги мероприятия 30 сентября на заседании Комитета по освоению подземного пространства НОСТРОЙ, которое состоялось в Санкт-Петербурге в офисе Объединения подземных строителей и проектировщиков.

Было отмечено, что конференция получила высокие оценки российских и зарубежных экспертов. А важнейшим ее итогом стало решение вице-губернатора Санкт-Петербурга Игоря Албина о подготовке соглашения о сотрудничестве между Объединением ACUUS и Комитетом по развитию транспортной инфраструктуры СПб. ■



**13 – 18 ФЕВРАЛЯ 2017 ГОДА**

**САНАТОРИЙ «ВАСИЛЬЕВСКИЙ», ГОРОД КАЗАНЬ**

[WWW.MASGNB.RU](http://WWW.MASGNB.RU)

- **ЕЖЕГОДНЫЙ ФЕВРАЛЬСКИЙ УЧЕБНЫЙ СЕМИНАР ОПЕРАТОРОВ ГНБ**
- **ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ИТР**

*Курс повышения квалификации согласно ФЗ РФ от 27 июля 2010 года №240-ФЗ обязаны проходить работники предприятий не реже, чем один раз в пять лет для получения допусков к работам на объектах капитального строительства. Полученные удостоверения о повышении квалификации соответствуют требованиям Градостроительного кодекса РФ ФЗ-190 главы 6.1 «Саморегулирование в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства» для получения Свидетельства о допуске к определенным видам работ.*

**NEW**

**СПЕЦКУРС ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ-СМЕТЧИКОВ «ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ БЕСТРАНШЕЙНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ГНБ» (С ВЫДАЧЕЙ СЕРТИФИКАТА)**

**NEW**

**ПРЕПОДАВАТЕЛИ – РАЗРАБОТЧИКИ СВОДА ПРАВИЛ «ПОДЗЕМНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ. ПРОКЛАДКА ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ НАПРАВЛЕННЫМ БУРЕНИЕМ»**

**NEW**

**УНИКАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ СДАТЬ НА ЛЬГОТНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКЗАМЕН В ЦЕНТРЕ ОЦЕНКИ КВАЛИФИКАЦИИ (ЦОК) «БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ».**



# UNDERGROUND URBANIZATION – TO THE BENEFIT OF MILLIONS OF PEOPLE

***Undoubtedly, when world-leading experts in this or that professional area gather together, there is always an opportunity to learn a lot of new and interesting things, and perhaps to give a significant impetus to move forward. For Russia and, more specifically, for its Northern Capital, the World Conference of the Associated research centers for the Urban Underground Space (ACUUS) held in our city for the first time, became even more than an extraordinary event, a long-awaited and a most welcome. The growth of our city, just as it happened in a number of other megapoli, was obstructed by transportation problems that cannot be resolved acting only on the ground. A well known worldwide trend toward comprehensive development of urban underground space is relevant also for Russia, although in reality the first steps are still to be taken. All this encourages us to learn from international experience.***

Sergey ZUBAREV



## **Solemnly and officially**

"Major cities of our country are struggling with environmental problems, traffic congestion, lack of parking spaces ... – points out the Chairman of the Government of the Russian Federation Dmitry Medvedev in his greeting to participants and guests of the conference. – I am confident that the recommendations you proposed will form the basis of urban policies to be implemented in megacities; they will help us in comprehensive planning of underground space and, of course, will create more comfortable and safe living conditions for millions of people".

Addressing the opening ceremony the Northern Capital Governor Georgy Poltavchenko first thanked the ACUUS «for providing St. Petersburg with an opportunity to become in 2016 the center of one of the most significant world events in the field of urban planning". According to the Governor, the relevance of the topic stems from the fact that due to the lack of accessible urban areas all major cities are intensively exploring underground space. This allows to save the unique face of the historic centers, to find most effective ways and means of solving traffic and environmental problems. The Governor has also expressed his understanding that modern technology allows to bring the most ambitious projects to reality, be it the underground transport interchange hubs or tunnels of different kinds of, multi-functional complexes and, of course, the metro system.

However, says the Governor, geological specificities of the Saint-Petersburg soils pose a serious problem which has been repeatedly recognized as a persistent challenge.



"Underground project implementation needs thorough study, analysis, search for optimal solutions, and of course special consideration by the government and by professional community, – said Georgy Poltavchenko. – That is why it is so important to us to promote international cooperation and exchange of experience in this field".

For his part, the ACUUS President, Professor of the National Technical University of Athens Dimitris Kaliampakos (Greece) laid emphasize on the fact that the Association has been focusing on the research and solutions in the field of underground construction, positioning it as a condition of harmonious existence and development, as a way to achieve new quality of urban life.

"Saint-Petersburg is a unique city that has a rich history and magnificent architecture, it is a true pearl, which, no doubt, should be carefully maintained, – said Dimitris Kaliampakos. – At the same time, it is a dynamic modern city, and the



“

I convey our sincere gratitude to Mr. Alpatov and all members of the team who have worked on this conference. It was a huge success, possibly the greatest in a long time.”

**Raymond Sterling, co-founder ACUUS**

people need to have their vital needs met. The very reason why the ACUUS exists is to solve these problems. This is our philosophy. We provide science-based solutions for modern urban spaces with special attention to historical centers.”

Following the topic and completing the opening ceremony, the Vice Governor of the Northern Capital Igor Albin made the presentation "Metro system as a basis for comprehensive development of the Saint-Petersburg underground space". According to Vice Governor, the city on the Neva River like many other megacities of the world is getting close to the 'limits of growth' problem, so we need to devise new and innovative approaches focusing on urban agglomeration. According to Igor Albin, of particular interest is the experience gained in the construction of large ground-ground transport interchange hubs, in this case, at the interface of the city and the region. A landmark in this direction is integration of urban ground transport, metro system and high-speed lines of commuter trains, as was implemented, as an example, in London, New York and Paris. In general, competent and comprehensive development of underground space, starting with subway construction, becomes an integral part of Saint-Petersburg urban planning policy.

### Plenary and breakout sessions

The first day of the business program was dedicated to the plenary format. In a coincidence, the Saint-Petersburg conference was marked by the two anniversaries – the event was held here for the 15th time, and this year also marks the ACUUS 20th anniversary. The history of Joint

Research Centre of the underground space of megacities was highlighted in presentations made by its co-founders: Jacques Besner (ACUUS General Manager, Canada) and Raymond Sterling (Honorary Member of ACUUS, Professor Emeritus at the Technical University of Louisiana, USA).

Further, the plenary session gave floor to the key speakers representing large-scale projects or important trends. Experts from Vienna, Madrid, Montreal, Hong Kong and Singapore shared their experiences with the Conference participants.

14 and 15 September the work was carried out in parallel in the following sections:

- Urban planning of underground space for comfort living, historic centers preserving, improving environmental situation;
- Underground metro systems, transport tunnels, integrated interchange hub as a prerequisite for regional development and securing comfort and safe conditions;
- Advantages of underground construction for safety and preventive measures from natural disasters. environmental management and improvement of the environmental quality;
- Symbiotic relation between ground urban development, underground infrastructure and nature for creation of a single landscape, aesthetic and comfort of underground structures;
- Progress of geotechnical surveys for planning underground space development, importance of geotechnics and hydrotechnics for the choice of engineering and design solutions;
  - State-of-art technologies, equipment and construction materials that are currently in use for underground infrastructure development;

■ Trenchless technology, the role of the underground utility lines in integrated urban underground space development.

Only the list of the conference presentations would take several pages. It is worthy to note that among the speakers were the authors of "Underground Horizons" Valery Belyaev (PhD ScEng., Associate Professor of the "Design of buildings and urban planning", Department of Moscow National Research State Construction University), Simeon Gendler (DScTech, Professor of the Mining University of Saint Petersburg), Alexander Ledyayev (DScTech, Professor, Head of "Tunnels and subways" of St. Petersburg State Transport University), Pietro Lunardi (Professor, Technical Director of Lunardi's Geoengineering Design Office; Italy), Vladimir Ulitsky (DScTech, Professor, Head of "Bases and Foundations" Department of St. Petersburg State Transport University), Eugene Schekudov (PhD ScEng, Director of the branch "R&D "Tunnels and subways" of the JSC Central scientific research institute). Among active participants of the conference are also our business partners – such as the JSC Research and Design Institute "Lenmetrogiprotrans", the JSC "Mosinzhproekt", the GEOIZOL Group, the "CSM" Bessac". We plan to publish a number of presentations in several issues of our journal.

For the rest, we would wish to focus on the projects which basing on a number of parameters can be described as original or particularly instructive in terms of a strategy applied for integrated development of underground space in megacities and for resolving urban traffic problems in Russia.

### Madrid miracle: the center of the capital as a resort

The Madrid Rio cannot be called news anymore. Recreational and parque area occupying a huge – by urban standards – area



I hope that holding the World XV ACUUS conference in St. Petersburg will allow all participants in the construction process to objectively evaluate the possibility of comprehensive development of the underground space for formation of innovative urban environment.

**Sergey Alpatov,**

**Director General of the Association of the underground builders and designers**

of about 700 hectares, was inaugurated in 2011 in Spanish capital. Nevertheless, the opportunity to hear the story about the project firsthand was a worthwhile and noble exercise for the cream of the Russian expert community gathered at the conference.

One of the key speakers at the plenary meeting was Head of Inter-Administrative Coordination Department Madrid Emilio. Introducing his presentation "M-30 & Madrid Río, a Singular Urban Operation", Sergei Alpatov said: "I really like the fact that there is such a position. Unfortunately, in Russia, not excluding Saint Petersburg, multiple teams usually do not work together: one is involved in metro system building, the other constructs transfer passages, some are engaged in erection of underground complexes. But we are losing a lot due to incoherence of efforts".

The automobilization wave swept across the Spanish capital city back in the 1970s. According to Emilio Martínez Vidal, the transport infrastructure development strategy of those years is fully characterized by the phrase "everything for cars, everything for drivers."

The construction of the M-30 Madrid ring road, however was unable to solve the transport problem. The situation continued to deteriorate with rising traffic congestions and the growing number of road accidents. In addition, a portion of the highway was stretching along both banks of the river (a one-way traffic), as if cutting Madrid into two cities that differed significantly from each other in terms of development, starting from urban infrastructure. As a matter of fact, the embankment adjacent to the city center has become a depressed zone according to the motto: "For cars, not for people".

The project proposing an integrated solution included the development of the metro network (100 new stations), light rail and other types

of public transport, and, most interestingly, the construction of 43 km long four-lane underground highway. The tunnels allowed to withdraw the M-10 from the river banks. The project provided space for a large recreation and parque area; now it is sometimes called "resort in the center of Madrid". The works on moving the highway from the surface underground were carried out in 2006-2010. In total, about 3 thousand hectares of the city territory were freed up.

Emilio Martínez Vidal announced also some technical details. In particular, the project included construction of a 3.5 km long 50m diameter South tunnel providing a six-lane underpass at a 62 m depth. There is also a separate lane for special-purpose vehicles (medical, police, ecc.), and every 200 meters are equipped with the so-called security facilities.

### **The «compact» Singapore**

Territorial growth of agglomerations is characteristic both for Moscow and for Saint-Petersburg. Being unable to solve old traffic problems, the trend creates new ones. However, for downtown areas of both our capitals some compact solutions based on underground space opportunities are long overdue. So we may well be interested in a unique experience of the insular Singapore that copes with its problems under really extreme conditions. By the way, as compared to Saint-Petersburg, the soils in this city are not picnic either: 22% of the area is filled-up ground, and the mainland is composed mainly of rock formations.

"We suddenly realized that we were running out of land, and we had to move underground," creatively stated the ACUUS Vice President Yingxin Zhou in his presentation "Advances

and challenges in underground space use in Singapore". The bottom line is that filling up also has its limits: the depth of the ocean. "For us, every inch of land is priceless," – added Mr. Zhou.

Since 2010, a comprehensive development and utilization of underground space in the city-state has been the responsibility of the government agencies or rather of Economic Development Strategies Committee. "A coordinated and balanced approach to planning and bringing together efforts of various organizations has been developed" – said Yingxin Zhou in this case acting in his capacity of Chief Engineer of the Defense Science and Technology Agency of Singapore.

It is clear that we are dealing here not only with the future development of the metro system which has been under construction since 1983, and which already has 79 stations, but we deal here also with construction of other transport tunnels, power and logistics facilities, shopping centers, etc., in a word, with everything that can operate underground. In terms of legal and financial difficulties facing underground projects implementation, the situation in Russia is quite the opposite. The issue is raised rigorously: "Explain why you do not want to build underground".

### **Public factor of Vienna**

The number of personal cars in Moscow continues to grow, whereas the residents of Vienna shift to public transportation. No protests are observed: Over the last five consecutive years Austrian capital city ranked first in the world for quality of life. "It's a combination of various factors," – said the representative of the Viennese magistrate Mr. Gregor Stratil Sauer, the Project Manager for planning of underground metro lines. But one of the main



quality of life factors for a modern megapolis undoubtedly is the extent to which transport problems are solved.

The capital of Austria, as well as other large western cities, went through explosive growth of mass automobilization relatively long ago. In his presentation "The metro system of Vienna – the key factor of an successful integrated urban mobility strategy," Mr. Sauer drew attention to the fact that it was exactly the metro system which opened here in 1976 that provided the basis for an effective response to contemporary challenges. At present, the city with population of about 1.8 million people has 104 stations on five underground lines with a total length of 78.5 km.

Multi-level transport interchange hubs ensure integration of the metro system with rapid commuter and urban railway systems, as well as with 200 km of tram lines thus forming the basis of ground transportation network. A single travel card currently used by every second citizen is valid on all types of public transport. Incidentally, bikes also continue to gain popularity for those who wish to keep a healthy lifestyle.

Starting from the 1990s, the number of those who prefer public transportation is steadily increasing, whereas the number of cars in the city decreases. As was explained by Mr. Sauer, in 1993 40% of Vienna residents used private cars, while in 2012 they were 27%. The ground space for cars is declining inter alia in favor of green areas that already occupy half of the city.

Turning back to the metro system, Mr. Sauer also noted that the distance between stations in Vienna is less than, say, in Saint-Petersburg. The average distance between stations on the most popular line is 670 m. However, in order to make more people to shift from private to public transport, the stations should be located closer to each other. A new metro line passing through the center of Austrian capital city will contribute to this change.

An amazing coincidence: the titles of presentations made by Igor Albin and Gregor Sauer overlap. If we could have the Vienna capabilities?

## Underground alternative for Vladivostok

Speaking about achievements of Russian experts, we can mention two orientations highlighted in their presentations: first, development of metro systems, and second, practical matters of geotechnics. Considerable attention was also paid to planned implementation of integrated approach to the development of underground space in Moscow. However, representatives of our



largest metropoli did not consider road tunnel construction as a way to resolve the transport problem, and did not identify it as a separate topic. Judging from this point, an original and innovative concept for Russia made a long way and came from the Far East.

The breakout section "Underground metro systems, transport tunnels, integrated interchange hub as a prerequisite for regional development and securing comfort and safe conditions" gave floor to Professor of Far Eastern Federal University Vladimir Makarov, Department of Mining and Integrated Development of Mineral Resources, School of Engineering, He presented the project "Effective tunneling transport system in Vladivostok city".

The city with very favorable geopolitical location, Vladivostok today is one of dominant names; it is a matter of special attention of the President, and is seen as an economic outpost of the country in Asia-Pacific region, the city even starts to claim the role of the "third capital".

However, development of transport infrastructure in Vladivostok, the city located on a small peninsula, is an extremely challenging task. In addition to its limited area, the city relief is tumulose, with a height difference of up to 250 m. Along with this, currently Vladivostok came out on top in the country as the city with the highest number of cars per person: 700 thousand vehicles to 600 thousand persons... The situation, again, is aggravated by the above mentioned limited spaces and by the lay of the terrain. It also affects the environment: air pollution and street noise are extremely high.

The city decision-makers had never been made to think about underground solution of these urban problems. Moreover, there was an idea to completely "loopback" the Vladivostok ring road making it to stretch along the coast cutting off the beaches, and so on. If this happens, then Vladivostok, one of the ten most beautiful coastal cities in the world, will lose

much of its attractiveness. As Vladimir Makarov said, the "pearl of the sea will lose the sea".

Far Eastern Federal University tries to propose an alternative solution. The student design bureau has developed a radial-ring tunnel scheme covering all areas of Vladivostok. It is expected that the distance from one end of city to the other will be covered in maximum 20 minutes.

Professor Makarov admits that the proposed tunnel scheme will require more time for its implementation and will cost more than the construction of the Ring Road on the ground. However, this is the only possible option able to solve the transportation problems avoiding piecemeal solutions and concentrating on integrated and comprehensive approach.

Let us hope that the project that entered in federal contest, as reported by Vladimir, will be evaluated positively and will soon become a reality.

## Post Scriptum

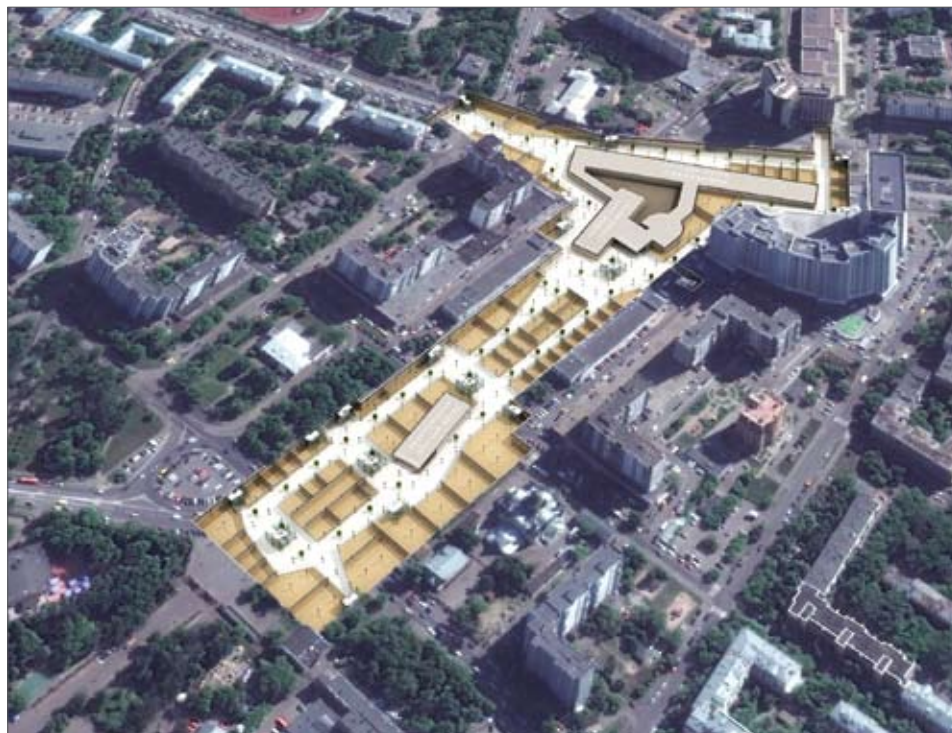
In total, the ACUUS 2016 Conference was attended by over 600 participants from 34 countries. 117 presentations of leading experts specializing in the underground space development from around the world were made within the business program.

According to [www.undergroundexpert.info](http://www.undergroundexpert.info), on 30 September the industry community gathered to discuss the results of the event at a meeting of the Committee for the development of underground space (National Association of Builders NOSTROY), which was held in St. Petersburg in the office of Association of underground builders and designers. It was noted that the conference received high scores of Russian and foreign experts. But its most important outcome was the decision taken by the Vice-Governor of St. Petersburg Igor Albin to work on cooperation agreement to be signed between ACUUS and the Committee on the development of St. Petersburg transport infrastructure. ■

О. С. ГЛОЗМАН,  
к. т. н., советник Российской  
академии архитектуры  
и строительных наук

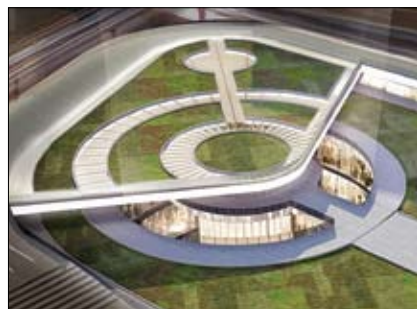
*Currently, a new general plan of Moscow is being developed. For the first time it includes the multi-zone public underground space. The promising areas of its development have been determined and blueprints for investors have been put together. This was preceded by a research work in establishing the methodology of functional zoning of urban underground space, made under the author's articles.*

# СОЗДАНИЕ ЗОН МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В МОСКВЕ



Вид подземного комплекса в существующей застройке (3D-модель)

**В настоящее время разрабатывается новый генеральный план города Москвы, в который впервые включены зоны многофункционального общественного подземного пространства. Определены перспективные территории его освоения и сформированы детальные концепции для инвесторов. Этому предшествовала научно-исследовательская работа по созданию методологии функционального зонирования подземного пространства городов, выполненная под руководством автора статьи.**



**Н**а сегодняшний день подземное пространство Москвы, по экспертным оценкам, освоено не менее чем на 60%. Следовательно, свободного места под землей не так уж и много. С целью сохранения возможности в будущем использовать некоторые подземные территории для общегородских нужд, необходимо уже сейчас определить соответствующие границы и соблюдать их. В настоящее время единственным ограничителем являются так называемые красные линии, но и он относительно, поскольку не исключает прокладки коммуникаций.

Согласно Градкодексу РФ, правовой режим использования земельных участков (равно как и всего, что находится над и под их поверхностью) определяется градостроительным регламентом. Чтобы выделить зону, на которой он будет установлен, необходимо произвести функциональное зонирование всей территории города. Мировая градостроительная теория и практика, однако, при этом ранее не предлагала методик функционального зонирования подземного пространства.

## По новой методологии

В рамках научно-исследовательской работы, выполненной под руководством автора статьи, была сформулирована методология, позволяющая выявить подземные территории города, которые целесообразно зарезервировать в градостроительной документации под общественные функции. Подробно это описано в отдельной научной публикации (Семенова О. С. «Методология выявления зон размещения объектов многофункционального общественного пространства, как части транспортной системы, при функциональном зонировании подземной территории крупных городов»).

Согласно нашим разработкам, для выявления зон, где существует потребность и возможность размещения объектов многофункционального общественного подземного пространства, необходимо произвести комплексную оценку социально-экономических, транспортных, экономических, архитектурно-градостроительных, инженерно-геологических, экологических, природно-климатических факторов. Все это дифференцируется в зависимости от масштаба рассматриваемой территории и требуемой детализации. Оценка осуществляется поэтапно, в ее ходе выявляются и добавляются новые факторы.

Сначала анализируется вся территория города, далее анализу подвергается его отдельная часть и, наконец, на третьем этапе рассматривается несколько кварталов, где непосредственно предполагается многофункциональная зона. Предпосылки и ограничения накладываются графически на карты соответствующего масштаба: 1:10000, 1:5000, 1:2000.

Архитектурно-градостроительные факторы рассматриваются на третьем и четвертом уровне более детально. Определяются границы зоны, которые зависят от уже имеющихся инженерных коммуникаций и станций метрополитена, оценивается возможность ее совмещения с существующими и проектируемыми объектами подземного пространства. Аналогично анализируются и наземные аспекты.

Исследование проводилось на территории Москвы путем применения разработанной методологии. На основании проведенного детального анализа сформирован поадресный перечень из 41 зоны планируемого размещения многофункциональных общественных подземных сооружений. Каждая из них внесена в генеральный план города, отражена в правилах землепользования и застройки. В результате проведенной научно-исследовательской работы также сформированы детальные концепции для инвесторов.

В качестве первоочередных определены территории 11 зон, для которых сформированы архитектурно-планировочные решения, установлены технико-экономические показатели и посчитаны инженерные нагрузки.

## На примере «Сокольников»

Наиболее перспективными для освоения подземного пространства являются места наибольшей концентрации пешеходов. Развивать территории ниже уровня земли целесообразно там, где на поверхности людям приходится передвигаться в стесненных условиях. К таким местам можно отнести станции метрополитена и железной дороги, где необходимо предусматривать рассредоточение интенсивных пешеходных потоков.

Одной из предлагаемых к рассмотрению зон является район станции метро «Сокольники». Основными целями при развитии подземного пространства здесь являются обеспечение комфортных условий движения для пешеходов, разделение транспортных и пешеходных потоков, обновление территории объектами обслуживания населения.

В границу проектирования попадает станция метрополитена, остановки наземного общественного транспорта, а также улицы Стромынка, Русаковская, Сокольнический вал и Сокольническая площадь.

Объектами притяжения на рассматриваемой территории являются городские больницы, офисы, торговые и досуговые учреждения, парк культуры и отдыха «Сокольники» (см. таблицу).

Наибольшая концентрация пешеходов наблюдается в направлении от станции метро к улицам Стромынка и Русаковская, далее поток распределяется по прилегающим улицам и переулкам. Сокольническая площадь бывает перегружена в выходные дни, когда люди массово посещают парк «Сокольники». Движение пешеходов осуществляется по тротуарам вдоль улиц и по наземным пешеходным переходам, которых насчитывается более сорока. Подземные переходы отсутствуют. Из-за большого количества перекрестков и пересечений улиц со светофорным регулированием возникают затруднения движения как для пешеходов, так и для транспортных средств.

Подробно о проекте многофункционального подземного пространства в районе станции метро «Сокольники» было рассказано на международном научном симпозиуме «Техника и технологии XXI века» (доклад опубликован в итоговом сборнике статей).

### Основные технико-экономические показатели для района станции метро «Сокольники»

Наименование	Площадь (м <sup>2</sup> )
Магазины	19 168
Пешеходные зоны	21 243
Зона общественного питания	2 320
Паркинг	19 733
Общая площадь	62 464

## Суммарная эффективность

В современной рыночной экономике России при определении зон подземного строительства решающим фактором является социальная и технико-экономическая целесообразность — иными словами, инвестиционная привлекательность. Основным преимуществом для инвестора при этом является сокращение затрат на приобретение земельного участка или за счет экономии на арендных платежах.

При освоении подземного пространства следует принимать во внимание факторы, которые приводят как к увеличению, так и к уменьшению удельных показателей стоимости строительства. Так, можно сократить затраты на фундаменты, кровлю, отказаться от ряда конструктивных элементов наземных зданий (наружные оконные блоки, внутренние водостоки, отделка фасадов и др.).

К факторам, удорожающим подземное строительство, относятся:

- сложность инженерно-конструктивных решений подземных сооружений;
- дополнительные объемы земляных работ;
- усиление несущих и ограждающих конструкций;
- усложнение работ по гидроизоляции объектов;
- усложнение устройств санитарно-технического оборудования;
- стесненность при производстве работ в сложившихся массивах застройки.

Взаимовлияние этих факторов позволяет считать, что в обычных геологических и гидрогеологических условиях сметная стоимость объектов в подземном исполнении, по сравнению с наземным, получается дороже в 1,5–1,6 раза. Однако в последующем инвестор может получить дополнительный прирост доходов за счет обеспечения гарантированного потока пешеходов-посетителей и увеличения торговой прибыли, а также за счет сокращения эксплуатационных и рекламных расходов.

Социальная эффективность, которая практически не поддается стоимостной оценке, при этом может быть определена на основе анализа следующих факторов:

- безопасность дорожного движения пешеходов, общественного транспорта и автомобилистов в местах пересечения УДС (количество аварий, число травм);
- обеспеченность территории объектами социальной инфраструктуры;
- обеспеченность парковками;
- обеспеченность «открытыми общественными пространствами»: спортивными площадками, выставочными залами, мини-кинотеатрами и т. п.;
- создание условий для развития малого бизнеса (строительство объектов торговой, офисной недвижимости).

Дополнительно социальная эффективность определяется через показатели обеспеченности населения природными и озелененными территориями, учитывается при расчетах рейтингов качества городской среды и т. д.

Экономическая эффективность подземного строительства, как и социальная, также привязана к конкретному месту размещения многофункциональной общественной зоны, поскольку размер потенциального дохода от созданных объектов недвижимости значи-

тельно варьируется по территории города. Кроме того, многое зависит от объемно-планировочных, инженерных, функционально-технологических и архитектурно-художественных особенностей конкретного проекта.

Суммарный социально-экономический, градостроительный и бюджетный эффект подземного строительства определяется для каждого отдельного объекта многофункционального подземного пространства с учетом всех указанных выше факторов.

В разработанной методике экономическая эффективность просчитывалась на основе эффективности капитальных вложений в строительство путем оценки соотношения стоимости затрат и потенциальных доходов от новой недвижимости. Также была проведена оценка размера дополнительных платежей в бюджет города и увеличения числа занятых на данной территории горожан.

Определение экономической эффективности многофункционального подземного пространства осуществлялось с учетом Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов, утвержденных Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 № ВК 477 (документ сформирован на базе методики инвестиционного анализа UNIDO, используемой в международной практике).

Как известно, инвестиционная привлекательность проекта во многом определяется тем, насколько предложение, в данном случае, торговых и офисных площадей соответствует спросу. В связи с этим необходимым является государственно-частное партнерство с участием не только инвестора-застройщика, но и предполагаемых резидентов — арендаторов построенных помещений. Это позволит обеспечить гарантированный высокий спрос.

Таким образом, проекты многофункционального подземного пространства должны разрабатываться на условиях ГЧП, а отбор приоритетных проектов необходимо проводить как на основе определения экономической эффективности, так и с учетом качественного анализа социальных и градостроительных эффектов.

## Выводы

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

Части подземных территорий крупных городов необходимо резервировать для дальнейшего развития общественных пространств.

Резервирование подземных территорий должно быть закреплено в генеральном плане города.

Выявление территорий города, на которых в дальнейшем потребуются формировать общественные пространства, но наземный потенциал которых уже исчерпан, возможно с применением вышеописанной методологии путем пофакторной оценки предпосылок и ограничений.

В результате проведенного исследования впервые в истории градостроительства России в генеральный план города включены зоны многофункционального общественного подземного пространства. ■



КОМПАНИЯ «ГЛОБАЛ ТРЕЙД», ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР  
DIGITAL CONTROL INC. В РОССИИ

## НОВЕЙШИЕ ЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ DIGITRAK FALCON ДЛЯ ГНБ

- ЛИДЕРЫ ОТРАСЛИ
- ОДИН ЗОНД ПОДДЕРЖИВАЕТ ТЫСЯЧИ ЧАСТОТ
- РАБОТА НА ГЛУБИНЕ ДО 38,1 м
- ОПТИМИЗАЦИЯ ЧАСТОТ НА ПЛОЩАДКЕ ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ АКТИВНЫХ ПОМЕХ
- ПОДДЕРЖКА ФУНКЦИЙ: ЗАПИСЬ ТОЧЕК БУРЕНИЯ (LWD) И «НАВЕДЕНИЕ НА ЦЕЛЬ»



- ИННОВАЦИОННАЯ
- СОВРЕМЕННАЯ
- СВЕРХМОЩНАЯ
- ПРОСТАЯ

### Для клиентов:

- Надежная локация – гарантия до 5 лет\*;
- Ремонт в официальном сервисном центре DCI в России;
- Простота в использовании, интерфейс на русском языке;
- Программы обновления старого оборудования Trade-In, Upgrade

\* Стандартная гарантия на зонды Falcon 15" и 19" при регистрации: 3 года/ 500 часов. Расширенная гарантия: 5 лет/ 750 часов работы, в зависимости от того, что наступит раньше.

Тел.: +7(499) 348 14 84,  
+7(925) 441 42 51  
Skype: gt\_machine  
sales@gtmachine.ru  
<http://www.digitrak.info>



## ИГОРЬ АЛБИН: «МЫ СЛЕДУЕМ МИРОВЫМ ТРЕНДАМ РАЗВИТИЯ АГЛОМЕРАЦИИ»

*At the World Conference ACUUS, St.-Petersburg received a confirmation of the correctness and relevance of the planned course. The subway construction as the basis for the development and placement of underground car parks and other facilities, utilities, etc. – all of this together has become an integral part of a grate urban development work. Igor Albin, vice-governor of St. Petersburg, who has participated in the ACUUS conference, dwells on the development of the underground space of the northern capital.*

Беседовала  
Регина ФОМИНА

**Программа прошедшей в Санкт-Петербурге Всемирной конференции ACUUS была насыщена актуальными выступлениями и докладами. Российские специалисты знакомились с передовыми идеями комплексного городского развития и методами их реализации. Петербург при этом получил подтверждение правильности и актуальности намеченного курса. Метростроение как основа развития, а также размещение под землей паркингов и иных сооружений, инженерных сетей и т. д. — все это в комплексе становится неотъемлемой частью большой градостроительной работы. Об основных трендах освоения подземного пространства Северной столицы нашему журналу рассказал вице-губернатор Санкт-Петербурга Игорь Албин, также участвовавший в конференции ACUUS.**



**— Игорь Николаевич, насколько полезной для вас стала конференция ACUUS?**

— За годы существования форума он впервые проводился в России, приветствие этому статусному мероприятию направил председатель Правительства РФ Д.А.Медведев. Такие мероприятия способствуют более близкому знакомству с международным опытом, с ведущими экспертами, помогают выработать позицию по тем вопросам, которые имеют для города принципиальное значение. В данном случае речь шла о гармоничном развитии подземного пространства петербургской агломерации, выборе оптимальной модели создания логистических центров и транспортно-пересадочных узлов.

В своей работе мы изначально опираемся на лучшие достижения в области градостроительства, следуем мировым трендам и понимаем, что в условиях высокой урбанизации подземное строительство приобретает все большее значение. В поле нашего внимания рекомендации всемирной программы по населенным пунктам ООН-Хабитат, разработки ведущих зарубежных специа-

листов в области урбанистики — в том числе концепция «Глубокий город», созданная учеными Федеральной политехнической школы Лозанны (Швейцария).

В своем развитии Петербург, как и многие мегаполисы мира, подошел к проблеме пределов роста. Это требует разработки новых инновационных подходов, концентрации внимания на развитии агломерации в комплексе. Наша задача — совершенствуя городскую инфраструктуру, сохранить исторический центр как архитектурно-культурное наследие Петербурга и одновременно развивать периферию.

**— То есть в фокусе внимания не только территории города, но и прилегающие к нему районы Ленинградской области? Какие мероприятия проводятся в этом отношении?**

— Именно так. Де-факто существует агломерация «Большой Петербург», территория которой не ограничивается административными границами. Степень проникновения в Ленинградскую область составляет примерно 50 км от центра города. В целом площадь этой функциональной территории составляет более 11,4 тыс. кв. км, а население — свыше 5,4 млн человек.

На повестке дня разработка Генерального плана, который будет регламентировать нашу политику в области градостроительства в ближайшие десятилетия. При подготовке этого документа мы должны сформировать основные схемы территориального планирования двух регионов, включающие в себя инженерные сети (водо-, тепло-, электроснабжение), автомобильные дороги и транспортную инфраструктуру в целом. Эту работу мы начали по поручению нашего губернатора Георгия Сергеевича Полтавченко, заручившись поддержкой Правительства Ленинградской области. Текущий год был посвящен «загрузке» исходных данных, а в следующем мы приступим непосредственно к формированию этих схем.

Особое внимание уделяется транспортной доступности в агломерации. Это одна из важнейших проблем, от решения которой зависит комфортное развитие любой территории. Наиболее важными в этом отношении для нас являются районы массового жилого строительства: Девяткино, Мурино, Кудрово и другие. Многие из них находятся за пределами административной границы города.

В области подземного строительства в этом отношении наибольший интерес для нас представляет строительство крупных наземно-подземных транспортно-пересадочных узлов. Расположение их на границе города и области позволило бы объединить метрополитен, линии пригородного железнодорожного сообщения и безрельсовый общественный транспорт, а также отсечь автомобильный поток «маятниковых» рабочих миграций из области в город.

**— Говоря о схемах территориального планирования, на первое место вы поставили инженерные сети. Это тоже один из приоритетов подземного развития города?**

— Строительство подземных коммуникаций и коллекторных тоннелей для обеспечения города современной системой водоснабжения и водоотведения — одно из



ключевых направлений нашей работы. Возьмем числовые значения. В ведении петербургского Водоканала более 15 тыс. км водопроводных и канализационных сетей, 270 км тоннельных коллекторов. Средний годовой объем реконструкции и строительства в этом хозяйстве составляет 250–300 км.

Это не просто масштабно. Важен получаемый эффект. В 2013 году мы запустили в эксплуатацию Главный канализационный коллектор, в результате последние три года уровень очистки сточных вод в Петербурге превышает 98%. На сегодняшний день важнейшими проектами в этой области являются сооружение коллектора для отвода стоков с намывных территорий Васильевского острова и строительство Охтинского тоннельного канализационного коллектора. Их реализация направлена на выполнение международных обязательств Российской Федерации по сохранению экосистемы Балтийского моря.

**— То есть метрополитен в ближайшей перспективе даже уходит на второй план?**

— Это некорректное сравнение. В плане освоения подземного пространства важны и инженерные сети, и метростроение, между этими направлениями нет конкуренции, они реализуются параллельно. Развитие метро является приоритетной задачей для нашего города. Мировая практика показывает, что по эффективности метрополитен занимает второе место после железнодорожного транспорта, в нашем случае — даже первое. Но насколько это эффективно, настолько и дорого, поэтому темпы строительства метро вызывают справедливое нарекание у петербуржцев. Нам сложно соревноваться с Москвой как по финансовым возможностям, так и по себестоимости строительства. Однако если взглянуть на современную историю города, можно убедительно сказать, что сейчас мы строим метро ударными темпами. Частично нас стимулировал предстоящий Чемпионат мира по футболу, при этом череда ввода новых участков и станций утверждена до 2022 года.



В декабре 2017 года намечено открыть участок Фрунзенского радиуса протяженностью 3,7 км, который включает три станции: «Проспект Славы», «Дунайская» и «Южная». Продолжаются работы на Невско-Василеостровской линии со станциями «Новокрестовская» и «Беговая», которые будут открыты к Чемпионату мира. По техническим причинам метростроевцы пока идут с небольшим опозданием, но в ближайшие полгода отставание будет ликвидировано. На 2019 год назначена сдача участка Лахтинско-Правобережной линии со станциями «Горный институт» и «Театральная». Последняя станция пока будет без вестибюля. Открытие первого участка новой Красносельско-Калининской линии со станциями «Юго-Западная» и «Путиловская» запланировано до 2020 года.

Работы ведутся широким фронтом.

**— Рассматривается ли возможность продолжения линии метро до аэропорта Пулково?**

— Рассматривались различные варианты связи аэропорта с городом, и на сегодняшний день мы отдали предпочтение аэроэкспрессу. Главным фактором в пользу этого решения стало время реализации проекта. Создать железнодорожную ветку можно в течение двух лет. На сегодняшний день есть основная трассировка от Витебского вокзала. Мы оформили заявку на кредит из федерального бюджета, планируем привлечь частные инвестиции. По прогнозам, к 2025 году пассажиропоток в Пулково достигнет 22 млн человек, что позволит окупить вложения.

Строительство метрополитена — процесс долгий, специалисты говорят, что на ветку метро до Пулково потребуется 10–15 лет.

**— Наш разговор начался с темы комплексного освоения подземного пространства. Каковы здесь приоритеты?**

— В этом вопросе, как доказывает мировая практика, именно метро выходит на первый план. Новые станционные комплексы могут и должны не только включать в себя платформы и вестибюли, но и совмещаться с другими функциональными сооружениями. Спектр их назначения может быть достаточно широк: зоны общественного пользования, транспортно-пересадочные узлы, пешеходные галереи, торгово-развлекательные комплексы, зоны отдыха, культурные и спортивные сооружения.

Сейчас перед городом, ради формирования комфортной и безопасной среды, стоит задача обеспечить условия для развития подземного строительства с привлечением в эту сферу частных инвесторов.

**— Продолжим тему пока что не реализованных проектов. Весной 2012 года было заморожено строительство Орловского тоннеля. Какова дальнейшая судьба этого перехода через Неву?**

— Строительство Орловского тоннеля было остановлено по финансовым причинам, слишком велики затраты. Однако переход через Неву в этом месте необходим, и он внесен в Генплан. На проекте не поставлен крест. В районе размещения этого перспективного объекта транспортной инфраструктуры зарезервированы земельные участки, и как только в бюджете появятся средства, начнется строительство. Однако мы не замыкаемся на идее именно тоннеля. Не исключено, что выбор будет сделан в пользу мостового перехода.

**— Последний вопрос напрямую не касается подземных сооружений и транспортной инфраструктуры, однако на этом объекте оказались задействованы петербургские метростроители. Речь идет о стадионе «Зенит-Арена». Каковы успехи в его строительстве?**

— Для города это, конечно, важный и имиджевый объект, но судьба его — не из легких. Самыми напряженными оказались последние полгода. В феврале у генерального подрядчика закончились средства, новых финансов ему привлечь не удалось, и стройка буквально встала. В апреле сошел снег, и обнажились все недоделки. Мы просто пришли в ужас: фасад не готов, кровля не накрыта, инженерные сети не устроены, водопонижение не выполнено, гидроизоляция и дренажная система отсутствовали. И это еще не полный список.

Но нельзя было как не сдать объект в срок, так и сдать его с недоделками. В итоге мне удалось убедить дорожные организации, Водоканал и подрядчиков, еще находящихся на стадионе, работать под мое честное слово. С апреля по октябрь — еще до переторговки контрактов — выполнили огромный объем работ стоимостью порядка 7 млрд рублей. К процессу с августа активно подключился нынешний генподрядчик — ОАО «Метрострой», авторитетная и надежная организация.

Несмотря на все перипетии, благодаря поддержке строителей мы укладываемся в срок, к 26 декабря. После этого потребуются порядка двух месяцев на адаптацию стадиона как спортивного объекта с участием эксплуатирующей организации, но главная задача — строительная готовность «Зенит-Арены» — решена. ■





**В. А. МАРКОВ,**  
заместитель генерального  
директора ОАО «НИПИИ  
«Ленметрогипротранс»  
по проектированию  
метрополитенов

*Despite the relevance of the construction of new metro lines in Russia, the legislation regulating this process does not allow to ensure it with the design documentation in time, and in the larger scheme of things it does not allow to build on a large scale and fast, even if there is enough of allocated funds. What are the documents in question, and what ways to “fight with the bureaucracy” can be offered in terms of the subway construction practices?*

# ЧТО МЕШАЕТ БЫСТРО СТРОИТЬ МЕТРО?



**При всей актуальности строительства новых линий метрополитена законодательная база, регламентирующая этот процесс, не позволяет своевременно обеспечить его проектной документацией, а если смотреть шире — не позволяет строить масштабно и быстро, даже если выделяется достаточное финансирование. О каких же документах идет речь и какие способы «борьбы с бюрократией» можно предложить с точки зрения практики метростроения?**

## Постановление № 87

Первым таким документом является Постановление Правительства РФ № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», которое отменило трехстадийность проектирования, до «перестройки» существовавшую долгие годы и хорошо себя зарекомендовавшую.

Сначала, на предпроектной стадии, рассматривались возможные варианты строительства, его стоимость, необходимые для него земельные участки, иные ресурсы для строительства и дальнейшей эксплуатации. Для сравнительной оценки использовались уже построенные аналоги. При этом выбор варианта осуществлялся экспертизой Госстроя СССР.

На следующей стадии разрабатывались основные технические решения (конструкции, планировки), указывались основные инженерные системы. Все это выполнялось на базе прошедшего экспертизу ТЭО. Стадия «Проект» проходила ведомственную экспертизу (ЦУЭП МПС), которая утверждала основные показатели объекта и в своем заключении давала рекомендации по устранению замечаний в рабочей документации.

На последней стадии разрабатывалась рабочая документация, которая должна была опережать строительство не менее чем на год, для подготовки подрядных организаций.

Постановление № 87 от 2008 года коренным образом изменило ситуацию. Конечно, оно задумывалось с учетом вновь появив-



При строгом соблюдении буквы закона, сейчас проектная документация разрабатывается от трех до пяти лет, и к моменту подачи на экспертизу может потерять свою актуальность.

шихся рыночных отношений, но совершенно не учитывало реалии проектирования метрополитенов.

Во-первых, постановление № 87 отменило трехстадийность, в связи с чем проектную документацию начали разрабатывать с нуля при отсутствии изысканий, земельных участков, технических условий и т. д.

Во-вторых, документ требует неоправданно высокой подробности разработки утверждаемой части проектной документации: еще при отсутствии решения о строительстве, а также при слабом финансировании этих работ, поскольку стоимость раздела определяется ориентировочно на усмотрение заказчика, а действующие сборники цен на проектные работы не скорректированы.

В-третьих, постановление предусматривает урегулирование земельных вопросов до завершения разработки проектной документации, что, возможно, и оправдывает себя для коммерческих объектов («сначала купи землю, а потом разрабатывай проект»), но в отсутствии стадии ТЭО является непреодолимым тормозом, приводящим к колоссальному затягиванию проектных работ. Ведь до начала проектирования в точности не известно, какие потребуются земельные участки. Это выясняется имен-

но на стадии «Проектная документация». А пока нет земельных участков (их отведение может занять годы), невозможно протрассировать метрополитен, разместить наземные и подземные объекты и, следовательно, выполнить инженерные изыскания.

Вся эта работа к тому же должна базироваться на утвержденном региональным правительством проекте планировки территорий для строительства линейного объекта, который будет разрабатываться не менее года после решения земельных вопросов.

Таких подводных камней множество, здесь затронуты только основные. Все вышеуказанное, при строгом соблюдении буквы закона, сейчас приводит к тому, что проектная документация разрабатывается от трех до пяти лет, и к моменту подачи на экспертизу может потерять свою актуальность (изменяется нормативная база, устаревают изыскания, меняется технологический подход и т. д.).

### Госэкспертиза

Следующим этапом, задерживающим строительство, является прохождение государственной экспертизы. Она практи-

чески не ограничена никакими нормативами и может потребовать любую документацию, любые согласования и справки, при этом не давая никаких рекомендаций по устранению недочетов, а только констатируя их.

Соответственно, при ограниченном сроке экспертизы устранить все замечания невозможно (некоторые согласования могут длиться месяцами), и проектная документация только за одно неснятое замечание получает отрицательное заключение, даже если сняты все остальные, количество которых может достигать нескольких сотен.

Далее проект дорабатывается и повторно поступает на экспертизу. Все повторяется снова, так как она рассматривает не снятие предыдущих замечаний, а проект целиком. И это может повторяться несколько раз — при том, что экспертиза является платной и обходится очень дорого.

Для ускорения процесса Постановление № 87 решили дополнить Постановлением РФ № 1006, проект которого предусматривал разрешить начало подготовительных работ по строительству метрополитена до завершения экспертизы. В окончательной версии документа, однако, лишь разрешили на усмотрение заказчика выделять подготовительные работы в отдельный этап проектирования, проходить по ним экспертизу и начинать их до прохождения экспертизы основного проекта. Это не дает никакого ускорения, так как для утверждения проекта подготовительных работ требуется тот же набор документов и изысканий, что и для основного проекта. Госэкспертиза, в свою очередь, сделала данный этап обязательным, и теперь до получения по нему положительного заключения не принимает основной проект, что еще больше затягивает срок проектирования.

В ряде случаев, когда финансирование ведется регионом, а метрополитен как раз относится к таким объектам, требуется еще и прохождение экспертизы сметной части проекта на региональном уровне, что еще более затягивает сроки. Ведь, если даже удалось пройти экспертизу с первого раза, прохождение всех трех экспертиз по очереди займет более года.

И вот, наконец, проектная документация получила положительное заключение, но стройка еще не началась... По действующим законам необходимо провести тендерные торги на разработку рабочей документации, что само по себе является некорректным по отношению к организации, занимавшейся предыдущим этапом. При всей сложности и объеме стадии «Проектная документация» ее стоимость несоизмеримо мала и может быть компенсирована только

стоимостью разработки рабочей документации.

Этим часто пользуются горе-организации, которые не в состоянии разработать проектную документацию, но рады «урвать лакомый кусок» в виде рабочей документации. При этом, отдавая им разработку данной стадии, заказчик не задумывается, что новый проектировщик может неправильно понять проектную документацию, принять другие параметры и расчетные схемы, что, в свою очередь, может привести к тяжелым последствиям.

И вот, наконец, на основании тендерных торгов выбраны и проектировщик, и подрядчик. Однако рабочей документации нет, так как на ее разработку нужно время, особенно если ее выполняет новая организация. При этом все, по понятным причинам, делается в спешке с массой ошибок. Если же необходимая документация с первого дня строительства отсутствует, проблема нарастает и далее, зачастую принимая катастрофический размер.

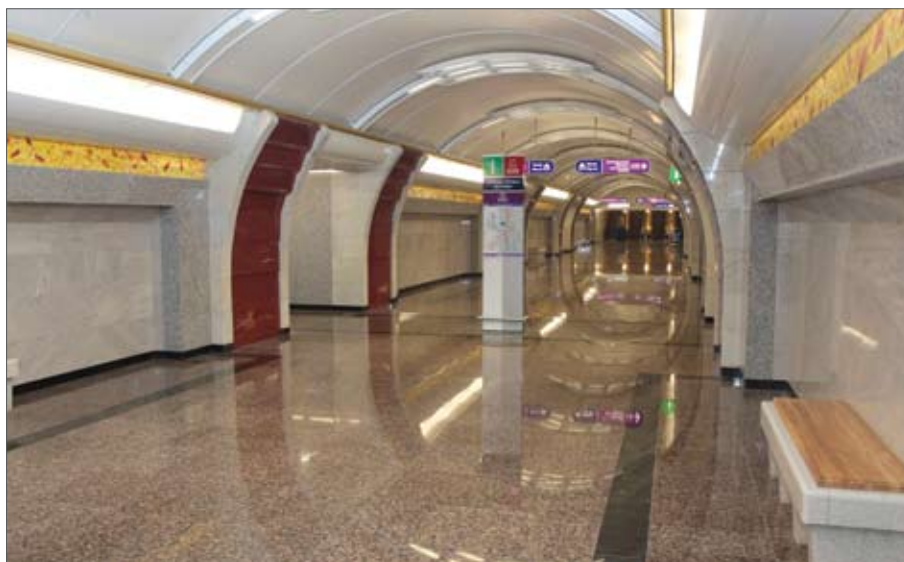
И тут вступает в действие Градостроительный кодекс. Этот документ и Постановление №87 гласят, что в процессе строительства невозможны какие-либо изменения проекта. Более того, государственные надзорные органы ведут приемку выполненных работ не по рабочей, а по проектной документации.

### К чему это приводит?

Получается, с момента начала разработки проектной документации до начала строительства проходит несколько лет, а цикл строительства линии метрополитена занимает еще 5–7 лет. Уже не выпускается оборудование, заложенное в проектной документации, сменилась нормативная база, выявились некоторые недочеты в проекте, появились новые материалы, уточнились изыскания. Но надзорные органы по-прежнему сверяют построенные сооружения не с рабочей, а с проектной документацией, штрафуют заказчика в случае несоответствия. При этом заказчик никак не может повлиять на ситуацию, так как в соответствии с требованием Градостроительного кодекса, при выявлении необходимости изменения проектной документации строительство должно быть остановлено, проект откорректирован и заново направлен на экспертизу. Это остановка стройки на годы — при том, что государственным заказчиком просто не предусмотрено средств на корректировку.

Казалось бы, в градкодексе есть лазейка, допускающая изменение проектной до-

«Болезнь» до настоящего времени не «лечится» только потому, что метрополитен во всех городах России, кроме Москвы, строится в таких малых объемах, что времени хватает даже на выполнение ущербных норм.



кументации, если оно не влияет на безопасность объекта. Но в следующих статьях кодекса оговорено, что факторы, влияющие на безопасность, может определить только орган, выдавший положительное решение (Государственная экспертиза). При этом процедура рассмотрения подобных вопросов вообще не оговорена. И так как в указанных документах есть фраза «любые изменения», inspectирующие органы получают инструмент для нескончаемых придинок даже к вопросам, которые находятся исключительно в компетенции подрядчика и заказчика и не влияют на безопасность. Таких примеров множество, и в конечном итоге это провоцирует злоупотребления.

### Предлагаемые решения

Применительно к объектам метрополитена видится необходимым предложить следующие решения для внесения их в законодательную базу:

- вернуть трехстадийную форму разработки проектной документации: инженерные изыскания; проектная документация (утверждаемая часть); проектная документация (рабочая документация);
- выполнять разработку ТЭО в нескольких вариантах с утверждением выбранного из них государственной экспертизой;

■ начинать разработку последующих стадий после разработки на основании утвержденного ТЭО ППТ линейного объекта, отвода необходимых для строительства земельных участков, получения технических условий;

■ изменить требуемый для прохождения экспертизы объем проектной документации, ограничив его основными техническими решениями, конструкциями и планировками, с правом вносить изменения при наступлении объективных причин (принятие новых норм, смена номенклатуры оборудования, улучшения (удешевление) объекта, применение новых строительных материалов);

■ выставлять на торги одним лотом утверждаемую и рабочую проектные документации, разделив срок их выполнения календарным графиком.

В заключение хочется отметить, что вопрос назрел давно, а диагноз понятен. «Болезнь» до настоящего времени не «лечится» только потому, что метрополитен во всех городах России, кроме Москвы, строится в таких малых объемах, что времени хватает даже на выполнение вышеописанных ущербных норм. Ссылками на них же, кстати, в ряде случаев и обосновывают отсутствие строительства: мол, проектной документации, подготовленной в соответствии с законодательством, ведь все нет и нет. ■



*The beginning of the last autumn for the Russian subway tunnelers was marked by ACUUS World Conference in St. Petersburg, and the end – by a major domestic event in Moscow, which also had an international format. On November 22-24, there was an exhibition-forum “Underground construction. Bases and foundations” in the Sokolniki where an annual scientific and technical conference “Trends, problems and prospects of the development of the underground construction” was the basis of the business program.*

## С ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ПОДХОДОМ К СТРОИТЕЛЬСТВУ ПОД ЗЕМЛЕЙ

**Для российских «подземщиков» начало минувшей осени ознаменовалось всемирным событием — конференцией ACUUS в Санкт-Петербурге, а окончание — крупным отечественным мероприятием в Москве, имевшем, впрочем, также международный формат. С 22 по 24 ноября в ВЦ «Сокольники» проходила выставка-форум «Подземное строительство. Основания и фундаменты», основу деловой программы которой составила ежегодная научно-техническая конференция «Тенденции, проблемы и перспективы развития подземного строительства».**

**Б**езусловно, стране необходима хотя бы одна регулярная выставочно-конгрессная площадка международного формата, как минимум, ежегодная, которая давала бы возможность в комплексе ознакомиться с тенденциями в развитии подземного пространства мегаполисов и инновационными разработками в сфере строительства и обустройства фундаментов зданий и сооружений. Именно эта цель и заявлена организаторами выставки-форума и проводимой в ее рамках конференции — Тоннельной ассоциацией России, Международной ассоциацией фундаментостроителей и выставочной компанией «Тренд Экспо». Генеральными ин-

формационными партнерами мероприятия в 2016 году стали международный журнал «Подземные горизонты» и журнал «Метро и тоннели».

В официальной церемонии открытия выставки-форума приняли участие руководители отраслевых общественных организаций и ведущих компаний по подземному строительству: председатель правления Тоннельной ассоциации России Сергей Елгаев, генеральный директор Международной ассоциации фундаментостроителей Екатерина Дубровская, генеральный директор АО «Мосметрострой» Сергей Жуков, генеральный директор ОАО «Метрострой»

Игорь ПАВЛОВ  
Использованы материалы  
Международной  
ассоциации  
фундаментостроителей



Вадим Александров, генеральный директор ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс» Владимир Маслак, вице-президент АО «Объединение «Ингеоком» Илья Маковский.

В работе Международной выставки-форума «Подземное строительство. Основания и фундаменты» приняли участие более 500 специалистов — представители государственных структур и строительного бизнеса Москвы, нескольких регионов РФ, а также ряда зарубежных стран. В выставочной экспозиции были представлены свыше 30 компаний из России, Беларуси, Германии, Швейцарии, в том числе ОАО «Мосметрострой», ОАО «Мосинжпроект», Группа компаний «Геоизол», ООО «Буровая компания «Дельта», ООО «Херренкнехт тоннельсервис», ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», АО «ЦНИИС», ОАО «Фундамент-проект», а также Liebherr, Bauer, BASF, Sika.

Ежегодная Международная научно-техническая конференция «Тенденции, проблемы и перспективы развития подземного строительства», участниками которой стали свыше 100 специалистов из 20 организаций и предприятий, проходила 23 ноября. Были рассмотрены следующие вопросы:

- основные направления освоения подземного пространства мегаполисов: строительство метро, авто- и железнодорожных тоннелей, подземных паркингов, инженерной инфраструктуры и прочих подземных сооружений;
- особенности проектирования и строительства подземных сооружений в различных геологических и климатических условиях;
- новое оборудование, материалы и технологии, позволяющие сократить стоимость строительства подземных сооружений;
- российский и зарубежный опыт применения современных технологий при

Выставка-форум «Подземное строительство. Основания и фундаменты» — уникальное в своем роде событие. Это возможность ознакомиться со всеми последними тенденциями в развитии подземного пространства мегаполисов, инновационными разработками в сфере строительства фундаментов зданий и сооружений.

проектировании, строительстве, эксплуатации подземных сооружений.

В частности, прозвучали такие доклады, как «Опыт проведения спецработ при строительстве Калининско-Солнцевской линии метро в Москве», «Эффективные строительные материалы и технологии в современном метростроении», «Роль отраслевой науки в проектировании, строительстве и эксплуатации отечественных метрополитенов», «Укрепление грунтов методом струйной цементации при проходке тоннелей для межтерминального подземного перехода в аэропорту Шереметьево».

Также 23 ноября состоялось награждение победителей Конкурса на лучшее применение передовых технологий при освоении подземного пространства.

В номинации «Технологии при проходке тоннелей и строительстве подземных сооружений закрытым способом» победителями признаны АО «Мосметрострой» (за сооружение ствола шахты ВОУ Северо-Восточного участка Третьего пересадочного контура Московского метрополитена с применением специализированного стволопроходческого

комплекса фирмы Herrenknecht AG), ФГУП «Управление строительства №30» (за строительство пристыковых бункеров, конвейерных галерей и дозаторов с креплением стальными тубингами), ОАО «Метрострой» (за внедрение технологической схемы сооружения двухпутного тоннеля Невско-Василеостровской линии Петербургского метрополитена), ОАО «Минск-метропроект» (за внедрение прогрессивной технологии при строительстве комплекса новой взлетно-посадочной полосы международного аэропорта Шереметьево).

В номинации «Материалы и конструкции для тоннелей и подземных сооружений» было отмечено АО «Трансинжстрой» (за внедрение прогрессивных решений по созданию нестандартных изделий и конструкций для метростроения), в номинации «Безопасность при строительстве и эксплуатации подземных сооружений» — ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс» и ЗАО «НПФ «Геодизонд» (за работу «Опережающая забой разводка инженерно-геологических условий при проходке двухпутных перегонных тоннелей с помощью ТПМК методом СШП-георадиолокации»). ■



# ВЛАДИМИР МАСЛАК О ЗАДАЧАХ, ПЕРСПЕКТИВАХ И НОВАЦИЯХ

**История ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс» началась 70 лет назад. 3 декабря 1946 года начальник Главтоннельметростроя СССР подписал приказ о создании Ленметропроекта, филиала головного государственного Метропроекта в Северной столице, где активно возрождалось строительство второго в стране метрополитена, прерванное войной.**

**За минувшие десятилетия петербургские проектировщики явили миру не только уникальную «подземку» города на Неве, но и целый ряд других объектов, важных и знаковых для России.**

**Однако юбилей компании — это не повод почитать на лаврах, а очередная ступень в восхождении на профессиональный Олимп, что и подтвердили слова генерального директора ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс» Владимира Маслака, который любезно согласился ответить на вопросы нашего журнала в ходе состоявшегося интервью.**

*The history of Design Institute “Lenmetrogiprotrans” began 70 years ago, on December 3, 1946, when the Northern Capital actively regenerated the construction of the second metro in the country, which had been interrupted by the war. Over the past decades, the St. Petersburg designers have disclosed to the world not only a unique “subway” of the city on the Neva River, but also a number of other objects that are important and significant for Russia. An interview with Vladimir Maslakov, Director General of NIPPII Lenmetrogiprotrans, OJSC, gives us the full picture on the present history of the anniversary celebrating company.*

— Владимир Александрович, в 2016 году возглавляемый вами институт отметил 70-летие. Какие моменты в истории института можно назвать ключевыми? Какие значимые сооружения запроектированы вашими инженерами? Чем особенно гордится Ленметрогипротранс?

— Наше главное достижение, хотя и спрятано под землю, но у всех на виду — это петербургский метрополитен. А когда-то мы начинали с нуля, опираясь только на теоретические знания ленинградских инженеров и опыт московских коллег, многие из которых и составили костяк трудового коллектива института. Именно поэтому первые станции ленинградского метро по своему архитектурному оформлению напоминают московские. Под влиянием москвичей создана, например, прекрасная станция «Площадь Восстания». В дальнейшем у нас появились и собственные архитектурные решения — так, «Пушкинская» и «Владимирская» уже больше тяготеют к «ленинградскому классицизму», к нашему менталитету.

Основная задача Ленметропроекта, конечно, заключалась в проектировании метрополитена в Ленинграде, но практически сразу же, в 1948 году, возникла потребность в проектировании для страны и железнодорожных тоннелей. Первым опытом стала сложнейшая работа с учетом

горных условий для железной дороги Абакан — Тайшет. Однако уже в 1954–1956 гг. тоннели были успешно построены. Забегая вперед, отмечу, что в 1987 году даже вышел приказ о назначении института головной организацией по проектированию железнодорожных тоннелей для Министерства путей сообщения. В активе наших специалистов и сложнейшие объекты Байкало-Амурской магистрали, и Кавказских гор.

В 1977 году Ленметропроект приказом министра транспортного строительства был преобразован в самостоятельный институт «Ленметрогипротранс» с филиалом «Бамтоннельпроект» в Северобайкальске.

Занимаемся мы и автомобильными сооружениями. Например, запроектировали Канонерский тоннель под Морским каналом в Ленинграде и участвовали в проектировании Рокского тоннеля под Главным Кавказским хребтом. Надо добавить, что первый участок Новосибирского метрополитена — тоже детище Ленметрогипротранса. Был и международный опыт. По метрополитенам — на Кубе (Гавана) и в Индии (Калькутта), по железнодорожным тоннелям — в Алжире.

— **Перенесемся в день сегодняшний... Впечатляет, какими темпами развивается московское метро! Разрабатываются ли в настоящее время планы долгождан-**



191002, г. Санкт-Петербург,  
Большая Московская ул., д. 2  
Тел.: +7 (812) 316-20-22  
www.lenmgt.ru

**ного «качественного прорыва» в развитии Петербургского метрополитена, в частности, строительства Кольцевой линии?**

— Планы есть, но пока только перспективные. Они были утверждены еще Валентиной Матвиенко в 2011 году. На сегодняшний день решаются вопросы, связанные с текущим рабочим проектированием. Однако мы все равно выдвигаем свои проектные предложения, в том числе и по Кольцевой, прорабатываем новые технические решения и технологии строительства. Для кольцевой линии одна станция практически уже готова, причем уникальная. Речь идет о «Спортивной». Таких станций глубокого заложения в мире больше нет, и хотелось бы, чтобы она поскорее заработала в полном масштабе.

Мы рассматриваем и варианты будущей станции «Горный институт» («Большой проспект») на участке, который пройдет через станции «Василеостровская» и «Петроградская» до «Лесной». Стройка там идет, хотя и нельзя сказать, что быстро. Участок Северного полукольца достаточно актуален.

В настоящее время мы подбираем технологию, которая позволила бы минимизировать затраты на проведение работ на поверхности, поскольку вопросы землеотвода, выноса сетей и т. п. решаются очень сложно.

В Петербурге можно было бы взять больший диаметр щита, и это позволило бы поставить станцию практически в любом месте. В этом случае создается не наклонный ход, а вертикальный колодец с маршевыми эскалаторами. И хотя затраты при проходке тоннеля будут больше, но за счет упрощения строительства станции получится значительная экономия — и денег, и времени. Это новое решение, разработанное нами специально для петербургских условий, а не типовой московский вариант.

Наша цель — минимальное влияние на историческую застройку при максимальной скорости строительства, и чтобы при этом было достаточно дешево. Задача комплексная и сложная, но ее надо решать.

**— Как складывается ситуация по Фрунзенскому радиусу? И, кстати, насколько необходимо, в условиях бюджетных ограничений, продолжать тянуть эту ветку в Шушары? Может, целесообразнее было бы начать строить Красносельско-Калининскую линию?**

— Если бы не финансовые проблемы, закончить работу по Фрунзенскому радиусу и получить три новых станции можно было бы в конце 2017 года. 30 млрд рублей уже освоено, осталось 6–7 млрд. Но сейчас в приоритете объекты инфраструктуры к Чемпионату мира по футболу. После того



как будут сданы станции «Улица Савушкина» («Беговая») и «Новокрестовская», я надеюсь, к концу 2018 года работы по Фрунзенскому радиусу тоже удастся завершить.

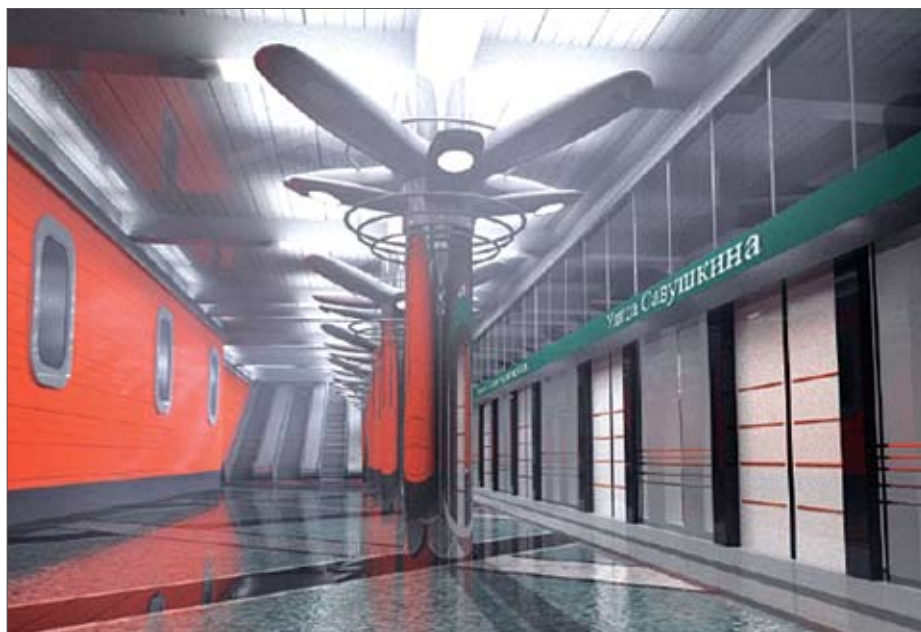
Что касается актуальности Красносельско-Калининской линии — да, в Петербурге есть еще более ущербные по части транспортной инфраструктуры районы, чем Купчино. Но сейчас нам с подрядчиком надо закончить долгострой. В итоге подземка выйдет за Кольцевую автомобильную дорогу в район пос. Шушары, где есть место под строительство нового депо. В пределах же городского черты территорий под него фактически нет.

Продолжение Фрунзенского радиуса позволит, во-первых, снять серьезное транспортное напряжение в Купчино, во-

вторых, построить и открыть новое депо, в котором давно нуждается Петербургский метрополитен, и, самое главное, в Шушары можно будет подвести ветки скоростного трамвая из Колпино, Пушкина, Павловска. Я предлагаю уже сейчас проектировать такие трамвайные линии, а не мечтать, что когда-нибудь в эти пригороды удастся проложить метро.

**— Но логически напрашивается продолжение линии метро до КВЦ «ЭкспоФорум» и дальше в аэропорт Пулково...**

— Сам по себе «ЭкспоФорум», что называется, выполняет разовые задачи, регулярного большого пассажиропотока к нему нет, но дело в том, что в перспективе за КВЦ появится город-спутник Южный. Однако,



я считаю, что линию метро от Шушар туда тянуть не имеет смысла. Следует предусмотреть скоростной трамвай по выделенной полосе. Земли для этого там достаточно. Если сравнить затраты на строительство и последующую эксплуатацию скоростного трамвая и метро — тут вопрос чисто экономический, плюс сроки реализации проекта.

Кстати, у нас есть другое предложение, с меньшими затратами по метростроению. Мы уже разработали ТЭО на продление метро до аэропорта от «Проспекта Ветеранов». Причем конечной предполагается вторая станция, ближе к городу Пушкину, которая станет небольшим хабом для легкого рельсового транспорта. В данном случае мы настаиваем, что должно быть все-таки метро, с тоннелем закрытого типа, а не какие-либо облегченные или комбинированные варианты. Наши составы не предназначены для эксплуатации под открытым небом, особенно зимой. При этом здесь как раз возможны станции мелкого заложения, а щитовая проходка с применением современной техники позволяет значительно ускорить строительный процесс.

**— Хабы, транспортно-пересадочные узлы в увязке с метрополитеном — тут уже возникает вопрос о комплексном освоении подземного пространства. Есть ли у вас планы по развитию в этом направлении?**

— Пока развивается город, должен развиваться и метрополитен, который в современных условиях действительно необходимо увязывать с комплексным освоением подземного пространства мегаполиса. Это самая главная мысль на перспективу.

Если ближе к практике, то однажды в Петербурге дело почти дошло до проведения конкурса по строительству подземных паркингов на нескольких площадях в центре. Один из них, рядом с БКЗ «Октябрьский» на четыре этажа под землей, у нас уже даже спроектирован. Как говорится, бери и строй. Более того, под землю можно опустить склады, подстанции и т. д. — все такие решения нам известны. Что же касается подземных парковок, то совсем необязательно строить некие грандиозные сооружения. Есть технология создания автоматических парковок-лифтов, так называемых «стаканов». Я еще несколько лет назад предлагал построить на Сенной площади сразу девять таких парковок, каждая на 114 машин. Самое интересное, что тогда даже нашелся инвестор, но, во-первых, площадь только недавно освободили от ларьков, а во-вторых, движущей силы, чтобы довести дело до победного конца, к сожалению, пока не наблюдается. Определенные шаги, конечно, есть: если строится современное здание или реконструируется старое, теперь полагается создавать под ним паркинг, хотя бы в 1–2 этажа.

Обязать и заставить всех осваивать подземное пространство, наверное, все-таки нельзя, но дать какие-то преференции — можно вполне. Мы, со своей стороны, способны предложить современные технологии, которые позволяют с минимальными затратами строить под землей, и предложить, что можно опустить под землю.

**— Во многих городах мира метрополитен переходит на работу в автоматическом режиме с поездами — «беспилотни-**

**ками». Ваше мнение по поводу подобных технологий применительно к петербургскому метро?**

— У меня давно уже зреет мысль об автоматизации метрополитенов в России, я даже пытался высказывать некоторые конкретные предложения по этому поводу.

Современная автоматика, конечно же, работает надежнее и быстрее, чем люди, при этом устраняется, так называемый, человеческий фактор. Единственный нюанс — надо понимать, что будет происходить, если техника вдруг откажет, и продумать схему работы для нестандартных ситуаций. Однажды, во время моего визита в Венгрию, я был крайне удивлен, когда увидел, что в венгерском метрополитене станция мелкого заложения обслуживается только одним человеком, в функции которого входило наблюдение за мониторами. Там все было автоматизировано. Я думаю, до такого минимализма доводить ситуацию все-таки не надо, однако и держать каждый день по 20–30 человек на станции для ее обслуживания — дорого и несвоевременно.

Основное ограничение для автоматизации метро в России обусловлено тем, что у нас преобладают станции глубокого заложения с соответствующим эскалаторным хозяйством, которое требует к себе особого отношения. Остальные вопросы теоретически решаемы.

Но самая главная для наших мегаполисов современная задача — это обеспечение пешей доступности метро, когда расстояние между станциями составляет не более километра. В таком случае люди обычно не садятся на какой-то вид наземного транспорта, а идут пешком. Именно поэтому я и настаиваю на максимальном развитии метрополитена. В конце концов, можно уменьшить мощность подвижного состава на линии, пусть будут поезда по шесть вагонов. Например, в таких европейских столицах, как Париж и Лондон очень разветвленная сеть метрополитена, и расстояние между станциями составляет всего 300–500 м.

**— Но если автоматизация петербургского метрополитена и обеспечение пешеходной доступности — это дело отдаленного будущего, то строительство двухпутного метротоннеля — это уже реальность?**

— Действительно, проходку первого в России двухпутного тоннеля метрополитена петербургский Метрострой завершил на южном участке Фрунзенского радиуса в июне 2015 года. Со своей стороны, Ленметрогипротранс начал заниматься проработкой этой технологии еще в начале 2000-х годов. Это техническое решение



потребовало и нового подхода к системе вентиляции. В этой связи мы разработали такую систему специально для двухпутных тоннелей метрополитена, совместив ее с системой дымоудаления. Думаю, что в этой схеме хорошо себя проявят вентиляторы известной испанской фирмы «Зитрон». Они хорошо зарекомендовали себя, например, в Мадридском метрополитене, да и в России, в автодорожных тоннелях, тоже, хотя для постоянной тоннельной вентиляции у нас пока что не применялись. Мне хотелось бы задействовать эту технику, пусть и более дорогостоящую, но весьма эффективную. Однако решение будет принимать заказчик.

**— Как вам видятся перспективы развития института? Какие шаги вы предпринимаете, чтобы удерживать лидирующие позиции в стране?**

— На сегодняшний день мы работаем по разным направлениям: метрополитены, железнодорожные и автодорожные тоннели. Кстати, очень большой объем работ был сделан для Сочи при подготовке транспортной инфраструктуры к Олимпиаде. Ленметрогипротранс даже стал победителем международного конкурса International Tunnelling Awards в номинации «Главный тоннельный проект года» за совмещенную автомобильную и железную дорогу Адлер — «Альпика-Сервис». У нас хорошие деловые отношения с РЖД, пытаемся работать и с Росавтодором.

Хотелось бы принять активное участие в освоении подземного пространства городов, в первую очередь в Санкт-Петербурге — здесь все это развито крайне слабо, а необходимость есть. Я пока не предлагаю создавать некие колоссальные объекты, но, повторюсь, те же автоматические паркинги, способные существенно улучшить транспортную и экологическую обстановку в городе, можно строить достаточно легко и быстро.

Есть у нас и предложения по развитию Кавказского региона, какие тоннели там можно построить. Только что мы прошли экспертизу инженерных изысканий по новому объекту на въезде в Сочи. Старый Четвертый тоннель сейчас удерживает Мамайский оползень, но при малейшем землетрясении этот тоннель вместе с городскими постройками и железной дорогой легко может уйти в море. Новое сооружение будет сейсмоустойчивым. Вместо двух неглубоких тоннелей в этом районе нами проектируется один, который пойдет по коренным породам.

С точки зрения развития института главные надежды мы, однако, все-таки возлагаем на свою основную специализацию — на



проектирование метрополитенов. В этом плане в последние годы наши специалисты показали себя с неплохой стороны и в Москве.

**— И последний вопрос. Что, на ваш взгляд, можно назвать главной отличительной чертой Ленметрогипротранса?**

— Наш коллектив состоит из 360 человек, все — профессионалы своего дела. Это помогает нам выполнять весь проект собственными силами от А до Я, не привлекая субподрядчиков. Такой подход оказывается выгоднее и для заказчика, и для нас. К тому же, мы очень дорожим нашей репутацией. Когда набираешь много объектов и нани-

маешь разных субподрядчиков, потом не знаешь, как все это состыковать, зачастую возникает много ошибок... Мы стараемся в такие ситуации не попадать. Подрядчиков нанимаем в редких случаях. У нас практически автономное, «натуральное» хозяйство, и это стимулирует нас не останавливаться на достигнутом, пользуясь только старым багажом, побуждает искать новые пути развития.

В итоге изучать наш опыт приезжают люди из других стран, как было, например, во время строительства олимпийских объектов. И все это работает на решение нашей главной задачи — строить метро в России быстро, недорого и, само собой, надежно и качественно. ■

# ЛЕНМЕТРОГИПРОТРАНС В ЛИЦАХ

*Если общую стратегию Ленметрогипротранса определяет генеральный директор, то вопросами тактики, в том числе по новым научно-техническим разработкам, инженерным и архитектурным решениям, более детально владеют специалисты, непосредственно отвечающие за то или иное направление. Им мы и предоставляем слово. Создать более полную картину нашему журналу помогли главный инженер, заместитель генерального директора по научно-исследовательской работе, главный инженер проектов и начальник архитектурно-строительного отдела ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс».*



**Георгий ЗАХАРОВ,**  
главный инженер  
ОАО «НИПИИ  
«Ленметрогипротранс»:

— Сегодня на наших глазах открывается новая страница в истории Петербургского метрополитена, и связано это со строительством двухпутных тоннелей. Переход на новый тип конструкций потребовал от нас коренного изменения проектных

решений в части возведения притоннельных сооружений и размещения технологического оборудования: вентиляции, системы противопожарной безопасности, водоотлива и т. д. Идея перехода к тоннелям большого диаметра базируется на том, что при такой конструкции нет необходимости сооружения межтоннельных сбоек, обязательных при проходке линии двумя тоннелями. Их строительство в геологических условиях Петербурга требует колоссальных затрат и длительных сроков выполнения работ.

Если на первом двухпутном тоннеле на Фрунзенском радиусе еще имелись притоннельные сооружения, то на Невско-Василеостровской линии нам удалось от них полностью отказаться, это было вызвано объективными условиями, поскольку строительство проектировалось частично на намывных территориях и под акваторией залива. В итоге все сооружения, в том числе вентиляционные узлы и водоотливные установки, нам удалось разместить в станционных и тоннельных сечениях.

Но инженерная мысль не стоит на месте, после строительства тоннелей к Олимпиаде в Сочи остался проходческий комплекс диаметром 12,8 м. Учитывая его возможности, мы рассмотрели перспективу строительства целой линии, выполненной в тоннеле одного диаметра. Наши специалисты из конструкторского отдела успешно справились с задачей размещения всех конструкций: двух перегонов и станций в одном сечении. В перспективе проектирование Кольцевой линии и разработанное нами решение может очень пригодиться. Учитывая достаточно частое расположение станций, такая схема весьма рациональна.

Еще одним актуальным техническим решением, которое мы планируем внедрять в наши проекты, является применение раздвижных дверей по типу «горизонтальный лифт». За десятки лет эксплуатации в Петербургском метрополитене они показали свою высокую эффективность в части безопасности пассажиров.



**Константин БЕЗРОДНЫЙ,**  
д.т.н., заместитель  
генерального директора  
ОАО «НИПИИ «Ленметро-  
гипротранс» по научно-  
исследовательской работе:

— Мы выполняем геотехническое и экологическое сопровождение при строительстве и эксплуатации метропо-

литенов и тоннелей различного назначения. Нами разработано специальное методическое руководство по горно-экологическому мониторингу, которое применимо для всех подземных сооружений, поскольку геотехники едины.

Успешно справляться с задачами любой сложности нам позволяет высокий кадровый потенциал. В нашем коллективе три доктора технических наук, 18 кандидатов наук различной специализации.

За последние годы специалисты Ленметрогипротранса выполнили большую работу в Сочи, когда там велось грандиозное строительство в преддверии проведения Олимпиады. Среди наших объектов автодорожные и железнодорожные тоннели между Адлером и Красной Поляной, железнодорожные тоннели на дороге от Адлера до Туапсе, а также автодорожные тоннели на дублере Курортного проспекта.

Нами оперативно решались вопросы, возникавшие во время строительства, которое велось в сложных инженерно-геологических условиях. Мы предложили ряд решений, важных при эксплуатации. Были установлены и сейчас действуют сейсмостанции, которые позволяют осуществлять непрерывный мониторинг конструкций тоннелей, расположенных в сейсмо- и тектоническо-активном районе.

Традиционно применение нашего научно-исследовательского потенциала связано с Санкт-Петербургом, и в первую очередь это касается развития метрополитена.

При Санкт-Петербургском отделении Тоннельной ассоциации России действует Научно-технический экспертно-консультационный совет. Помимо наших специалистов, в него входят сотрудники ведущих профильных научных, проектных и производственных организаций Петербурга. Работа Совета направлена на решение сложных проблем проектирования, строительства и эксплуатации тоннельных сооружений. Так, например, наши заключения учитываются при экспертизе по тем или иным проектам.

В 2013 году на Совете была принята Комплексная программа по совершенствованию технологий и конструкций Санкт-Петербургского метрополитена. Она позволяет внедрять инновации на всех этапах работ, от проектирования до эксплуатации. В частности, нам удалось разработать и успешно внедрить немало технологических приемов, которые позволяют минимизировать осадки дневной поверхности. Это решает важную задачу — сохранить прекрасную историческую застройку нашего города.



**Максим ГУБИН,**  
главный инженер  
проектов  
ОАО «НИПИИ  
«Ленметрогипротранс»:

— За 70 лет институт, конечно же, проделали большой путь. По нашим проектам построен весь Санкт-Петербургский метрополитен, мы проектировали метро и в нескольких других городах России.

Из передовых инженерных решений, которые мы сейчас широко внедряем, стоит выделить технологию строительства станций и тоннелей мелкого заложения методом top-down. Впервые в России был запроектирован двухпутный тоннель большого диаметра для метрополитена. Первый такой участок протяженностью 3,7 км пройден на Фрунзенском радиусе. Тот же подход применяется на продолжении Невско-Василеостровской линии со станциями «Новокрестовская» и «Беговая», строительство которого ведется в настоящее время.

За 70 лет своей истории мы прошли полноценный путь эволюции и сейчас, несмотря на почтенный возраст организации, идем в ногу со временем. Мы следим за всеми мировыми тенденциями в области строительства, и лучший международный опыт находит применение в наших проектах.

Одно из новых перспективных направлений — внедрение технологий информационного моделирования. Этой темой мы заинтересовались давно. Как вспомогательный инструмент, 3D-технология используется нами для проектирования инженерных коммуникаций, что позволяет легко и удобно проверять взаимное расположение сетей и их влияние друг на друга, а также для архитектурной визуализации интерьеров наших объектов.

Впереди у нас полноценный переход на BIM. Однако это долгий, сложный и затратный процесс. Такая ситуация характерна для любой принципиально новой технологии: вначале сложно, иногда даже дорого, но я не сомневаюсь, что все затраты и усилия окупятся сторицей, и в итоге мы выйдем на принципиально новый уровень проектирования.



**Дмитрий БОЙЦОВ,**  
начальник архитектурно-строительного отдела  
ОАО «НИПИИ  
«Ленметрогипротранс»:

— На мой взгляд, архитектура Петербургского метрополитена имеет свои принципиальные отличия: она

несет в себе весомый объем смысловой нагрузки, основанной на исторических и культурных традициях города. Наше метро создавалось и создается как единая система со своими акцентами, доминантами и рядовой застройкой. Это своего рода «ансамблевый» подход к проектированию. В этом же, я считаю, заключается специфика петербургской архитектуры вообще.

Если же говорить о сегодняшнем дне, то все тенденции, которые существуют в архитектуре современного метрополитена, основаны на реализации следующих задач: сделать метро комфортнее; создать среду, соответствующую современным тенденциям в архитектуре; реализовать возможности подземного пространства по принципам современной транспортной логистики и организации пассажирского движения.

При этом главная цель — формирование комфортной среды для людей в метро — достигается за счет различных архитектурных решений на всех этапах проектирования. Так, современные планировочные решения позволяют оптимизировать перемещения пассажиров, разграничивая пространство на зоны одностороннего движения без пересечения пассажиропотоков и сокращая длины переходов между сооружениями под землей и выходами на поверхность. Для комфортного восприятия подземных пространств решаются архитектурно-художественные задачи, включающие различные композиционные приемы, освещение, цвет, наличие сюжетной и образной составляющей.

На сегодняшний день в Ленметрогипротрансе разработаны новые для нашей страны объемно-планировочные решения по многоярусным станциям для линий с двухпутными тоннелями. Это, в частности, позволит пассажирам максимально комфортно перемещаться в подземных пространствах метрополитена. Разработана также блокированная компоновка пассажирских и технологических зон, позволяющая приспособить станцию к конкретным градостроительным условиям. Также ведутся работы по возрождению, с учетом современных возможностей, станционных комплексов закрытого типа, которые строились в прошлые десятилетия и успешно эксплуатируются в нашем городе.



## ВАДИМ АЛЕКСАНДРОВ О ИТОГАХ ГОДА И НОВЫХ ПРОЕКТАХ МЕТРОСТРОЯ

*There are varied views about the current situation in the St. Petersburg subway construction. Some people talk about the impending “qualitative breakthrough”, the other – about the lack of financial resources. However, whatever it is, the construction of the metro in St. Petersburg is continuing. At the request of our magazine, Vadim Alexandrov, Director General of OJSC “Metrostroy”, dwells on the achievements and prospects, summing up 2016.*



190013, г. Санкт-Петербург,  
Загородный пр., д. 52а  
Тел.: +7 (812) 635-77-55  
Факс: 635-77-47  
E-mail: mail@metrostroy.sp.ru  
www.metrostroy-spb.ru

Беседовала  
Екатерина ГИГИНЯК

**О сегодняшней ситуации в петербургском метростроении можно услышать разноречивые мнения. Одни говорят о готовящемся «качественном прорыве» в развитии подземки, другие — о нехватке финансовых средств. Однако, что бы там ни было, строительство метро в Петербурге продолжается. О сегодняшних достижениях и возможных перспективах, подводя итоги 2016 года, по просьбе нашего журнала рассказывает генеральный директор ОАО «Метрострой» Вадим Александров.**



**— Вадим Николаевич, хотелось бы начать беседу с самого главного проекта, который сейчас реализует ОАО «Метрострой», — продолжение Невско-Василеостровской линии. По состоянию на осень 2016 года по техническим причинам проходческий щит отставал на три месяца. Однако в ближайшие полгода планируется наверстать время. Благодаря каким техническим и организационным мероприятиям планируется это сделать?**

— Действительно, строительство участка Невско-Василеостровской линии является самым значимым среди тех объектов, в строительстве которых задействован сейчас Метрострой. Станции «Новокрестовская» и «Улица Савушкина» («Беговая») сооружаются в рамках подготовки инфраструктуры к Чемпионату мира по футболу 2018 года, линия финансируется в том числе и за счет федеральных денег. Ответственность высочайшая. На стройку выделено всего 2,5 года вместо оптимальных 4–5 лет. Но мы взяли за это дело. И сразу столкнулись с трудностями. Геология первых 500 м тоннеля представляла собой сплошные валуны и воду, приходилось часто останавливаться и менять режущий инструмент.

Затем вышел из строя вертикальный конвейер, грунт выдавали с помощью грейфера, медленно. Были также проблемы, связанные с вывозкой и утилизацией грунта. Весной многие свалки закрывались на просушку, дороги тоже закрывались. Конечно, это все в той или иной степени снижало скорость проходки. Но: это не должно повлиять на общие сроки строительства.

Во-первых, на строительстве самих станций мы ведем работы с опережением. Во-вторых, разработана оптимизация технологической схемы строительства, когда одновременно с проходкой выполняются работы по обустройству тоннеля. То есть мы экономим время на таких работах, как укладка бетона в жесткое основание тоннеля, сооружение вентиляционного короба, путевых работах. В-третьих, когда щит дойдет до станции «Новокрестовская» (планируется, что это случится в январе 2017 года), вся логистическая схема обслуживания проходки переместится с Туристской улицы на Крестовский остров. Таким образом, путь, который проходит транспорт, доставляющий блоки обделки по тоннелю к щиту, длина транспортера, выдающего разработанный на проходке грунт, и кабеля сократится вдвое в итоговом исчислении. И одно из последних решений, которое мы предложили и которое в ближайшее время будет реализовано, — это протаскивание щита через уже готовую в общих конструкциях станцию «Новокрестовская» без установки временных колец, как это планировалось изначально. Таким образом, мы сэкономим месяцы, которые потратили бы на разборку тоннеля в теле станции.

**— Как обстоят дела с продолжением Лахтинско-Правобережной линии от «Спасской» до «Театральной» и дальше до «Горного института»? Как на график производства работ влияют реконструкция здания консерватории и планы по реставрации Мариинского театра? Каковы перспективы продления этой линии до станций «Гавань» и «Морской фасад».**

— На Лахтинско-Правобережной линии работы ведутся согласно графику. Пройден ствол 574-й шахты для строительства станции «Театральная». Там же пройден венттоннель. Начата проходка нижнего вентиляционного узла (НВУ). На станции «Горный институт» пройден рабочий ствол. Производится монтаж проходческого щита для сооружения перегонного тоннеля. На строительстве вестибюля заканчивается сооружение ограждающей конструкции «стена в грунте» для последующей разработки котлована для монтажа ТПМК, который в следующем году начнет проходку наклонного хода (эскалаторного тоннеля). Это будет тот же ТПМК, который построил наклонные ходы станций «Обводный канал», «Адмиралтейская» и «Спасская». В целом же основные работы на этой линии начнутся в следующем году, когда будет уже сама проходка тоннелей, добавятся еще несколько вентиляционных и рабочих шахт.

Что касается взаимосвязки строительства метро с реконструкцией консерватории и функционированием основного здания основного здания Мариинского театра, то проблемы, конечно, есть. Метрострой старается максимально бережно и аккуратно вести работы на Театральной площади, очень внимательно ведем мониторинг, останавливаем работы на время проведения спектаклей.



Основной задачей Метростроя было и остается строительство метрополитена в нашем городе. На этом мы, надеюсь, и сконцентрируемся в 2017 году. Первоочередные участки — это Невско-Василеостровская линия и Фрунзенский радиус.

По дальнейшему развитию Лахтинско-Правобережной линии пока ничего не могу сказать. Когда будет объявлен тендер на строительство, тогда и поговорим.

**— Готов ли город изыскать дополнительные средства для интенсификации строительства и, соответственно, ускоренного ввода в эксплуатацию трех станций Фрунзенского радиуса?**

— Мы с Комитетом по развитию транспортной инфраструктуры ведем активное обсуждение необходимости выделения дополнительного финансирования на строительство Фрунзенского радиуса. Совместно с институтом «Ленметрогипротранс» подготовили основательное, проработанное до мелочей обоснование и нашли понимание с заказчиком. Но, к сожалению, процесс выделения дополнительного финансирования — очень трудоемкий. Необходимо получить постановление Правительства Санкт-Петербурга. Очень надеемся, что необходимые документы будут подписаны в ближайшее время.

**— Летом 2017 года из экспертизы должен выйти проект по еще четырем станциям: «Броневой», «Заставской», «Боровой» и «Каретной». Как вы оцениваете перспективы начала их строительства?**

— Южные районы города крайне нуждаются в появлению шестой, Красносельско-Калининской линии метро. В этом году мы уже приступили к подготовке строительства двух из шести станций на этой ветке: «Юго-Западная» и «Путиловская» с пересадкой на «Кировский завод». В разной степени уже пройдены четыре ствола.



Однако есть еще четыре станции, которые входят в состав этой линии: «Броневая», «Заставская», «Боровая» и «Каретная». Без них полноценный запуск линии в эксплуатацию невозможен. Точнее, запустить-то можно: пассажиры будут садиться на «Юго-Западной», доезжать до «Путиловской» и пересаживаться на «Кировский завод». Но, учитывая перегруженность «красной» ветки, дополнительный пассажиропоток с Красносельско-Калининской линии может привести к коллапсу.

**— В начале осени КРТИ объявил четыре тендера на проектирование новых станций метро. В том числе речь идет и о станциях, которые впоследствии сформируют Кольцевую линию. Как вы оцениваете перспективы строительства этих объектов?**

— Все, что касается строительства новых линий метрополитена, я оцениваю только положительно. Ведь в перспективе — это работа для Метростроя. Что касается Кольцевой линии, то она существенно облегчит как транспортную доступность для пассажиров, так и работу метрополитена. Только надо понимать, что финансирование метростроения сегодня ведется исключительно за счет городского бюджета (не считая Невско-Василеостровской линии, потому что она является объектом транспортной инфраструктуры ЧМ-2018). Правительство города отдает приоритет строительству метро, и мы очень благодарны властям за это. Но бюджет Санкт-Петербурга сегодня не может осилить больше, чем 25–30 млрд в год. Надо быть реалистами. Нельзя потратить пять рублей, зная, что у тебя в кармане всего два.

**— Помимо метро, Метрострой реализует и другие значимые для города проекты. В августе вы сдали в эксплуатацию свой стадион и параллельно стали генподрядчиком на строительстве другого спортивного объекта — стадиона «Зенит-Арена». Почему именно ваша организация была приглашена для завершения работ на объекте?**

— Слово «приглашена» не совсем корректно. Заказчик провел тендер, чтобы выбрать нового генерального подрядчика, как это полагается по закону. Другое дело, что кроме Метростроя никто на этот тендер не заявился. Что касается нашей позиции, то помогать городу — это наша обязанность. Мы понимали, что завершить строительство за четыре месяца крайне трудно. И я, прежде чем принять такое важное решение, спросил у руководителей своих подразделений: справитесь? И получил поддержку и понимание с их стороны.

Сплоченность наших организаций — это наша сила. Я глубоко благодарен метростроителям, которые взяли за эту сложную работу и с честью ее выполнили.

**— Как известно, легче выполнить строительство с нуля, чем достраивать после другого подрядчика. С какими основными сложностями столкнулись строители на стадионе, когда пришли на объект? В ходе работ выявилась нестандартная задача по минимизации вибраций выкатного поля. Как удалось справиться с этой проблемой?**

— Так уж получается, что Метрострою достаются объекты, кем-то начатые. Так было с Комплексом защитных сооружений, второй сценой Мариинского театра. Достраивать действительно гораздо сложнее, чем начинать с нуля. Когда мы впервые вышли на дамбу, глянули на заброшенную площадку, простоявшую не один десяток лет без консервации, — мы ужаснулись. Казалось, что взорвать все и построить заново будет проще. Но в итоге мы провели огромную работу по приведению имеющихся железобетонных конструкций в порядок, достроили дамбу, и сегодня эксплуатируем не только судопропускное сооружение С1 и тоннель, а весь комплекс. При строительстве второй сцены Мариинки также пришлось оказывать объекту «скорую помощь». Видимо, черта такая у русского менталитета, не зря же в народе говорят — пока гром не грянет, мужик не перекрестится. Стадион на Крестовском не исключение. Можно долго и много рассуждать о том, что же стало причиной такого долгого и непростого строительства. И наверняка для объяснения этому есть объективные причины, а, возможно, и некоторое проявление халатности. Не мне судить. Наверняка я могу сказать одно: специалисты Метростроя сделали все возможное, чтобы раздвижная кровля стадиона сомкнулась и в дальнейшем могла по необходимости приводиться в движение, а также оживили выкатное поле стадиона. Это те «киты», без которых стадион на Крестовском не был бы стадионом, где пройдут футбольные матчи мирового уровня.

Работа над адаптацией поля к требованиям ФИФА будет продолжена за рамками нашего контракта. Со стороны Метростроя были высказаны предложения, многие из которых легли в основу проектной документации, которая в ближайшее время должна быть принята и осмечена.

**— С какими планами входите в новый год?**

— Основной задачей Метростроя было и остается строительство метрополитена в нашем городе. На этом мы, надеюсь, и сконцентрируемся в 2017 году. Первоочередные участки, повторюсь, это Невско-Василеостровская линия и Фрунзенский радиус. Кстати, в наступающем году нам предстоит изготовить и смонтировать на станциях «Проспект Славы» и «Дунайский проспект» первые российские троллейбусы, собранные на базе одного из наших СМУ — ЗАО СМУ-9 «Метрострой». Полным фронтом развернем работы на Красносельско-Калининской и Лахтинско-Правобережной линиях.

Пользуясь случаем, хочу поблагодарить своих коллег, метростроителей, за их непростой труд и пожелать каждому крепкого здоровья и благополучия в новом 2017 году. ■



МЕТРОСТРОЙ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

*С Новым годом  
и Рождеством!*



*In 2008, in almost two decades after the interruption, the work on the development of the Nizhny Novgorod Metro were intensified again. Today, it time to construct the Strelka station, which is to be open before the 2018 World Cup. Yuri Garanin, Director General of the Municipal Public Institution "General Directorate for the construction and repair of the subway, bridges and road networks in the city of Nizhny Novgorod", dwells on the achievements, opportunities and plans.*

## ЮРИЙ ГАРАНИН: «МЕТРОПОЛИТЕНУ НЕОБХОДИМО РАЗВИТИЕ»



**Когда говорят о развитии метрополитена в современной России, в первую очередь на ум приходит Москва, а следом — Санкт-Петербург. Однако «подземная жизнь» все-таки продолжается и за пределами двух столиц. Яркий пример — Нижегородский метрополитен, третий по размерам в стране. В 2008 году, после почти двадцатилетнего перерыва, работы по развитию подземки здесь снова активизировались. Вначале волевым решением местных властей было реанимировано строительство станции «Горьковская». Затем пришла очередь новой станции — «Стрелка», — которая должна открыться к Чемпионату мира по футболу 2018 года. При этом у столицы Приволжья есть хороший потенциал и для дальнейшего развития метро. О сегодняшних достижениях, а также о возможностях и планах нашему журналу рассказал генеральный директор МКУ «Главное управление по строительству и ремонту метрополитена, мостов и дорожных сетей в Нижнем Новгороде» (ГУМ-МИД) Юрий Гаранин.**

Беседовал  
Илья БЕЗРУЧКО



— **Юрий Анатольевич, расскажите, что сейчас представляет собой Нижегородский метрополитен? Каковы основные планы по его развитию?**

— Первые составы по линиям Горьковского метрополитена отправились в 1985 году. На сегодняшний день у нас построено 14 станций, из них 13 — подземные мелкого заложения и одна — надземная. После долгого перерыва мы фактически возродили нижегородское метростроение, и в 2012 году открыли «Горьковскую» — первую станцию в Нагорной части города. Сейчас ведется строительство 15-й станции — «Стрелка». Ее вестибюль находится рядом со стадионом, где пройдут матчи Чемпионата мира по футболу. Соответственно, это очень важный для нас проект, завершение которого намечено на 2018 год.

У нас также есть утвержденная программа метростроения до 2025 года, которая предполагает строительство еще 15 станций. Но из-за отсутствия достаточного финансирования сегодня мы значительно отстаем от этого графика. Причина — кризисные явления в экономике. При этом мы имеем ряд готовых проектов, по которым уже получено положительное заключение экспертизы. Так, в Заречной части города запроектирована станция «Волга», которая продолжит Сормовско-Мещерскую линию после «Стрелки». Подготовлены проекты еще двух станций в Нагорной части: «Оперный театр» и «Сенная». На мой взгляд, в первую очередь необходимо продолжить Автозаводскую линию в Нагорную часть, поскольку она оказалась наиболее уязвимой с точки зрения транспортной доступности. Технически у нас есть все для реализации этих проектов, но опять же нужны средства.

— **То есть все упирается в привлечение средств федерального бюджета?**

— Метростроением в качестве заказчика я занимаюсь уже почти десять лет, и практика показывает, что в сегодняшней ситуации ни один регион, кроме Москвы, не в состоянии полностью финансировать строительство метро. Участок Автозаводской линии со станцией «Горьковская», соединивший Нагорную и Заречную части города, строился преимущественно за счет города и области. Из 12 млрд рублей лишь 560 млн составили федеральные деньги. Полагаю, излишне говорить, как эта стройка обескровила местные бюджеты.

Такое положение дел я считаю несправедливым, и участие государства в проектах строительства метро должно быть более весомым. Ведь это не только самый эффективный вид транспорта, необходимый любому крупному городу, — это и новые перспективы развития городов. Метро, в конце концов, — важный стратегический объект, который решает вопросы гражданской обороны.

Возникает вопрос — каково должно быть участие государства? Сейчас мы строим «Стрелку» из расчета 50/50 — половину средств получили из федерального бюджета, половину изыскиваем из собственных ресурсов. Это уже лучше, по сравнению с «Горьковской», но все равно весьма обременительно для региона. Я убежден — и то же самое давно говорят в профессиональном сообществе, — что основную финансовую нагрузку должно брать на себя государство. Пожалуй, соотношение



Мы хорошо поняли, что восстанавливать потенциал в сфере проектирования и строительства метро — это очень сложно, долго и дорого. За четыре года работы над «Горьковской», однако, он у нас в городе был полностью восстановлен. При этом по качеству метростроения мы едва ли уступаем столице.

должно быть даже 90 / 10. В сегодняшней ситуации это оптимальное сочетание, при котором можно говорить о нормальном развитии метро в российских городах. И скептикам не стоит забывать, что эти 10% — тоже весьма значительные средства для регионов, ведь речь идет о миллиардах рублей.

Прежде всего, необходимо разработать четкий и понятный алгоритм действий, чтобы все регионы, которые строят метро, понимали, на какую поддержку они могут рассчитывать. Например, город предоставляет обоснование необходимости строительства очередной станции, в Правительстве РФ рассматривают такую заявку и, при условии ее утверждения, автоматически включают проект в федеральную программу для обеспечения софинансирования. Это должна быть прозрачная схема, разработанная верховной исполнительной властью. Только такой подход обеспечит гармоничное развитие метростроения.

С подобным предложением в правительство не раз обращался наш губернатор, и не он один. Но пока, к сожалению, вопрос не решен. Полагаю, этого не происходит из-за финансового кризиса. Надеюсь, когда экономическая ситуация стабилизируется, необходимые решения будут приняты.



В 2021 году будет праздноваться 800-летие города. У нас есть производственный потенциал, чтобы за предшествующее этому время построить несколько станций. Уже в следующем году, когда завершится проходка второго тоннеля к «Стрелке», мы готовы сразу начать новое строительство.

— Продолжая тему финансов, хочется затронуть вопрос государственно-частного партнерства. Этот механизм постепенно получает популярность в инфраструктурном строительстве. Насколько возможно его применение в увязке с метростроением?

— Теоретически в этом плане у ГЧП большие перспективы. Допустим, в Нижнем Новгороде есть площадь Минина и Пожарского, которая расположена в самом сердце города, буквально под стенами кремля. Технически здесь под землей можно построить большой торгово-развлекательный центр, целый подземный город. Это хорошая идея, которая очень интересует бизнес. А если такой ТРЦ совместить с метро — будет еще интереснее! Так вот, предполагается, что муниципалитет выделит инвесторам землю, а они взамен возьмут на себя строительный объем работ для станции. Условия можно варьировать. В итоге бизнес получает новые торговые площади и клиентов, а мы — существенную экономию при строительстве новой станции метро. К тому же строить такие совмещенные объекты одновременно быстрее, дешевле и проще. Очевидно, что в такой ситуации интересы государства и бизнеса полностью совпадают. Идея такого проекта существует, но его реализации пока мешает кризис. При этом заинтересованные инвесторы, теоретически готовые вкладывать средства в долгосрочную перспективу, у нас уже есть.

— Говоря о площади Минина и Пожарского, вы привели пример комплексного освоения подземного пространства. В градостроительстве это сейчас один из главных мировых трендов. Помимо идеи подземного ТРЦ, предполагается ли его развитие в Нижнем Новгороде?

— На сегодняшний день у нас нет примеров комплексного освоения подземного пространства, нет пока такого раздела и в Генеральном плане Нижнего Новгорода. Но это поправимо.

Осенью я был в Санкт-Петербурге на конференции ACUUS, где подробно обсуждались подобные вопросы. Мне запомнился доклад специалиста из Гонконга, который рассказывал о необходимости уходить под землю, основываясь на негативном опыте строительства многоуровневых развязок высотой с многоэтажный дом. Нам, конечно, до таких проблем далеко, но мы уже сейчас должны изучать опыт зарубежных коллег, чтобы, в том числе, не повторять чужих ошибок. Да, строительство под землей — дорогое удовольствие, но эти затраты оправдываются. Подземные сооружения долговечнее, надежнее, дешевле в эксплуатации, они позволяют снизить экологическую нагрузку и так далее. Поэтому нам следует серьезно пересмотреть приоритеты и скорректировать градостроительную политику.

Возвращаясь к генплану, хочу отметить, что мы готовимся внести в документ разделы, посвященные подземному строительству. Это позволит нам осознанно строить новые объекты, понимать, как их стыковать друг с другом. Речь идет о транспортных тоннелях, пешеходных переходах, автостоянках. Особняком стоит вопрос инженерных сетей, которые следует убирать в единые проходные тоннели. То есть время пришло заниматься этими вопросами в комплексе. Мы пока в самом начале пути.

— Вернемся к текущему строительству. Расскажите подробнее о станции «Стрелка». Каковы успехи строителей?

— На сегодняшний день мы полностью прошли первый тоннель и приступили к сооружению второго. Длина каждого составляет 2,1 км. В конце октября в первом пройденном тоннеле начались работы по обустройству: возведение верхнего строения пути, сооружение инженерных сетей. Продолжается бетонирование на сбойках вентиляционных шахт. Параллельно ведется монтаж конструкций станции. До конца 2016 года планируем завершить основные работы, чтобы приступить к инженерному обустройству и отделке.

Идем в графике. Серьезных технических сложностей, которые могли бы препятствовать плановому пуску станции, я не вижу. Сроки объективно жесткие, но вполне реально в них уложиться, если не возникнет форс-мажорных обстоятельств.

Мы могли бы, по примеру наших петербургских коллег, проложить двухпутный тоннель большого диаметра, но остановились на классической схеме с двумя однопутными. В первую очередь такое решение было принято потому, что перед нами поставили задачу резервировать на перегоне между «Московской» и «Стрелкой» место еще под одну станцию — «Ярмарка». Чтобы она



появилась — рано или поздно это должно произойти — мы оставили площадку и обошли ее с двух сторон тоннелями в чугунной обделке. Таким образом, когда появятся средства, мы сможем построить «Ярмарку», не останавливая движения.

**— В начале нашей беседы вы сказали, что в 2008 году пришлось восстанавливать метростроение в городе. Как это удалось сделать?**

— В 90-е годы мы все утратили: развалилась служба заказчика, разбежались инженеры и т. д. Ситуацию хорошо иллюстрирует такой факт: когда мы строили «Горьковскую», извлекли два проходческих щита, которые пробыли под землей 18 лет. Их просто оставили ржаветь. Ситуацию немного спасало то, что в проектной организации — ныне Нижегородметропроект, — несмотря на смену руководства, изменения юридической формы и прочие перипетии, сохранился весь архив. Но все равно пришлось начинать практически с нуля, что было очень трудно.

Очень сложная ситуация складывалась вокруг кадров. Не хватало грамотных проектировщиков, особенно по специальным системам. За прошедшее время технологии шагнули далеко вперед, появилось новое оборудование, а подготовкой кадров никто не занимался. В итоге «интеллект» мы искали практически по всей стране. И, главное, нам удалось снова собрать высококвалифицированных специалистов — наш золотой фонд. Но если мы не сможем их обеспечить работой, то метростроение вновь ожидает регресс, чего допустить нельзя.

Мы хорошо поняли, что восстанавливать потенциал в сфере проектирования и строительства метро — это очень сложно, долго и дорого. За четыре года работы над «Горьковской», однако, он у нас в городе был полностью восстановлен. При этом по качеству метростроения мы едва ли уступаем столице.

В марте 2015 года по результатам конкурса был заключен муниципальный контракт с ООО «Строительная компания «Управление строительства — 620» на строительство станции «Стрелка». Для выполнения работ по проходке перегонных тоннелей подрядчик приобрел новый механизированный тоннелепроходческий комплекс «Herrenknecht» EPB 6150 с грунтопригрузом забоя. Длина ТПМК составляет более 80 м, вес более 500 т, стоимость — более 700 млн рублей.



**— Можно подробнее о том, каковы перспективы строительства новых объектов?**

— Во-первых, город ожидает значительный рост. Уже сейчас на поезде «Стриж» можно доехать от Москвы до Нижнего за 3,5 часа. Когда же откроется ВСМ «Москва — Казань», что произойдет довольно скоро, время в пути сократится до полутора часов. В этом смысле Нижний Новгород станет чуть ли не пригородом столицы, что спровоцирует строительный бум со всеми вытекающими последствиями.

Во-вторых, в 2021 году будет праздноваться 800-летие города. У нас есть производственный потенциал, чтобы за предшествующее этому время построить несколько станций. Уже в следующем году, когда завершится проходка второго тоннеля к «Стрелке», мы готовы сразу начать новое строительство. Даже если конкурс по очередной станции будет разыгран в 2018 году, можно успеть сделать такой важный и нужный подарок городу на его столь солидный юбилей. На эту тему я говорил с губернатором, и из его аппарата у меня уже запросили необходимую информацию. У нас есть все для начала работ: и проекты, и подрядные организации, имеющие необходимых специалистов, а главное — опыт. Что же касается финансирования, Нижний Новгород — не рядовой город, и я надеюсь, что Правительство России поддержит нашу инициативу. ■

В. А. МАСЛАК,  
к. т. н., генеральный директор  
ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»;  
Д. А. БОЙЦОВ,  
к. арх., начальник архитектурно-  
строительного отдела ОАО «НИПИИ  
«Ленметрогипротранс»

*Modern high rates of design and construction, new technologies, and improvement of the engineering equipment used in the underground facilities lead to the need for the creation of standardized units. One of the important ways of development in this direction is to design of subway construction objects on the principle of a large-block assembly, in which each of them (station complex, lobby, structure near the tunnel) can be composed of multi-functional units – modules.*

# МОДУЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

**Современные высокие темпы проектирования и строительства, новые технологии и совершенствование инженерного оборудования, применяемого на объектах метрополитена, ведут к необходимости создания унифицированных узлов, в которых максимально корректно были бы проработаны все соответствующие технические вопросы. Одним из наиболее актуальных путей развития в данном направлении является проектирование объектов метростроения по принципу крупноблочной сборки, при котором каждый из них (станционный комплекс, вестибюль, притоннельное сооружение) можно скомпоновать из монофункциональных блоков — модулей.**

## Модульные станционные комплексы

Существующие станции на мелком заложении представляют собой в основном единовременные сооружения. В зависимости от множества различных исходных данных и условий, влияющих на размеры, форму и внутреннее наполнение, они существенно отличаются друг от друга. В результате одним из существенных недостатков таких станций является их излишняя индивидуальность по планировочной структуре и организации внутренних инженерных систем, что приводит к увеличению сроков, и к удорожанию проектирования и строительства.

Идея создания транспортных объектов метрополитена на основе компоновки из монофункциональных блоков (блок платформенный, блок вестибюльный, технологические блоки и т. д.) позволяет проектировать и строить, беря за основу разработанные оптимальные элементы станционного комплекса, который, при применении данной концепции, можно сформировать более компактным и экономически эффективным (рис. 1).

Основными преимуществами такого подхода являются возможности:

- свободной планировки (в зависимости от градостроительных условий, блоки могут трансформироваться и менять свое положение);
- типизации каждого из блоков;
- перспективного развития станционных комплексов (например, при формировании на их базе транспортно-пересадочных узлов).

Пример станционного комплекса согласно данной концепции — это проектные предложения для Московского метрополитена (участок линии с двухпутным тоннелем). Предварительно специалисты Ленметрогипротранса выполнили четыре проектных решения для аналогичных линий метрополитена в Санкт-Петербурге и Москве с детальной разработкой объемно-планировочной структуры. В этих вариантах станционные комплексы представляют собой единовременные многоярусные сооружения, включающие в себя все элементы станции, что позволило судить о преимуществах и недостатках существующих



Рис. 1. Пример станционного комплекса, скомпонованного из модулей

щего проектного подхода. В результате, при работе над концепцией принципиально новых станций для участка двухпутного тоннеля линии Московского метрополитена был опробован новаторский принцип проектирования. Выявлены и разработаны универсальные блоки в составе станционного комплекса, произведена их компоновка в зависимости от градостроительной ситуации (рис. 2).

Преимущества нового проектного решения:

Компактный объем. Все габариты обусловлены технологическими особенностями станционного комплекса.

Простая конструктивная схема обеспечивает удобство выполнения строительно-монтажных работ без применения уникального спецоборудования и дорогостоящих технологий. Станционный комплекс представляет собой двух-трехпролетную систему. В нем нет колонн, несущими опорами являются продольные стены из монолитного железобетона. В продольных внутренних несущих стенах организованы проемы в местах технологических и эксплуатационных связей. Данная конструктивная схема обеспечивает надежность и удобство эксплуатации объекта с учетом перспективных ремонтов, реконструкций и модернизаций.

Объемно-планировочные решения четко соответствуют пассажиропотокам (рис. 3).

Минимальное количество подъемно-транспортного оборудования при полном соблюдении норм. Объединение платформ пешеходными мостами с лестничными спусками минимальной высоты подъема (с учетом расположения переходов над габаритом поезда,  $\approx 3,4-3,5$  м) позволяет минимизировать количество эскалаторов.

Полное разделение пассажиропотоков на вход и выход с платформы до выхода из вестибюля.

Коммуникационные связи внутри станции не увеличивают габарита сооружения. Для коммуникационных коллекторов, каналов и шахт предусмотрены зоны, не эксплуатируемые пассажирами и не приспособляемые под служебные помещения.

«Мобильная» планировка станционного комплекса. Благодаря проектному решению, основанному на блокировании функциональных зон в виде обособленных элементов, есть возможность адаптировать данный тип станции под различные градостроительные условия. Блоки могут сдвигаться, поворачиваться и разворачиваться относительно центральной двухпролетной основы станционного комплекса. При этом вся технология и планировочные взаимосвязи сохраняются.

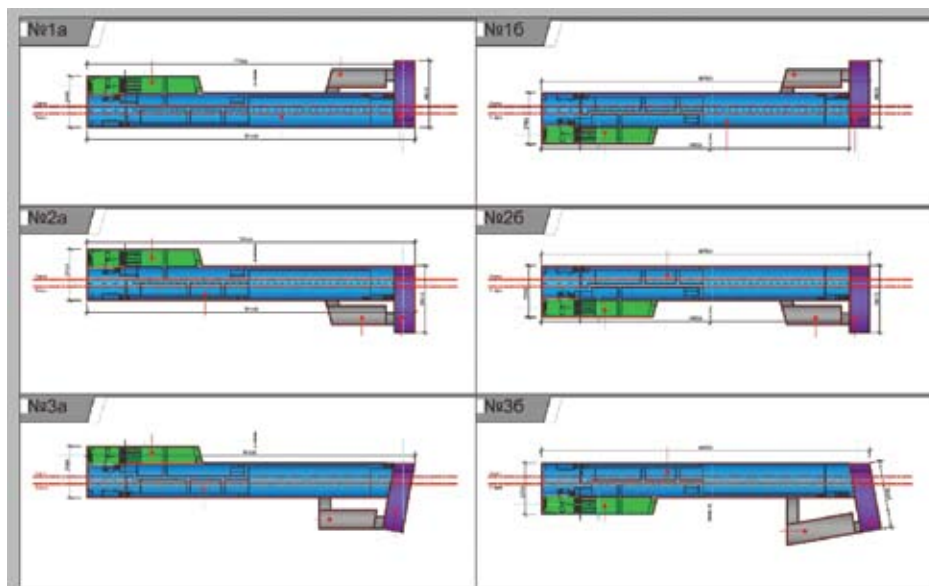


Рис. 2. Варианты компоновочных решений из модулей-моноблоков

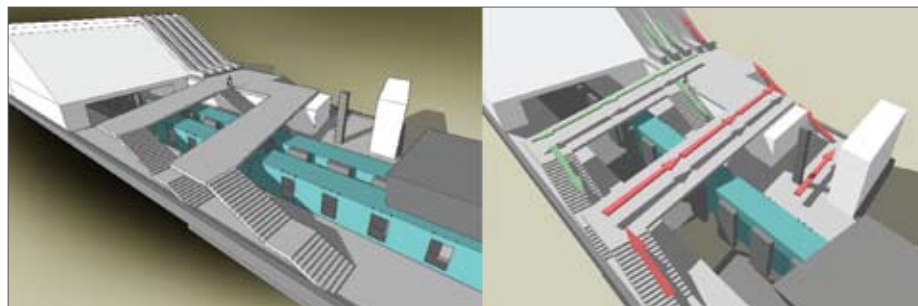


Рис. 3. Платформенный универсальный модуль

На сегодняшний день модульные технологии позволяют конструировать принципиально новые объекты метрополитена, не обособленные и замкнутые в собственных границах, а способные стать основой развивающихся многофункциональных комплексов и будущих транспортно-пересадочных узлов.

### Модульные пересадочные станции

Объединение станций в пересадочный узел также может осуществляться по принципу крупноблочной сборки. Для этого специально разрабатывается схема стыковки моноблоков общей функции.

При стыковке однотипных блоков, принадлежащих к разным станциям, появляется возможность не создавать ряд служебных и технологических помещений и зон на стан-

ции, которая строится второй по очереди, — они становятся общими. Это проектное решение позволяет оптимизировать технико-экономические показатели, существенно сократить расходы на строительство пересадочного узла.

Пример реализации данной концепции — строящийся станционный комплекс «Новокрестовская» в Санкт-Петербурге. Пересадочный узел будет состоять из двух станций мелкого заложения, относящихся к третьей

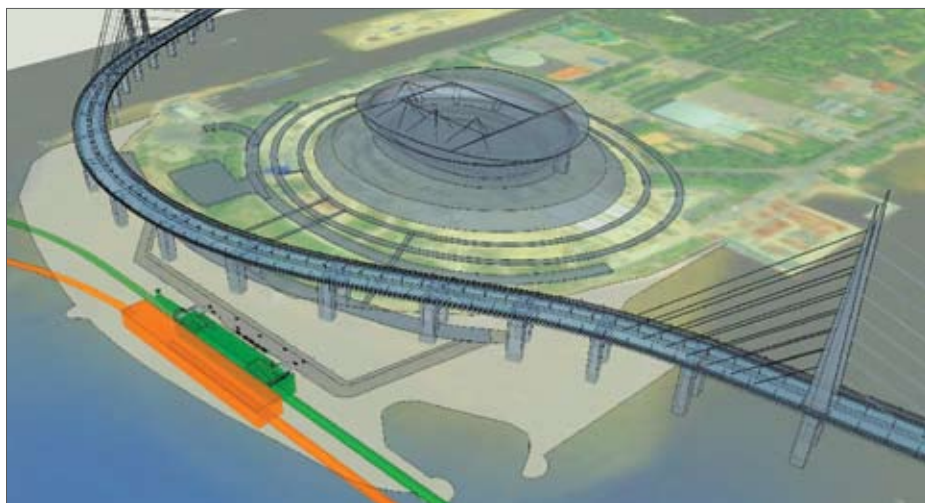


Рис. 4. Пересадочный узел на намывных территориях Крестовского острова в Санкт-Петербурге

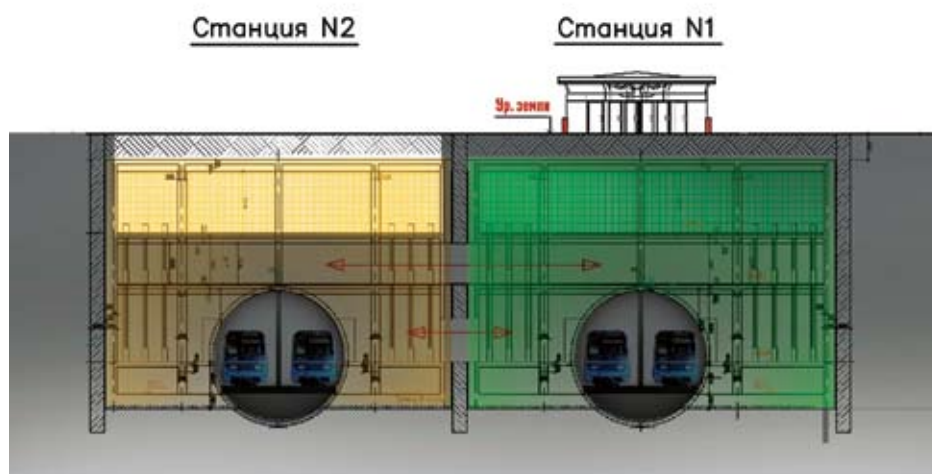


Рис. 5. Компонка пересадочного узла «Новокрестовская»

(«зеленой») и четвертой («желтой») линиям Петербургского метрополитена (рис. 4).

На первой станции будут размещены все технологические блоки узла, а на второй сохраняются резервные объемы на верхнем ярусе, которые можно использовать для вспомогательных помещений, паркингов и т. д. Идея модульного проектирования воплощена в данном проектом решении в идентичном зонировании станций №1 и №2. Благодаря этому их параллельная стыковка позволяет расположить соосно общие по функции пассажирские и связанные с ними служебно-технологические зоны. Таким образом, переходы между станционными комплексами возможны на всех уровнях: в вестибюлях, на платформах и по пешеходному мосту над путями (рис. 5).

### Модульные вестибюли

Одним из перспективных направлений освоения данной концепции крупноблочного (модульного) проектирования является рабо-

та по созданию вестибюлей метрополитена. Существует несколько принципиальных вариантов их расположения в городской среде. Так, для подземных вестибюлей в условиях плотной исторической застройки разработан цилиндрический максимально компактный модуль, в котором пассажирские зоны расположены друг над другом. Для наземных вестибюлей также существует ряд предложений по компоновке именно по модульному принципу, позволяющему вместо привычного крупногабаритного сооружения сформировать группу взаимосвязанных модулей-блоков. В дальнейшем, например, при необходимости последующего обустройства вестибюля это даст возможность возводить над ним объекты без опор на него.

Принцип модульного проектирования активно внедряется в Петербургском метрополитене. Один из объектов — строящийся подземный вестибюль станции «Большой проспект». В качестве обособленного универсального блока выполнен цилиндрический двухуровневый основной объем

сооружения, стыкующийся с наклонным эскалаторным ходом. К вестибюлю, в зависимости от градостроительных условий, пристыковываются пешеходные переходы, группы служебных и технологических помещений.

В каждом из блоков (модулей) сооружения оптимизированы инженерно-технические и технологические вопросы эксплуатации метрополитена. В результате, за счет различных компоновок данных блоков между собой, мы получаем десятки вариантов решений, приемлемых для приспособления в различных градостроительных ситуациях, в том числе под перекрестками, скверами, между существующими и реконструируемыми зданиями.

На основе разработанного модуля (цилиндрического подземного вестибюля) станции «Большой проспект» выполнены проекты приспособления данной концепции к специфическим градостроительным условиям, ранее считавшимся препятствием для строительства объектов метрополитена. Например, наклонный эскалаторный ход, идущий от станции к вестибюлю, будет выходить под определенным углом из-под прилегающей застройки. Найдены решения и по большому количеству инженерных сетей на участке строительства и т. п.

### Заключение

Идея блочного (модульного) проектирования, активно внедряемая в строительство с середины XX века, благодаря новым техническим возможностям освоения подземного пространства в настоящее время переходит на новый востребованный и актуальный этап развития. На сегодняшний день модульные технологии позволяют создавать станционные комплексы или их элементы на базе определенной платформы, добавляя или исключая какие-либо служебные или технологические блоки. Можно конструировать принципиально новые объекты транспортной инфраструктуры, не обособленные и замкнутые в собственных границах, а способные стать основой развивающихся многофункциональных комплексов и будущих транспортно-пересадочных узлов.

Существенным преимуществом объектов, спроектированных по модульной технологии, является удобство их развития и модернизации: для замены оборудования, технологических узлов или для изменения характеристик какой-либо определенной зоны не потребуются глобальная реконструкция сооружения, достаточно будет провести работы с одним или несколькими модулями. ■



**MiningWorld**  
Russia

# MiningWorld

21-я Международная выставка  
машин и оборудования  
для добычи, обогащения  
и транспортировки  
полезных ископаемых

25–27 апреля 2017  
Москва, Крокус Экспо

Подробнее о выставке  
[miningworld.ru](http://miningworld.ru)



Всегда  
в центре  
событий

Организаторы:



primexpo



+7 (812) 380 60 16/00 • [mining@primexpo.ru](mailto:mining@primexpo.ru)

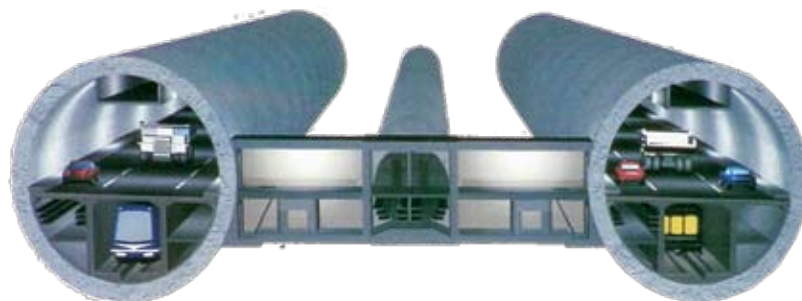
12+

П. Б. ЖАРОВ,  
инженер-изобретатель

*Currently, the lack of availability of available accommodation for the construction site and technical areas for new subway construction sites is one of the main problems. On Serebryanoborskiye tunnels in Moscow, a joint movement of vehicles (in the top level) and underground trains (at the bottom level) was designed. To develop this unique solutions we propose to place station complexes, sections, technological facilities and reverse line ends within one tunnel, and the speed of construction is to be very high. Actually, it is a proposed know-how.*

## НОВЫЙ СПОСОБ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНИИ МЕТРО В ТОННЕЛЕ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

**Задачи по развитию транспортных систем российских мегаполисов властям приходится решать исходя из сложившейся непростой градостроительной ситуации. Например, в Москве последние 25–30 лет застройка, как точечная, так и целых микрорайонов, фактически велась без четкого долгосрочного планирования и почти стихийно. На сегодняшний день одной из главных проблем является отсутствие свободных мест под стройплощадки и технические зоны для новых объектов транспортной инфраструктуры — в частности, в метростроении. Это обстоятельство ставит перед специалистами отрасли задачу минимизировать занимаемое сооружениями метрополитена пространство, а также затраты, связанные с освобождением территории и выносом инженерных коммуникаций, что может быть сопоставимо со стоимостью непосредственно строительства метро или даже ее превосходить.**



Я около десяти лет тесно связан с тоннелестроением. Будучи главным инженером проекта в Метрогипротрансе, принимал участие в проектировании Краснопресненского (Звенигородского) проспекта, в состав которого вошли Серебряноборские тоннели, где реализовано совместное движение автотранспорта (в верхнем уровне) и поездов метрополитена (в нижнем). В развитие этого уникального на сегодняшний день решения я предлагаю разместить в объеме одного тоннеля станционные комплексы, перегоны, технологические помещения и оборотные тупики. Собственно, это и есть «изюминка» — при том, что скорость строительства такого тоннеля весьма высока.

**Павел Жаров, инженер-изобретатель**



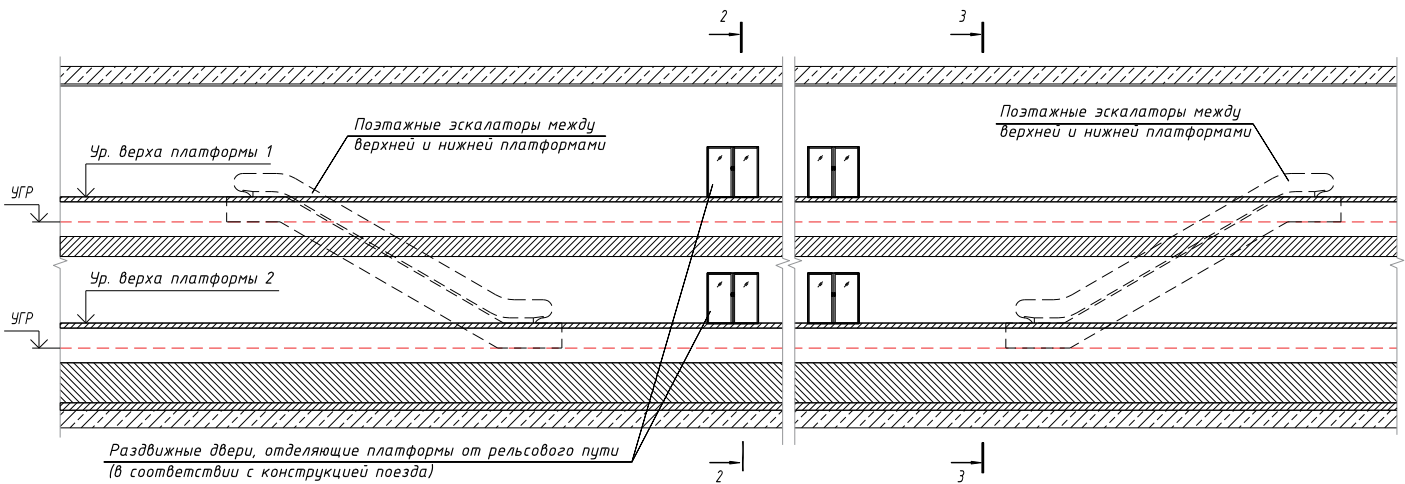


Рис. 1. Платформенный участок. Продольный разрез по оси тоннеля

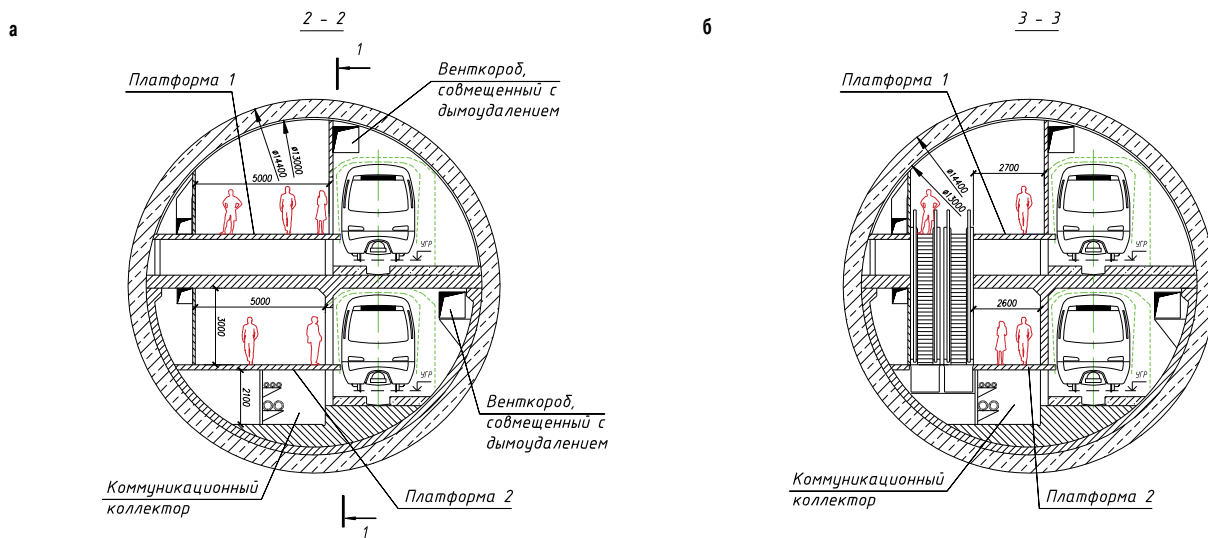


Рис. 2. Поперечное сечение: а – зона посадки; б – зона пересадки

### Существующие способы строительства

В России освоены несколько способов метростроения, которые могут быть скомбинированы в зависимости от имеющихся условий:

1. Способ строительства линии метро мелкого заложения, при котором станционные комплексы сооружаются открытым способом. Необходимые для этого глубокие котлованы в условиях городской застройки требуют применения удерживающих (ограждающих) конструкций для обеспечения сохранности грунтового массива, прилегающего к строительному участку, а перегонные тоннели, как правило, сооружаются закрытым способом посредством тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК). Данный способ считается наиболее рациональным при наличии свободных территорий, но иногда просто невозможен в условиях плотной городской застройки.

К примеру, на одном из участков Третьего пересадочного контура в Москве изначально планировались станции мелкого заложения, но в связи с вышеуказанными трудностями некоторые из них в итоге заменили на глубокие. Открытый способ строительства станционных комплексов имеет ряд разновидностей, в числе которых так называемый испанский метод, с шахтными стволами большого диаметра.

2. Способ строительства линии метро глубокого заложения, при котором станции сооружаются закрытым способом, а перегонные тоннели проходятся ТПМК или (в редких случаях) горным методом. Данный вариант является более дорогостоящим с точки зрения сооружения станционных комплексов, однако требует меньшей территории под строительной площадкой и меньшего объема выноса коммуникаций. Существенным недостатком при этом является медленная скорость строительства станций горным методом, что, особенно при дефиците квалифицированных

проходчиков, становится решающим аргументом в пользу выбора других способов.

3. Так называемый мадридский способ строительства. В последние несколько лет он нашел применение в Москве при поддержке АО «Мосинжпроект». Суть заключается в том, что станционные комплексы строятся открытым способом или способом «топ-даун» («ап-даун»), а перегоны сооружаются в одном двухпутном тоннеле, что по некоторым критериям считается более выгодным. Основным недостатком, как и в первом случае, является необходимость занятия большой территории под строительную площадку с большим объемом работ по выносу инженерных коммуникаций.

4. Способ строительства надземных линий по типу «легкого метро» в Москве на мостовых конструкциях. Это наиболее дешевый вариант, но его применение в городской черте существенно ограничивается архитектурным обликом таких сооружений, требованиями по шуму и вибрации, а также, применительно к России, климатическими факторами.

5. Открытый способ строительства как станционных комплексов, так и перегонных тоннелей линии мелкого заложения. В прошлом он был широко распространен в европейских странах. В нашей стране способ также нашел применение на некоторых участках линий метрополитена в эпоху индустриализации и массового использования сборного железобетона в строительстве. При наличии территории, свободной от застройки и проложенных коммуникаций, а также при благоприятных инженерно-геологических условиях, такой вариант по стоимости сопоставим с «легким метро», а по срокам может даже быть более выгодным — при применении разработанной еще в СССР номенклатуры типовых сборных железобетонных элементов для сооружения конструкций перегонных тоннелей и станционных комплексов.

## К новому способу метростроения

Перед рассмотрением предлагаемого нового способа строительства сформулируем критерии для дальнейшего развития метрополитенов в крупных городах:

- обеспечение интеграции системы метрополитена и отдельных ее подсистем с другими транспортными системами;
- обеспечение качества сооружаемых объектов и безопасности пассажирских перевозок;
- сокращение сроков строительства и, как следствие, уменьшение его стоимости;
- уменьшение занимаемой территории для минимизации неудобств и расходов, связанных со строительством и последующей эксплуатацией;
- типизация проектных решений для возможности их многократного применения с минимальными переработками.

Вышеуказанным требованиям отвечает предлагаемое решение строительства линии метро в тоннеле большого диаметра. Рассмотрим его подробнее.

## Объемно-планировочные и конструктивные решения

Минимальный внутренний диаметр тоннеля составляет 13 м, что обеспечивает размещение двух путей с посадочными платформами, располагаемыми друг над другом, а также всех необходимых технических и технологических помещений и оборотных тупиков с одним путем. При этом посадочные платформы будут иметь ширину около 5 м «в свету» (в зависимости от необходимости размещения сбоку инженерных коммуникаций и элементов интерьера), что соответству-

ет требованиям СП 120.13330.2012 «Метрополитены». Длина посадочной части платформы должна не менее чем на 8 м превышать расчетную длину поезда в перспективе.

Данный способ устройства посадочных платформ также позволяет упорядочить движение пассажиров и разделить его направления, особенно на пересадочных станциях.

Для перехода с одной платформы на другую, а также для входа-выхода предусматривается применение поэтажных эскалаторов с обеих сторон платформенного участка, которые, в зависимости от пассажиропотока, могут работать в различных режимах как на спуск, так и на подъем.

Предлагаемый новый метод является альтернативой вышеуказанным способам строительства линий и мелкого заложения, позволяя размещать станционные комплексы в городской среде наиболее оптимально (там, где они удобны, с занятием минимальной территории), и глубокого заложения, так как сооружение станционных комплексов будет осуществляться гораздо проще и не потребует привлечения большого количества квалифицированных проходчиков.

Станции и линии мелкого заложения, к тому же, способны оказывать влияние на существующие здания и сооружения на стадии как строительства, так и эксплуатации. Линия метро в тоннеле большого диаметра, однако, может располагаться глубже настолько, насколько того требует градостроительная ситуация, а на поверхности могут располагаться только павильоны входа-выхода. Станции при этом возможно строить на меньшем расстоянии друг от друга, что дополнительно улучшит транспортную ситуацию.

Посредством эстакад внутри тоннеля обеспечивается необходимое планово-высотное изменение положения путей на переходных участках между станционными комплексами, оборотными тупиками, камерами съездов и порталными участками.

Большее количество станций на линии не будет оказывать серьезного влияния на стоимость ее строительства в целом, что представляется легко доказуемым при углубленном анализе финансовых затрат.

## Архитектурные решения

С архитектурной точки зрения станции таковой линии будут более простыми и, возможно, менее выразительными в сравнении с построенными в советское время «подземными дворцами», однако в современных условиях повышенного спроса на скоростные виды транспорта, которые обеспечивали бы передвижение большого количества людей в про-

гнозируемые интервалы времени, фокусировать внимание следует в первую очередь на таких аспектах, как удобство, безопасность, функциональность и скорость движения. В качестве примера можно привести парижское метро. Однако, по глубокому убеждению автора статьи, с архитектурной точки зрения станции реально сделать гораздо более привлекательными при сравнительно небольших капиталовложениях.

## Плюсы технологических решений

Подробное описание всех технологических решений, которые предусматривает предлагаемый способ строительства, формат данной статьи не предполагает. При этом имеет смысл отметить следующие возможности:

- устройство комфортной системы вентиляции станционных комплексов и перегонных тоннелей с решением вопросов, связанных с обеспечением пожарной безопасности при эксплуатации;
- применение составов, управляемых без помощи машиниста и даже, гипотетически, работающих на аккумуляторных батареях, которые могут заряжаться в оборотных тупиках или в депо и тем самым упростить технологию функционирования линии;
- применение лифтов для доступа непосредственно в уровень платформ при частом расположении станций и (или) применение поэтажных эскалаторов вместо традиционных, ремонт которых является продолжительным и доставляет неудобства пассажирам;
- упорядочение хаотичного передвижения пассажиров по станционному комплексу.

## Организация строительства и цена вопроса

Для нового способа метростроения необходим тоннелепроходческий комплекс диаметром не менее 14,8 м, скорость проходки которого в среднем составляет около 300 м в месяц. При применении одного щита и выполнении определенной последовательности проведения работ линию метро протяженностью 10 км и имеющую 6–7 станций можно построить за 6 лет.

Стоимость строительства с учетом выноса коммуникаций, по предварительным оценкам, не превысит 100 млрд рублей. Примерная сумма определена на основании предыдущего опыта работы по проектам метро- и тоннелестроения в нескольких мегаполисах России и на основании расценок, применяемых в период с 2005 по 2015 гг.

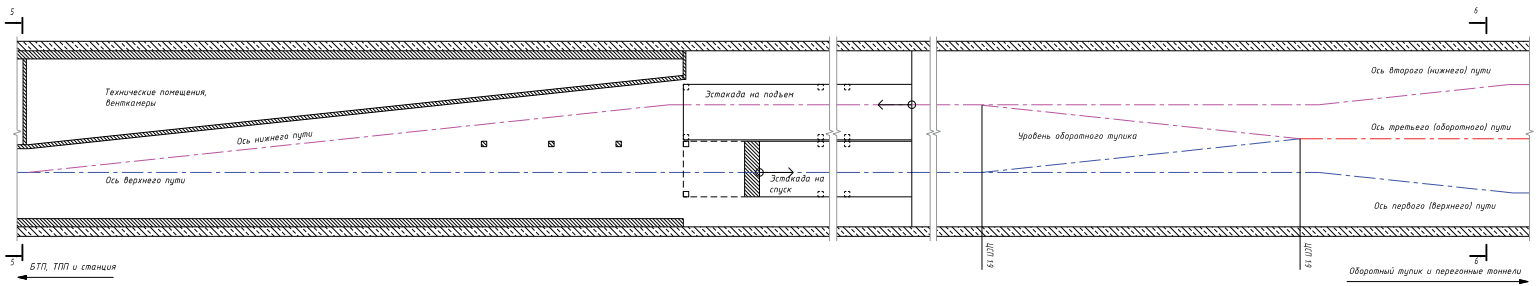


Рис. 3. Участок от станции до оборотного тупика. Планировочное решение

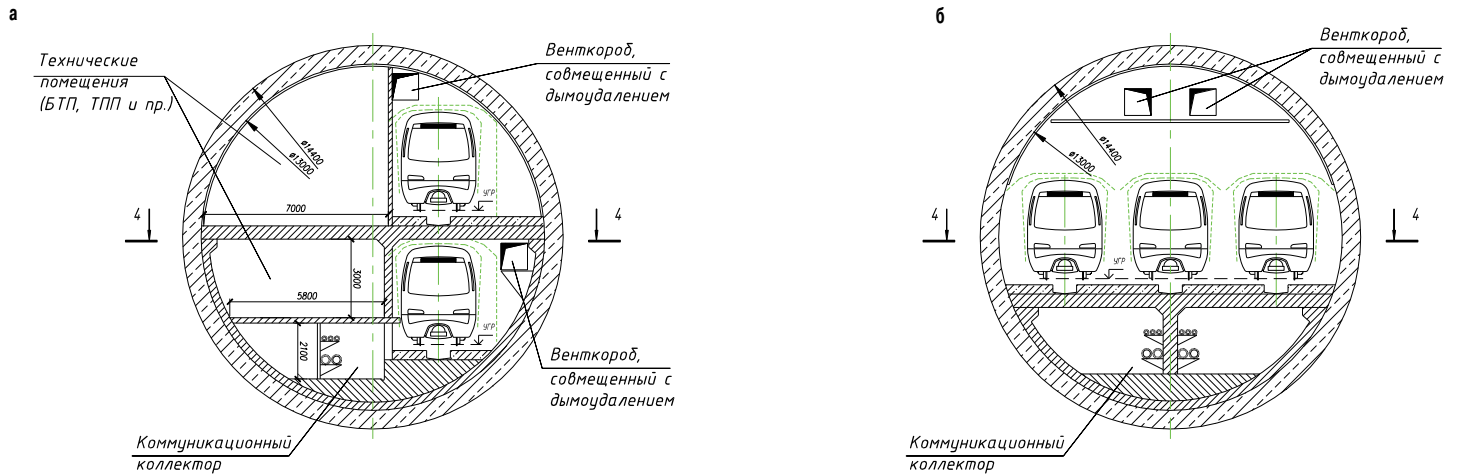


Рис. 4. Поперечное сечение: а – за посадочными платформами; б – в зоне оборотного тупика

### От теории к практике

На основной вопрос — где взять необходимый для нового способа метростроения ТПМК — сразу находим актуальный в сегодняшней ситуации ответ: поставить конкретную задачу и придать импульс развитию соответствующей отрасли отечественного машиностроения, о необходимости возрождения которой давно говорят специалисты.

В России уже имеется успешный опыт сооружения Северо-Западного (Серебряноборского) и Лефортовского тоннелей щитом диаметром 14,2 м, что целесообразно учитывать при дальнейшей работе над предлагаемым решением.

Для максимального сокращения сроков строительства также целесообразно рассмотреть возможность разработки номенклатуры сборных железобетонных элементов конструкций для станционных комплексов и прочих сооружений линии. Подобная продукция может изготавливаться на заводах ЖБИ и доставляться к месту производства работ автотранспортом.

В предлагаемом решении количество станций на линии, как уже говорилось ранее, кардинально не будет изменять стоимость строительства. Иными словами, станцион-

ные комплексы можно располагать чаще, с минимальным интервалом, что будет способствовать улучшению транспортного обслуживания, обеспечению шаговой доступности метро.

Более частое расположение станций также снизит пассажирскую нагрузку на входы-выходы вестибюлей, и можно рассматривать применение лифтов для доступа пассажиров непосредственно в уровень посадочных платформ. Данное обстоятельство благоприятно и с точки зрения доступности для маломобильных групп населения. Применение лифтов к тому же позволит уменьшить площадь занимаемых входами-выходами городских территорий. Лифтовые шахты возможно располагать вблизи транспортно-пересадочных узлов, крупных станций или остановок общественного транспорта. При этом для сооружения шахтных стволов могут также применяться тоннелепроходческие комплексы.

Важным фактором является и то, что новый метод метростроения после его унификации способен стать практически типовым проектом. В процессе разработки проектной документации целесообразно рассмотреть варианты объемно-планировочных, конструктивных и технологических решений с

целью выявления оптимальных параметров конструкций и применяемого оборудования. Несомненно, в каждом конкретном случае проект будет иметь свои отличительные особенности, но тщательная проработка предлагаемого варианта позволит более точно определить и оптимизировать основные параметры (внутренний диаметр тоннеля, диаметр тоннелепроходческого комплекса, параметры внутренних конструкций, типы и параметры технологического оборудования), найти наиболее эргономичные объемно-планировочные решения. В ходе реализации первого такого проекта будет «обкатана» технология строительства, в целом и в частности, что позволит определить оптимальные единичные расценки.

Первыми практическими шагами должна стать разработка:

- проектной документации на линию метрополитена с подробной проработкой объемно-планировочных, конструктивных и технологических решений;
- проекта тоннелепроходческого комплекса и оснастки для производства элементов тоннельной отделки, что может быть реализовано силами отечественной промышленности и стать дополнительным драйвером для развития экономики. ■

Юн-Кан ЦЯО,  
Фан-Лэ ПЭН,

(Центр исследования подземного пространства, факультет геотехнического инжиниринга Университета Тунцзи, Китай)

**Лоян представляет собой классический древний китайский город, который был столицей при 13-ти правящих династиях. Здесь находится чрезвычайно большое количество исторических ценностей: архитектурные сооружения, захоронения, древние артефакты в ископаемых культурных слоях. Стремительная урбанизация ставит перед Лояном дилемму: либо масштабная реконструкция города, либо сохранение наследия. Есть ли альтернатива? В контексте этой проблемы в Лояне занялись генеральным планированием подземного пространства. Статья посвящена возможному устранению противоречий между необходимостью городского развития и задачей сохранения исторического наследия.**



# ПЛАНИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В ИСТОРИЧЕСКОМ ГОРОДЕ НА ПРИМЕРЕ ЛОЯНА

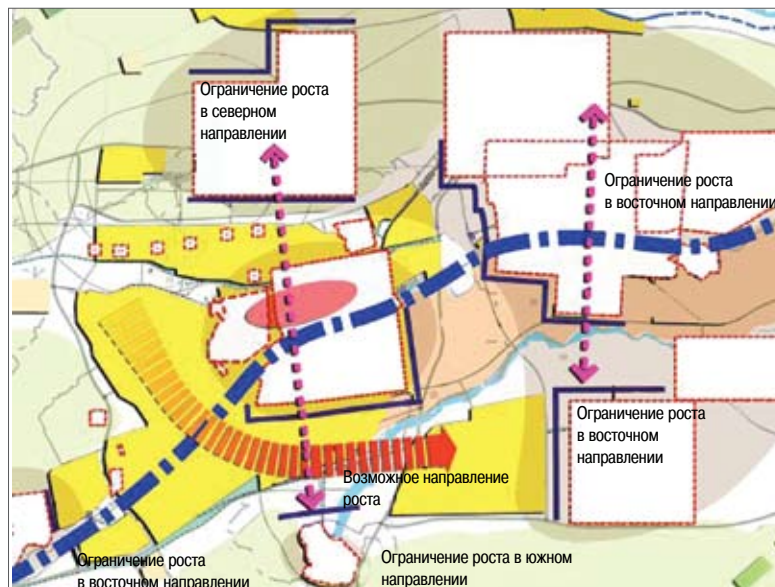


Рис. 1. Рост города с учетом его исторических зон

## Анализ потребности использования подземного пространства в Лояне

Лоян занимает площадь 803 км<sup>2</sup> с населением около 2 млн человек. По состоянию на 2015 год, на территории города находятся 3 объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО и 43 памятника и объекта, официально охраняемых на национальном уровне. На сегодняшний день, особенно со строительством метрополитена, генеральное планирование подземного пространства является ключевым вопросом городского развития.

Противоречие между задачей реконструкции города и необходимостью сохранения исторических ценностей в Лояне выразилось в нескольких проблемах.

### 1. Ограниченность пространства

Рост Лояна сдерживается его историческим окружением (рис. 1), так что если рассматривать проблему, отталкиваясь от наличия участков под застройку, то существует только одно допустимое направление увеличения

городской территории. Одновременно с этим в городе действует ограничение высотности, оказывающее значительное влияние на развитие сохраняемых зон, которые важны для Лояна.

### 2. Дорожные заторы

Сохраняемые зоны привлекают огромное количество людей благодаря туристической и коммерческой привлекательности. Однако ткань городской застройки, сформировавшаяся в процессе исторического развития, создает ситуацию, при которой дороги оказываются слишком узкими и неспособными справиться со скоплением транспорта. Еще одним обстоятельством, осложняющим условия дорожного движения, является хроническая нехватка парковочных мест.

### 3. Неблагоприятные условия проживания

С утверждением первой версии Генерального плана город принял к исполнению так называемую Схему сохранения Лояна,

предполагающую снизить влияние процесса городского развития на старый город и в большей мере сосредоточиться на строительстве новых районов. В итоге сохраняемая зона Лояна значительно отстает от них с точки зрения развития инфраструктуры и условий проживания.

#### 4. Недостаточность использования ГПП

В настоящее время площадь используемого городского подземного пространства (ГПП) в Лояне составляет около 7,6 млн м<sup>2</sup>, из которых более 50% приходится на долю парковок, обеспечивающих порядка 13 тыс. машиномест. В остальном речь идет преимущественно о подвальных помещениях, которые находятся в ведении компаний, управляющих недвижимостью. Эти подвалы не соединены между собой, не имеют общего доступа и подолгу пустуют (например, под офисными зданиями в нерабочее время).

Использование ГПП уже доказало свою эффективность в решении задач расширения городского пространства, освобождения улично-дорожной сети от транспортных заторов, сохранения исторической ткани и ландшафта города, улучшения состояния окружающей среды.

Надо отметить, что Лоян уже успешно использовал археологическое подземное пространство для создания двух музеев: музея «Императорская колесница, запряженная шестеркой лошадей» и Музея древнего искусства (рис. 2). Артефакт «Императорская колесница, запряженная шестеркой лошадей» был обнаружен во время археологических раскопок, проводимых для строительства Royal City Plaza. Музей построен именно на этом месте, чтобы максимально сберечь найденные предметы при организации экспозиции.

Учитывая существование под поверхностью города многочисленных исторических ценностей, очевидно, что баланс между задачами сохранения наследия и использования ГПП для городского развития является главной проблемой генерального планирования в Лояне.

#### Краткое введение в генеральное планирование Лояна

Генеральное планирование ГПП в Лояне состоит из трех основных частей, а именно:

- предварительное исследование;
- общее планирование;
- функциональное системное планирование использования ГПП.



Рис. 2. Археологическое подземное пространство в Лояне: а – музей «Императорская колесница, запряженная шестеркой лошадей»; б – музей древнего искусства

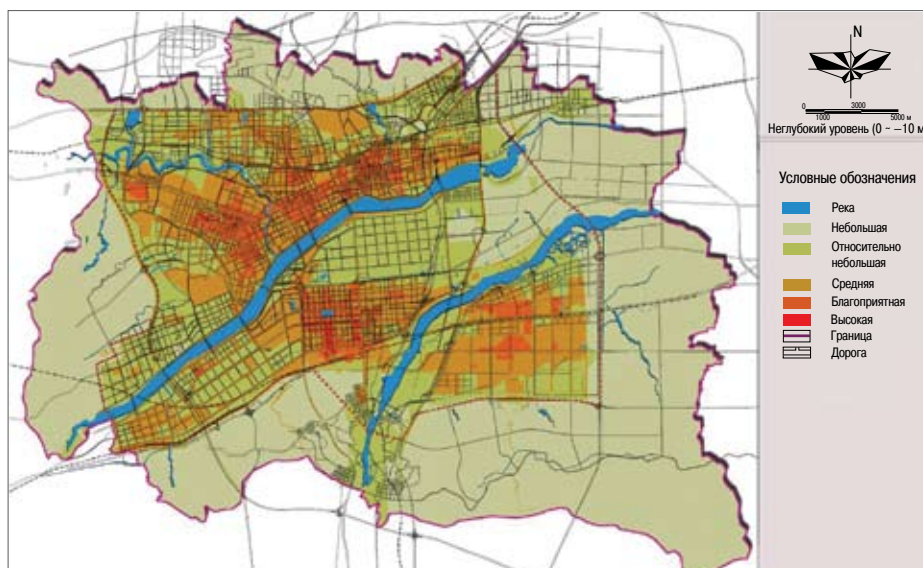


Рис. 3. Комплексная качественная оценка ресурсов ГПП в Лояне (неглубокий уровень застройки)

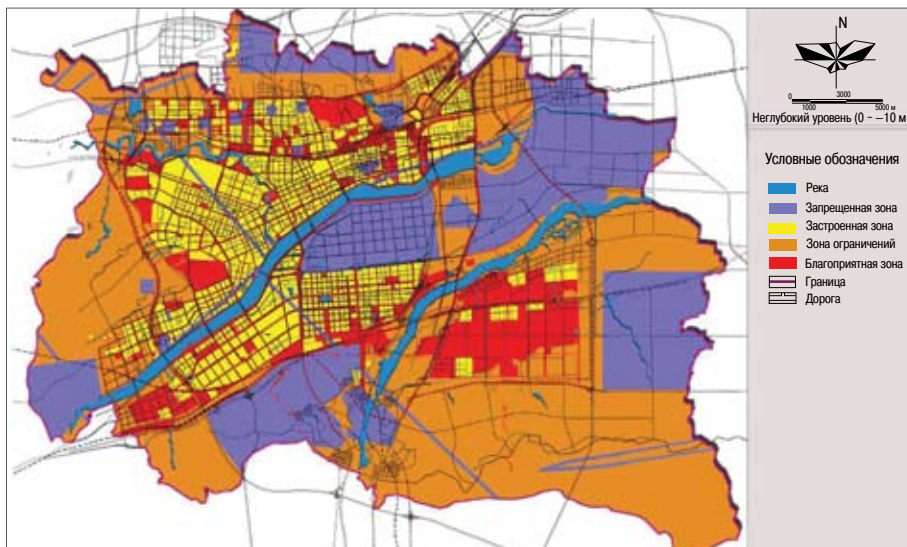


Рис. 4. Пространственное регулирование застройки и использования ГПП в Лояне (неглубокий уровень)

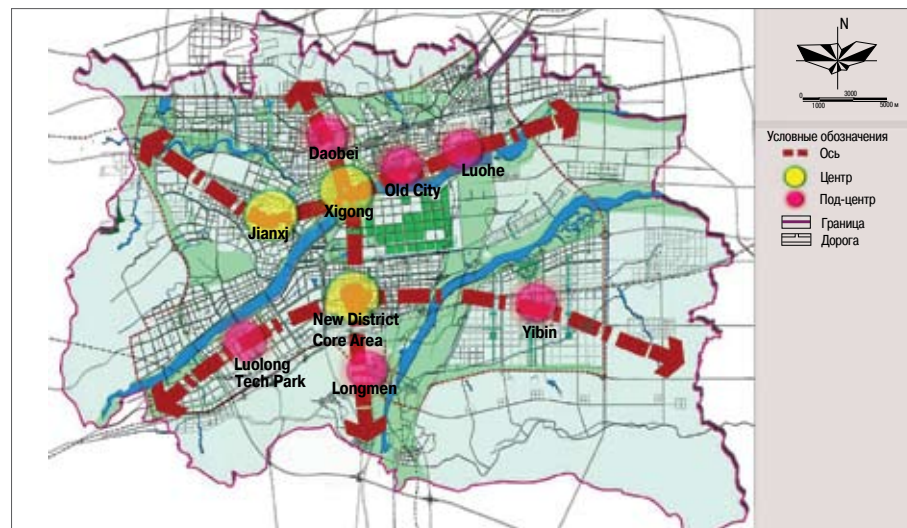


Рис. 5. Структурный план ГПП в Лояне

### 1. Предварительное исследование

Предварительное исследование проводится для того, чтобы получить фактические данные для составления общего плана и функционального системного планирования. Процесс в основном состоит из качественной оценки ресурса ГПП, пространственного регулирования его застройки и прогнозирования спроса.

Качественная оценка ресурса ГПП (рис. 3) и пространственное регулирование его застройки (рис. 4) в Лояне позволяют всеобъемлющим образом оценить как инженерную целесообразность проекта (включая топографию и геоморфологию, геоинженерные характеристики, данные гидрогеологии, устойчивость грунта, строительный статус наземной и подземной конструкций), так и его потенциальную ценность (включая пространственное местоположение, сеть железнодорожных перевозок, распределение населения, поверхностное землепользование и экономические условия). Кроме того, требования, сформулированные в документе «Охранное планирова-

ние исторического города Лоян», также являются одной из основных составляющих процесса качественной оценки ресурсов ГПП и регулирования его застройки. Для того чтобы предотвратить повреждение исторических ценностей во время подземного строительства, на этапе предварительного исследования принимаются следующие регуляторные меры:

- запрещается использование основных сохраняемых зон в качестве обычных видов ГПП, за исключением археологических или выставочных целей;
- зоны застройки ограничиваются неглубоким слоем (до 10 м ниже поверхности);
- глубина участков, под которыми могут быть погребены исторические ценности, также ограничивается для использования в качестве ГПП в среднем уровне (до 30 м ниже поверхности).

Прогнозируется, что к 2030 году общий спрос на ГПП в Лояне составит порядка 17,38–18,54 млн м<sup>2</sup>, в среднем по 5,96–6,24 м<sup>2</sup> на одного человека.

### 2. Общее планирование ГПП в Лояне

На основании результатов предварительных исследований общее планирование ГПП в Лояне можно определить как «план трех осей, трех центров и многочисленных подцентров», как показано на рис. 5. Три оси определяются с опорой на схему городской железнодорожной дороги, что даст существенный стимул развитию ГПП в Лояне и значительно ускорит формирование инфраструктурной подземной сети в центральной части города. Три центра — это, соответственно, три района, где спрос на развитие ГПП является самым высоким из-за их стратегического положения, важного для развития Лояна. Множество «подцентров» представлены на рис. 5 в виде красных кружков, обозначающих места, где инженерная целесообразность и потенциальная ценность с точки зрения развития являются относительно высокими. Стоит отметить, что Старый Город также характеризуется высоким спросом на ГПП, но он подразделяется на «подцентры» с учетом наличия исторических ценностей.

В связи с тем, что процесс должен сопровождаться приложением всех возможных усилий, направленных на сохранение подземных ценностей от разрушения, использование ГПП в Лояне разделено на четыре вертикальных уровня: неглубокий слой (0 ~ -10 м), средний слой (-10 ~ -30 м), вторичный глубокий слой (-30 ~ -50 м) и глубокий слой (более 50 м).

### 3. Функциональное системное планирование

Данный раздел включает в себя подземное планирование железнодорожного транспорта, автодорожной сети, парковочных пространств, иных объектов инфраструктуры, комплексной системы предупреждения чрезвычайных ситуаций, а также планирование ГПП, направленное на сохранение исторического наследия. Например, мероприятия по защите традиционной структуры Старого Города включают в себя развитие дорожной подземной сети с целью разгрузить автомобильные заторы (в частности, предусматривается строительство тоннеля под пересекающей его транспортной артерией Чжончжу).

### Выводы

Генеральное планирование ГПП является необходимым условием решения проблемы сохранности исторических зон и совершенствования их инфраструктуры. Разбор примера Лояна позволит лучше понять специфику и актуальность освоения ГПП в других старых городах, изобилующих архитектурно-историческими ценностями. ■

Yong-Kang Qiao Fang-Le Peng  
(Research Center for Underground  
Space & Department of  
Geotechnical Engineering, Tongji  
University, Shanghai 200092, PR  
China)

*Luoyang is a representative historic city in China with 13 ancient dynasties ever locating their capitals here, featuring a possession of abundant historical resources like historical sites, tombs, and buried relics. With the rapid spread of urbanization, Luoyang is facing the dilemma of urban redevelopment and the conservation of historical resources, and this dilemma is particularly pressing when it comes to the utilization of underground space, which has been manifested to be an effective way to address the problems of urban development. In this context, the master planning for underground space in Luoyang was conducted. This paper will first analysis the relationship between urban development and the conservation of historical resources in Luoyang, and then give a brief introduction of the master planning for underground space, which will focus principally on the overall layout of underground space development and the general approaches to deal with the conflict between the rehabilitation and conservation of historic districts. The case will provide insights with regard to the utilization and development of urban underground space for other historic cities that is abundant with historical resources, especially the buried ones.*

# MASTER PLANNING FOR UNDERGROUND SPACE IN LUOYANG: A CASE OF A REPRESENTATIVE HISTORIC CITY IN CHINA

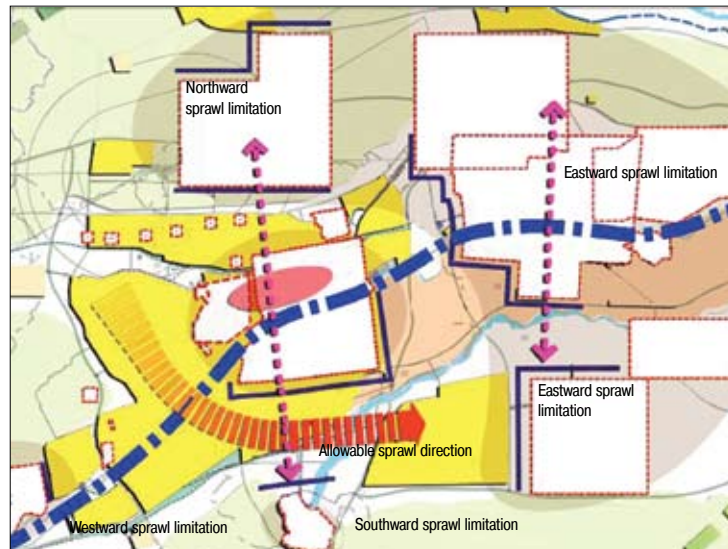


Fig. 1. Relationship between urban sprawl and historical sites in Luoyang

## 1. Introduction

Located in the center area of China, Luoyang had always been an important city in Chinese history, with 13 ancient dynasties ever locating their capitals here. Luoyang (hereinafter referring to the urban area of Luoyang) covers an area of 803 km<sup>2</sup> with a population of 1.96 million (Luoyang Statistics, 2015). Luoyang lies in the northwest of Luoyang Basin with two main rivers running through the urban area, which is regarded as good “feng shui” in ancient Chinese ideology.

The long and colorful history has endowed Luoyang with abundant historical resources. As of 2015, there are 3 UNESCO World Cultural Heritage Sites and 43 officially protected monuments and sites at national level distributed across Luoyang.

With the rapid spread of urbanization, Luoyang is facing the dilemma of urban redevelopment and the conservation of historical resources, and this dilemma is particularly pressing when it comes to the utilization of underground space, which Luoyang has to face during the upcoming era of metro construction. Hence the master planning for underground space is a crucial issue for urban development of Luoyang.

## 2. Demand Analysis for the Use of Urban Underground Space (UUS) in Luoyang

The conflict between urban redevelopment and the conservation of historical resources in Luoyang has led to the problems as follows:

### ■ Spatial limitation

The spatial limitation problem of Luoyang can be concluded into two aspects. In terms of the whole urban area, urban sprawl is constrained by surrounding historical sites (Fig. 1) that there is only one allowable sprawl direction remaining for urban development with respect to construction land. Meanwhile, the requirement of height limit also put considerable redevelopment pressure on conservation area, which is serving as an important commercial area in Luoyang.

### ■ Traffic congestion

The conservation area generates and attracts extensive trip volume due to tourism and commercial value. Moreover, the traditional urban fabric shaped by history has resulted in the situation where the roads in conservation area are too narrow to alleviate the traffic congestion. Furthermore, chronic shortage of parking is making the traffic condition even worse.

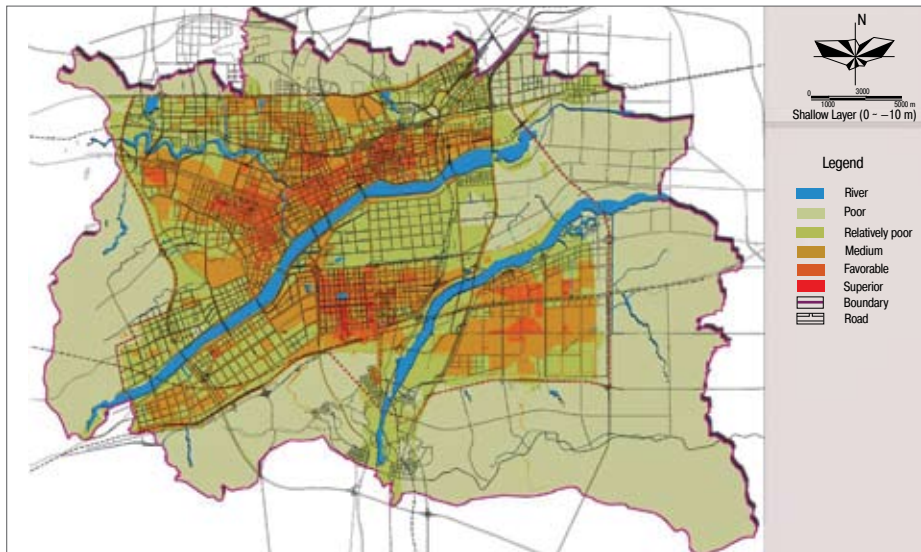


Fig. 2. Comprehensive quality evaluation of UUS resource in Luoyang (shallow layer)

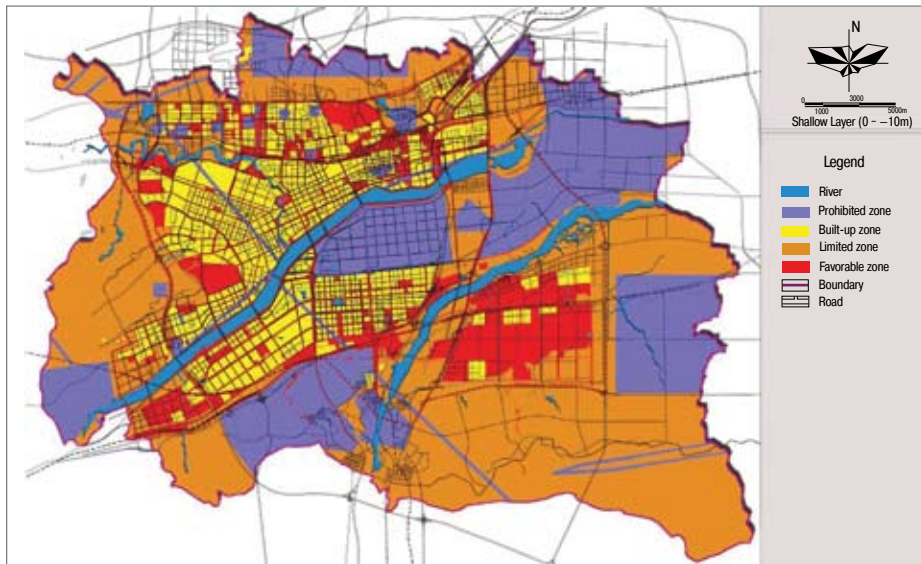


Fig. 3. Spatial control for UUS development and utilization in Luoyang (shallow layer)

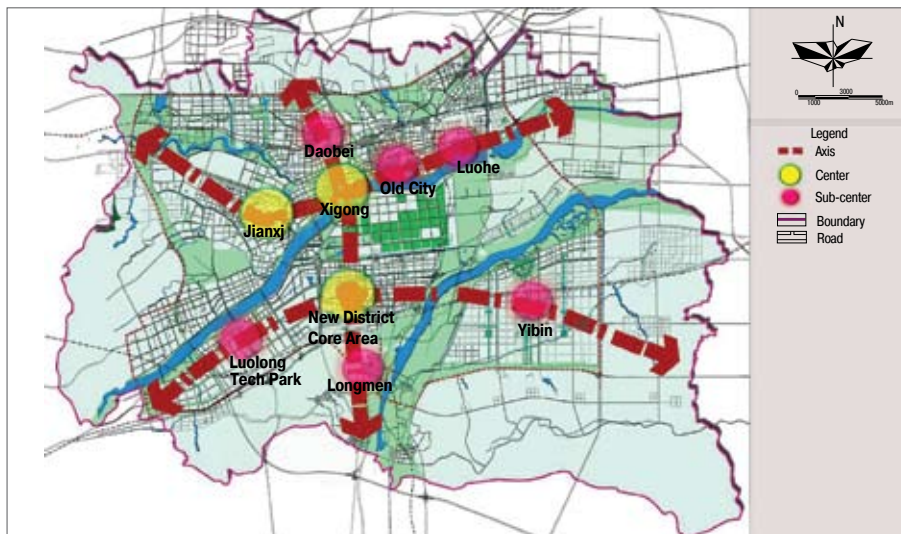


Fig. 4. Layout structure of UUS in Luoyang

■ Disadvantaged living environment  
 Owing to the first edition of Master Plan of Luoyang, Luoyang adopted what is called as “Luoyang Conservation Scheme”, which suggests urban development should put less pressure on old city and focus more on the construction of new areas. Therefore, conservation area of Luoyang lags far behind as regards infrastructure and living environment comparing with Jianxi District and New District Core Area.

■ Low utilization rate of UUS use  
 Currently, the amount of UUS use in Luoyang has reached 7,575,000 m<sup>2</sup>, of which parking space account for 52.67% providing around 13,000 parking berths. Most of the developed UUS uses are basements that are built below residential and business buildings and managed by property management companies, and they are lack of inter-availability. Therefore, underground spaces below residential buildings are at high vacancy rate in office hours, and so it is with that of business buildings out of hours.

UUS utilization has been proved effective in respect with expanding urban development space, relieving traffic congestion and conserving old city’s fabric and landscape, improving living environment and infrastructure condition, and expanding the function of historic buildings and sites and preserving its surrounding environment.

In respect of archaeological underground space use, Luoyang is successful in using underground space to develop two underground museums, namely Museum of “Emperor’s Chariot Drawn by Six Horses” and Ancient Art Museum, for relic exhibition. Ancient Art Museum is located in the Mang Mountain area, and it is the first museum worldwide for ancient combs and ancient wall paintings. The evidence for “Emperor’s Chariot Drawn by Six Horses” was uncovered during the archaeological survey for the construction of Zhou Dynasty’s Royal City Plaza, and the museum was built in site for the conservation and exhibition of the relics.

Given that there are still numerous buried relics below Luoyang, the relationship between historic resource conservation and UUS development and utilization for urban development will be the prime concern for master planning of UUS in Luoyang.

### 3. Brief introduction of master planning of UUS in Luoyang

Master planning of UUS in Luoyang includes three parts in principle, i.e., preliminary research, overall layout for UUS use and function system planning UUS use.

#### 3.1 Preliminary research

Preliminary research is carried out in order to provide evidence for overall layout and function



system planning. The preliminary research conducted in UUS master planning of Luoyang mainly includes quality evaluation of UUS resource, spatial control for UUS development and utilization, and forecast of development volume demands.

**3.1.1 Quality evaluation of UUS resource and spatial control for UUS development and utilization**

Quality evaluation of UUS resource (Fig. 2) and spatial control for UUS development and utilization (Fig. 3) in Luoyang are comprehensive results considering both engineering suitability factors (including topography and geomorphology, geotechnical characteristics, hydrogeology, field stability, surface construction status, underground construction status) and potential development value factors (including spatial location, rail transit network, population distribution, surface land use, and economic conditions) that influence the development and utilization of UUS. Additionally, the requirements of the Conservation Planning for Historic City of Luoyang are also involved as a major concern in the process of quality evaluation and spatial control of UUS resource. In order to prevent surface and underground relics from damaging during the construction period of underground projects, regulatory measures are taken into consideration in this part of preliminary research as follows:

- core conservation areas are prohibited for common UUS use except for archaeological use out of protection or exhibition purpose;
- development control areas are limited for UUS use in shallow layer (down to 10 meters below the surface);
- potential buried areas of relics are limited for UUS use in both shallow and middle layers (down to 30 meters below the surface).

**3.1.2 Forecast of development volume demands**

It is forecasted that, as of 2030, the overall UUS demand of Luoyang will be around 17.38–18.54 million m<sup>2</sup>, averaging 5.96–6.24 m<sup>2</sup> per capita.

**3.2 Overall layout planning of UUS in Luoyang**

Based on the results of preliminary research, overall UUS layout in Luoyang can be summarized as “three axes, three centers and multiple sub-centers” as shown in Fig. 4. The three axes are established fundamentally on the grounds of urban rail transit planning, which will boost the development of UUS in Luoyang significantly and catalyze the formation of underground space network in urban center. The three centers are Xigong, Jianxi, and New District Core Area respectively, where UUS development demand is highest due to its strategic positioning in the urban

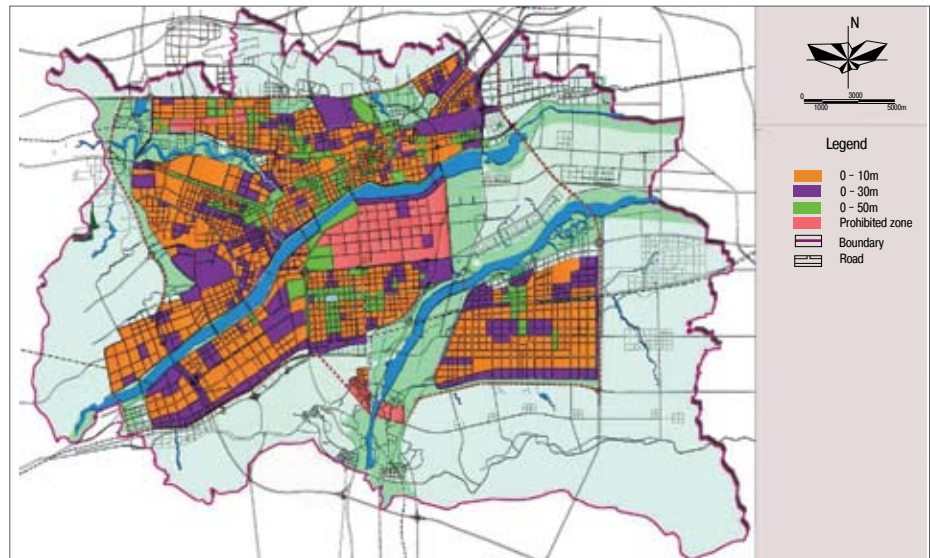


Fig. 5. Vertical layout of UUS in Luoyang



Fig. 6. Planning idea for underpass below Zhongzhou Road

development of Luoyang. The multiple sub-centers are represented in Figure 5 as red circles, where engineering suitability and potential development value are relatively high. It is worth noting that the Old City is also high in UUS demand, but it is categorized into sub-centers out of the consideration for historic relics.

Since the development of UUS should take into account every effort to keep the buried relics from destroying, UUS use in Luoyang is arranged into four levels in vertical direction: shallow layer (0~ -10 m), media layer (-10 ~ -30 m), secondary deep layer (-30~ -50 m), and deep layer (-50 m below). Vertical layout of UUS in Luoyang is planned as shown in Fig. 5.

**3.3 Function system planning**

Function system planning conducted in the UUS master planning of Luoyang includes underground planning of rail transit system, road system, parking system, public service system, municipal facility system, comprehensive disaster-prevention system, and UUS planning related to the conservation of historic resources.

All of the function system planning should take into account the requirements of conservation of

historic resources. Take the underground road system planning for example. In order to alleviate the traffic congestion of Zhongzhou Road which is an artery road running through the Old City, and protect the traditional urban fabric of the Old City, an underpass below Zhongzhou Road is planned as shown in Fig. 6.

UUS planning related to the conservation of historic resources mainly deals with the protection requirement for the conservation of historic relics and the regulatory measures that should be taken when developing UUS use in historic conservation area.

**4. Conclusion**

UUS development and utilization is of significant importance for urban development of Luoyang, and master planning of UUS is a necessary step for dealing with the conservation and development problem in historic areas. Master planning for underground space in Luoyang mainly includes preliminary research, overall layout planning of UUS, and function system planning. The case of Luoyang will provide insights with regard to UUS utilization and development for other historic cities that is abundant with historical resources. ■



Пьетро ЛУНАРДИ,  
профессор

Памяти сэра Алана Муира Вуда

# УПРАВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЕЙ ЭКСТРУЗИИ ЛБА ЗАБОЯ КАК СРЕДСТВО СТАБИЛИЗАЦИИ ТОННЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

*Продолжение. Начало в №6, 8, 10*

## Два стратегических проекта

Действенность нового метода проектирования и строительства тоннелей подтверждена тысячей километров подземных сооружений, успешно построенных в чрезвычайно сложных инженерно-геологических и деформационных условиях. Благодаря новым подходам, основанным на проведенном исследовании, работы были завершены в полном соответствии с установленными на конечном этапе проектирования стоимостью и сроками выполнения работ.

### **Новая высокоскоростная железнодорожная линия между Болоньей и Флоренцией (1996–2005)**

Из многих возможных примеров мы выбрали один из самых значительных проектов, включавший строительство 104 км тоннелей, из них 84 км приходятся на транспортные (сечением 140 м<sup>2</sup>) и 20 — на подходные и служебные тоннели. В период 1996–2005 гг. проект строительства новой высокоскоростной железной дороги между Болоньей и Флоренцией был признан одним из самых крупных в мире (рис. 10).

Все транспортные тоннели строились горным способом ввиду крайнего разнообразия грунтов трассы и сложных ситуаций проходки (широкая вариативность и неоднородность грунтов, а также присутствие газа и обводненность: от флишоидных формаций до чешуйчатых глин, аргиллитов и несвязных грунтов при глубине заложения 0–600 м). В этих условиях механизированная проходка оказывалась слишком рискованной, за единственным исключением служебного тоннеля Ginori

(длиной 10 км, диаметром 5,6 м и гидравлическим давлением 5 бар), построенного в мергельно-песчаниковом флише проходческим комплексом Double-Shield Wirth.

Консорциуму CAVET было поручено строительство на основании проекта, разработанного по методу анализа управляемых деформаций в пересекаемом массиве. Консорциум взялся выполнить работы на общую сумму 4,209 млрд евро, приняв на себя все риски, включая геологические.

Строительство началось в 1996 и было завершено в 2005 году, в полном соответствии с определенными проектом сроками и финансовыми затратами, что было в интересах как заказчика, так и подрядчика. Проходка транспортных тоннелей велась одновременно из 45 забоев, производительность составила 1,600 м/месяц.

На рис. 11 показано типовое сечение, разработанное для тоннеля Ратикоза, проходящего в хаотическом комплексе сильно перемятых чешуйчатых глин при глубине заложения 550–600 м (категория поведения С).

Чешуйчатые глины известны своей исключительной чувствительностью к декомпрессии; они быстро теряют связность, когда удерживающая сила грунта снижается до нуля. В связи с этим возникла необходимость обеспечения стабильности зоны ядро—лоб забоя, закрепив ее соответствующим образом и установив временную крепь, завершающуюся жестким обратным сводом, постоянно бетонизируемым по мере проходки. Несмотря на широко известную сложность проходки в грунтах Апеннин, на всех 104 км тоннелей новой высокоскоростной железной дороги производительность имела исключительно линейный характер и

Окончание следует

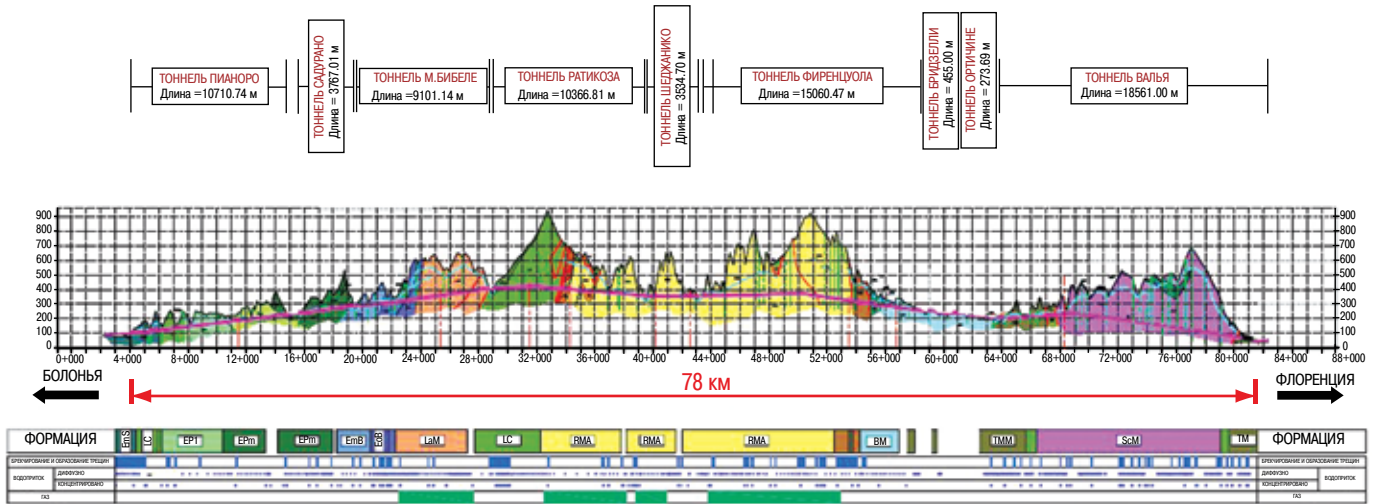


Рис. 10. Высокоскоростная железнодорожная линия между Болоньей и Флоренцией – геологический профиль и средние характеристики формаций

составила 1,5 м готового тоннеля в день при проходке даже в самых сложных грунтах.

Эти результаты свидетельствуют о гибкости и высокой эффективности метода использования зоны ядро — лоб забоя в качестве инструмента устойчивости тоннеля, в соответствии с теорией анализа управляемых деформаций в пересекаемом массиве. Замеры напряженного состояния постоянной обделки тоннеля высокоскоростной железной дороги Болонья — Флоренция, проводимые в настоящее время, показывают максимальные значения около 7–8 МПа (70–80 кг/см<sup>2</sup>). Это является еще одним доказательством того, что зона ядро — лоб забоя, используемая в качестве инструмента устойчивости, может управлять конвергенцией выработки в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

Применяемый подход также позволил значительно повысить уровень безопасности (особенно по сравнению с другими методами проходки горным способом, которые до сих пор используются за пределами Италии); действительно, за все время строительства 104 км тоннелей высокоскоростной железнодорожной линии Болонья — Флоренция не было зафиксировано ни одного несчастного случая с тяжелым исходом.

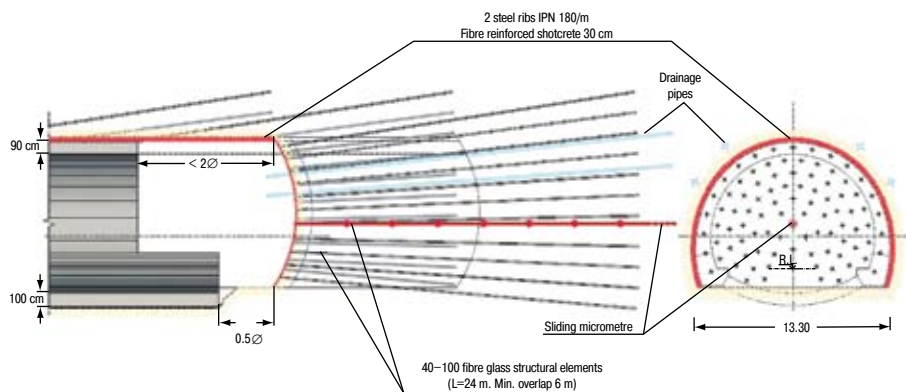


Рис. 11. Высокоскоростная железнодорожная линия между Болоньей и Флоренцией – типовое сечение проходки тоннеля Ратикоза

Тот факт, что проект проходки этих тоннелей — уникальных по своим объемам, сложности и по принятым в контракте финансовым обязательствам — был реализован в полном соответствии с проектными сроками и стоимостью, а также при чрезвычайно высокой степени обеспечения безопасности рабочих можно считать окончательным свидетельством правильности выводов, сделанных на основании проведенного исследования, и доказательством эффективности проектирования и строительства, базой для которых

служит теория анализа управляемых деформаций в пересекаемом массиве.

**Новая высокоскоростная железнодорожная линия между Марселем и Лионом: тоннель Тартагилль (1997)**

Проходка тоннеля Тартагилль (сечение 180 м<sup>2</sup>) на новой железнодорожной линии «TGV Méditerranée» Лион — Марсель (рис. 12), началась с обоих порталов (северного и юж-

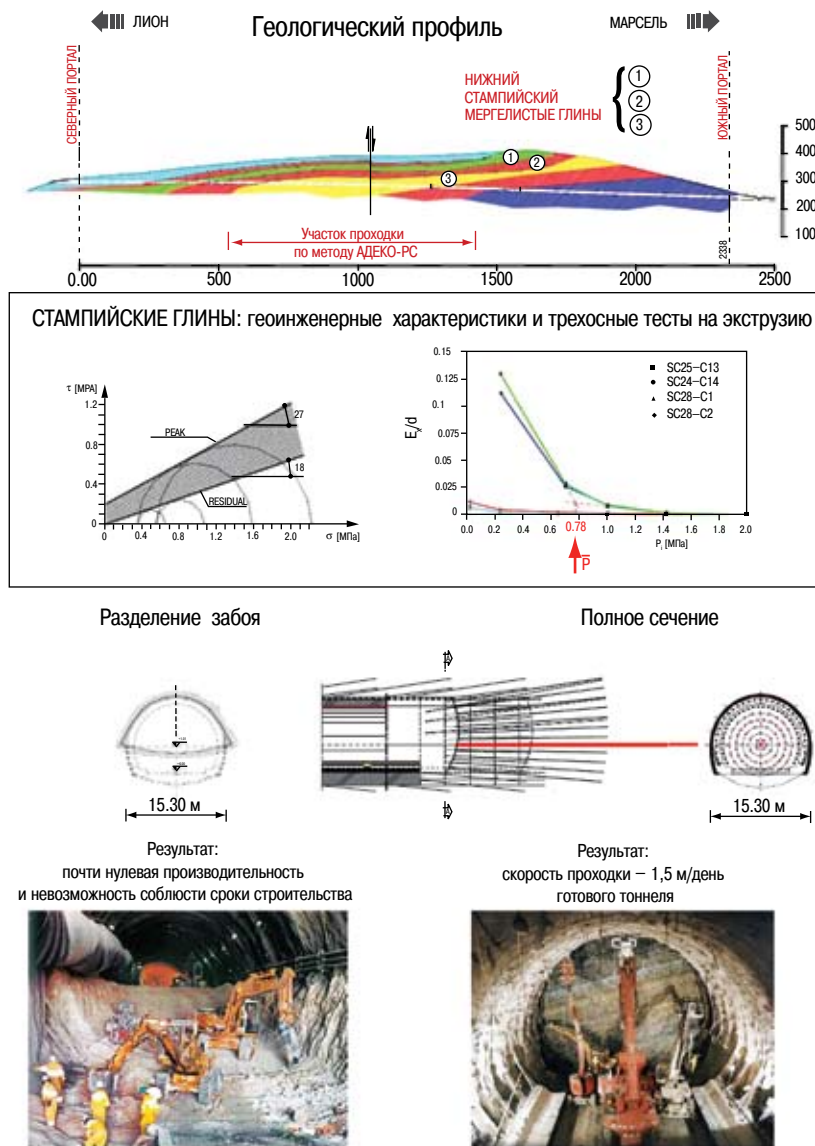


Рис. 12. Опыт проходки тоннеля Тартагилль

ного) в феврале 1996 года. Первоначальный подход состоял в проходке уступным способом с разделением сечения тоннеля; верхнюю часть проходили горнопроходческим комбайном, а нижнюю (с отставанием примерно на 200 м) — с помощью пневмомолота.

В конце сентября 1996 года, во время проходки через аптские мергели, конвергенция южного забоя значительно превзошла расчетный уровень и достигла 60 мм при проходке верхней штольни и 150 мм при проходке нижней. В результате в торкрет-бетонной крепи стали образовываться и распространяться трещины.

Положение осложнялось тем, что с обеих сторон предстояла проходка самых сложных участков: нужно было пересечь 900 м опасной формации «Нижний Стамбийский ярус», состоящей из перемежающихся слоев мергелей, глин и алевроитов с высоким

содержанием (75%) монтмориллонитов, очень чувствительных к влажному воздуху и подверженных набуханию ( $c' = 0.05$  МПа =  $0,5$  кг/см<sup>2</sup>,  $\phi' = 18^\circ$ ). Руководители строительства были очень обеспокоены и поэтому провели комплексное геотехническое обследование. Анализ начального проекта показал, что применявшиеся при строительстве методы не подходили для стамбийских глин. Они были основаны на разделении забоя, что могло привести к развитию деформации, выходящей за приемлемые пределы.

Для того чтобы разрешить возникшую проблему, в 1997 году SNCF (Государственная железнодорожная компания Société National du Chemin de Fer), сформировала рабочую группу (Comité de pilotage), состоящую из инженеров Французской железной дороги, Консорциума G.I.E. TARTAIGUILLE, кон-

сультантов Coyne et Bellier и специалистов по инженерной геологии из консорциумов Terrasol-Simecsol и CETU. Эта группа начала консультации с ведущими европейскими специалистами, обратившись к ним с просьбой предоставить проектное решение проходки в глинистом массиве на должном уровне безопасности, с соблюдением сроков строительства, установленных контрактом.

После того как был изучен ряд представленных предложений, ни одно из которых не обеспечивало безопасности проходки и не гарантировало соблюдение договорных сроков, Государственная железнодорожная компания SNCF совместно с Консорциумом G.I.E. TARTAIGUILLE обратилась к анализу документации, разработанной итальянскими специалистами, и предложенной мною, с расчетами, обеспечивающими соблюдение требуемых ограничений по времени и стоимости. В результате этого в марте 1997 года нам была поручена разработка рабочей документации для строительства тоннеля длиной 860 м.

Новый проект радикально изменил ранее принятые традиционные решения, заменив их другими, разработанными на основе теории анализа управляемых деформаций в пересекаемом массиве. Проходка проходила полным сечением (при управлении деформационными явлениями путем укрепления зоны лоб — ядро забоя, используемой в качестве инструмента стабилизации), с бетонированием обратного свода у лба забоя и установкой постоянной обделки на расстоянии 20–40 м от него.

Параметры операций по закреплению ядра проходки вначале определялись результатами повторного проведения испытаний на экструзию, после чего проверялись методом конечных элементов на 3D-модели в упруго-пластической среде, позволявшей учитывать сложные процессы, такие, как ползучесть и набухание.

Консорциум G.I.E. TARTAIGUILLE начал проходку тоннеля в июле 1997 года под строгим контролем проектирующей организации, по распоряжению которой в течение всего периода строительства за реализацией проекта наблюдал специально назначенный ответственный инженер-проектировщик.

Новая система проходки позволила выполнить работы в установленные контрактные сроки, обеспечив промышленный характер проходки со скоростью 1,7 м/день, что было даже выше, чем определенное проектом 1,4 м/день. Строительство тоннеля завершилось всего через год после перехода на систему проходки полным сечением, за полтора месяца до начального обозначенного срока. ■

# EXTRUSION CONTROL OF THE GROUND CORE AT THE TUNNEL EXCAVATION FACE AS A STABILISATION INSTRUMENT FOR THE CAVITY

Previous chapter see in "Underground Horizons" #6,8, 10

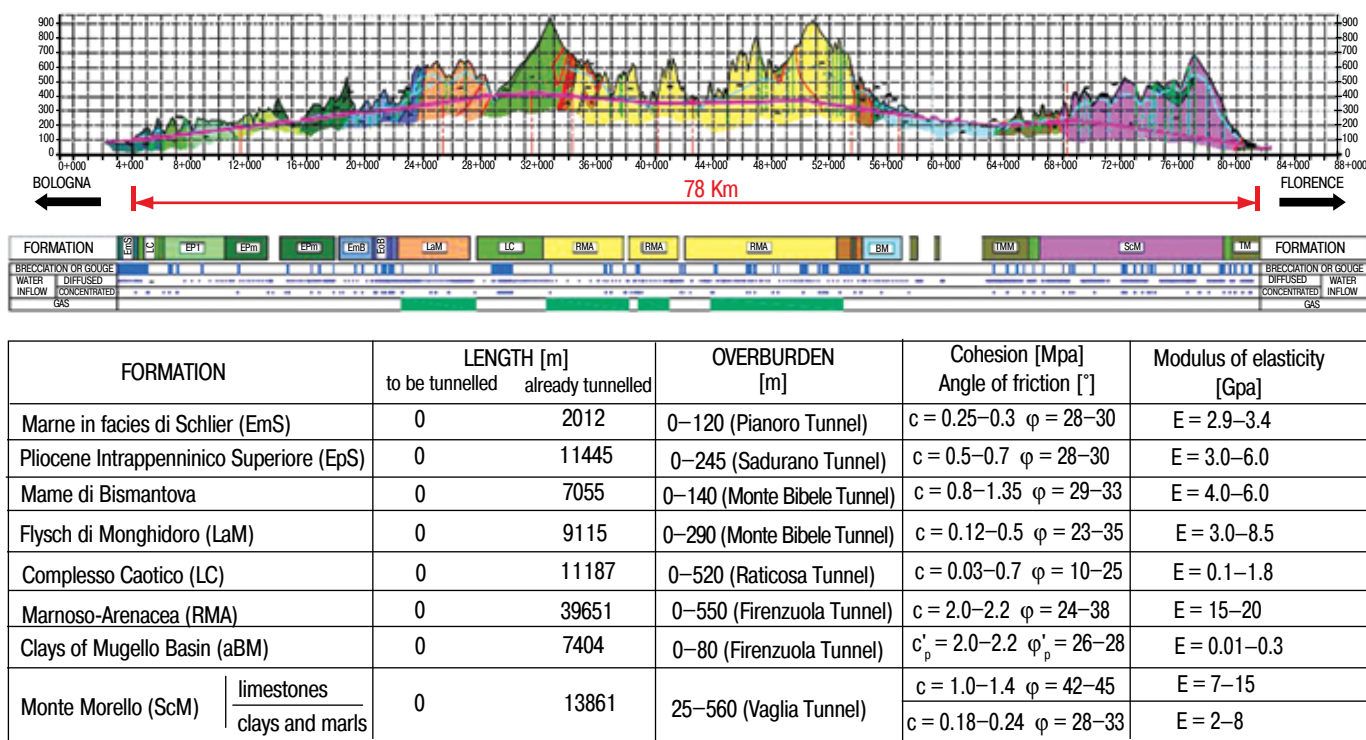


Fig. 10: High speed rail line between Bologna and Florence – Geological profile and average characteristics of formations

## 4. Application of the new design and construction approach to two strategic projects

The validity of this new design and construction approach for tunnelling has been confirmed by over 1,000 km of successful underground works in extremely difficult grounds and stress-strain situations. By applying the new concepts derived from the Research, the works were finalized in complete accordance with the costs and

times guaranteed during the final design stage (before the sites were opened).

### 4.1 New high speed rail line between Bologna and Florence (Italy 1996–2005)

With so many examples to choose from, one of the most significant projects is that which required 104 Km of tunnel: 84 Km of which for the line (140 m<sup>2</sup> of section) and 20 Km of access or service tunnels. From 1996 to 2005 this was one of most important tunnelling sites in the world: the site for

To be continued

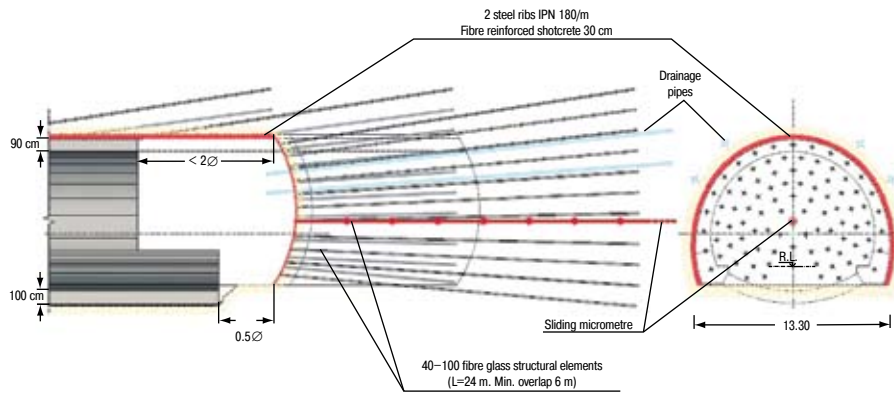


Fig. 11: High speed rail line between Bologna and Florence – Section type used for excavation of the “Raticosa” tunnel

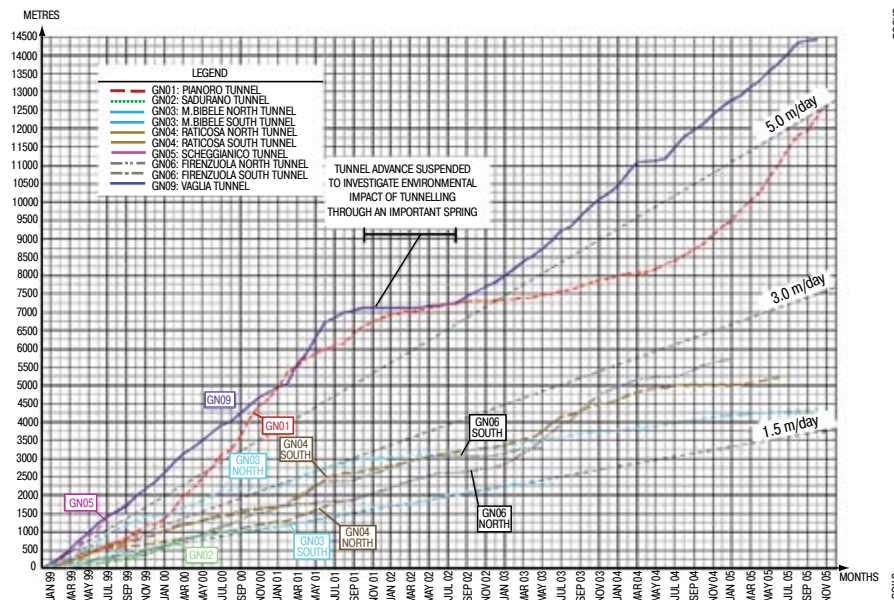


Fig. 12: High speed rail line between Bologna and Florence - Productions obtained in different stress-strain conditions

the construction of the new high speed rail line from Bologna to Florence (fig. 10).

All the line tunnels were excavated conventionally due to the extreme variability of the ground and the difficult excavation situations (a wide and inhomogeneous variety of soils, some of which were also affected by gas and by water: from flyschoid formations to scaly clays and argillites, to loose soils, with overburden between 0 and 600 m). Indeed, TBM excavation was deemed too risky, except for the Ginori service tunnel (10 km in length, 5.6 m in diameter and under 5 bars of water pressure) which was excavated in marly-arenaceous flysch with a double-shield Wirth TBM.

The CAVET consortium was given the operation on the basis of a final design which had been drawn out according to the

Analysis of Controlled Deformation in Rocks and Soils. Having considered the reliability of the design, said Consortium accepted to take on, for a lump sum of 4.209 billion Euros, all risks of construction, including geological risks. Construction began in 1996 and finished in 2005, exactly in line with the expected times and costs, satisfying both the client and the contractor. Counting only the line tunnels, in this period of time 45 faces were active at the same time, and production reached 1,600 m/month.

E.G: Figure 11 shows the section type designed for excavation of the Raticosa tunnel, in a chaotic complex of highly squeezing scaly clays, under 550–600 m of overburden (Behaviour category C).

Scaly clays are known to be extremely sensitive to decompression and lose

cohesion if confinement drops to zero. It was therefore necessary to guarantee the stability of the core-face, reinforcing it adequately, and to then adopt a first-phase lining closed by a rigid invert constantly at the excavation face of the tunnel. Despite the severity of the stress-strain conditions and the weightiness of the stabilization operations, daily production averaged 1.5 m of finished tunnel. Despite the well known difficulty of excavating Apennine masses, the production graphs of fig. 12 show that, for all 104 Km of tunnels for the new high speed rail line, production was exceptionally linear and never dropped below 1.5 m/day of finished tunnel, even in the most difficult ground. This is proof of the versatility and high performance of using the core-face as an instrument for tunnel stability, in accordance with the Analysis of Controlled Deformation in Rocks and Soils. Today, the stress measurements of the final linings of the Bologna – Florence high-speed railway show maximum stress readings in the order of 7–8 Mpa (70–80 Kg/cm<sup>2</sup>), which once again proves how the core-face as a stabilisation instrument is able to control cavity convergence both in the short and in the long term.

Safety was also heavily improved by using the above approach (especially when compared to other conventional excavation methods that are still used outside of Italy to this day), indeed there were no fatalities at the excavation faces while constructing the 104 km of tunnel for the Bologna-Florence high-speed railway.

The fact that excavation of this work - unique in size, complexity and financial commitment – was concluded in full compliance with the expected construction times and costs, as well as in utmost safety conditions for the workers engaged at excavation faces, served as final validation of the correctness of those conclusions drawn from the evidence of the Research and of the validity of the resulting Analysis of Controlled Deformation in Rocks and Soils design and construction approach.

#### 4.2 New high speed rail line between Marseille and Lyon: the “Tartaiguille” tunnel (France 1997)

Excavation of the “Tartaiguille” tunnel (180 m<sup>2</sup> in section), for the new railway line “TGV Méditerranée” Lyon – Marseille (fig. 13), began for both entrances (North and South) in February 1996. The initial approach

consisted of advancing in partitioned face, excavating the heading with road-heading equipment and the bench (about 200 m back) with a jackhammer.

At the end of September 1996, while excavating the Aptien marls, convergence at the southern face raised well-above the expected values and reached 60 mm during excavation of the heading, and 150 mm during that of the bench. This caused fissuring and cracking in the shotcrete pre-lining.

Soon, excavation needed to face the worst stretch on both sides: 900 m through the feared “Lower Stampien” formation, which alternated strata of marls, clays and silts, with a high percentage (75%) of montmorillonites which were highly sensitive to air humidity and at risk of swelling ( $c' = 0.05 \text{ Mpa} = 0.5 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\phi' = 18^\circ$ ). Those in charge were quite worried and had therefore conducted an integrative geognostic campaign. The revision of the initial project had proven that the systems used previously were inadequate for the Stampien clays. These systems required partitioning of the excavation face which would have caused unacceptable deformation phenomena.

In order to solve the problem, in 1997 the SNCF (Société National du Chemin de Fer), formed a study group (“Comité de pilotage”) with the technicians of the French Railways themselves, the G.I.E. TARTAIGUILLE consortium, the Coyne et Bellier consultants, the Terrasol-Simecsol consortium geotechnicians and the CETU. Said group started consulting the greatest European tunnelling experts and invited them to present a design solution capable of facing the clayey stretch both in safety and in line with the contracted timetable.

Following examination of the various proposals, none of which guaranteed safety and reliability (especially regarding the construction times), SNCF, passing through the G.I.E. TARTAIGUILLE consortium, looked at the Italian proposal’s charts which I had put forward and which specified predictions and guarantees on the necessary times and costs. In March 1997 I was therefore given the detailed design of the 860 m of tunnel which needed to be constructed.

The new design solution radically changed the traditional design criteria in favour of those proposed by the Analysis of Controlled

LYON-MARSEILLE TGV MEDITERRANEE – “TARTAIGUILLE” TUNNEL (year 1997)

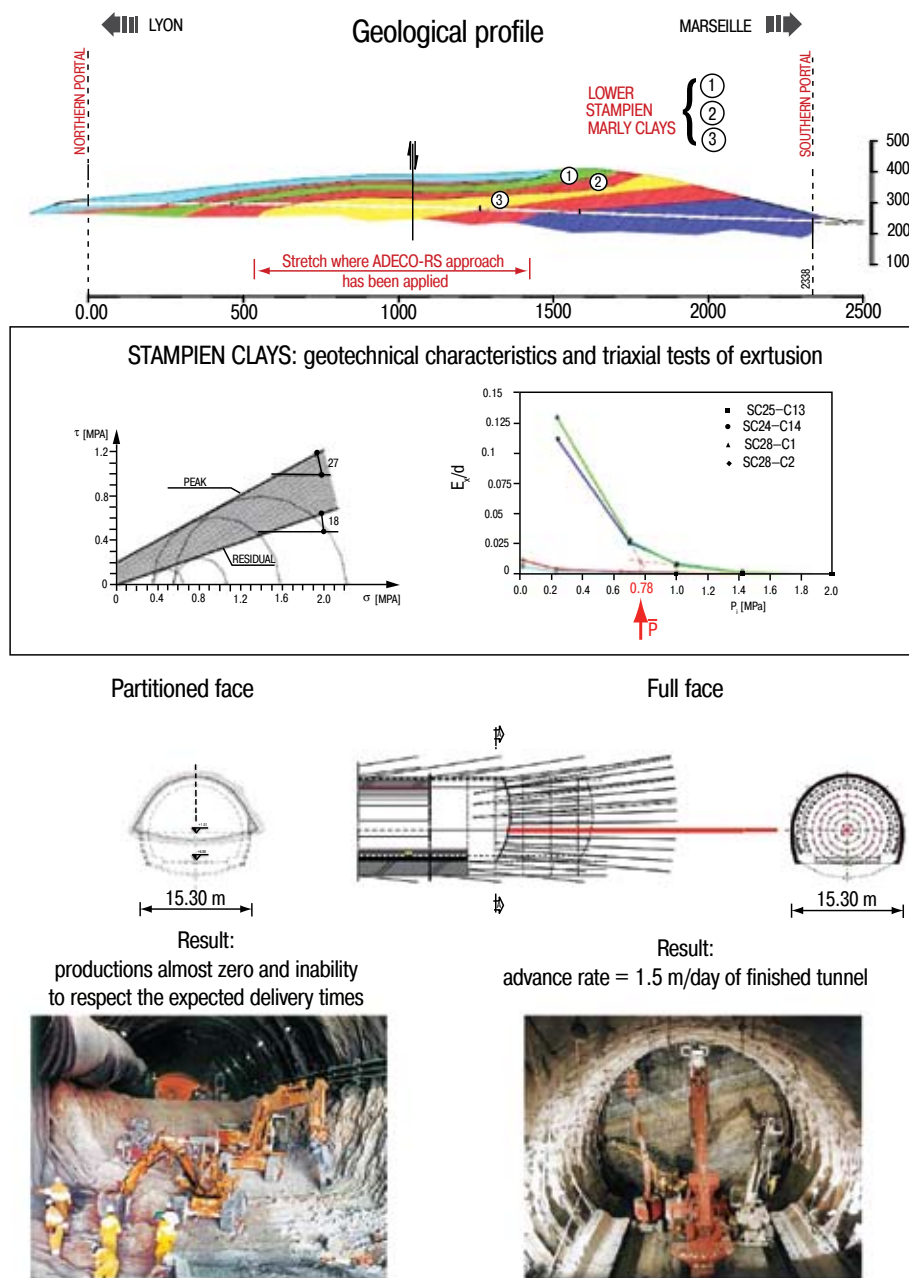


Fig. 13: The experience of the “Tartaiguille” tunnel

Deformation in Rocks and Soils: full-face advancement (with control of deformation phenomena by means of the reinforcement of the core-face used as a stabilisation instrument), casting of the final invert at the face and final lining within 20–40 m.

Sizing of the reinforcing operations on the advance core was carried out, in first analysis, by means of reworking the extrusion tests. This was then verified with 3D finite element models in elastic-plastic field, capable of taking into account complex phenomena such as creep and swelling.

G.I.E. TARTAIGUILLE recommenced advance works on the tunnel in July 1997, under strict supervision of the designer, who kept a trusted engineer on the site for the full duration of the work.

The new advance system respected the contractual timetable of the works with an industrialised production of 1.7 m/day, which was even above the design stage prediction of 1.4 m/day. The tunnel was completed after just a year after recommencing with the full-face system, about 1 month and a half ahead of the original nine month schedule. ■

В. КАСТАНЬЕДА-НЕГАЛЬСКАЛОВ,  
генеральный директор  
ООО «Зитрон»;  
Б. Б. КОЛЧЕВ,  
заместитель начальника  
отдела огнестойкости  
строительных  
конструкций и инженерного  
оборудования зданий ФГБУ  
ВНИИПО МЧС России

*Construction of road tunnels in a closed (shield) manner that allows not to violate the urban infrastructure has led to a number of problems associated with their engineering equipment. In 2011, Talleres Zitron S.A. (Spain) offered the Russian market a comprehensive solution for fire protection of the evacuation cross passages representing the CCS module containing all the necessary equipment to protect people evacuating the equipment. The product has completed the procedure of a voluntary certification in the Fire Safety Research Institute of EMERCOM of Russia.*

## ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОЖАРЕ В ТОННЕЛЕ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МОДУЛЬНЫХ ЭВАКУАЦИОННЫХ СБОЕК



Рис. 1. Применение струйных вентиляторов в Алабяно-Балтийском автомобильном тоннеле (Москва)

**Растущее число автомобилей в крупных городах России обуславливает необходимость развития и модернизации основных транспортных магистралей. Высокая плотность застройки вынуждает предусматривать автомобильные тоннели, устраиваемые под зданиями, сооружениями, водоемами, парками и т. п. Наибольшую популярность получил закрытый щитовой способ проходки, позволяющий не нарушать городскую инфраструктуру. Это привело к ряду проблем, связанных с инженерным оснащением тоннелей. Так, малая площадь поперечного сечения выработки и отсутствие промежуточных связей с внешней средой не позволяет предусмотреть противодымную вентиляцию по поперечной или продольно-поперечной схеме.**



**В**замен названных выше традиционных схем вентиляции все чаще для противодымной защиты применяется продольная схема, в которой, как правило, используются струйные вентиляторы, установленные в верхней или боковой частях тоннеля с заданным интервалом (шагом) и передающие энергию выходной струи окружающему воздуху (рис. 1). Таким образом, создается продольная равномерно-распределенная по поперечному сечению скорость воздуха со значением, препятствующим противотоку продуктов горения в сторону, противоположную заданному направлению.

С одной стороны, основным конкурентным преимуществом такого принципа вентиляции является низкая строительная и эксплуатационная стоимость, обусловленная отсутствием крупногабаритных вентиляционных камер, вентилюсков, воздуховодов, что существенно сокращает энергопотребление, количество задействованного оборудования, шумовые показатели и т. д. Кроме того, продольная схема имеет более высокую надежность, так как выход из строя одного из вентиляторов (группы вентиляторов) не приводит к ее отказу в целом, а заложенный на складе «холодный резерв» позволяет оперативно и без остановки движения заменить вышедшее из строя оборудование.

Как правило, предполагается, что в случае пожара в однонаправленном тоннеле автомобили, оказавшиеся за очагом возгорания по ходу движения, выезжают из подземного сооружения. При этом образуется свободное пространство для продольного перемещения продуктов горения системой струйной вентиляции в сторону выездного портала (далее — «зона А») и создаются безопасные условия для эвакуации людей из автомобилей, скопившихся до места возникновения пожара (далее — «зона Б»).

С другой стороны, интенсивность транспортного потока в городской черте в «час пик» часто приводит к образованию «пробок» в тоннеле на всей его протяженности, от въездного до выездного портала. Отсутствие свободного от автомобилей пространства при возникновении пожара и, как следствие, наличие людей по всей длине подземного сооружения, в том числе в зоне Б, приводит к необходимости разработки мероприятий, направленных на улучшение условий безопасности эвакуации.

Речь идет в первую очередь об эвакуационных проходах (сбоях) между тоннелями встречного направления, сервисном эвакуационном тоннеле, параллельном автодорожному, или штольнях, имеющих выходы на поверхность. Наиболее востребованным из перечисленных способов, ввиду его эффективности при организации продольной схемы вентиляции в тоннелях с вероятностью образования транспортной пробки, является устройство эвакуационных сбоек.

В соответствии с положениями СП 122.13330.2012 «Тоннели железнодорожные и автодорожные. Актуализированная редакция СНиП 32-04-97», расстояние между такими эвакуационными проходами или штольнями должно быть не более 300 м. При этом сбойки отделяются от автодорожных тоннелей ограждающими строительными конструкциями, образуя таким образом изолированные тамбур-шлюзы (рис. 2).

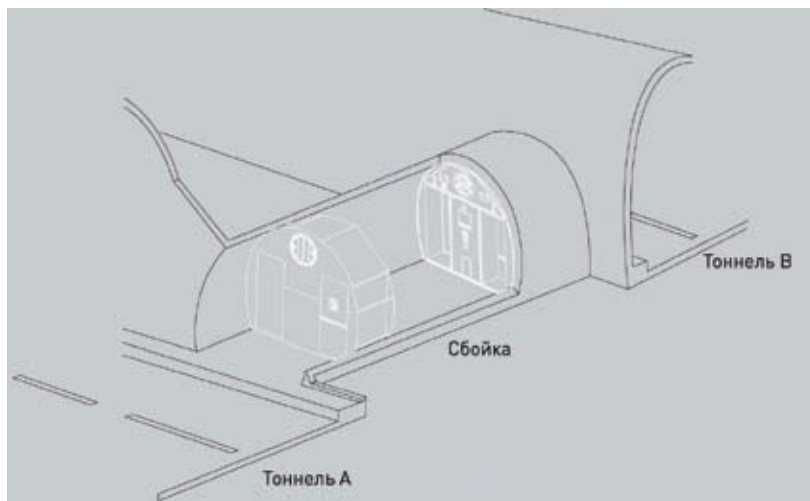


Рис. 2. Устройство тамбур-шлюза в сбоях

Тем же СП к тамбур-шлюзам предъявляются требования по противопожарной защите. К основным следует отнести:

- обеспечение требуемого предела огнестойкости ограждающих строительных конструкций (не менее EI 60 в тоннелях негородских; EI 90 в тоннелях городских; EI 120 в тоннелях подводных);
- заполнение проемов в ограждающих строительных конструкциях тамбур-шлюзов противопожарными дверями с пределом огнестойкости не менее EI 60;
- обеспечение ширины прохода в тамбур-шлюзе не менее 1,8 м, при высоте не менее 2 м, а также ширины эвакуационного выхода (двери) не менее 1 м, при его высоте не менее 1,9 м;
- создание избыточного давления во внутреннем объеме тамбур-шлюза со значением от 20 до 150 Па посредством подачи воздуха системой приточной противодымной вентиляции (далее — ППВ) из неаварийного тоннеля;
- обеспечение скорости истечения воздуха через открытый дверной проем тамбур-шлюза со значением не менее 1,3 м/с посредством подачи воздуха системой ППВ из неаварийного тоннеля.

Наряду с изложенным выше следует отметить, что в соответствии с ГОСТ Р 53325-2009 установлены требования к приборам пожарного управления (далее — ППУ) в составе рассматриваемых тамбур-шлюзов, обеспечивающим формирование сигналов управления исполнительными элементами защиты (противопожарными клапанами, вентиляторами ППВ и пр.), в частности:

Наиболее востребованным способом, ввиду его эффективности при организации продольной схемы вентиляции в тоннелях с вероятностью образования транспортной пробки, является устройство эвакуационных сбоек.



Рис. 3. Модуль CCS, вид с внешней стороны

- должно быть обеспечено автоматическое включение исполнительных элементов систем противопожарной защиты;
- должен быть обеспечен автоматический контроль целостности линий связи с исполнительными элементами систем противопожарной защиты и техническими средствами, регистрирующими срабатывание ее средств, с выдачей информации о нарушении целостности контролируемых цепей посредством световой индикации и звуковой сигнализации.

Кроме того, известно, что инженерное оборудование в автодорожных тоннелях должно сохранять гарантированную работоспособность в условиях агрессивного воздействия внешней среды, в том числе при повышенной влажности, перепаде температур, коррозионном воздействии солей, щелочей на его составные элементы и пр.

Необходимость одновременного выполнения всех перечисленных выше требований, в конечном итоге, выявила ряд вопросов, связанных с вводом в эксплуатацию и непосредственно с самой эксплуатацией тамбур-шлюзов в сбойках, собранных из разрозненных компонентов, производимых различными заводами. Две основные проблемы связаны с низкой коррозионной стойкостью оборудования и со сложностью обеспечения требуемых по СП параметров ППВ. Усугубляют ситуацию не всегда адекватная политика импортозамещения (зачастую не учитывающая отсутствие российских аналогов требуемого качества), попытки сэкономить за счет приобретения низкосортного оборудования, а также халатное отношение подрядчиков при проведении строительного-монтажных и пусконаладочных работ.

В 2011 году компанией Talleres Zitron S.A. (Испания) российскому рынку было предложено комплексное решение по противопожарной защите сбойки, представляющее собой модуль CCS, собранный на прочном металлическом каркасе и содержащий в своем составе все необходимое для защиты эвакуирующихся людей оборудование (рис. 3, 4).

В 2011 году компанией Talleres Zitron S.A. (Испания) российскому рынку было предложено комплексное решение по противопожарной защите эвакуационной сбойки, представляющее собой модуль CCS.



Рис. 4. Модуль CCS, вид с внутренней стороны

Изделие прошло процедуру добровольной сертификации в ОС «Пожтест» в составе ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Все компоненты конструкции (противопожарная перегородка из сэндвич-панелей, противопожарные двери, противопожарный нормально закрытый клапан, вентилятор системы ППВ, аварийное освещение, ППУ и пр.) получили сертификаты соответствия требованиям Федерального закона от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», что позволяет использовать модуль во всех типах транспортных тоннелей, как автодорожных, так и железнодорожных, в том числе прокладываемых под водой. Специалистами института отмечена инновационность предложенного Talleres Zitron S.A. инженерного решения, а также его качественное техническое исполнение.

Модули CCS прошли апробацию на тоннелях в составе автомагистралей федерального значения в разных городах России, в том числе на олимпийских объектах в Сочи. Изделие защищено от копирования патентом №М12009А2211 и на сегодняшний день имеет большое количество модификаций, позволяющих его использовать, в том числе, для защиты зон безопасности, расположенных в уширениях автодорожных и железнодорожных тоннелей. ■

# ШЕРЕМЕТЬЕВО: РАБОТА ПОД ЗЕМЛЕЙ ДЛЯ ЛИДЕРСТВА В ВОЗДУХЕ

Как известно, к Чемпионату мира по футболу 2018 года должны быть реконструированы несколько аэропортов России. Среди них и Шереметьево. Крупнейший аэровокзальный комплекс страны, услугами которого ежегодно пользуются 33 млн пассажиров, имеет долгосрочную программу развития и модернизации. В итоге предполагается увеличить пассажиропоток до 80 млн человек в год, что сделает Шереметьево одним из крупнейших авиахабов мира. Значительная часть этой работы завершится непосредственно к ЧМ-18. К моменту проведения мундиала в аэропорту появится новая взлетно-посадочная полоса, пассажирский и грузовой терминалы, топливозаправочный комплекс, а также будут пущены в эксплуатацию два тоннеля, которые соединят Северный и Южный терминальные комплексы (СТК и ЮТК). Об этой работе и особенностях строительства подземного сооружения на нашем журналу рассказал заместитель генерального директора — главный инженер АО «Международный аэропорт Шереметьево» Евгений Тумель.



*For 2018 World Cup, several Russian airports are to be reconstructed. Sheremetyevo is one of them. By the time of the World Cup, at the airport, in particular, two tunnels that connect the North and South Terminals are to be put into operation. Yevgeny Tumel, Deputy Director General – Chief Engineer of “International Airport Sheremetyevo” JSC, tells about the undertaken work and peculiarities of the construction of underground facilities.*

— Евгений Зигфридович, какая работа сейчас ведется в Шереметьево в рамках подготовки к Чемпионату мира?

— На сегодняшний день программа комплексного развития и модернизации аэропорта включает в себя шесть проектов. Первый — самый сложный и дорогой — строительство новой взлетно-посадочной полосы. ВПП-3 длиной 3,2 км и шириной 60 м предназначена для взлета и посадки практически всех воздушных судов. Ее ввод в эксплуатацию позволит увеличить пропускную способность аэропорта по взлетно-посадочным операциям в два раза. Стоимость строительства составляет 35,5 млрд рублей. По состоянию на ноябрь 2016 года генподрядчик выполнил работы на сумму 6,1 млрд рублей.

Следующим по масштабам является строительство терминала В, который войдет в состав Северного терминального комплекса. Он станет основным аэровокзалом для внутренних линий. Его расчетная пропускная способность составляет 20 млн пассажиров в год. Окончание строительства — конец 2017 года, сейчас выполнено более 35% работ. Стоимость объекта составляет 17,3 млрд рублей.

Еще один сложный и ответственный объект — межтерминальный переход, который проходит под взлетно-посадочными полосами и будет обеспечивать связь между всеми терминалами аэропорта. Он представляет собой два тоннеля протяженностью по 1 936 м. По одному будет осуществляться скоростная перевозка багажа, по второму — передвижение пассажиров. Стоимость сооружения, которое планируется

Беседовал  
Илья БЕЗРУЧКО



сдать также в конце 2017 года, — более 19,0 млрд рублей. Строительная готовность на сегодня составляет 50%.

Также строится грузовой терминал «Москва Карго», который обеспечит пропускную способность грузов 380 тыс. т в год. Стоимость его строительства оценивается в 5,4 млрд рублей, на сегодняшний день выполнено 50% от общего объема работ. Подрядчик приступил к возведению топливо-заправочного комплекса со сливной железнодорожной эстакадой и системой централизованной заправки (ЦЗС). Недавно мы получили проект из экспертизы, и уже ведутся земляные работы. На 2017 год запланировано начало возведения единого Северного терминального комплекса, что предполагает реконструкцию и расширение терминала С, строительство посадочной галереи и объединение этих объектов с терминалом В.

Все вышеназванные мероприятия позволят нам в 2018 году увеличить максимальное число взлетно-посадочных операций с 55 до 90 в час. Пропускная способность терминалов превысит 13 тыс. пассажиров в час, а аэропорта в целом — до 55 млн человек.

— **Остановимся подробнее на теме, наиболее близкой нашему журналу. Какие функции будет выполнять межтерминальный переход?**

— Аэропорт фактически разделен на две части. С одной стороны располагается Южный терминальный комплекс — терминалы Е, D и F. Сюда же подходит железнодорожная линия аэроэкспресса. С другой стороны находятся действующий терминал С, который до 2018 года будет реконструирован, и строящийся терминал В — как было сказано выше — они образуют Северный терминальный комплекс. Северная и южная части разделены между собой двумя взлетно-посадочными полосами. То есть единственная связь между ними на сегодняшний день — Шереметьевское шоссе, огибающее аэродром. Но при потенциальном увеличении пропускной способности аэропорта эта дорога физически не сможет обеспечить быструю и

надежную доставку пассажиров и багажа между терминалами. Мы рассматривали разные варианты, но, по сути, единственным выходом было строить тоннель под ВПП. Подземное сооружение напрямую соединяет обе части аэропорта, обеспечивая бесперебойную связь 7 дней в неделю 24 часа в сутки.

Переход состоит из двух тоннелей. Первый — пассажирский — обеспечит гарантированное минимальное стыковочное время и увеличит оперативность трансфера пассажиров между терминалами, что особенно важно для организации эффективных хабовых операций. Его пропускная способность составит более 3 тыс. человек в час, по 1 676 в каждом направлении, а за год по нему смогут перемещаться 11,5 млн пассажиров. Время на преодоление двухкилометрового подземного перехода не будет превышать пяти минут. Но самое главное — мы обеспечим комфорт для пассажиров.

Второй тоннель будет оборудован скоростной багажной системой. Скорость перемещения грузов составит 10 м/с с пропускной способностью более 900 единиц багажа в сутки в каждом направлении, то есть порядка 5,9 тыс. в год.

Вход со стороны Северного терминального комплекса будет находиться на уровне первого наземного этажа сооружаемого терминала В, а на другой стороне строится отдельное здание, вестибюль которого будет расположен между терминалами Е и D.

Для транспортировки пассажиров мы выбрали решение австрийской компании Doppelmauer, а систему перевозки багажа поставляет немецкая Veimer.

— **Этот переход называют уникальным сооружением. В чем заключаются его особенности?**

— По сути, это два обычных тоннеля внешнего диаметром 6 м. В московском метро таких строят десятки километров. То есть это стандартные конструкции, сооружаемые щитовым методом. Специфика проекта, однако, в том, что он реализуется в действующем аэропорту. В России это первые тоннели, сооружае-



мые под взлетно-посадочными полосами без останки авиапредприятия. Более того — я не знаю таких примеров в мировой практике!

Основная проблема заключается в том, что при проходке теоретически возможны просадки грунта. Для снижения этих рисков мы принимаем комплекс мер. Прежде всего, используем современные тоннелепроходческие технологии и технику, которая позволяет избежать усадок. Сейчас на проходке параллельно работают два щита, они идут друг за другом с определенной дистанцией. Первый прошел 1300 м, вторая машина — порядка 770 м. Это также сделано специально, чтобы минимизировать риски. И, естественно, сооружение круглосуточно находится под контролем, ведется непрерывный мониторинг состояния конструкций и грунтового массива.

Стоит отдельно отметить, что подрядчик ООО «ЭнергоСтрой» использует отличные проходческие комплексы немецкого концерна Herrenknecht, которые позволяют максимально автоматизировать работу. Они разрабатывают грунт, по ленточному конвейеру транспортируют его на поверхность, параллельно монтируют железобетонные тубинги, позволяют сразу выполнять весь комплекс работ вплоть до устройства инженерных сетей. В итоге — как только закончится проходка, мы будем иметь уже готовые тоннели, после чего начнется монтаж технологического оборудования — непосредственно систем доставки пассажиров и грузов.

**— Вы говорите, что щиты в совокупности прошли почти половину пути. Когда планируется завершить проходку? Работы выполняются в точном соответствии с графиком и проектом или были корректировки?**

— Главная дата, к которой все вышеперечисленные объекты будут введены в эксплуатацию, — март 2018 года, к началу Чемпионата. Что касается конкретики, то скорость проходки ТПМК составляет 18–20 м в сутки, строительство тоннелей мы планируем закончить в

январе-феврале 2017 года, а к декабрю — завершить весь комплекс работ.

Проект разрабатывали наши минские партнеры, а строить мы начали в прошлом году, как только получили положительное заключение экспертизы. Однако стоит отметить, что инженерное решение в отношении эвакуационных сбоек пришлось изменить — первоначально проект предполагал их сооружение практически шахтерским способом. Изменения заключались в следующем. Заранее, перед тем как пошли щиты, в местах этих притоннельных сооружений — в нашем проекте их всего три, через каждые 600 м — мы обустроили своеобразные грунтоцементные массивы. То есть сверху пробурили большое количество скважин, которые заполнили бетоном. В итоге у нас получились некие огромные прямоугольники, состоящие из грунта и бетона. В них прошли тоннели, в них же будут сделаны сбойки. Такое решение позволило избежать большого объема ручных работ и значительно выиграть по времени. ■



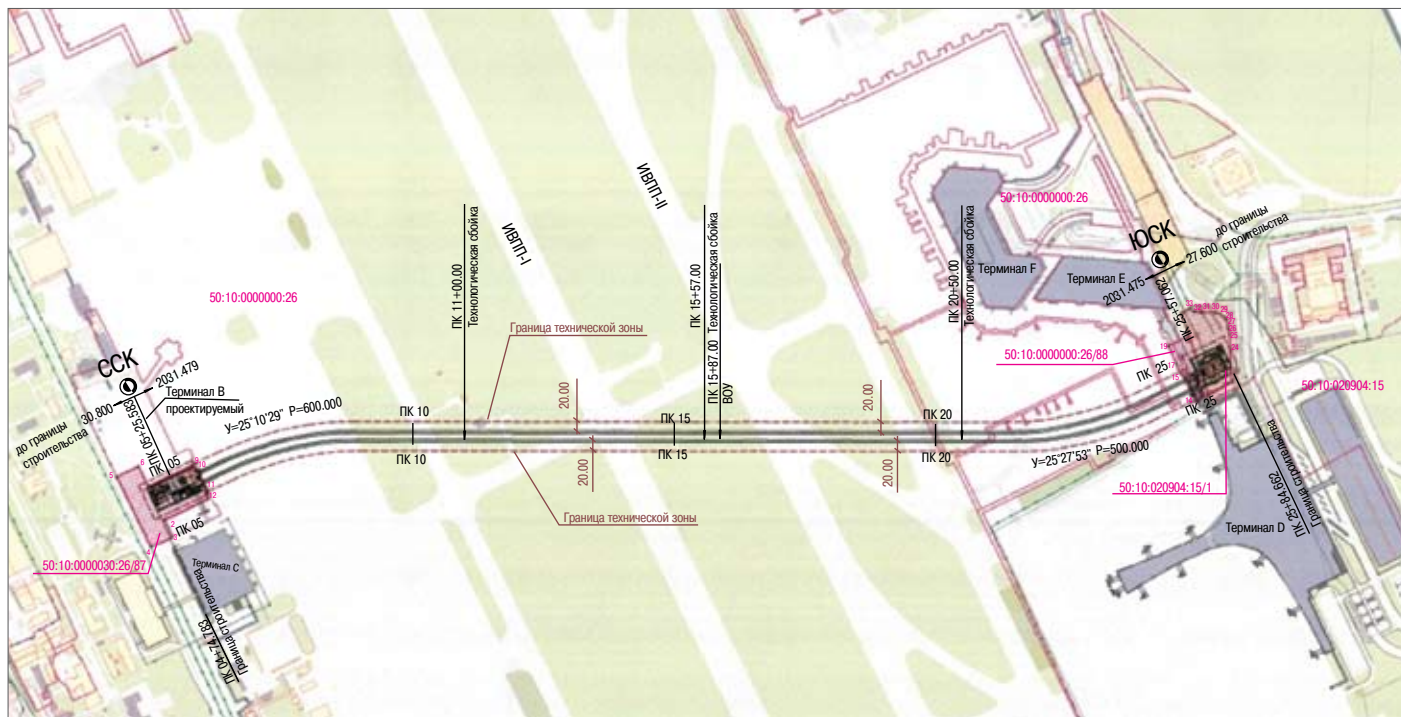


П.В. ЧЕКАНОВ, заместитель  
главного инженера, ГИП  
ОАО «Минскметропроект»

*The development master plan of Sheremetyevo airport until 2030 describes the need for the organization of high-speed transportation of passengers and luggage between the South and the North terminal complexes. In June 2015, JSC "Minskmetroproekt" being a general designer started to develop the project that received the positive conclusion of State Expertise of Russia in April 2016. The uniqueness, complexity and highly hazardous classification of the object required the development of specific technical requirements for the design, construction and operation.*

## ТОННЕЛЬНЫЙ ПЕРЕХОД МЕЖДУ СЕВЕРНЫМ И ЮЖНЫМ ТЕРМИНАЛЬНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ В АЭРОПОРТУ ШЕРЕМЕТЬЕВО

**Необходимость организации скоростной, регулярной, круглосуточной перевозки трансферных пассажиров и багажа между Южным (терминалы D, E, F) и Северным (терминалы B, C) терминальными комплексами международного аэропорта Шереметьево впервые была определена «Мастер-планом развития международного аэропорта Шереметьево до 2030 года». Документом запланировано развитие северного сектора аэропорта, пропускная способность которого составит порядка 45 млн человек в год, создание второй летной зоны и строительство независимой третьей взлетно-посадочной полосы (ВПП-3). За счет строительства ВПП-3 пропускная способность пассажирских терминалов будет сбалансирована с пропускной способностью аэродрома, что создаст необходимые условия для динамичного развития базовой авиакомпании «Аэрофлот» и других авиаперевозчиков, а также позволит Шереметьево превратиться в крупнейший международный хаб.**



Ситуационная схема  
расположения объекта

**В** течение 2012–2103 гг. канадской фирмой «Vision Transportation Group» разработано ТЭО комплексного уникального проекта транспортного сообщения между Северными и Южным терминальными комплексами и утвержден тоннельный вариант перехода. На данном этапе ОАО «Минскметропроект» принимало участие в разработке основных технических решений по тоннельному участку объекта.

В начале 2015 года под техническим руководством «АИКОМ» по заказу ООО «Межтерминальный переход Шереметьево», французская ADPI подготовила Архитектурно-функциональную концепцию перехода, определила основные параметры сооружения, пассажиропотоки и объем багажа. Специалистами «АИКОМ» был подготовлен конкурс по выбору фирм-поставщиков основного технологического оборудования, в результате которого определены австрийская «Doppelmaut» в качестве перевозчика пассажиров и немецкая «Veimer» для поставки оборудования перевозки багажа.

В июне 2015 года ОАО «Минскметропроект» в качестве генерального проектировщика приступило к разработке проекта, получившего 29 апреля 2016 года положительное заключение ГГЭ РФ.

### Общие сведения

В состав объекта вошли:

- Северный станционный комплекс, расположенный под проектируемым терминалом В на северном терминальном комплексе аэропорта;
- Южный станционный комплекс, интегрированный переходной галереей с терминалами D и E на южном терминальном комплексе;
- Тоннельный участок, сооружаемый закрытым способом под действующим аэродромом: 2 тоннеля

щитовой проходки по 1940 м каждый, 3 технологические сбойки, перегонная водоотливная установка.

Уникальность, сложность, а также отнесение объекта к особо опасным, потребовали разработки и утверждения в установленном порядке Специальных технических условий на проектирование, строительство и эксплуатацию объекта, разработанных сотрудниками ООО «НИЦ Тоннельной ассоциации» под техническим руководством д.т.н. профессора В.Е. Меркина, а также Специальных технических условий на проектирование и строительство в части обеспечения пожарной безопасности объекта, подготовленных ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

Согласованию и утверждению документов предшествовала скрупулезная работа по обоснованию нормативных положений, в которой принимали участие специалисты ОАО «Минскметропроект», фирм-поставщиков основного технологического оборудования, а также субпроектные организации ООО «Прогрестех» и ООО «НТЦ Пожарные инновации». В рамках подготовки СТУ на противопожарную защиту объекта сотрудники института ВНИИПО выполнили НИОКР по разработке системы противопожарной защиты подземного межтерминального перехода с автоматическими системами перевозки пассажиров и багажа, интегрированного в комплекс аэропорта, получившую высокую оценку Национальной академии наук пожарной безопасности.

### Инженерно-геологические условия строительства

Проектируемые сооружения южного и северного станционного комплексов пререзают техногенные отложения, водно-ледниковые суглинки и пески разнородные, суглинки московской стадии оледене-

## Технико-экономические показатели

№	Наименование показателя	Ед. изм.	Величина показателей
1	Вид строительства	—	Новое с элементами реконструкции действующих систем аэропорта
2	Общая площадь: ■ Северный станционный комплекс ■ Южный станционный комплекс	м <sup>2</sup> м <sup>2</sup>	13 962,0 14 407,0
3	Строительный объем: ■ Северный станционный комплекс ■ Южный станционный комплекс	м <sup>3</sup> м <sup>3</sup>	69 580,0 85 711,0
4	Максимальная высота здания	м	21,0
5	Строительная длина объекта в двухпутном исчислении	м	2109,88
6	Эксплуатационная длина системы АСПП	м	2031,48
7	Длина тоннелей: ■ АСПП ■ АСПБ	м м	1937,7 1938,2
8	Количество технологических сбоек	шт.	3
9	Пропускная способность линейного объекта: ■ в общедоступной зоне ■ в зоне дополнительных режимных ограничений	млн пасс. в год	5,1 6,0
10	Количество станционных комплексов (ССК и ЮСК)	шт.	2
11	Общая длина / ширина платформы: ■ Северный станционный комплекс ■ Южный станционный комплекс	м/м	46,26 / 17,2 42,3 / 17,2
12	Тип подвижного состава	—	Вагон фуникулера SVO Doppelmayr Cable Car
13	Количество составов / количество вагонов в составе	шт.	2 / 4
14	Количество пассажиров в составе	чел.	108
15	Максимальная скорость	м/с	14,0
16	Время в пути от станции до станции	с	195
17	Расчетное количество перемещаемого багажа	млн ед. в год	5,9
18	Количество перемещаемого багажа в АСПБ в час «пик»	ед./ч	1659

ния. В основании станционных комплексов находятся полутвердые суглинки с линзами водонасыщенного песка.

Перегонные тоннели залегают:

- большей своей частью в полутвердых суглинках с линзами водонасыщенного песка с включениями до 10% щебня — под взлетно-посадочными полосами аэродрома,

- в песках средней крупности средней плотности, обводненных — в местах вывода щита из стартового котлована и ввода в приемный.

Гидрогеологические условия характеризуются наличием надморенного горизонта (вскрывается на

глубинах 5–13 м); напорного надъюрского горизонта (на глубинах 22–32 м) с величиной напора 7–16 м и водопроявлениями в толще моренных суглинков с величиной напора от 0,6 м до 5,5 м. Также имеется локальное распространение воды типа «верховодка», проявляющееся на глубине от 1,6 до 3,0 м от поверхности земли.

Подземные воды неагрессивны к бетонам марок W4-W12 и слабоагрессивны к арматуре железобетонных конструкций.

## Тоннельный участок

Основной особенностью проекта явилась необходимость сооружения перегонных тоннелей под действующими взлетно-посадочными полосами аэропорта без перерыва их функционирования. Выполненная аналитическая работа по оценке влияния щитовой проходки на работу всего аэропорта позволила с уверенностью заявить о возможности такого строительства. В ходе проектирования был определен целый ряд условий и ограничений:

- проработано оптимальное залегание тоннелей на участках пересечения ВПП — 16,5 м до шельги тоннеля. Элементы плана и профиля были назначены исходя из технологических требований поставщиков основного оборудования для перевозки пассажиров и багажа;

- доказана возможность размещения основного технологического оборудования для перевозки пассажиров и багажа в тоннели внутренним диаметром 5,4 м;

- назначено оптимальное расстояние между тоннелями с учетом взаимного влияния обеих выработок на взлетно-посадочные полосы, рулежные дорожки и места стоянок воздушных судов — 16 м между осями тоннелей;

- определена минимальная толщина тоннельной обделки — 300 мм, исходя из условий нагрузки от перспективных воздушных судов на участках тоннелей с минимальным залеганием под местами стоянок. Расчет тоннельного участка производился в объемной постановке методом конечных элементов с использованием программно-расчетных комплексов Plaxis 3D Tunnel и Midas GTS NX;

- выбрано местоположение притоннельных сооружений исходя из условий минимального влияния на элементы летного поля — в зоне, свободной от аэродромных покрытий. Сооружение технологических сбоек и перегонной водоотливной установки предусмотрено в полутвердых суглинках под защитой экрана из труб после завершения основных тоннелепроходческих работ. При этом в расчетах тоннельной обделки на участках смежных с притоннельными сооружениями учитывалось возникновение дополнительных усилий в результате изменения структуры грунтового массива при условиях выполнения работ горным способом;

- назначено основное проходческое оборудование, при помощи которого возможно подобное строительство — современные механизированные тоннелепро-



ходческие комплексы с грунтопригрузом забоя. В связи со сжатыми сроками строительства, проходку решено осуществлять двумя ТПМК;

■ проектом определено безопасное отставание щитов при проходке на участке пересечения взлетно-посадочных полос — 250 м между забоями при средней скорости проходки 250 м/месяц.

Расчетным путем при использовании различных программных комплексов определена максимально возможная просадка поверхности аэродромных покрытий, исходя из пессимистичного прогноза ведения тоннелепроходческих работ (частичное оплывание заобделочного массива, связанного с конусностью оболочки щита и возможной неполнотой выполнения нагнетания). При моделировании задачи учтена фактическая конструкция аэродромных покрытий, разрезанных швами, а также нагрузка от воздушных судов. Прогнозные деформации были «наложены» на фактические профили взлетно-посадочных полос и рулевых дорожек, сопоставлены с допустимыми для элементов аэродрома, после чего сделаны выводы о соответствии суммарных неровностей требованиям норм годности, применяемых для оценки аэродромов.

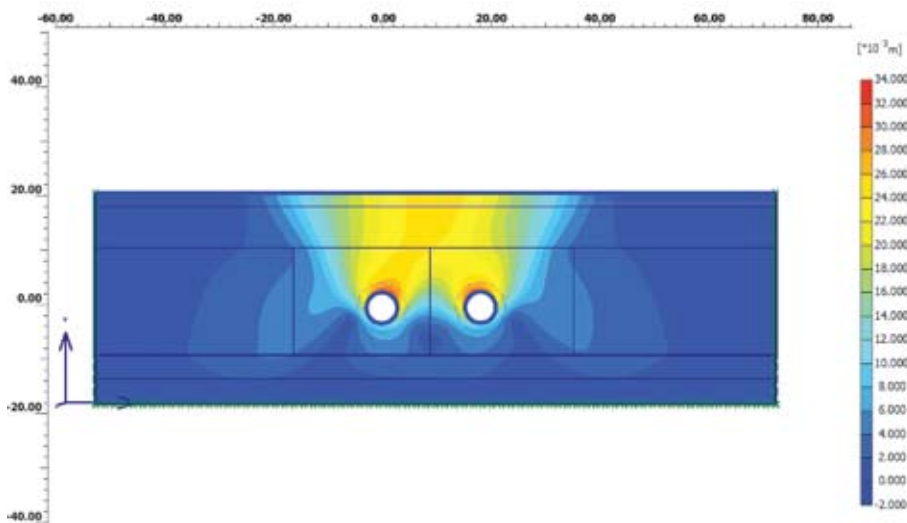
Результаты аналитической работы нашли отражение в виде требований к допустимым деформациям аэродромных покрытий в соответствующем разделе СТУ на проектирование, строительство и эксплуатацию объекта. Кроме того, в составе проекта был разработан раздел «Наблюдательная станция», в котором на основании расчетных мульд сдвижения поверхности определены требования к осуществлению мониторинга в режиме «онлайн» при проходческих работах и сооружении котлованов.

Один из тоннелей перехода (тоннель АСПП) предназначен для размещения автоматизированной системы перевозки пассажиров. В нем располагаются два параллельных пути для передвижения подвижных составов типа фуникулер.

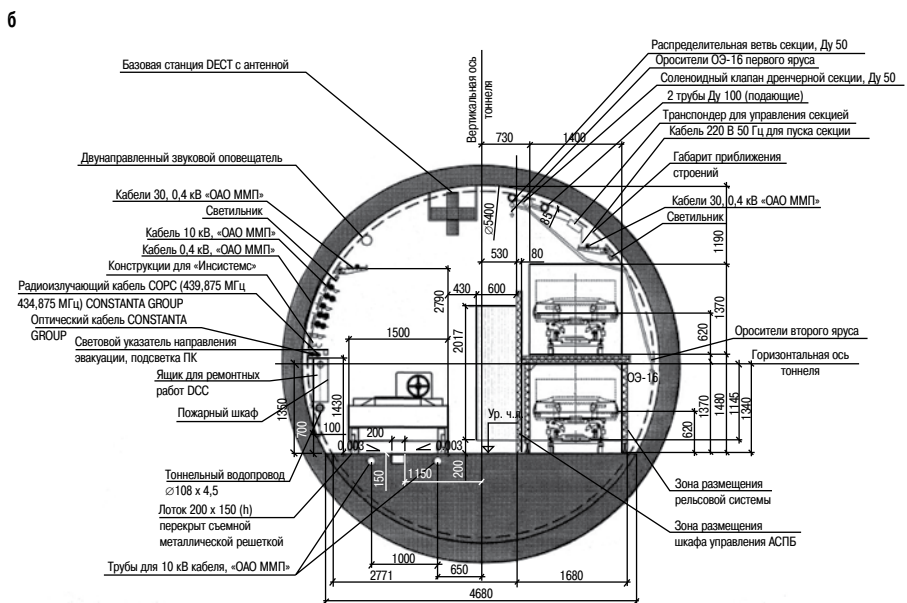
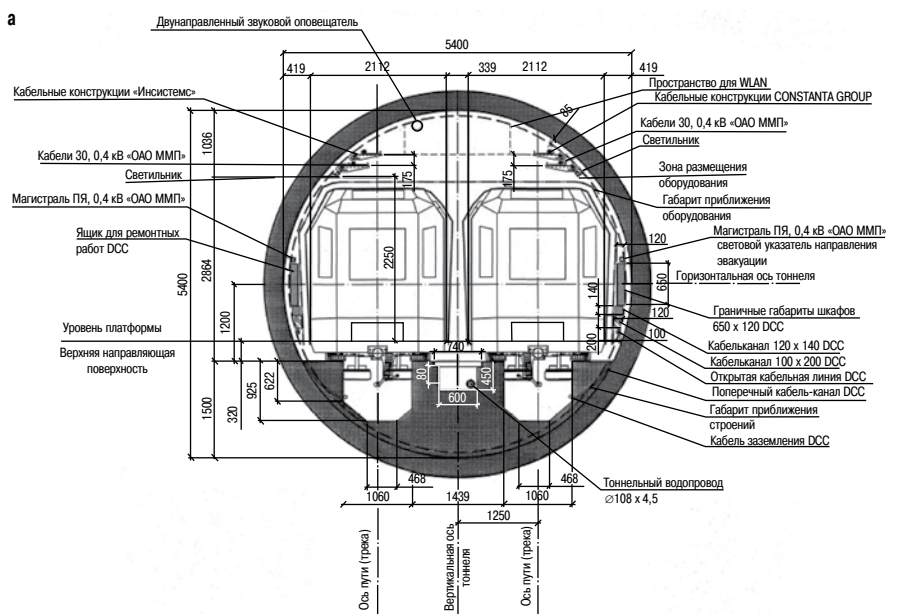
Система для перевозки пассажиров разработана фирмой «Doppelmaug» для данного конкретного объекта с учетом особенностей функционирования аэропорта с его меняющимся в течение суток пассажиропотоком, обеспечивая различную пропускную способность.

Вагоны, поставляемые на объект, имеют индивидуальную конфигурацию с учетом габаритов тоннеля, а также повышенных требований безопасности, связанных с подземным исполнением трассы. В каждом составе предусмотрено по 4 вагона, движущихся по двум независимым путям: по направляющим железобетонным поверхностям в тоннеле АСПП и стальным направляющим в станционных комплексах. Составы приводятся в движение с помощью каната, натяжной и обводной станций, расположенных на станционных комплексах. Фуникулеры развивают максимальную скорость 14 м/с и при этом два состава АСПП вместимостью по 108 человек в каждом обеспечивает пропускную способность по 1676 пасс./час в каждом направлении.

Согласно требований служб безопасности и пограничного контроля, станционные комплексы и подвижной состав АСПП запроектированы таким образом, чтобы обслуживать пассажиров общедоступной



Расчетные изополя перемещений грунтового массива в зоне пересечения тоннелями ВПП2



Технические особенности проекта : а – тоннель АСПП; б – тоннель АСПБ

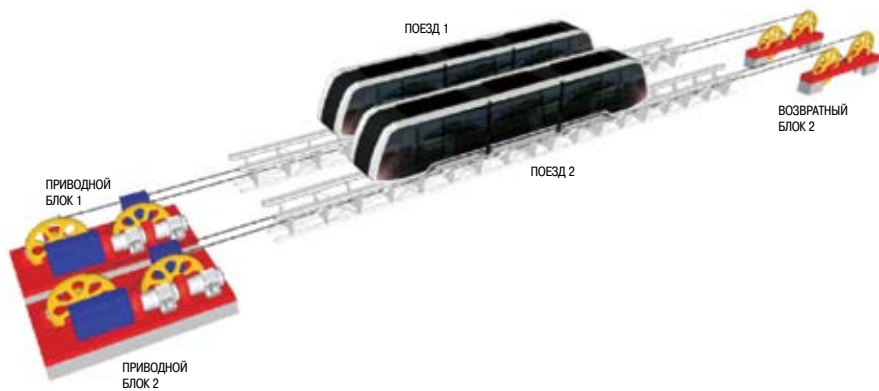


Схема размещения системы перевозки пассажиров



Интеллектуальная тележка системы АСПБ.

зоны и зоны дополнительных режимных ограничений («ЗДРО») без их смешивания. Пассажиры, попадающие на платформы станционных комплексов, проходят все необходимые процедуры досмотра и оформления в терминалах Шереметьево. В составах АСПП предусмотрено 2 вагона для пассажиров общедоступной зоны и 2 вагона для пассажиров зоны дополнительных режимных ограничений.

Во втором тоннеле (тоннель АСПБ) размещается автоматизированная система перевозки багажа, представляющая собой отдельные тележки, движущиеся по рельсовым направляющим. Каждая тележка приводится в движение индукционной энергией и предназначена для перевозки одной единицы багажа. Конструктивные особенности тележки и направляющих рельсов позволяют развивать скорость до 10 м/с и перевозить до 1659 единиц багажа в час в обоих направлениях. Весь багаж, попадающий для перевозки по тоннелю, проходит комплекс необходимых процедур досмотра и оформления вне проектируемого объекта. Для перегрузки багажа с обычных транспортёрных лент на высокоскоростную систему перевозки багажа в станционных комплексах предусмотрены багажные отделения. Там же осуществляется отстой неиспользуемых во внепиковые часы тележек и производится техническое обслуживание системы.

За пределами габарита основного технологического оборудования в тоннелях размещено оборудование систем связи, тоннельного водопровода и водоотвода, электроосвещения и электроснабжения, автоматического пожаротушения, ящиков ремонтных работ системы АСПП, а также эвакуационный путь в тоннеле АСПБ, используемый в том числе для проезда автокара с краном-манипулятором, обслуживающим тележки системы АСПБ в тоннеле.

Сами по себе системы перевозки пассажиров и багажа, предусмотренные на объекте, являются инновационными и впервые применяются на территории постсоветского пространства. Данный факт потребовал внесения в СТУ на проектирование, строительство и эксплуатацию объекта ряда уникальных требований к основному технологическому оборудованию, строительным конструкциям, инженерному оборудованию, связанному с эксплуатацией систем АСПП и АСПБ, а также к элементам плана и профиля тоннелей.

### Сооружение станционных комплексов

Разработка объемно-планировочных решений по станционным комплексам велась в соответствии с условиями раздела проекта по технологии перемещения пассажиров и багажа с учетом требований международного аэропорта Шереметьево, эксплуатирующей организации, таможенной и пограничной службы. Технологическая часть проекта выполнена специалистами компании ООО «Прогрестех» Департамент проектирования» на высоком профессиональном уровне, получила согласование всех контролирующих и эксплуатирующих служб и высокую оценку заказчика.

В состав Северного станционного комплекса входят располагаемые ниже поверхности земли сооружения в числе которых: северная станция с пассажирской платформой АСПП, обводной станцией АСПП и багажной зоной АСПБ, а также инженерно-технические, служебные и бытовые помещения, трансформаторная подстанция, камеры тоннельной вентиляции и водоотливной установки. ССК полностью расположен под проектируемым зданием нового терминала В. Конструкции ССК сооружаются в котловане после монтажа в нем обоих тоннелепроходческих комплексов и начала проходки в сторону ЮСК. Ограждающие конструкции ССК сооружаются способом «стена в грунте» с заглублением в слой водоупорного грунта во избежание устройства водопонижения. Крепление предусмотрено грунтовыми анкерами с продольными распределительными поясами и подкосами в зоне старта щитов.

Параллельно с проходкой тоннелей предусмотрено сооружение внутренних несущих конструкций станционного комплекса с оставлением технологического проема 24 x 48 м для обеспечения ведения проходческих работ. Необходимость сооружения ускоренными темпами внутренних несущих конструкций обусловлена сроками строительства терминала В, для которого ССК служит основанием.

В состав Южного станционного комплекса входят павильон, расположенный выше поверхности земли, включающий наземные пассажирские помещения



станционного комплекса, и часть реконструируемого пассажирского надземного перехода, соединяющего терминал Д с железнодорожной станцией аэроэкспресса и терминалами Е, Ф. Южный станционный комплекс (ЮСК) объединяется с терминалами Д и Е при помощи подземного тоннеля и надземной пешеходной галереи.

Кроме того, в состав ЮСК входят заглубленные сооружения: южная станция с пассажирской платформой АСПП, приводной станцией АСПП, пунктом технического обслуживания АСПП, диспетчерским пунктом АСПП, шахтой технологического доступа с поверхности системы АСПП, а также соединительная камера между проектируемым тоннелем АСПБ и существующим багажным тоннелем, инженерно-технические, служебные и бытовые помещения, трансформаторная подстанция, камеры тоннельной вентиляции и водоотливной установки.

Сооружение ЮСК выполняется с учетом демонтажа тоннелепроходческих комплексов в котловане.

Важным вопросом, проработанным в проектной документации, было решение о сооружении Южного станционного комплекса в условиях стесненной застройки на участке между зданием действующего терминала Е, пешеходной галереи между терминалами Д и Е, автомобильной подъездной эстакады к терминалу Д. Для оценки влияния строительства на здания и сооружения произведены ряд итерационных расчетов в объемной постановке методом конечных элементов с использованием программно-расчетного комплекса Midas GTS NX. Итоговые решения, обеспечивающие допустимые деформации фундаментов с учетом дан-

ных по их обследованию, нашли свое отражение в проекте: глубина заложения ограждающей «стены в грунте», шаг и длина анкерной крепи, количество и схема установки трубчатых подкосов, объем закрепительной цементации оснований фундаментов для пешеходной галереи и части фундаментов терминала Е.

ПОСом определен общий срок строительства объекта: с учетом средней скорости ведения проходческих работ для каждого ТПМК 250 м/мес. он составит 26,5 месяцев, в том числе 7 месяцев придется на пусконаладочные работы.

## Реализация объекта

В настоящее время ведутся строительные-монтажные работы по всем сооружениям. Тоннелепроходческие комплексы производства компании Herrenknecht AG, стартовавшие из котлована ССК 10 и 19 августа, на сегодняшний день преодолели больше половины длины, приходящейся на закрытый способ работ. Данные мониторинга за деформациями взлетно-посадочных полос фиксируют значения осадок, не превышающих допустимых.

В котловане ЮСК завершаются работы по разработке грунта и установке временной крепи, параллельно возводится фундаментная плита станционного комплекса.

На северном станционном комплексе завершаются работы по сооружению железобетонных конструкций и внутренних перегородок. Специализированные организации приступили к монтажу систем пожаротушения, водоснабжения, вентиляции, электроосвещения. ■

Стартовый котлован ССК. Тоннелепроходческие комплексы производства компании Herrenknecht AG «Марина» и «Ольга»

П. А. МАЛИНИН,  
технический директор;  
Д. Н. ПРОСВЕТОВ,  
руководитель проекта.  
«ИнжПроектСтрой»  
(Malinin Group)

*In Sheremetyevo Airport, the construction of the interterminal passage including two tunnels for the passenger and luggage transport is being performed as a part of the preparations for the 2018 World Cup in Russia. To strengthen the soil, and to penetrate technological cross passages under the conditions of the existing airport a jet grouting technology was used.*

# ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ПРИ СООРУЖЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДА В АЭРОПОРТУ ШЕРЕМЕТЬЕВО

**В рамках программы подготовки к проведению в 2018 году в России Чемпионата мира по футболу ведется строительство Межтерминального перехода между Северным терминальным комплексом (СТК) и Южным терминальным комплексом (ЮТК) аэропорта Шереметьево. Проект включает в себя возведение северного и южного посадочных павильонов, перехода в терминалы D и E, двух тоннелей для перевозки пассажиров и багажа.**



Рис. 1. Схема трассы тоннелей

**М**ежтерминальный переход позволит обеспечить скоростную, регулярную и круглосуточную перевозку пассажиров и багажа между северной и южной частями аэропорта Шереметьево.

Уникальностью и одновременно большой сложностью проекта является его реализация в условиях действующего международного аэропорта. Устройство двух тоннелей предполагается производить прямо под взлетно-посадочными полосами и рулевыми дорожками. Общая протяженность тоннеля для перевозки пассажиров составит 1915 пог. м. Дополнительно следует отметить, что проектируемые тоннельные сооружения будут оборудованы автоматизированной системой перевозки пассажиров и багажа.

## Устройство пригрузов тоннелей в зоне старта и вывода щитов

Старт проходки производился со стороны Северного станционного комплекса (ССК) в направлении Южного станционного комплекса (ЮСК). Перед проходкой ТПМК были выполнены работы по устройству пригруза тоннелей по двухкомпонентной технологии струйной цементации грунтов (Jet 2). Мощность закрепляемого массива составляла 12 м. Закрепление производилось с целью исключения выноса разжиженного грунта в стартовый котлован, а также для защиты от просадок поверхности и выпора грунта вблизи котлована. План и разрез пригруза тоннеля показан на рис. 2.

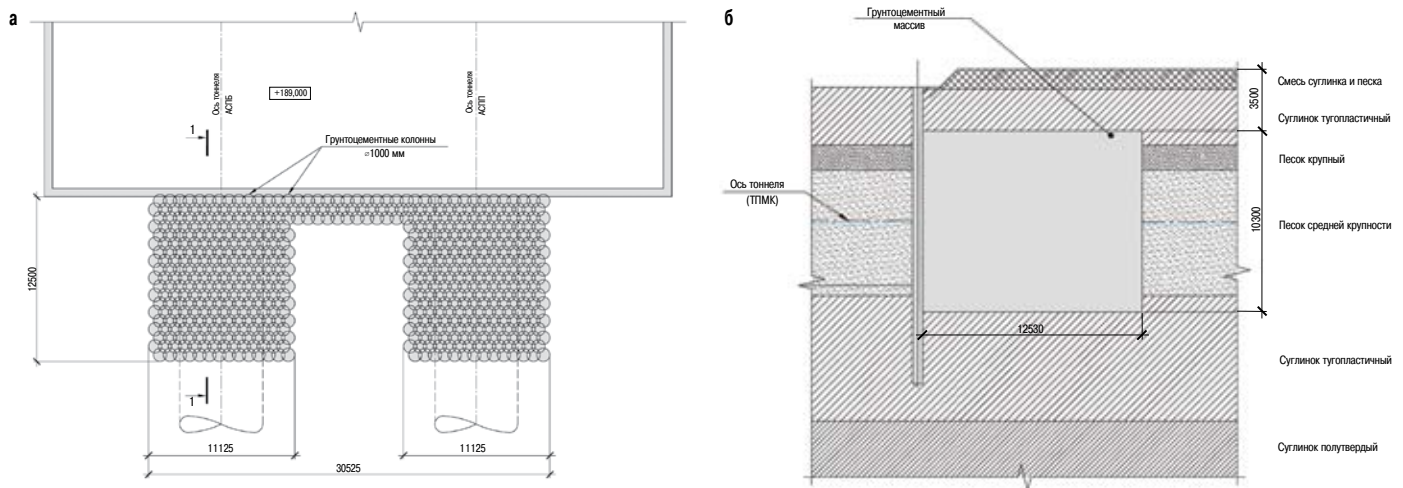


Рис. 2. План (а) и разрез (б) пригруза тоннеля в зоне стартового котлована

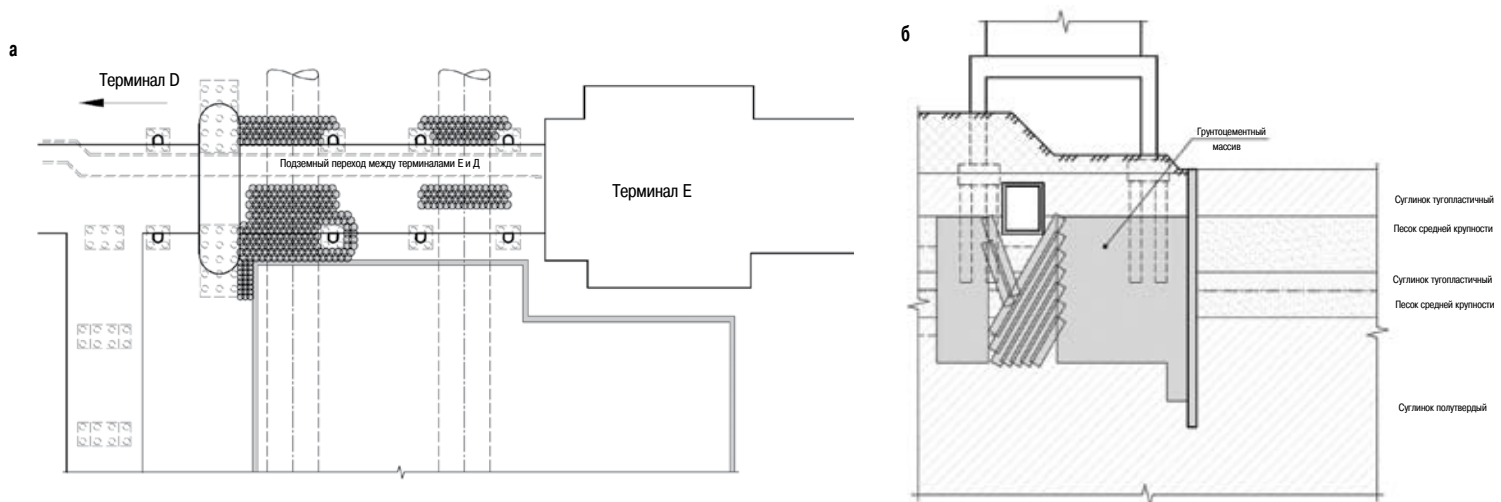


Рис. 3. План (а) и разрез (б) пригруза тоннеля в зоне приемного котлована

Работы выполнялись силами компании «ИнжПроект-Строй» при помощи двух комплексов оборудования в круглосуточном режиме. Данная задача являлась достаточно стандартной для технологии струйной цементации грунтов и была решена за два месяца.

Со стороны ЮСК в зоне вывода щитов в приемочный котлован также требовалось провести аналогичные работы по устройству грунтоцементного пригруза. Однако здесь закрепление грунтов предстояло выполнить под действующей пешеходной галереей, соединяющей терминалы D и E, и в непосредственной близости от багажного тоннеля. Согласно проекту, грунтоцементные сваи устраивались на расстоянии 0,3 м от фундаментов опор галереи и в 1,5 м от тоннеля. Дополнительную сложность работ добавляло наличие в грунтовом массиве прослойки пльвуна мощностью 1,5 м.

Для снижения влияния работ по закреплению грунтов на окружающую застройку было принято решение перейти с технологии Jet 2 на более щадящую в этом отношении Jet 1. Смена производилась на основании результатов испытаний. Целью опытных работ являлось подтверждение требуемого значения прочности грунтоцемента и геометрии свай. В итоге оптимальный диаметр сваи был определен в 1000 мм, а прочность грунтоцемента — 4,8 МПа.

Несмотря на принятые меры, в процессе производства работ произошел подъем опор надземной галереи на 20 мм. Для недопущения последующих перемещений выполнялись следующие мероприятия:

- снижение интенсивности работ (изначально они производились в круглосуточном режиме двумя комплексами оборудования);
- увеличение шага между выполняемыми сваями;
- увеличение диаметра буровой коронки со 127 мм до 250 мм;
- лидерное бурение на водоцементном растворе;
- устройство разгрузочных скважин по периметру опор галереи.

Все принятые меры, к сожалению, не позволили полностью исключить подъем пешеходной галереи. После превышения его по отдельным опорам 50 мм и с возникновением дополнительных горизонтальных смещений (в связи с разработкой приемочного котлована, расположенного в 2 м от галереи), было произведено усиление фундаментов перехода анкерными сваями AtlanJet Ø250 мм, армированных винтовыми штангами Ø73 мм, соединяемыми на муфтах.

Усиление фундаментов, повторное снижение интенсивность работ до двух-трех свай в сутки и многократная проходка скважин позволили полностью исключить



Рис. 4. Опытные грунтоцементные сваи

последующие смещения конструкции пешеходной галереи.

Стоит отметить, что часть объема работ по созданию пригруза для выхода щита методом струйной цементации было решено, в связи с подъемом перехода, заменить на устройство куба из малопрочного бетона внутри приемного котлована.

### Закрепление грунтов в зоне устройства технологических сбоек

Согласно проекту, между тоннелями выполняется устройство трех технологических сбоек, одна из которых сдвоена с водоотводящей установкой. Первоначально это предполагалось делать из тоннелей под защитой экрана из труб. Для ускорения введения объекта в эксплуатацию, в связи со сжатыми сроками строительства, генподрядчиком было решено заменить использование экрана на метод струйной цементации грунтов, производимой с поверхности земли до начала проходки тоннелей. Это решение позволило сократить общий срок выполнения работ на три месяца.



Рис. 5. Производство работ по укреплению грунтов на первой сбойке



Рис. 6. Производство работ по укреплению грунтов на второй сбойке

Укрепление грунтов на первой сбойке производилось между рулевыми дорожками вблизи проектируемого терминала В.

Площадка для производства работ в зоне устройства технологической сбойки №2 располагалась между двумя взлетно-посадочными полосами, что накладывало дополнительные сложности для доставки материалов (цемента, воды, топлива и т. д.), вывоза грунта, пересменки бригад. Все это допускалось производить только в так называемые технологические окна (00.00-5.00 и 10.30-11.00). Дополнительно при выполнении работ соблюдалось ограничение по высоте мачты буровой установки в связи с возможным созданием помех радиолокационным системам аэропорта (допустимая высота в рабочем положении составляла 13 м).

Согласно контракту, в зоне технологической сбойки №2 требовалось устроить 837 грунтоцементных свай длиной 11,5 м в течение месяца. Чтобы уложиться в график, работы производились в круглосуточном режиме тремя комплексами оборудования и, несмотря на организационные сложности, были выполнены в срок.

По окончании работ из грунтоцементного массива выбуривались керны для испытания их на прочность. Полученная прочность грунтоцемента в глинистых грунтах составила 2–2,5 МПа.

Очередные сложности начали возникать при производстве работ на третьей сбойке. Комплекс оборудования в этом случае находился на перроне аэродрома, в непосредственной близости от действующих терминалов Е и F, между рулевыми дорожками. Конструкция перрона представляла собой двухслойное цементобетонное покрытие общей толщиной 60 см. Размер аэродромных плит в плане составлял 7,5×7,5 м. Для проведения струйной цементации предварительно был выполнен демонтаж покрытия в зоне работ. Снималось минимально возможное количество плит, в связи с высокой стоимостью их демонтажа и последующего восстановления. Устройство первых грунтоцементных колонн привело к подъему соседних плит на 1–5 см, при этом генподрядчиком было принято решение о целесообразности продолжения работ.

### Вывод

Технология струйной цементации может успешно применяться для укрепления грунтов в зоне старта и выхода щита, а также для проходки технологических сбоек.

В случае больших площадей и при отсутствии окружающей застройки эффективнее производить укрепление грунтов по двухкомпонентной технологии Jet 2.

При отсутствии выхода грунтоцементной пульпы на поверхность возможны подъемы поверхности грунта и легких конструкций (плит, асфальта и т. д.).

В зоне расположения окружающей застройки укрепление грунтов необходимо выполнять по однокомпонентной технологии Jet 1 с соблюдением минимально-допустимой скорости работ и при постоянном мониторинге за дополнительными деформациями существующих конструкций. ■



С. С. ЗУЕВ,  
заместитель генерального  
директора ОАО «Нью Граунд»

*A ground stabilization project during the shield driving under the railway tracks has been issued as a part of the extension of the Kalininsko-Solntsevskaya line of the Moscow metro in Solntsevo branch of OJSC “Central scientific research institute of construction” of the research and development centre “TM”. Control measures must ensure the safety and operational reliability of the existing overpass, traffic safety during the tunneling excavation, as well as the integrity of utility lines.*



[www.new-ground.ru](http://www.new-ground.ru)  
[info@new-ground.ru](mailto:info@new-ground.ru)

## УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

**Продление Калининско-Солнцевской линии Московского метрополитена в Солнцево существенно разгрузит транспортную ситуацию в данном районе. Строительство перегонных тоннелей между станциями «Парк Победы» и «Раменки» производится в створе Минской улицы. Филиалом ОАО «ЦНИИС» НИЦ «ТМ» был выпущен проект по укреплению грунтов при щитовой проходке тоннелей метро под проходящим там железнодорожным путепроводом.**

**З**ащитные мероприятия должны обеспечить сохранность и эксплуатационную надежность существующего железнодорожного путепровода, безопасность движения поездов во время щитовой проходки тоннелей метро, а также целостность инженерных коммуникаций.

Проходка осуществляется в сложных геологических условиях водонасыщенных неустойчивых грунтов с применением оборудования фирмы Herrenknecht.

Площадка строительства расположена под железнодорожным путепроводом на 5 км

линии Москва — Брянск. Путепровод шириной 48 м сооружен из железобетонных балок и имеет четыре пролета. Его устои выполнены из сборно-монолитного железобетона на фундаментной плите, промежуточные опоры — столбчатые с ригелем на фундаментной плите. Под двумя центральными пролетными строениями проходят шесть полос двустороннего движения Минской улицы.

В основании путепровода залегают: насыпные грунты — песчано-супесчаные с щебнем кирпича и строительным мусором; пески мелкие и пылеватые, маловлажные

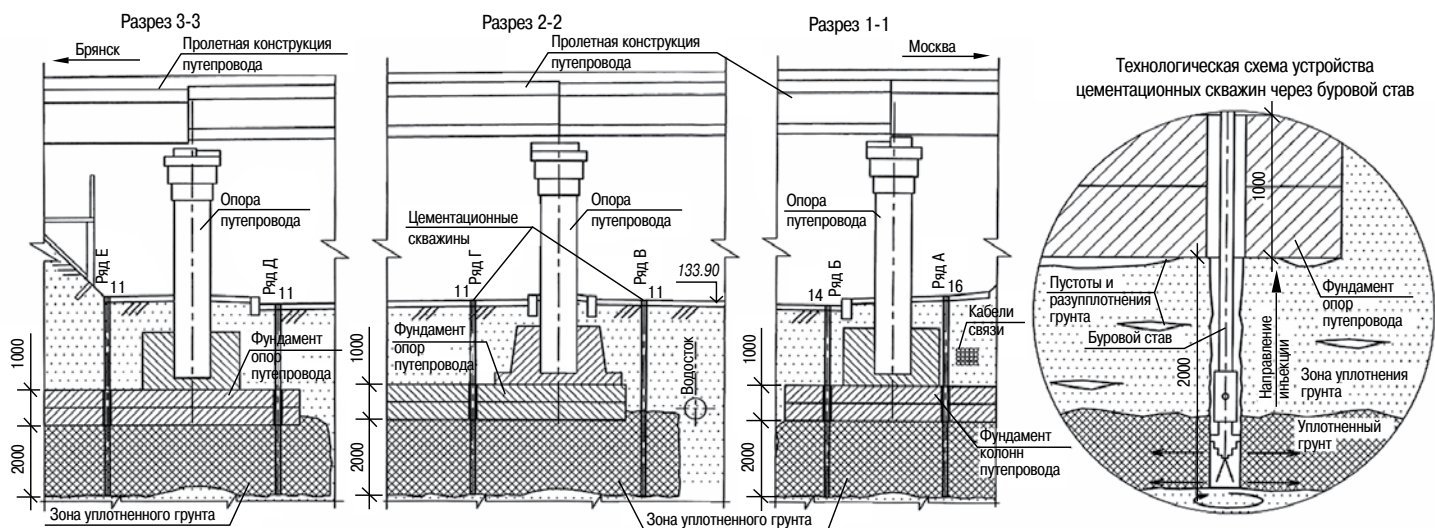


Рис. 1. Схема цементационных скважин в основании фундаментов опор путепровода

В грунтовом массиве образуются колонны из нового материала — грунтобетона, обладающего высокими прочностными, деформационными и противодиффузионными характеристиками.

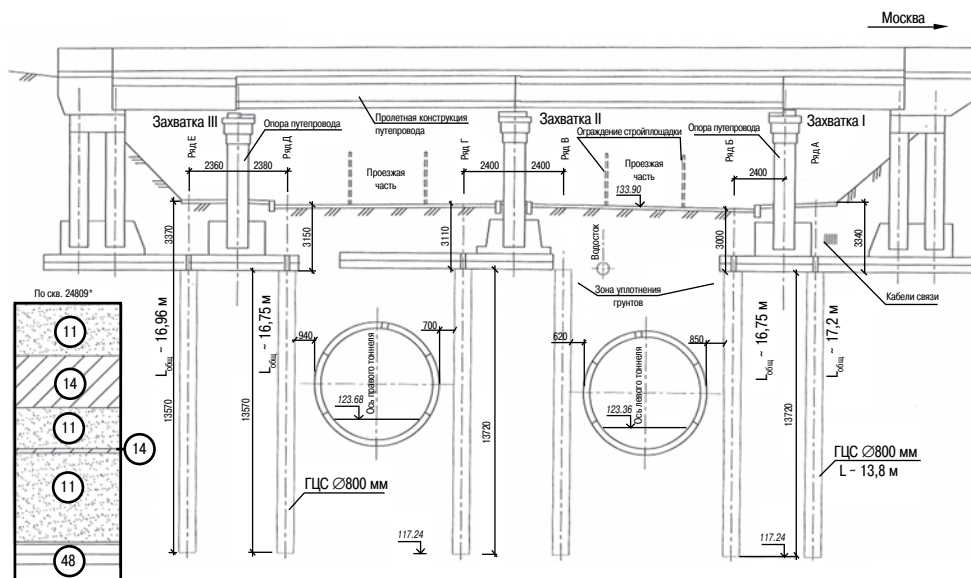


Рис. 2. Схема устройства грунтоцементных свай в основании фундаментов опор путепровода

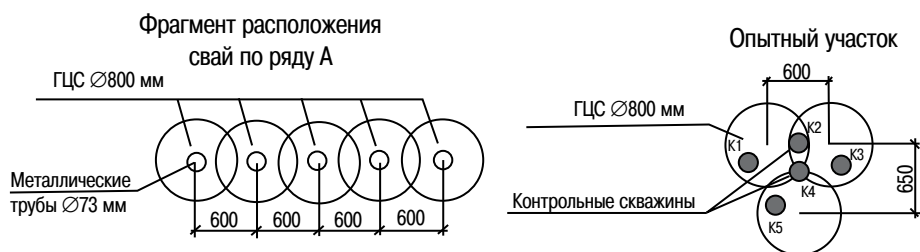


Рис. 3. Схема расположения грунтоцементных свай в ряду. Опытный участок

и водонасыщенные, мощностью от 2,7 до 7 м; пески средней крупности и крупные, прослоями гравелистые, водонасыщенные, мощностью от 0,5 до 5 м; суглинки полутвердой, тугопластичной и мягкопластичной консистенции, мощностью от 2,7 до 4,4 м; глина твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции, мощностью до 22 м, с прослоем песков мелких и пылеватых, водонасыщенных, мощностью 1,5 м.

Принципиальная схема сооружения тоннеля основана на технологии, предусматривающей систему активного пригруза для проходки в сложных инженерно-геологических условиях. Применение такой системы обеспечивает стабилизацию водонасыщенных неустойчивых грунтов и предупреждает аварийные провалы земной поверхности путем уравнивания грунтового и гидростатического давления в процессе разработки забоя.

Для обеспечения сохранности железнодорожного путепровода в процессе щитовой проходки перегонных тоннелей Калининско-Солнцевской линии были выполнены следующие мероприятия:

- подготовительные работы (установка кондукторов в зоне фактического расположения инженерных коммуникаций);
- заполнительная цементация пустот и зон разуплотненного грунта в основании фундаментов мостовых опор (рис. 1);
- устройство грунтоцементных свай диаметром 800 мм в основании фундаментов методом струйной цементации (рис. 2).

Сущность метода струйной цементации заключается в использовании высоконапорной струи цементного раствора для разрушения и одновременного перемешивания с ним грунта. В результате в грунтовом массиве образуются колонны из нового материала — грунтобетона, обладающего высокими



прочностными, деформационными и противодиффузионными характеристиками. Дополнительно сваи усиливались металлическими трубами 73 × 5,5 мм.

До начала работ по устройству грунтоцементных свай в основании фундаментов путепровода были выполнены три опытные сваи длиной 14–15 м, и отобраны образцы грунтоцемента для определения прочности на сжатие, которая по проекту составляла 10 МПа. По результатам опытных работ был определен расход цемента на 1 пог. м сваи (рис. 3). Для контроля качества закрепления грунтов отбирались керны и испытывались на сжатие. Кроме того, выполнялось гидравлическое опробование скважин на удельное водопоглощение.

В связи с ограничением по высоте при производстве работ по устройству грунтобетонных конструкций были использованы малогабаритные буровые установки Veretta T43 и Drill 830.

Работы велись захватками по каждой оси, из трех полос в каждом направлении под путепроводом перекрывалась только одна. Движение скоростных поездов в аэропорт Внуково не останавливалось.

Защитные мероприятия по усилению фундаментов действующего путепровода с



Рис. 4. Производство работ по устройству грунтобетонных элементов



Рис. 5. Организация работ по усилению фундаментов путепровода

применением технологии струйной цементации грунта позволили выполнить безаварийную щитовую проходку тоннеля, что подтвердило правильность принятых проектных

решений. При устройстве искусственно улучшенных оснований других транспортных сооружений также может быть использован данный метод. ■



# КОМПОЗИТ-ЭКСПО

Десятая международная специализированная выставка

## 28 февраля - 2 марта 2017

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр», павильон 1

---

**Основные разделы выставки:**

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты: Наполнители и модификаторы
- Стеклопластик (пластик, армированный стекловолокном), углепластик (пластик, армированный углеродным волокном), графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК), искусственный камень, искусственный мрамор, металлокомпозиты, нанокомпозиты, биокомпозиты и т.д.
- Полуфабрикаты (препреги)
- Инженерные пластики
- Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
- Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
- Инструмент для обработки композитных материалов
- Измерительное и испытательное оборудование
- Компьютерное моделирование

**Специальный раздел выставки:**  
**КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ**



Параллельно проводится выставка:

## ПОЛИУРЕТАНЭКС

Делай сам! Инновационные технологии в строительстве

www.polyuretaneks.ru

---

**Информационная поддержка:**



**Организаторы:**



**Дирекция:**  
 Выставочная Компания «Мир-Экспо»  
 115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд, дом 7, строение 10, офис 507  
 Тел.: 8 495 988-1620 | E-mail: info@composite-expo.ru | Сайт: www.composite-expo.ru

**YouTube:** youtube.com/user/compoexporus  
**Twitter:** @compoexporus



А. И. ПАНЧЕНКО,  
д. т. н., главный специалист НИЦ  
ОПП АО «Мосинжпроект»;  
И. Я. ХАРЧЕНКО,  
д. т. н., профессор кафедры  
технологии вяжущих веществ  
и бетонов МГСУ

*The high rate of subway construction in Moscow predetermined the development and use of new and efficient technologies and materials providing the required speed and quality of both drivage and general construction work. A review of some modern solutions developed or implemented by the Research and Engineering Center for the Development of Underground Space (REC DUS) of JSC “Mosinzhproekt” in cooperation with Moscow State University of Civil Engineering over the last few years, is given below.*

## ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В МОСКОВСКОМ МЕТРОСТРОЕНИИ

**Заданные высокие темпы строительства метрополитена в Москве предопределили разработку и использование новых и эффективных технологий и материалов, обеспечивающих требуемые скорость и качество как проходческих, так и общестроительных работ. В данной статье приведен обзор некоторых современных решений, в разработке или внедрении которых принимал участие Научно-инженерный центр освоения подземного пространства (НИЦ ОПП) АО «Мосинжпроект» совместно с Московским государственным строительным университетом в течение последних лет.**

### Фибронабрызгбетон

Использование набрызгбетона с дисперсным армированием стальной или полимерной фиброй для крепления подземных выработок доказало свою эффективность достаточно давно — более двадцати лет назад. Евро-

пейские нормы 1996 года, разработанные EFNARC, позволяют использовать технологию для постоянных конструкций обделки тоннелей. Такие решения широко применяются в Скандинавии, особенно в Норвегии.

На территории бывшего СССР в разное время также были примеры успешного

устройства обделки тоннелей из набрызг-бетона: две опытные выработки в нескальных грунтах Кировско-Выборгской линии Ленинградского метрополитена; перегон «Киевская — Парк Победы» в Москве; односводчатые станции в Екатеринбурге; пилонные станции в Алматы; железнодорожные тоннели БАМа и Закавказья). В 2013–2014 гг. получены положительные результаты опытного опробования технологии на участке левого перегонного тоннеля Люблинско-Дмитровской линии длиной 55 м.

Известно, что фибронабрызгбетон обладает определенными преимуществами по сравнению с традиционным тяжелым бетоном. Прежде всего, это: повышенная устойчивость против динамических и ударных воздействий и стойкость на истирание; повышенная водонепроницаемость, морозостойкость и стойкость к образованию усадочных трещин, а также огнестойкость (при использовании специального вида полимерной фибры). Кроме того, стоимость стальной фибры составляет около 60% от стоимости необходимых арматурных сеток.

Результаты испытаний кернов, отобранных НИЦ ОПП после окончания проходческих работ (см. таблицу), показали полное их соответствие проектным требованиям.

Опытно-промышленное использование фибронабрызгбетона показало, что внедрение технологии при горном способе работ в соответствующих инженерно-геологических условиях позволит не менее чем на 30% ускорить и на 20% сократить затраты на строительство тоннелей и притоннельных выработок, в том числе за счет отказа от чугунных тубингов.

### «Стена в грунте»

При возведении станционных сооружений метрополитена открытым способом широкое распространение получила технология «стена в грунте» — либо для устройства ограждения котлована с последующим его использованием в качестве несъемной опалубки, либо для возведения несущей стеновой конструкции. И в том, и в другом случае внутренняя плоскость «стены в грунте» используется в качестве основания для гидроизоляции.

Специалистами НИЦ ОПП предложена технология устройства ремонтнопригодной гидроизоляции повышенной надежности. При возведении несущей стеновой конструкции используется сплошное гидроизоляционное покрытие, обладающее адгезией не менее 0,5 МПа как к поверхности «стены в грунте», так и к поверхности прижимной стенки

### Результаты испытаний кернов

№ п. п.	Определяемая характеристика	Метод определения	Показатели
1	Плотность, кг/м <sup>3</sup> (в естественном состоянии)	ГОСТ 12730.1	2200
2	Плотность, кг/м <sup>3</sup> (в высушенном состоянии)	ГОСТ 12730.1	2050
3	Водопоглощение, % (по массе)	ГОСТ 12730.3	8,8
4	Водопоглощение при капиллярном подсосе, % (по массе)	ГОСТ 31356	1,83
5	Предел прочности при сжатии, МПа	ГОСТ 10180	36,2
6	Предел прочности на растяжение при раскалывании, МПа	ГОСТ 10180	3,95
7	Водонепроницаемость	ГОСТ 12730.5	W8
8	Морозостойкость	ГОСТ 10060-2012	F500
9	Модуль упругости, МПа	ГОСТ 24452	14400
10	Определение стойкости к физическим воздействиям по критерию «Термоморозостойкость»	Методика АО «Мосинжпроект»	515 циклов

(«вторичная» адгезия). Это обеспечивает надежную эксплуатацию сооружения и его ремонтнопригодность в случае локального нарушения гидроизоляции, так как сплошное адгезионное покрытие исключает бесконтрольную миграцию воды между гидроизоляционным слоем и бетонной конструкцией.

Если «стена в грунте» используется в качестве ограждения котлована, то в процессе строительства и эксплуатации происходит взаимное смещение (сдвиг) возводимой несущей стены относительно ограждающей конструкции из-за осадки сооружения по мере его возведения, что может нарушить слой гидроизоляции. Обеспечить эксплуатационную надежность сооружения в этом случае позволяет комбинированный вариант, конструктивное решение которого дает возможность сдвига в плоскости гидроизоляционного покрытия без нарушения его сплошности. Для этого используются напыляемые изоляционные составы с «вторичной» адгезией в сочетании с геокompозитными материалами, включая геотекстиль толщиной 5 мм и полиэтиленовую пленку.

### Струйная цементация грунтов (Jet grouting)

При возведении подземных сооружений и, в частности, в метростроении часто воз-

никает необходимость устройства грунтобетонных массивов с различными целями (упрочнение несвязных грунтов, противофильтрационные завесы, устройство целика из закрепленного грунта и т. д.). Как известно, для этого нередко используется технология струйной цементации грунтов (Jet grouting), трех типов:

- Jet-1, суть которого заключается в перемешивании исходного грунта с цементной суспензией, подающейся в виде струи под давлением 40–60 МПа, с образованием грунтобетонного массива диаметром до 0,5 м в глинах и до 0,9 м в песках, прочность которого в суглинках достигает 6–10 МПа;

- Jet-2, который отличается от Jet-1 тем, что струя сформирована цементной суспензией и сжатым воздухом; это позволяет увеличить до 1,2–1,6 м диаметр массива, но прочность снижается вдвое, а пористость существенно увеличивается;

- Jet-3, при котором кроме суспензии и сжатого воздуха в струю подается также вода; технология используется редко из-за низкой прочности и высокой пористости массива.

С точки зрения скорости производства работ, затрат на бурение скважин и расхода цемента на единицу грунтобетонного массива наиболее предпочтительно использование технологии Jet-2. Однако в

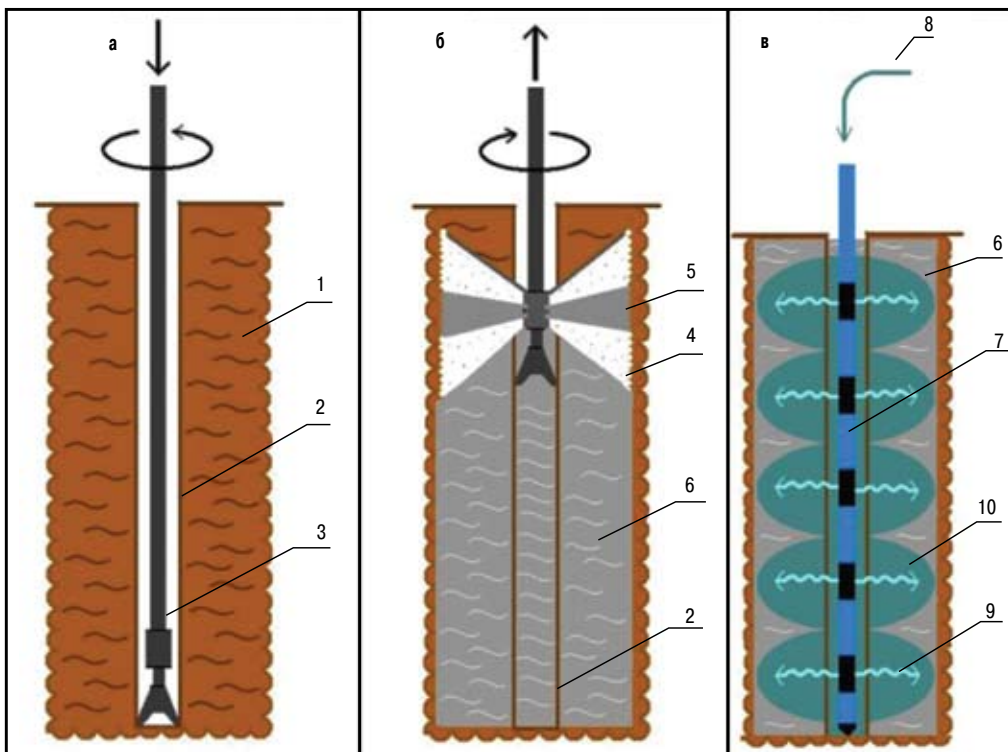


Рис. 1 (а–в). Реализация технологии струйной цементации с последующей инъекцией (1 – грунт, 2 – скважина, 3 – монитор, 4 – воздушная струя, 5 – струя цементно-водной смеси, 6 – грунтобетонная смесь, 7 – манжетная колонна, 8 – подача суспензии микроцемента, 9, 10 – поярусная инъекция суспензии микроцемента)

целом ряде случаев низкая прочность и высокая пористость, обусловленные наличием сжатого воздуха в струе, не позволяют обеспечить эксплуатационную надежность возводимой конструкции, например, противофильтрационной завесы или целика из грунтобетона повышенной прочности. Этого можно избежать, используя разработанную технологию струйной цементации типа Jet-2 с последующей инъекцией суспензии микроцемента в структуру сформированного массива по манжетной технологии.

Сущность метода заключается в следующем:

- бурение скважин в соответствии с проектным решением (рис. 1а);
- устройство грунтобетонного массива по технологии Jet-2 (рис. 1б);
- установка манжетной колонны по оси сформированного, но несхватившегося грунтобетонного массива;
- выдержка грунтобетона для обеспечения процесса схватывания и начального набора прочности (как правило, 40–50 часов);
- инъекция водной суспензии микроцемента с  $V/Ц = 3,5-4$  через установленную ранее манжетную колонну в количестве 200–300 л/м<sup>3</sup> (рис. 1в).

Водная суспензия микроцемента, располагаясь в поровом пространстве

сформированного массива, после затвердевания существенно повышает прочность (вплоть до 15 МПа и более) и обеспечивает его водонепроницаемость.

Следует особо отметить, что такое комбинированное решение, с одной стороны, удачно реализует преимущества, а с другой — устраняет или существенно снижает недостатки каждой из технологий. Jet-2 может использоваться в широком диапазоне грунтов, но не позволяет обеспечить водонепроницаемость и зачастую требуемую прочность. Грунтобетон, полученный по манжетной технологии, имеет плотную водонепроницаемую структуру и прочность вплоть до 20–25 МПа, но только при использовании в песчаных или песчано-гравийных грунтах. Струйная цементация с последующей инъекцией позволяют получить достаточно прочный и водонепроницаемый массив в широком грунтовом диапазоне.

С целью снижения затрат и повышения эффективности выполнения работ разработано композиционное минеральное вяжущее на основе тонкодисперсного гранулированного доменного шлака, прошедшего механохимическую активацию, с включением в его состав минеральных наполнителей и химических добавок, регулирующих строительно-технологические

свойства инъекционной смеси, предназначенной для уплотнения и упрочнения грунтов по технологии струйной цементации (КВСЦ). Ее применение позволяет:

- повысить седиментационную устойчивость смесей и однородность грунтобетона;
- увеличить импульс струи и, соответственно, габаритные размеры грунтобетонных массивов за счет уменьшения величины структурной вязкости инъекционной смеси;
- ускорить затвердевание грунтобетона.

### Способ устранения деформаций зданий и сооружений

При освоении подземного пространства в условиях плотной городской застройки чрезвычайно актуальной является проблема устранения сверхнормативных осадочных деформаций существующих зданий и сооружений. Одним из способов обеспечить надежную защиту объектов, попадающих в зону влияния строительства, является компенсация дефицита грунта в их основании путем нагнетания инъекционных медленноотвердеющих растворов.

В мировой практике метод компенсационного нагнетания известен с середины прошлого века, а достаточно широкое его распространение в Европе началось в середине 80-х годов. В России он до последних лет имел ограниченное применение из-за отсутствия отечественных инъекционных составов и отработанных технологий. В 2002–2003 гг. компенсационное нагнетание было использовано при строительстве Лефортовского тоннеля. Работы вела французская компания.

В настоящее время разработана и опробована математическая модель, адекватно описывающая формирование в процессе инъекционного нагнетания напряженно-деформируемого состояния массива грунта, находящегося в основании здания или сооружения.

Разработаны специальные инъекционные составы на минеральной основе для предварительной подготовки вмещающего массива грунта с расчетными физико-механическими характеристиками и последующего подъема зданий и сооружений в соответствии с рассчитанной математической моделью, а также трехстадийная технология управления подъемом, заключающаяся в следующем:

- на первой стадии: в режиме пропитки выполняется инъектирование грунта низковязкими и медленно твердеющими

растворами на минеральной основе, что подготавливает вмещающий массив грунта с расчетными характеристиками;

■ на второй стадии: при регулируемом давлении и расходе в соответствии с рассчитанной математической моделью нагнетается специальный инъекционный состав на минеральной основе с регулируемой вязкостью, интенсивностью затвердевания и конечной прочностью, что обеспечивает управляемый подъем (выравнивание) наземного строения в проектное положение, используя эффект гидродомкрата, размещенного под всей площадью данного сооружения;

■ на третьей стадии: после завершения подъема по результатам планово-высотного мониторинга выполняется компенсация возможных потерь характеристик напряженно-деформируемого состояния грунта вследствие развития релаксационных процессов.

Разработан также технологический комплекс по выполнению инъекционного нагнетания (рис. 2) в соответствии с рассчитанными и программируемыми параметрами, который состоит из трех основных элементов: центр управления подъемом, система автоматизированного непрерывного мониторинга, инъекционное оборудование. В 2014 году по данной технологии была выполнена защита многоэтажных административных зданий в Москве на Дмитровском шоссе, производственного корпуса и административного здания на Ленинградском проспекте при проходке тоннеля с помощью ТПКМ.

### Сваи с опорной пятой

«Висячие» буронабивные сваи, несущая способность которых обеспечивается за счет трения грунта по их боковой поверхности, имеют, как правило, диаметры от 600 до 1 200 мм и длину от 10 до 30 м, в зависимости от типа грунтового основания. Соответствующие геометрические размеры могут быть существенно уменьшены при сохранении расчетной несущей способности, если каким-либо способом возвести грунтобетонный массив на расчетной глубине и опереть на него сваю (рис. 3).

В данном случае, в зависимости от свойств грунта, возможно применение технологии струйной цементации, инъекционной манжетной технологии или комбинированной технологии «Jet-2 + манжетная технология».

Разработаны критерии, по которым необходимо выбирать тот или иной способ устройства буронабивных свай и грунтобе-

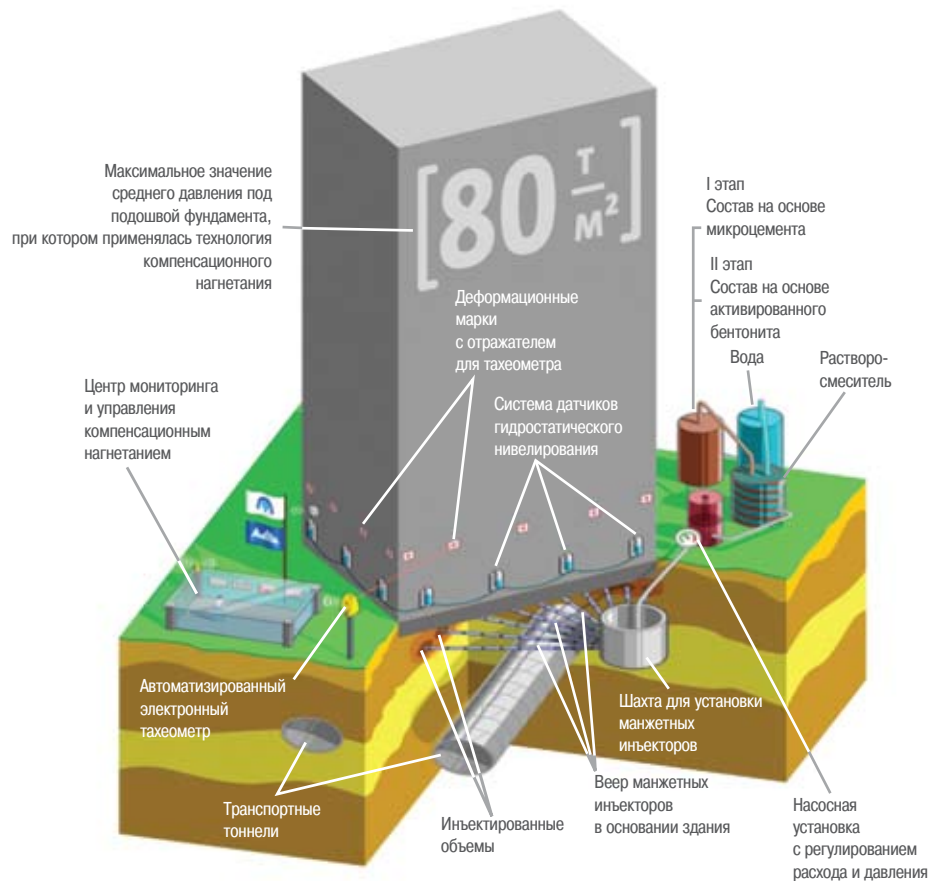


Рис. 2. Технологический комплекс по компенсационному нагнетанию с целью устранения осадки зданий при проходке тоннелей метрополитена

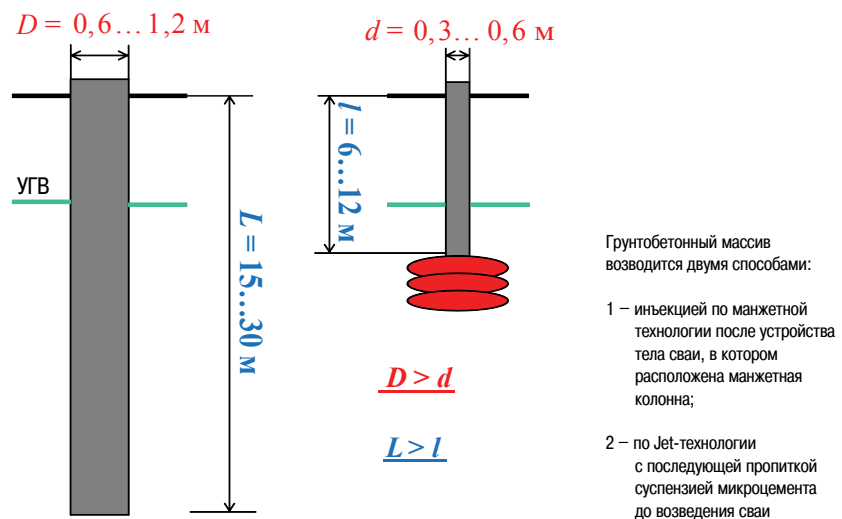


Рис. 3. Эффективность использования свай с опорной пятой

тонной опорной пятой, а также требования к используемым материалам, оборудованию и технологическая последовательность операций.

В итоге возможно уменьшить затраты на устройство свайного поля вдвое и ускорить

данный строительный процесс на 30–40%. Это обеспечивается за счет существенного снижения расхода материалов при возведении буронабивной сваи (бетона и арматуры) и уменьшения объемов выполняемых работ. ■

Р. А. МАНГУШЕВ,  
д. т. н., вице-президент  
РОМГИиФ, чл.-корр. РААСН,  
профессор СПбГАСУ;  
Е. И. РЫБНОВ,  
д. э. н., профессор,  
ректор СПбГАСУ

*The implementation of complex projects of the underground construction in St. Petersburg is possible, even in the historical center, but it requires, in turn, to solve difficult technical problems. The article analyzes the features of geological engineering conditions in the central part of the Northern capital, shows basic technological and design solutions. It reports the experience of the construction of underground multi-storey car parks.*

# ОПЫТ УСТРОЙСТВА ГЛУБОКИХ КОТЛОВАНОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

**Реализация сложных проектов подземного строительства в Санкт-Петербурге возможна, даже в историческом центре, но требует, в свою очередь, решения непростых технических задач. В статье проанализированы особенности инженерно-геологических условий в центральной части Северной столицы, представлены основные технологические и конструктивные решения. Приведен опыт строительства трех подземных многоэтажных паркингов. Представлены данные мониторинга осадок зданий соседней застройки. В итоге сформулированы выводы по имеющемуся опыту обустройства подземных пространств большого объема в условиях слабых грунтов центральной части мегаполиса.**

## Общие сведения

Развитие транспортной инфраструктуры крупных городов в настоящее время сложно представить без освоения подземного пространства, в том числе и создания подземных многоуровневых парковок. В Санкт-Петербурге такое строительство имеет свои особенности, связанные, прежде всего, с наличием специфических геологических условий — значительная часть территории города сложена слабыми, водонасыщенными, тиксотропными грунтами, которые изменяют свои характеристики при различного рода воздействиях, от техногенных до природных.

Большинство зданий центра города постройки XVIII–XIX вв., а также начала и середины XX века, получившие за прошедшие долгие годы существенные неравномерные осадки, находятся в крайне неудовлетворительном состоянии — имеют многочисленные трещины и повреждения в несущих конструкциях. Для таких домов любая дополнительная осадка во время производства котлованных работ традиционным способом (устройство шпунтового ограждения, открытый водоотлив и т. д.) может повлечь непредсказуемые последствия. Усилить негативное влияние на окружающую застройку также способна осадка нового здания с под-

земной частью в процессе его строительства и эксплуатации.

## Особенности инженерно-геологических условий центра Санкт-Петербурга

Центральная историческая часть города на Неве сформирована дельтовыми отложениями в виде мелких и пылеватых песков толщиной от 2 до 5 м, подстилаемых большой толщей слабых озерно-ледниковых и морских отложений, суммарная мощность которых, как правило, не превышает 5 м. Они представлены пылеватыми песками, супесями и суглинками. В их слоях могут содержаться линзы и прослойки торфа, а также заторфованных грунтов разного состава. Эти грунты отличаются сравнительно большой и неравномерной сжимаемостью.

Озерно-ледниковые отложения — глины, суглинки и супеси — распространены практически повсеместно и обладают слоистой или ленточной текстурой, что определяет ряд их специфических свойств. Для этих грунтов характерны высокая природная влажность и пористость, анизотропность механических свойств, высокая сжимаемость, пучинистость и тиксотропность.



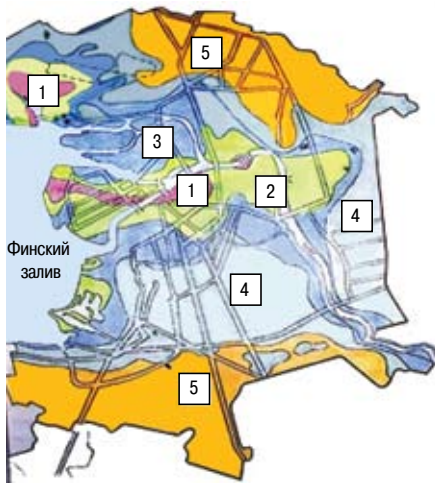


Рис. 1. Карта залегания кровли лужской морены по территории Санкт-Петербурга (по Л. Г. Заварзину, 1999): 1 – (–30)–(–20 м) и более; 2 – (–20)–(–12 м); 3 – (–12)–(–4 м); 4 – (–4)–(+4 м); 5 – (+4)–(+20 м)

Биогенные отложения (торф, заторфованные грунты и грунты с примесью растительных остатков) залегают в виде поверхностных слоев и линз с мощностью 1–3 м, иногда и более. В районах старой застройки имеются сложенные торфом участки, погребенные под слоями намывных и насыпных грунтов различного состава.

Относительно прочные моренные отложения в этой части города находятся на глубинах до 30 м и выше от дневной поверхности. На рис. 1 представлена карта залегания кровли лужской морены по территории Санкт-Петербурга.

Коренные отложения представлены протерозойскими, палеозойскими и ордовикскими отложениями.

Для целей строительства промышленных и гражданских сооружений в Санкт-Петербурге наибольшую важность представляет информация о грунтах надморенной толщи, представленной позднеледниковыми и послеледниковыми озерными и морскими отложениями. Эти грунты, как правило, служат основанием фундаментов мелкого заложения, в них располагается большая часть тел свай трения.

В данном случае характерны следующие процессы:

- а) большие, неравномерные, длительно незатухающие осадки зданий и сооружений и окружающей территории;
- б) потеря устойчивости несущих слоев оснований зданий и сооружений, сложенных пылевато-глинистыми грунтами, в состоянии незавершенной консолидации или подвергшихся промерзанию — оттаиванию;

в) разрушение природной структуры грунтов при традиционных способах производства земляных работ;

г) плыунные явления при открытом водоотливе из котлованов и траншей;

д) изменение несущей способности свай вследствие развития сил отрицательного трения на участках, поднятых намывным или насыпным грунтом;

е) развитие процессов гниения торфа, органических включений в грунте и деревянных элементов подземных конструкций при понижении уровня подземных вод.

Грунтовые воды залегают в слоях техногенных грунтов, озерно-морских и озерно-ледниковых отложений, на территории города находясь обычно не ниже 2 м от дневной поверхности. Сезонные колебания их уровня составляют 1–2 м. Весной и осенью он достигает дневной поверхности.

Отметим, что за последние 200–250 лет существования города общий уровень подземных вод в его центральной (исторической) части понизился примерно на 0,5–1 м. В свою очередь, это привело к гниению деревянных подземных конструкций зданий — лежней (продольно уложенных стволов лиственных и хвойных деревьев под подошвами ленточных бутовых фундаментов) и голов деревянных свай, оказавшихся в зоне аэрации.

Как видно из рис. 1, центральная (историческая) часть города в большей мере расположена в зонах 1–3, то есть в условиях, где толщина слабых водонасыщенных грунтов значительно превышает 4 м.

### Основные конструктивные решения строительства подземных сооружений в Санкт-Петербурге

Прежде всего, это самый простой тип — коробчатые монолитные фундаменты, для строительства которых устраивается открытый котлован глубиной 2–4 м, в котором возводится железобетонная конструкция. В зависимости от грунтовых условий и глубины залегания подземных вод, он роется под углом естественного откоса или под защитой шпунтового ограждения, погруженного забивкой, вибрацией или статическим вдавливанием.

В последнее время в Санкт-Петербурге при устройстве более глубоких котлованов получает распространение способ их ограждения методом «стена в грунте». Это один из современных, относительно щадящих методов устройства подземных сооружений глубиной более 4 м, доказавший свою эффективность при грамотном проектировании и тщательном выполнении работ (Мангушев Р. А. и др., 2013).

Данный способ заключается в сооружении ограждающих и несущих стен подземных сооружений путем отрывки глубоких узких траншей под глинистым раствором с последующей укладкой в них раствора бетона или сборных железобетонных элементов. При устройстве монолитной стенки бетонная смесь укладывается методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ), глинистый раствор выдавливается, в дальнейшем очищается от шлама и используется повторно на следующих захватках (рис. 2).

Вблизи существующих зданий ограждение котлована глубиной до 4 м может быть выполнено с использованием буросекущих и буросприкасающихся свай без использования распорок или анкеров (рис. 3).

Стены сооружений и ограждений котлованов, устраиваемые таким способом, могут иметь различную форму в плане: прямоугольную, многоугольную и круглую.

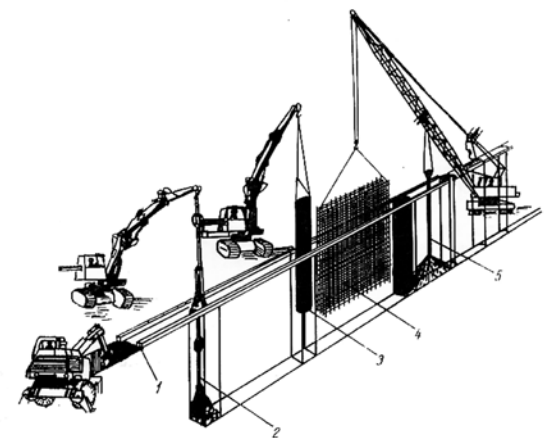


Рис. 2. Технологическая схема устройства стены в грунте: 1 — устройство направляющей форшахты; 2 — отрывка траншеи на длину захватки; 3 — установка ограничителей; 4 — установка армокаркаса; 5 — бетонирование методом ВПТ



Рис. 3. Пример устройства ограждений методом «стена в грунте» касательных и секущихся буронабивных свай в центре Санкт-Петербурга

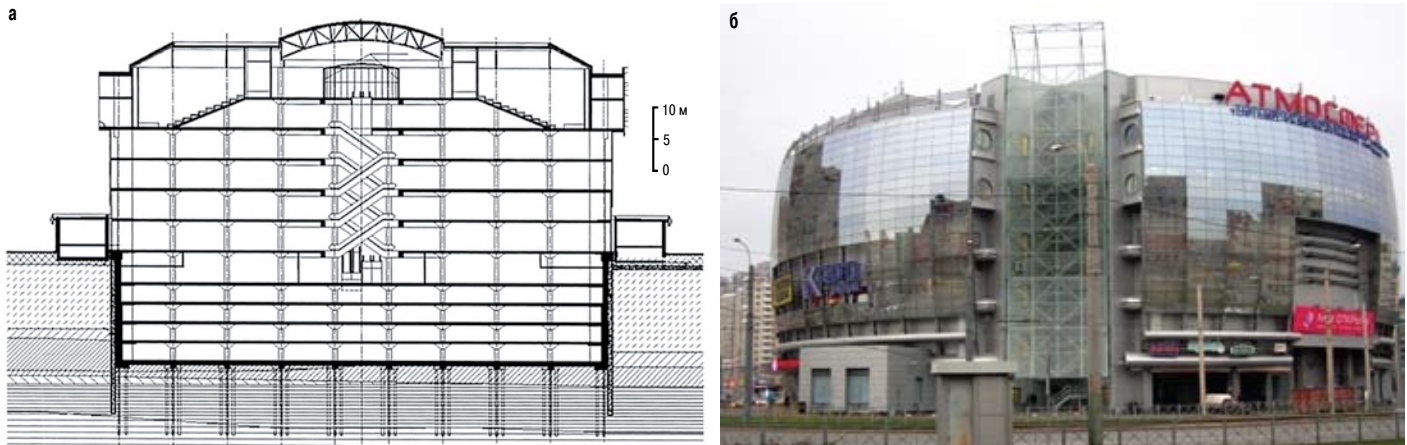


Рис. 4. Разрез (а) и общий вид здания ТРЦ «Атмосфера» (б)

### Круглый подземный многоуровневый паркинг на Комендантской площади

В 2006 году началось строительство пятиуровневого круглого в плане подземного паркинга на Комендантской площади (ТРЦ «Атмосфера»; проектировало и строило ЗАО «Геоизол»).

Глубина сооружения составила 19,5 м при диаметре 78 м. Общий разрез представлен на рис. 4.

В новом развивающемся районе города имелась возможность расположить комплекс в стороне от имеющейся застройки — расстояние до ближайших зданий составляло более 100 м. Это позволило не учитывать влияние устройства сооружения на соседние дома.

Принципиальное техническое решение строительства подземной части предполагало:

- 1) устройство пионерной траншеи методом «стена в грунте» глубиной 24 м и шириной 0,8 м с заполнением ее тяжелым цементно-глинистым раствором; разработка грунта производилась захватками длиной по 3,3 м;
- 2) погружение в траншею металлического полукруглого шпунта и последующее бетонирование; шпунт служил элементом армирования и являлся дополнительной гидроизоляцией;



Рис. 5. Устройство обвязочных балок, части перекрытий и поэтажная откопка котлована

3) устройство монолитных обвязочных балок, служивших ребрами жесткости, и поэтажную откопку котлована с возведением монолитных стен и части перекрытий (рис. 5).

4) устройство под всем днищем 290 анкерных буронабивных свай длиной 12 м, сечением 250 мм и бетонирование железобетонной плиты на отметке  $-18$  м (рис. 4).

Поскольку «стена в грунте» доводилась до плотных дислоцированных протерозойских глин, то удалось избежать водопитока с внешней стороны стен подземного сооружения. Для предотвращения всплытия его днища под действием гидростатических сил арматура буронабивных анкерных свай связывалась с арматурой нижней плиты, что позволило создать единую анкерную систему.

Контроль над горизонтальными перемещениями кольцевых стенок сооружения в процессе поэтапной отрывки котлована осуществлялся с помощью системы инклинометров, которые опускались в заранее установленные при бетонировании пластиковые трубки на всю высоту «стены в грунте». Максимальное измеренное смещение стенки внутри котлована происходило на глубине 15 м и составило порядка 250 мм.

По сути дела, это было первое в Санкт-Петербурге гражданское сооружение с освоением подземным пространством такого объема. Успешное возведение объекта доказало, что грамотно спроектированное и технологически качественно выполненное ограждение котлована даже при слабых петербургских грунтах может стать надежной ограждающей и несущей конструкцией.

### Многоэтажные подземные сооружения в центре Санкт-Петербурга

Есть уже и примеры успешного строительства многоэтажных подземных сооружений методом траншейной стены в центре Санкт-

Петербурга (зоны 1–2, работы выполняло ЗАО «Геоизол» в 2009–2012 гг.).

#### 1. Подземный паркинг под жилым зданием в Зоологическом переулке

Трехуровневый подземный паркинг под жилым шестизэтажным зданием в Петроградском районе Санкт-Петербурга был спроектирован с использованием ограждения котлована методом «стена в грунте», при этом разработка грунта выполнялась с применением современного метода «топ-даун» (рис. 6).

Новый дом сооружался на месте разобранного пятиэтажного общежития в районе с плотной застройкой. Ближайшее здание, постройки начала XX века, располагалось на расстоянии в 1,5 м, другое соседнее жилое здание — в 3 м от ограждения котлована.

Данная технология впервые применялась в условиях плотной городской застройки, поэтому заказчик сначала организовал испытания на экспериментальной площадке.

В процессе устройства ограждающей конструкции опытного котлована по технологии «стена в грунте», а также при последующей откопке и последовательной установке распорных конструкций на предполагаемых ярусах, специалистами ЗАО «Геореконструкция-Фундаментпроект» проводился постоянный мониторинг. Так, в частности, было установлено, что выполнение «стены в грунте» глубиной 10 м и длиной 4 м на расстоянии 2,5 м от фундамента соседнего здания привело к его дополнительной осадке на 18 мм.

Результаты мониторинга опытной площадки и испытания свай позволили внести корректировку в окончательный проект подземной части нового здания. Перед началом работ были так же проведены предпроектные испытания свай на нагрузку 675 кН.

Грунтовые условия строительной площадки характерны для центральной части Санкт-



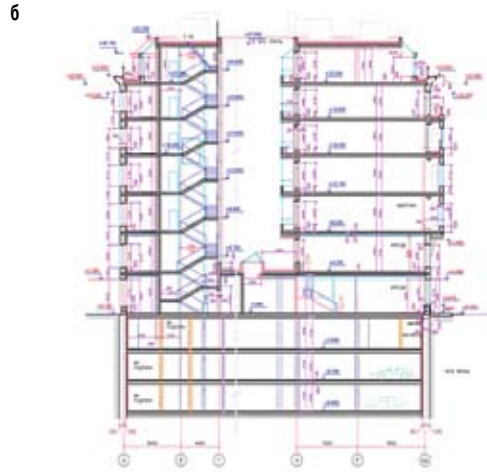


Рис. 6. Общий вид (а) и разрез нового здания с подземным паркингом (б)

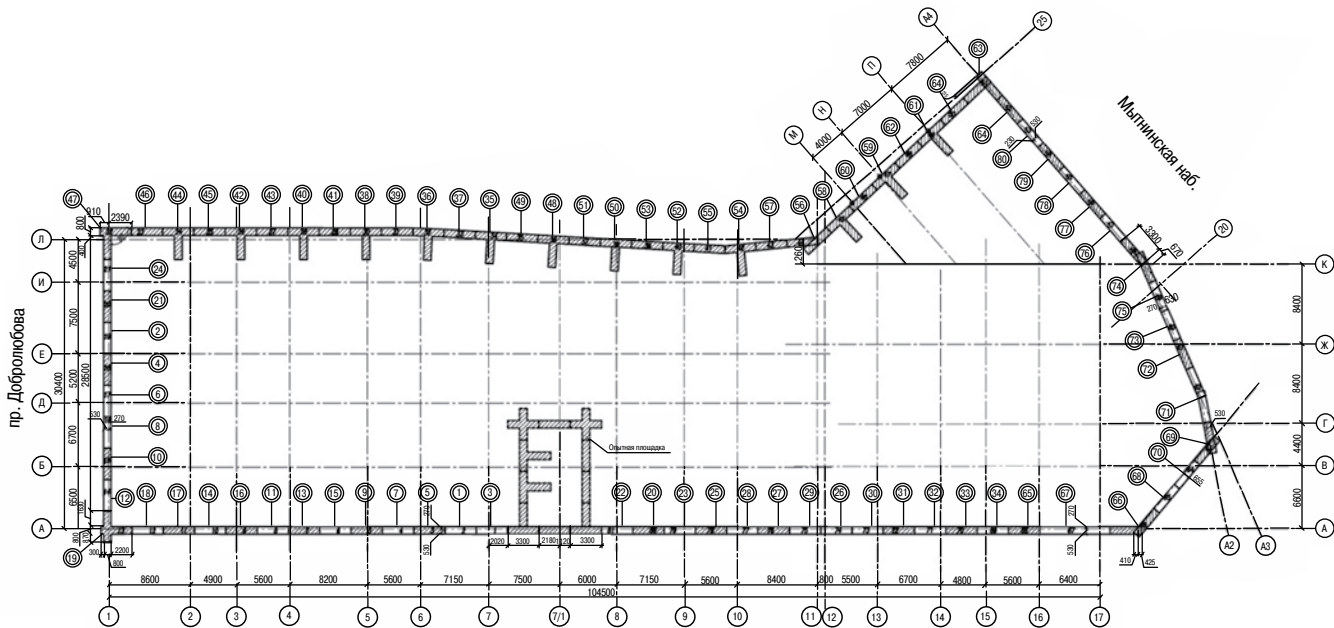


Рис. 7. План ограждения котлована

Петербурга (инженерно-геологическая зона 2, см. рис. 1).

Котлован глубиной 10,5 м в виде неправильного шестиугольника ограждался железобетонными стенами в грунте, выполненными траншейным грейферным методом, глубиной 30 и 25 м с шириной 800 мм (рис. 7, 8).

Разработка траншей выполнялась в разбивку захватками длиной по 3,4 м (рис. 7).

Особенностью создания стены в грунте по осям «Л» и «25», находящимся вблизи соседних домов, являлось устройство контрфорсов длиной 3 м на равных расстояниях в 6 м (рис. 7). Это позволило увеличить жесткость ограждения и значительно уменьшить дополнительные осадки зданий.

Под фундаментной плитой паркинга толщиной 800 мм было установлено 108 буронабивных свай длиной 30 м и сечением 620 мм, изготовленных по технологии «под защитой обсадной трубы». Для увеличения их несущей способности в нижней части выполня-

лось уширение до диаметра 1 200 мм. Часть из них представляла собой сваи-колонны с металлическим сердечником из трубы диаметром 377/10 мм, который использовался после омоноличивания до диаметра 600 мм. Они являлись колоннами паркинга для опоры перекрытий, расположенных по сетке 6х6 м.

С целью уменьшения горизонтальных деформаций ограждения котлована во время его откопки захватками, в качестве распорок использовались будущие перекрытия толщиной 250 мм, с оставлением «технологических окон» для подачи материалов и экскавации грунта. Плиты опирались на ранее выполненные с поверхности грунта сваи-колонны (рис. 9).

Поскольку процесс экскавации грунта занимал много времени, с целью сокращения сроков производства работ после устройства перекрытий на этажах «0» и «-1» началось возведение надземной части здания.

В процессе всего строительства специалистами ООО «БЭИСПР» и ЗАО «Геоизол» про-

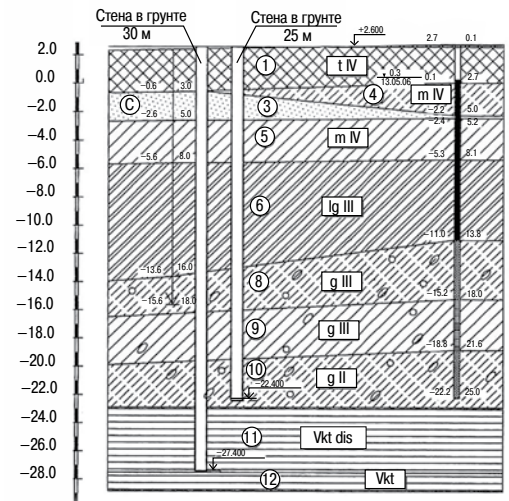


Рис. 8. Схема расположения ограждения «стена в грунте» в грунтовых условиях основания строительной площадки



Рис. 9. Процесс разработки котлована на промежуточной стадии:  
1 – контрфорс «стены в грунте»; 2 – свая-колонна, выполненная с поверхности методом «Фундекс»; 3 – верхняя плита железобетонного перекрытия паркинга



Рис. 10. Величины вертикальных перемещений различных точек фундаментов соседних зданий, в зависимости от расстояния между фундаментами и ограждением

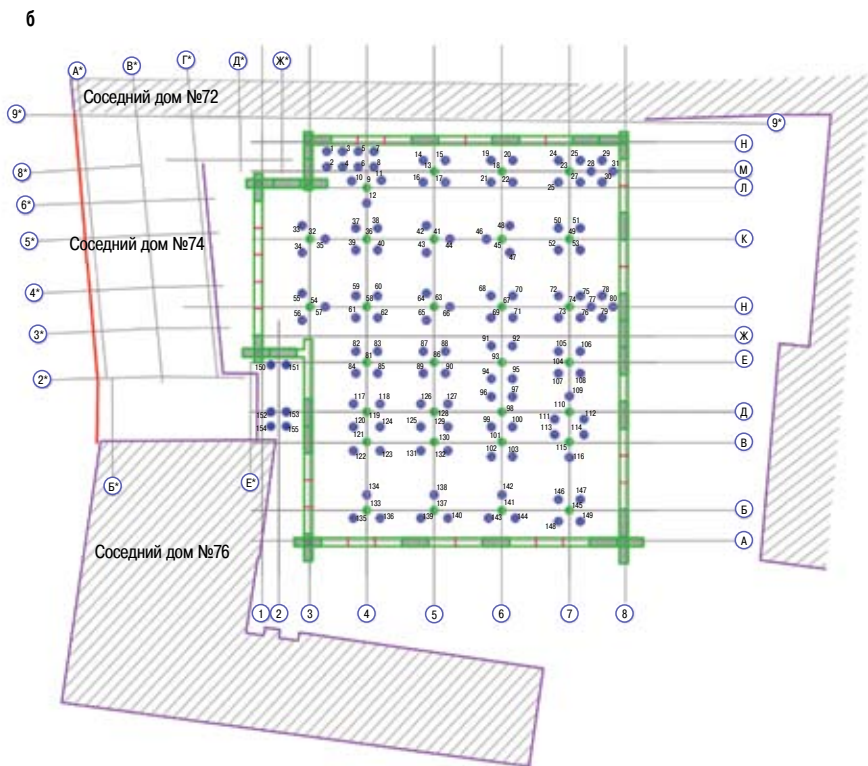
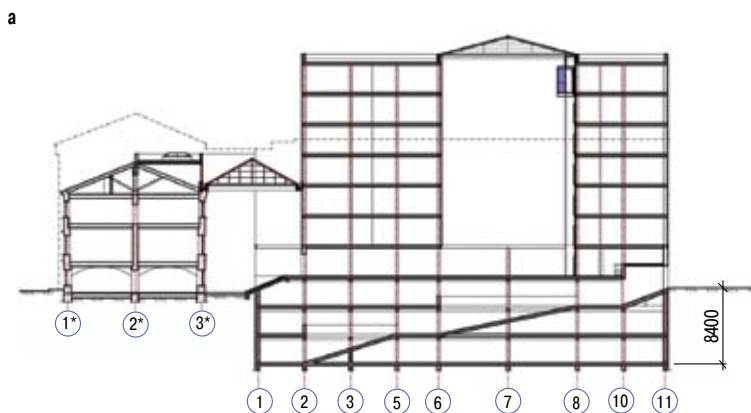


Рис. 11. Разрез (а) и план конструкций подземного паркинга (б)

водился тщательный мониторинг осадок соседней застройки, что позволило оперативно реагировать на них, корректируя технологию и последовательность работ.

На графике, приведенном на рис. 10, точками отмечены измеренные осадки различных точек фундаментов в различных расстояниях от ограждения котлована, полученные за время устройства «стен в грунте».

## 2. Подземный паркинг в примыкании к исторической застройке по набережной Мойки

Трехуровневый подземный паркинг нового бизнес-центра (наб. р. Мойки, д. 74) сооружался во внутреннем дворе в непосредственной близости к четырем зданиям в 3–5 этажей постройки середины XIX века.



Рис. 12. Процесс разработки котлована методом «полу-топ-даун» (на переднем плане металлические колонны, вмонтированные в буронабивные сваи)

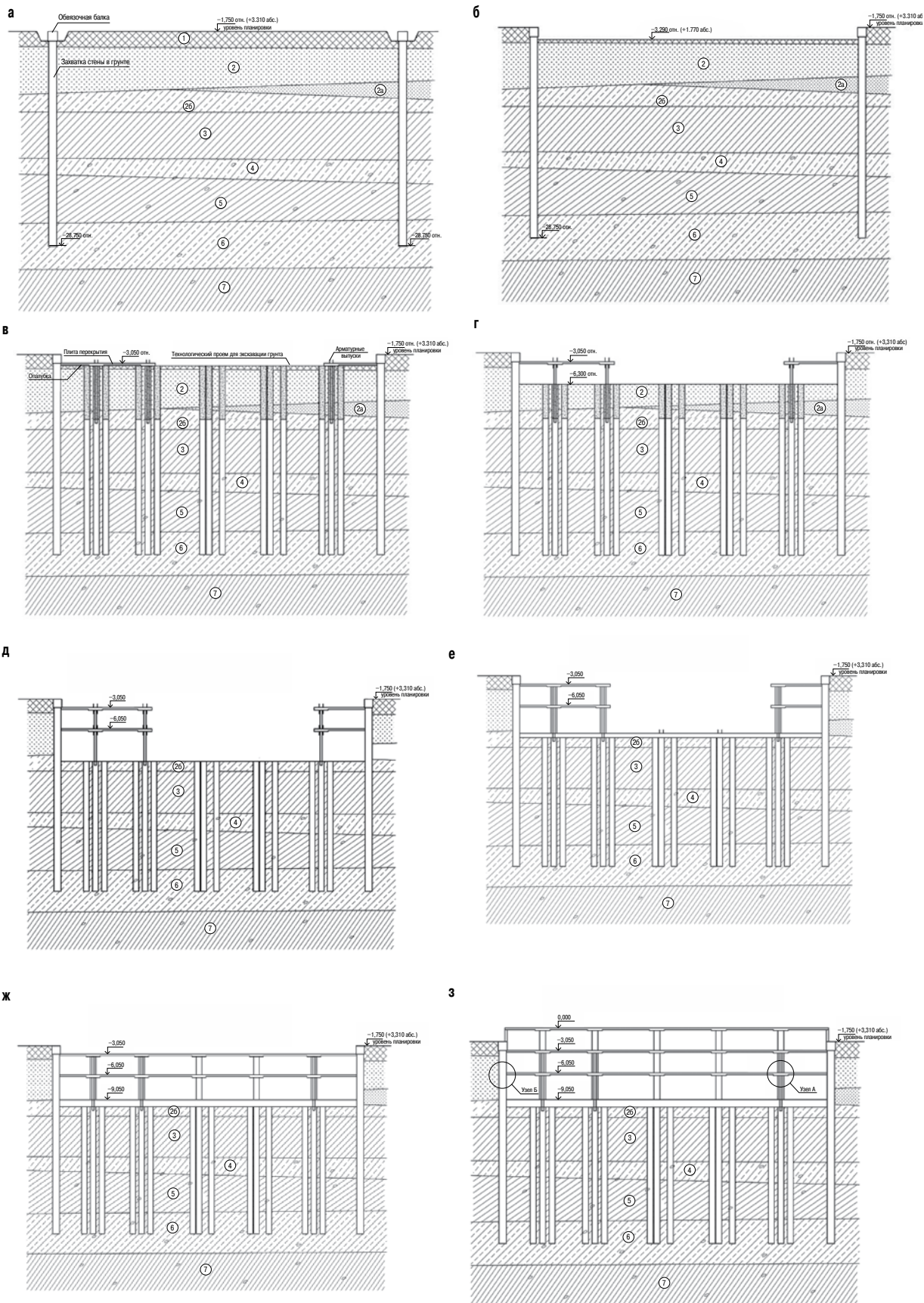


Рис. 13. Технологическая последовательность выполнения работ подземного цикла:  
 а – устройство ограждения котлована методом «стена в грунте»; б – отрывка пионерного котлована; в – устройство плиты перекрытия по контуру котлована на отметке  $-3,05$ ; г – выемка грунта до отметки  $-6,3$ ; д – выемка грунта до отметки  $-10$ ; е – устройство фундаментной плиты; ж – бетонирование голов свай и стен паркинга; з – бетонирование технологических отверстий и устройство плиты перекрытия на отметке 0

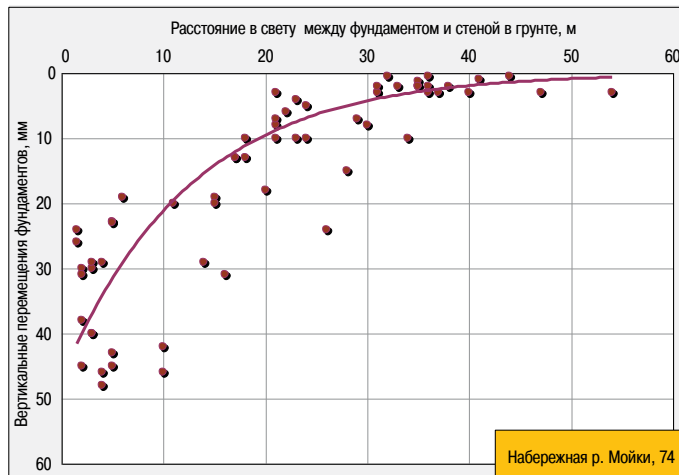


Рис. 14. Вертикальные перемещения разных точек фундаментов соседних зданий в зависимости от расстояния до ограждающей котлован конструкции

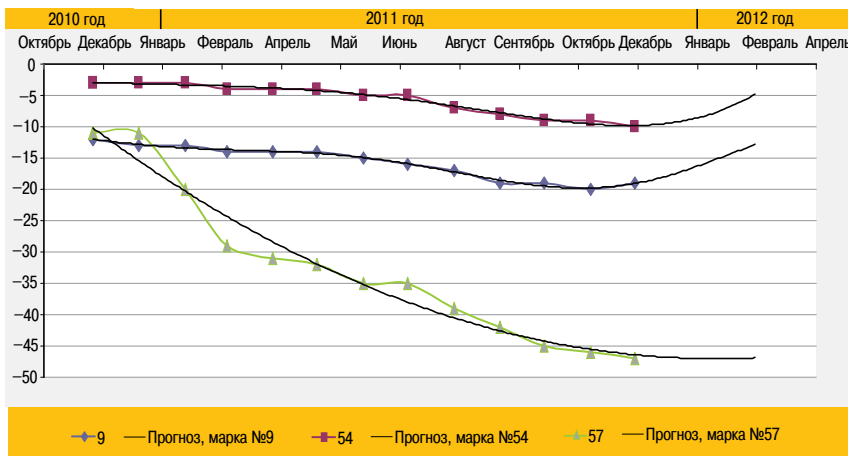


Рис. 15. Развитие во времени осадок ряда наблюдаемых марок на фундаментах соседних зданий, получивших максимальные вертикальные деформации

Расстояние до ближайшего жилого дома составляло лишь 2 м, до другого — 3 м от ограждения котлована (рис. 11).

Грунтовые условия строительной площадки характерны для центральной части Санкт-Петербурга, которая расположена в инженерно-геологической зоне 1 (см. рис. 1).

Основными конструкциями подземного паркинга служили железобетонные стены толщиной 100 см при глубине в 20 и 27 м, выполненные методом «стена в грунте» по траншейной технологии, и 155 буронабивных свай диаметром 880 мм, длиной 27 м, выполненных по технологии «под защитой обсадной трубы» с дневной поверхности. В части свай (выделены зеленым на рис. 11, б) монтировались металлические колонны, остальные служили фундаментом для нижней плиты толщиной 80 см, для самой подземной конструкции, а также временными колоннами при отрывке грунта под плитами перекрытий.

Перед началом нулевого цикла были выполнены работы по усилению фундаментов зданий, примыкающих непосредственно к зоне строительства, путем цементации.

Изначально проектом предусматривалась разработка котлована с использованием метода «топ-даун» (top-down), то есть устройство перекрытия в качестве распорного диска под всей площадью, но по согласованию с заказчиком работы решили проводить полузакрытым способом, semi top-down (рис. 12).

По периметру здания в дальнем от выезда из двора конце устраивались перекрытия на –1-м и –2-м этажах в виде диска, затем разрабатывался на всю глубину котлован до самой низкой отметки в центре под выполненными перекрытиями с устройством фундаментной плиты по классической технологии «топ-даун», с оставлением бермы по одной из сторон в зоне единственного выезда.

На последних захватках устраивались перекрытия 0-го этажа в качестве распорного диска с экскавацией грунта через технологические отверстия.

В процессе проводился мониторинг осадок соседней застройки, что позволило оперативно на них реагировать и корректировать технологию, последовательность работ, а также сократить сроки строительства с планируемых 18 месяцев до 12 без ущерба для соседних зданий.

На рис. 13 приведена последовательная технологическая схема устройства подземного паркинга.

Комплексное применение современных технологий устройства подземного пространства позволило произвести работы без ущерба для зданий окружающей застройки, что зафиксировано результатами мониторинга.

На рис. 14 представлены значения вертикальных перемещений разных точек фундаментов соседних зданий в зависимости от расстояния до ограждающей котлован конструкции, а на рис. 15 — пример развития во времени осадок некоторых наблюдаемых марок.

Таким образом, проведенный мониторинг осадок соседних зданий показал, что примененные конструктивные и технологические методы при строительстве подземных многоэтажных паркингов в условиях стесненной застройки оказались оправданными и позволили безопасно завершить возведение объектов.

## Выводы

1. В условиях большой толщи слабых грунтов центральной части Санкт-Петербурга возможно устройство глубоких котлованов (свыше 8 м) в непосредственной близости от существующих зданий.
2. Подземное строительство должно осуществляться на основе выполненного в составе проекта геотехнического обоснования.
3. Основным типом ограждения стен глубоких котлованов, выполняемых вблизи зданий существующей застройки, в большинстве случаев должна являться «стена в грунте» с различными модификациями.
4. Разработку грунта в глубоких котлованах, в случае необходимости, обоснованной геотехническими расчетами, следует выполнять методом «топ-даун или «полу-топ-даун».
5. При проведении подземных работ необходимо производить мониторинг строящегося сооружения и зданий, входящих в зону риска, а также осуществлять геотехническое сопровождение. ■

Пространство,  
заполняемое материалом

ПАНЦИРЬ



# ТЕХНОПРОК

Магистральное буровое оборудование

## ПРЕИМУЩЕСТВА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ «ПАНЦИРЬ»

- Надежная защита поверхности от износа
- Повышение рентабельности посредством уменьшения затрат
- Замена одиночных элементов «Панцирь»
- Простота сварки
- Возможность сварки на неровной поверхности

## ПРИМЕНЕНИЕ

Ковши  
Лопаты  
Кузова  
Буровые шнеки



Горные комбайны  
Врубочные машины  
Проходческие щиты  
Фрезерные барабаны



8 (800) 700 22 61  
Бесплатно по России

[www.tehnoprok.com](http://www.tehnoprok.com)



## «ПОДЗЕМНЫЕ КОММУНИКАЦИИ»: ГНБ НА «ОТЛИЧНО»

*Среди молодых, бурно развивающихся компаний, последние годы появившихся на рынке услуг по ГНБ в Уральском федеральном округе, ООО «Подземные коммуникации» занимает особое положение. Слаженность в работе, применение самых современных технологий, умение решать возникающие проблемы в максимально короткие сроки — все это позволило не только заявить о себе, но и успешно выполнять требования даже самых взыскательных заказчиков.*



### ПОДЗЕМНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

г. Челябинск,  
ул. Гагарина, д. 9, оф. 412  
Тел.: (351) 210-20-27  
E-mail: 89085733997.1@mail.ru  
www.gnb-land.ru

Успеху способствуют основные принципы ООО «Подземные коммуникации», прежде всего:

- качественное выполнение взятых на себя обязательств;
- ответственность за результаты производства работ;
- эффективное использование средств, ресурсов и времени;
- эффективное управление персоналом;
- привлечение для сотрудничества высокоэффективных компаний, уже зарекомендовавших себя на строительном рынке.

Компания предлагает широкий спектр услуг, но основное поле деятельности — прокладка инженерных сетей (водопровод, канализация и т. д.). Помимо этого, выполняются футляры под различные коммуникации. Один из несомненных плюсов — осуществление полного комплекса работ под ключ. Производством занимаются квалифицированные специалисты, имеющие богатый опыт работы.

ООО «Подземные коммуникации» является членом Международной ассоциации специалистов горизонтального направленного бурения, имеет все необходимые допуски, удостоверения и разрешение СРО. Для своих объектов компания тщательно отбирает поставщиков сырья, материалов и комплектующих, тесно сотрудничая со строительными организациями, монтажными компаниями, ведущими производителями.

ООО «Подземные коммуникации» работает:

- быстро — от 7 дней при готовом проекте и открытом ордере на земляные работы;

- профессионально — специалисты с опытом не менее 5 лет имеют допуски СРО на все виды работ, знают все о строительстве инженерных коммуникаций;

- без проблем — собственный парк всей необходимой техники, включая эксклюзивное оборудование, не имеющее аналогов в Уральском регионе, позволяет прокладывать инженерные коммуникации в стесненных условиях и справляться с задачами любой сложности (установки Goodeng GD320C-L, XCMG XZ320B, Ditch Witch 1720M1, ГНБ DFM 1504 и т. д.);

- недорого — цена за 1 пог. м для грунтов I-II категории — от 1500 рублей (стоимость зависит от объема и диаметра бурения).

В 2016 году проложено около 11 км подземных коммуникаций, из них 980 м методом разрушения. При необходимости работы производятся круглосуточно. В среднем за месяц в городских условиях специалисты компании способны проложить около 1,5 км коммуникаций. При этом стоит учитывать, что сложность выполнения работ в черте города выше примерно на 40%.

Крупным заказчиком компании является ОАО «Сургутнефтегаз», с которым ООО «Подземные коммуникации» сотрудничает с 2015 года. В числе клиентов такие крупные предприятия, как УЖХХ Администрации города Челябинска, МКУ «УКС и ЖКХ Нефтеюганского района», ПАО «ЧМК», МУП «ПОВВ». Кроме того, ООО «Подземные коммуникации» является дилером по продаже бентонита Horizont UN. ■

## Технические характеристики

- 7 частот: 2; 8; 12; 18; 24; 30; 41 кГц;
- замер помех для выбора оптимальной частоты;
- 3 режима мощности зонда;
- только 1 беспроводной зонд;
- рабочая глубина при максимальной мощности до 35 м;
- переключение на ЛЮБУЮ из 7 частот во время бурения;
- бурение на цель

Российская система  
локации для ГНБ

# SNS 300t

## 7 частот



HDD LOCATING SYSTEMS  
**Sense**

432028, г. Ульяновск,  
ул. Октябрьская, д. 22, стр. 14  
Тел.: (8422) 45-72-00, 45-80-79  
+7-917-629-8888, +7-9510-980-888  
E-mail: info@sense-inc.ru  
www.sense-inc.ru

# С НАМИ СТРОИТЬ ЛЕГКО!



**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО  
подземных частей технически сложных  
и уникальных объектов:**

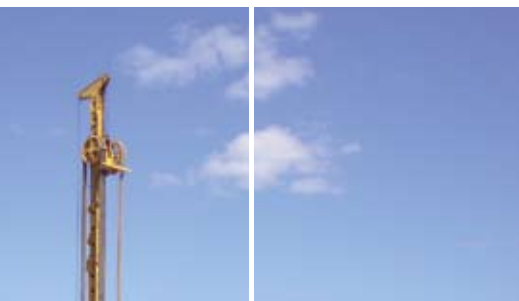
подземные автостоянки;  
транспортные развязки;  
гидротехнические сооружения

**ОГРАЖДЕНИЕ КОТЛОВАНОВ**

**ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ**

**УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ**

**ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ  
на памятниках истории и архитектуры**



г. Пермь, ул. Кронштадтская, 35 тел./факс: (342) 236 90-70

ИЖЕВСК : : : : : (3412) 56-62-11 МОСКВА : : : : : (495) 643-78-54

КРАСНОДАР : : : : : (861) 240-90-82 САНКТ-ПЕТЕРБУРГ : (812) 923-48-15

КРАСНОЯРСК : : : : : (391) 208-17-15 ТЮМЕНЬ : : : : : (3452) 74-49-75

КАЗАНЬ : : : : : (843) 296-66-61 УФА : : : : : (917) 378-07-48

РОСТОВ-НА-ДОНУ : (863) 311-36-36 ЧЕЛЯБИНСК : : : : : (351) 223-24-53



**ОАО «НЬЮ ГРАУНД»**

[www.new-ground.ru](http://www.new-ground.ru)

[info@new-ground.ru](mailto:info@new-ground.ru)

