

Учредители журнала

Тоннельная ассоциация России
Московский метрополитен
Московский метрострой
Мосинжстрой
Трансинжстрой

Редакционный совет

Председатель совета

Г. Я. Штерн

Заместитель председателя

В. М. Абрамсон

Члены совета:

В. П. Абрамчук, В. Н. Александров,
В. А. Гарюгин, В. В. Гридасов,
С. Г. Елгаев, А. М. Земельман,
Б. А. Картозия, М. М. Рахимов,
Г. И. Рязанцев

Редакционная коллегия:

С. А. Алпатов, А. А. Гончаров,
А. В. Ершов, М. Г. Зерцалов,
Н. И. Кулагин, Е. Н. Курбацкий,
Г. Н. Матюхин, В. Е. Меркин,
А. Ю. Педчик, Г. Н. Полянкин,
П. В. Пуголовок, А. Ю. Старков,
Б. И. Федунец, Ш. К. Эфендиев

Тоннельная ассоциация России

тел.: (495) 608-8032, 608-8172
факс: (495) 607-3276
www.tar-rus.ru
e-mail: rus-tunnel@mail.ru

Издатель

ООО «Метро и тоннели»

тел./факс: +7 (495) 981-80-71
127521, Москва,
ул. Октябрьская, д. 80, стр. 3,
оф. 4206
e-mail: metrotunnels@gmail.com

Генеральный директор

О. С. Власов

Компьютерный дизайн и вёрстка

С. А. Славин

Фотограф

С. А. Славин

Журнал зарегистрирован

Минпечати РФ ПИ № 77-5707

Перепечатка текста и фотоматериалов
журнала только с письменного
разрешения издательства
© ООО «Метро и тоннели», 2013

№ 4 2013

Панорама

2

Новые станции

«Пятницкое шоссе» – 188-я станция Московского метро

4

А. В. Некрасов, М. Ю. Рудницкий

«Новоосино» – 186-я станция Московского метро

8

Л. Л. Борзенков, В. Ю. Евстафьев

Три новые станции Минского метрополитена

12

А. А. Жаров

Горные тоннели

Тоннель, который никогда не сдаётся

16

Вопросы проектирования

Петербургская подземка в 3D-перспективе. Опыт внедрения трехмерного проектирования метрополитена

18

Как оптимизировать процесс проектирования новых линий метрополитенов

23

В. А. Гарбер

Специальные способы работ

Влияние режимов струйной цементации на диаметр грунтоцементных колонн

30

А. Г. Малинин

О геотехнологиях для подземного строительства

32

В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин

СОДЕРЖАНИЕ



ФОТО НА ОБЛОЖКЕ

Реконструкция
Рокского тоннеля
(см. с. 16)

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР В ИСПАНИИ

С 13 по 20 сентября 2013 г. Тоннельная ассоциация России совместно с Испанской ассоциацией тоннелей и подземных работ (AETOS) провели научно-практический семинар «Опыт строительства метрополитенов и подземных сооружений. Тенденции. Перспективы».

Целью семинара было ознакомление российских специалистов с испанским опытом строительства метрополитенов и подземных сооружений, а также предоставление информации испанским коллегам о достижениях российских компаний в области метро- и тоннелестроения.

Испания в настоящее время располагает мощной и хорошо отлаженной транспортной сетью. Как известно, правительство Москвы разработало комплексную программу развития транспортного узла, включающую в себя мероприятия по строительству и развитию метрополитена. Одним из направлений этой работы является изучение мирового опыта метростроения. Наиболее близкой к программе развития метрополитена в Москве является метро в Испании.

Делегация Тоннельной ассоциации России уже приезжала в Испанию в декабре 2011 г. по приглашению руководителей Тоннельной ассоциации Испании для ознакомления с проектированием, строительством и эксплуатацией метро и участвовала в семинаре: «Метрополитены и тоннели Испании: проектирование, строительство, эксплуатация», который проходил в Мадриде и Барселоне. Перед специалистами выступили ведущие тоннелестроительные компании Испании, такие как SENER, TYPESA, ADIF, TINGSA, DRAGADOS, FCC, OHL SA, SACYR SA, ACCIONA и др.

Поездка российской делегации в 2011 г. оказалась очень плодотворной и полезной. Руководство Тоннельной ассоциации России выразило благодарность за теплый прием нашей делегации.

В развитие установившихся деловых контактов с испанскими фирмами, в сентябрьском семинаре 2013 г. приняли участие специалисты ОАО «ТрансИнжстрой», ЗАО «УС «ЮГСК», ФГУП «УС-30», ОАО «Казметрострой» и др. (всего 21 человек).

Российскую делегацию приветствовал вице-президент Испанской тоннельной ассоциации Miguel Fernandez-Bollo, который выразил глубочайшую заинтересованность в развитии сотрудничества с нашими специалистами.

Он сообщил, что за последние 12 лет в Испании построено более 200 км линий метрополитена. Сооружение станций с применением передовых технологий позволит сократить на 25 % затраты на перенос коммуникаций и вести работы по частям, что сокращает объем занимаемой при строительстве территории. Также производится изучение и анализ предложений по строительству двухпутных перегонных тоннелей метрополитена, одноводчатых станций глубокого заложения, по совершенствованию безосадочной проходки перегонных тоннелей и др. Некоторые испанские технологии уже внедряются при строительстве метрополитена в Москве. Докладчик кратко ознакомил участников со структурой AETOS, которая во многом отличается от структуры Тоннельной ассоциации России, хотя обе ассоциации ставят своей задачей скорейшее внедрение научно-технического прогресса, повышение эффективности и качества строительства и эксплуатации тоннельных сооружений. Большой интерес вызвало сообщение докладчика о работе AETOS по подготовке специалистов в области подземного строительства. Для этого организованы курсы, где обучение проводится по программе степени магистра продолжительностью 600 часов. Каждое из высказанных положений доклада было подкреплено примерами из практики проектирования и строительства особо значимых подземных транспортных объектов.

Также на семинаре были представлены следующие доклады и презентации испанских фирм:

- доклад президента компании «TALLERES ZITRON, S.A.» Pedro Quiros Pinel;
- доклад фирмы «VECTA», директор Eva Bufi del Pozo;
- доклад фирмы «FERJOVI», Arne Perez;
- доклад фирмы «VITRISPAN», коммерческий директор Ignacio Polite Gimenez (о производстве и внедрении металлокерамической обделки тоннелей);
- доклад компании «IDOM INTERNACIONAL», Pablo de la



Puente (о строительстве метрополитена в Барселоне);

- доклад по метро в Барселоне, Ramon Ramnirez. Было отмечено, что в настоящее время сеть метрополитена Барселоны состоит из восьми линий протяженностью 99,3 км и 136 станций. Сейчас ведется строительство новых линий метро и, что особенно поразило участников семинара, на некоторых участках эксплуатируются поезда в автоматическом режиме движения без машиниста;

- презентация фирмы «TUNELCONSULT», директор Nicola Della Valle;

- доклад компании «MS-CONSULTORS», Manu Martin;

- презентация компании «IBERTEL», Quim Guilaniu;

- доклад компании «AMBERG», президент Javier Lopez;

- доклад партнера Mario Pelaez.

От российской делегации выступили генеральный директор ОАО «Казметрострой» М. М. Рахимов с докладом «Перспективы развития Московского метро» и главный инженер Южной горностроительной компании В. В. Ба-

лыклин с докладом «Опыт строительства тоннелей в г. Сочи».

Оба доклада вызвали большой интерес, было задано много вопросов. На семинаре присутствовали члены российской делегации, а также многочисленные испанские специалисты, представляющие ведущие метростроительные фирмы.

По итогам семинара, а также в результате обмена мнениями между специалистами двух стран можно сделать вывод, что успех и новаторство, которые демонстрирует Испания в области проектирования, строительства и эксплуатации тоннелей различного назначения, показывают насколько важно постоянное повышение квалификации инженерно-технического персонала и обмен опытом между специалистами всех областей, занятых в данном процессе.

Участники делегации Тоннельной ассоциации России выражают благодарность руководству AETOS и всем испанским коллегам за теплый прием и успешное проведение семинара.



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ТЕРМИНАЛ»

Мы ничего не продаём!

По вашему заданию ООО «Терминал»:

- Произведёт поиск любого оборудования или запасных частей, применяемых в подземном строительстве, как нового, так и бывшего ранее в работе
- Проведёт проверку компаний-изготовителей оборудования на финансовую состоятельность
- Подготовит технико-экономическое сравнение аналогичного оборудования как минимум от трёх различных изготовителей по соотношению показателей «Цена – Качество – Срок поставки – Гарантии»
- Представит сводные аналитические материалы для принятия вами решения по выбору поставщика
- Проведёт в своём офисе технико-коммерческие переговоры с потенциальными поставщиками оборудования. Обеспечит размещение ваших представителей на переговорах в гостиницах Москвы, предоставит транспорт при необходимости
- Организует выезд ваших сотрудников на предприятия потенциальных изготовителей оборудования с посещением объектов строительства, машиностроительных предприятий и пр.
- Обеспечит получение виз, заказ авиабилетов, размещение в гостиницах и сопровождение квалифицированными переводчиками
- Подготовит внешнеэкономический контракт для подписания его вами и фирмой-поставщиком
- Обеспечит юридическое сопровождение этого контракта
- Организует для вас закупку запасных частей
- При необходимости организует предъявление претензий поставщикам оборудования и защитит ваши интересы в Международном Арбитражном суде.

С уважением,

В. З. Коган

Генеральный директор

ООО «ТЕРМИНАЛ»



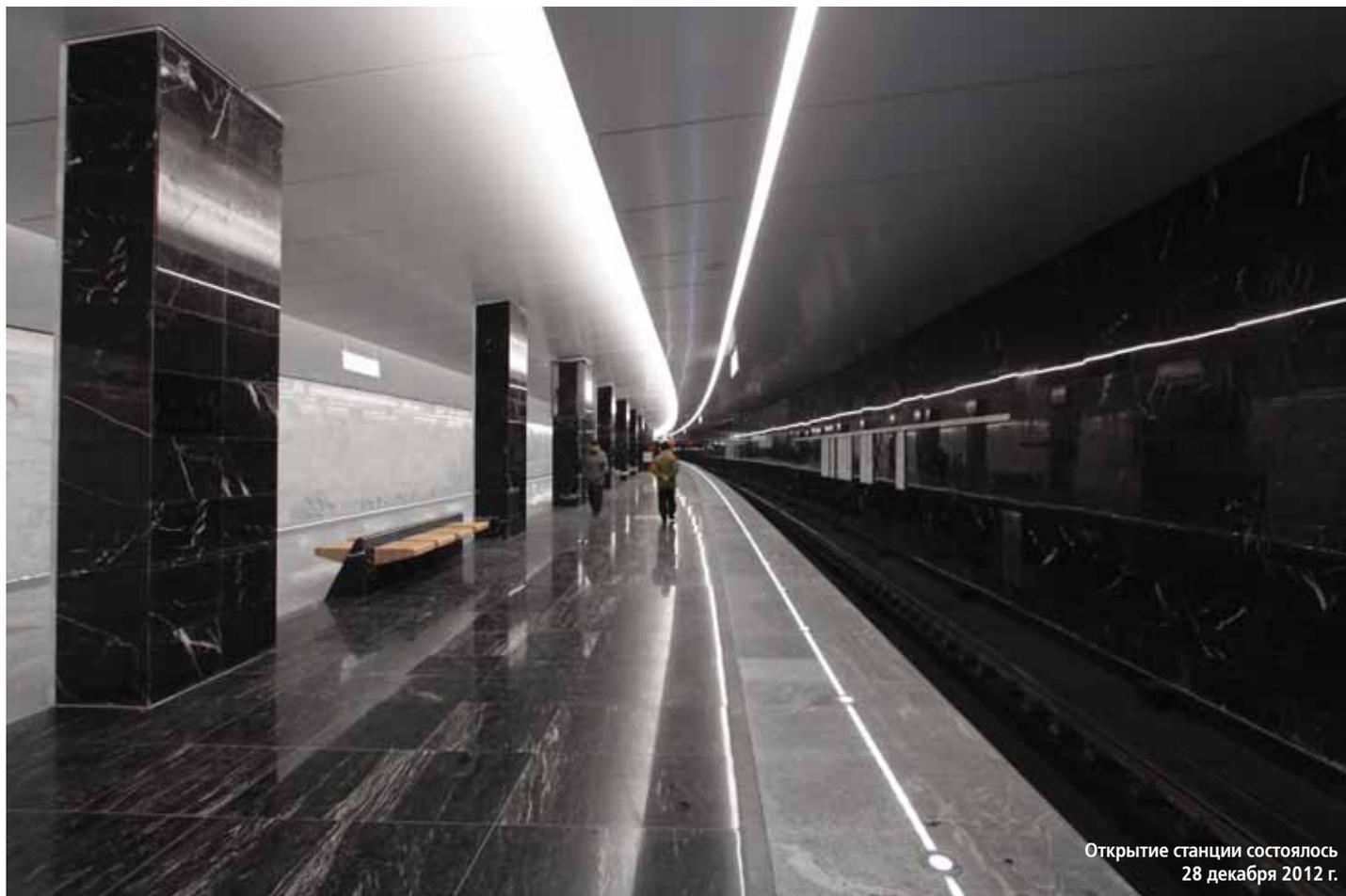
реклама



«ПЯТНИЦКОЕ ШОССЕ» – 188-я СТАНЦИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРО

А. В. Некрасов, руководитель мастерской ОАО «Метрогипротранс»

М. Ю. Рудницкий, начальник технического отдела ОАО «Метрогипротранс»



Открытие станции состоялось
28 декабря 2012 г.

Размещение станции в городе

Станция «Пятницкое шоссе» запроектирована в технической зоне метрополитена на участке перегонных тоннелей от станции «Митино» до территории строящегося электродепо в озелененной территории между основной проезжей частью и боковым проездом Митинской улицы к Пятницкому шоссе с размещением двух вестибюлей:

- № 1 (подземного) – вдоль Митинской улицы в районе строения № 57, совмещенного с проектируемым подземным пешеходным переходом под Митинской улицей, и выходами на обе ее стороны к жилой и общественной застройке микрорайонов 3, 4 и 5 района Митино, остановочным пунктам наземного городского пассажирского транспорта;

- № 2 (наземного) – в районе примыкания к Пятницкому шоссе Муравской улицы (проезд № 609) на территории природного комплекса, имеющей статус озелененной территории специального назначения, с выходами к жилой и общественной застройке Митино и с. Рождествено, расположенными вдоль Муравской улицы и Пятницкого шоссе,

остановочным пунктам наземного городского и пригородного пассажирского транспорта, а также к проектируемому перехватывающему паркингу.

Производственная мощность (пропускная способность)

Пассажирские потоки для участка Митинско-Строгинской линии от станции «Митино» до станции «Пятницкое шоссе» рассчитаны в утренний час пик на два периода: первый период и расчетный срок.

Загрузка станции по посадке, высадке в утренний час пик на первый период составит 9,3 тыс. человек, в том числе:

- посадка – 6,2 тыс. человек, в т. ч. вестибюль № 1 – 3,5 тыс. человек (55 %), вестибюль № 2 – 2,7 тыс. человек (45 %);

- высадка – 3,1 тыс. человек, в т. ч. вестибюль № 1 – 1,7 тыс. человек (55 %), вестибюль № 2 – 1,4 тыс. человек (45 %).

Суточная посадка на станцию составит 30 тыс. человек или 10 млн человек в год.

Максимальная пассажирская нагрузка на данном участке ожидается в направлении центра и составит 6,2 тыс. человек в утренний час пик.

Загрузка станции «Пятницкое шоссе» по посадке, высадке в утренний час пик на расчетный срок составит 12,4 тыс. человек, в том числе:

- посадка – 8,5 тыс. человек, в т. ч. вестибюль № 1 – 3,9 тыс. человек (45 %), вестибюль № 2 – 4,6 тыс. человек (55 %);

- высадка – 3,9 тыс. человек, в т. ч. вестибюль № 1 – 1,7 тыс. человек (45 %), вестибюль № 2 – 2,2 тыс. человек (55 %).

Суточная посадка на станцию составит 40 тыс. человек или 14,6 млн человек в год.

Социальная значимость объекта

Сооружение станции «Пятницкое шоссе» позволит:

- повысить уровень транспортного обслуживания населения северо-западной части района Митино, в том числе села Рождествено с учетом его развития, увеличения зоны пешеходной доступности к метрополитену;

- улучшить экологическую ситуацию в районе за счет снижения количества и интенсивности движения по улично-дорожной сети наземного транспорта – маршрутов автобуса и легковых автомобилей, в том числе

транзитного движения из пригородной зоны, Зеленограда и Митинского кладбища через район Митино по Пятницкому и Волоколамскому шоссе к станции метрополитена «Тушинская» (с учетом размещения у станции «Пятницкое шоссе» перехватывающего паркинга);

- снизить загрузку транспортно-пересадочного узла Тушинская, и улучшить транспортное обслуживание населения, проживающего в районе Южное Тушино.

Качество архитектурных и объёмно-планировочных решений

Станционный комплекс включает в себя:

- платформенную часть длиной 170,65 м с посадочной платформой;
- промежуточный коридор длиной 64,90 м;
- двухэтажный наземный вестибюль № 2 с наземной частью длиной 30,60 м в форме эллипса с трёхуровневой подземной частью;
- подземный двухуровневый вестибюль №1 длиной 62,35 м;
- четыре лестничных выхода из вестибюля № 1 на поверхность с павильонами;
- три лифтовых павильона у вестибюля №1;
- вентиляционные киоски тоннельной и местной вентиляции.

Станция «Пятницкое шоссе» мелкого заложения. Её конструктивная схема – прямоугольное монолитное сечение с центральной колонной по оси, шаг колонн 7 м, высота 4,8 м, ширина платформы 10 м, длина посадочной платформы 171,99 м. Особенность конструктивной схемы состоит в том, что в плане станция изогнута по радиусной дуге. Эта особенность использована при создании архитектурного облика станции.

При прямоугольном объеме, пластика создается подшивным потолком с двумя линиями закарнизного освещения, которые тянутся параллельно продольной оси станции и, в связи с изгибом станции, выглядят протяженными дугами. Выразительный рисунок сочетается с изгибом платформенных стен. Колористическое решение платформенного участка станции – это контраст светлой и темной облицовки. Платформенные стены, расположенные по внутренней дуге, облицованы мрамором белого цвета; стены, идущие по внешней дуге, облицованы мрамором черного цвета. Контраст сохраняется и в облицовке полов, с границей между белым и черным гранитом, проходящей по продольной оси станции. Этот же принцип распространяется и на облицовку колонн – стороны, обращенные к белой платформенной стене, облицованы белым мрамором, остальные плоскости колонн – черным мрамором. Между колоннами с определенным шагом располагаются скамьи, формообразование и колористическое решение которых резонируют с обликом всего объема.

В торцах станции организованы два выхода – один по лестнице в подземный вести-

бюль № 1, и другой по эскалатору в наземный вестибюль.

По обеим сторонам вдоль платформы на расстоянии 600 мм от края установлены светящиеся светодиодные полосы для обозначения опасной зоны краев платформы.

Рядом со светодиодной полосой на расстоянии 600 мм (1200 мм от края) вдоль платформы расположены выступающие на 5 мм от поверхности платформы ограничительные линии шириной 100 мм, выполненные, как и весь пол платформы, из полированного гранита.

Линии предназначены для обозначения опасных зон краев платформы, как для обычных пассажиров, так и для пассажиров с ограниченными возможностями.

Все служебные мостики оснащены ограждением высотой от уровня пола до низа перекрытия тоннелей. Все лестничные сходы на пути оснащены стальными решетчатыми калитками с электронными замками.

Вестибюль № 1 – подземный, запроектирован в двух уровнях.

Конструкция выполнена из монолитного железобетона.

Первый уровень – уровень кассового зала, пешеходного перехода под Митинской улицей. Высота кассового зала от чистого пола до подвесного потолка – 2900 мм. Подвесной потолок выполнен из трехслойных алюминиевых панелей в сочетании с элементами ячеистого потолка фирмы ALANCO. В подвесной потолок встроены светильники с высокоэффективными люминесцентными лампами, устройства ГТО, телекамеры. Общий рисунок подвесного потолка подчинен основной архитектурной идее крупных световых форм.

В вестибюле расположены помещения кассового блока и полиции.

По обеим сторонам помещения полиции находятся тамбуры входа и выходы с тепловыми завесами, которые служат для

обеспечения комфортных условий в вестибюлях в холодное время. Пассажиры потоки на вход и выход разведены. Тамбуры оборудованы «качающимися» дверями типа «метро» (по четыре двери в каждой линии). Три двери имеют размер в осях 900 мм и одна 1000 мм для прохода пассажиров с багажом и инвалидов на инвалидной коляске. Для обеспечения режима работы метрополитена в конструкциях дверей установлены замки, а для прохода персонала в ночное время на внешнюю сторону линии дверей выведена кнопка звонка. Устройства автоматического контроля прохода (АКП) расположены за тамбурами слева и справа от кассового блока. Каждая линия устройств имеет один широкий проход для пассажиров с багажом и инвалидов на инвалидной коляске шириной 1000 мм. На дверных полотнах и над проходами для пассажиров с багажом и инвалидов на инвалидной коляске установлены пиктограммы.

У АКП, работающих на вход, расположена кабина дежурного.

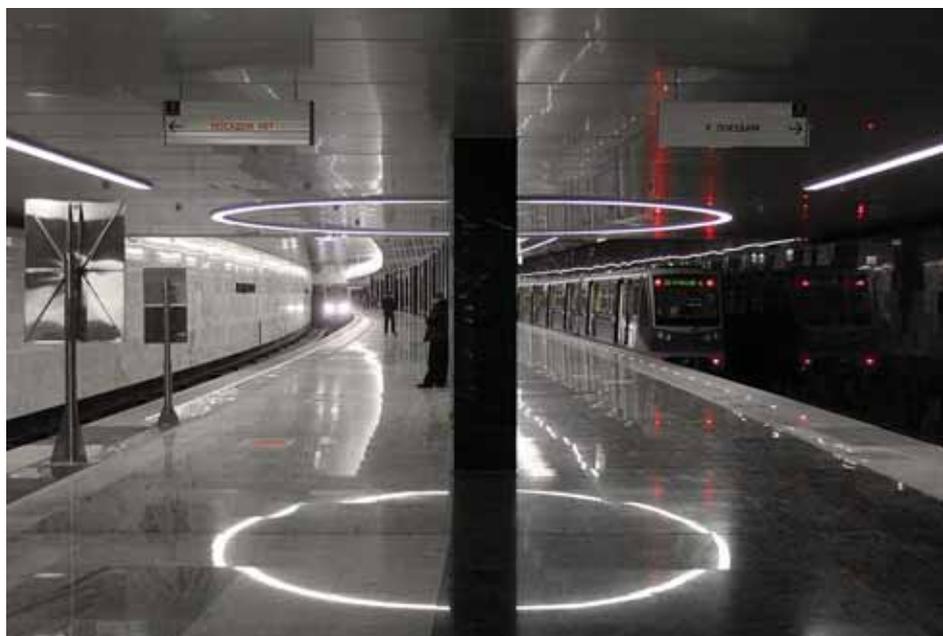
Количество рабочих мест кассиров, дверей на вход и выход, устройств АКП обеспечивает необходимую пропускную способность пассажиров метро.

Планировочное решение уровня технологических помещений выполнено в соответствии с основной конструктивной схемой станционного комплекса с островной пассажирской платформой, и учитывает необходимый набор помещений для обслуживания пассажиров и функционирования станции метрополитена.

Лестничные выходы на поверхность, пешеходный переход, кассовый зал вестибюля, натяжная камера эскалаторов оснащены камерами теленаблюдения и устройствами ГТО (громкоговорящей связью).

Над всеми выходами запроектированы павильоны из светопрозрачных конструк-

Станционный зал





Наземный вестибюль

ций с линией из шести дверей типа «метро». Пять дверей имеют размер в осях 900 мм и одна 1000 мм для прохода пассажиров с багажом. Лестничные марши выполнены с обогревом входных площадок, первых маршей и первых промежуточных площадок. Лестничные сходы оборудованы пандусами для колясок.

По обеим сторонам Митинской улицы вблизи лестничных сходов расположены лифтовые павильоны, оснащенные лифтами для инвалидов и маломобильных пассажиров. Лифты № 2, 3 и 4 связывают поверхность земли с уровнем кассового зала. На уровне земли установлен павильон с тамбуром, оснащенный системой отопления для создания условий работы оборудования в холодное время. В уровне кассового зала вблизи лестницы, ведущей на платформу, расположен лифт № 1, связывающий уровень кассового зала с платформой. При выборе и установке лифта предусматривается выполнение требований пунктов 7 и 8 «Технического регламента о безопасности лифтов», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 2 октября 2009 г. № 782, ГОСТ Р 53780-2010 «Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке».

Вестибюль № 2 – наземный, с обратным заходом. Вестибюль расположен на сложном рельефе с перепадом высот до 3,4 м. Вокруг вестибюля организован объезд для пожарных машин.

Перед входом в вестибюль запроектирована входная площадка со ступенями на более низкие уровни рельефа для создания пешеходных связей с проектируемыми транспортными остановками. Входная площадка на расстоянии в плане 6 м от дверей выполнена с подогревом для исключения образования наледи. План вестибюля представляет собой эл-

липс, продольная ось которого перпендикулярна продольной оси станции. Эскалаторы, поднимающиеся со станции, врезаются в центральную двухсветную часть эллипса, в которой расположен кассовый зал. Зал ограничен с двух сторон стенами служебных помещений, размещенных в двухэтажных частях вестибюля слева и справа от кассового зала. С двух других сторон расположены витражи, которые работают на просвет и открывают интерьер вестибюля внешнему восприятию, одновременно связывая внутреннее пространство с окружающим ландшафтом. Для освещения кассового зала применены тонкие линии люминесцентных светильников, расположенных параллельно длинной оси эллипса, на фоне решетчатых подвесных потолков.

Архитектурное решение фасадов – это контрастное сопоставление материалов облицовки из плит объемной керамики белого цвета и стеклянных поверхностей витражей в сочетании с окрашенной в черный цвет металлической облицовкой. Деление эллиптической поверхности стен по горизонтали на два уровня и создание сбитого по уровням дискретного ритма прямоугольных участков светлой и темной облицовки придает зданию современный динамический характер.

Акцентом являются витражи центральных зон – входной и симметричной ей зоны на заднем фасаде.

Конструкция вестибюля запроектирована в монолитном железобетоне.

Эскалаторный наклонный ход с тремя лентами эскалаторов расположен по продольной оси вестибюля.

Помещения кассового блока и поста полиции размещены справа и слева от эскалаторов в наземной двухэтажной части вестибюля. Витражные конструкции кассовых окон и поста полиции выполнены из стали с за-

полнением светопрозрачными триплексом толщиной 17 мм.

Пассажиры потоки на вход и выход разведены. Тамбуры оснащены дверями типа «метро» (по четыре двери в каждой линии). Для обеспечения режима работы метрополитена в конструкциях дверей установлены замки, а для прохода персонала в ночное время на внешнюю сторону линии дверей тамбуров выведена кнопка звонка. Три двери имеют размер в осях 900 мм и одна 1000 мм для прохода пассажиров с багажом.

Устройства АКП расположены за тамбурами перпендикулярно продольной оси вестибюля, слева и справа от эскалаторов. Каждая линия устройств АКП имеет широкий проход для пассажиров с багажом шириной 1000 мм. На дверных полотнах и над проходами через АКП для пассажиров с багажом установлены пиктограммы. У АКП, работающих на вход, расположена кабина дежурного. Количество устройств АКП обеспечивает необходимую пропускную способность пассажиров метро.

В этой же двухэтажной части вестибюля размещены необходимые технологические помещения и два эвакуационных лестничных выхода из подземного уровня и уровня второго этажа. В подземном уровне расположены служебные и технологические помещения.

Планировочное решение уровня технологических помещений выполнено в соответствии с основной конструктивной схемой вестибюля и учитывает необходимый набор помещений для обслуживания пассажиров и функционирования станции метрополитена.

Уровень комфорта при эксплуатации

Проектом обеспечен высокий уровень комфорта для пассажиров, в том числе для маломобильных групп населения:

- на станции в вестибюле № 1 предусмотрены лифты, размеры которых соответствуют требованиям ГОСТа 51631-2008;
- в переходах, при перепаде уровней, на лестницах стилобата наземного вестибюля № 2 смонтированы пандусы с нескользящим покрытием;
- в вестибюлях и на станции запроектирована система визуальной и тактильной информации для слабовидящих пассажиров (световые и контрастные полосы, фактурные покрытия);
- планировочные решения служебных помещений и кассовых залов вестибюлей соответствуют последним требованиям технологии метрополитена;
- разделены пассажиропотоки на вход и выход;
- предусмотрена установка устройств ГТО и телекамер;
- вестибюли оборудованы кассовыми залами и АКП;
- в вестибюлях № 1 и 2 размещены посты полиции;
- в вестибюле № 1 находится медпункт.

Экологичность объекта

Технология проектируемого объекта на период эксплуатации не обуславливает наличия источников эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Таким образом, в период эксплуатации рассматриваемого участка метрополитена в районе размещения венткиосков и вестибюлей станций не будет происходить изменения качества атмосферного воздуха.

Выполненные расчеты показали, что в период строительства влияние рассматриваемого объекта на состояние загрязнения атмосферного воздуха окажется в пределах установленных санитарно-гигиенических и экологических нормативов с учетом рекомендованных мероприятий.

Таким образом, реализация проектных решений не приведет к ухудшению состояния атмосферного воздуха в рассматриваемом районе.

Уровень применения технологий и материалов

В проекте применены долговечные и высококачественные материалы, отвечающие действующим нормам и правилам, а также функциональному назначению помещений. Колористическое решение архитектуры комплекса выполнено в черно-белой графике. В отделке использован натуральный камень – гранит и мрамор белых, черных и серых тонов.

Пол платформы – полированный гранит толщиной 20 и 30 мм, термообработанный гранит толщиной 60 мм по краям платформы.

Потолок платформенной части (подвесной) – композитные трехслойные алюминиевые панели. Крепления подвесных декоративных потолков выполняются по стальному каркасу, окрашенному огнестойкой краской.

Путевые стены – полированный мрамор толщиной 30 мм, монтируемый насухо на подконструкцию из алюминиевого профиля.

Пол – полированный гранит толщиной 20 мм, и 30 мм – в зоне перед эскалаторами.

Стены – полированный мрамор и гранит толщиной 20 мм.

Колонны – полированный мрамор («скорлупа» переменной толщины).

Потолок (подвесной) – ячеистый алюминиевый фирмы ALANCO. Крепления подвесных декоративных потолков выполняются по стальному каркасу, окрашенному огнестойкой краской.

Двери типа «метро» – нержавеющая сталь, закаленное стекло; противопожарные двери категории EI30 в служебных и технологических помещениях из нержавеющей стали в зонах, видимых пассажирам.

Витражные конструкции кассовых окон выполнены из нержавеющей стали с заполнением светопрозрачными стеклопакетами с триплексом толщиной 17 мм. Витражные конструкции тамбуров запроектированы из нержавеющей стали с заполнением светопрозрачным триплексом толщиной 9 мм, а

Технико-экономические показатели станции

Платформенная часть

- Длина платформы – 170,65 м
- Ширина платформы – 10 м
- Высота станции от уровня платформы до нижней части подвесного потолка – 3,75 м
- Площадь платформы – 17065 м² (пассажирская часть)
- Длина промежуточного коридора – 64,99 м
- Ширина промежуточного коридора – 7,10-7,99 м
- Площадь промежуточного коридора – 430 м²

Вестибюль № 1

- Площадь первого подземного уровня – 1764 м²
- в т. ч. площадь кассового зала – 726 м²
- Площадь второго подземного уровня – 596 м²
- Площадь служебных помещений (всего) – 1266 м²
- Общая площадь – 2360 м²
- Строительный объем – 16520 м³
- Высота подъема лестницы с ур. платформы на ур. вестибюля – 3,48 м
- Площадь подземных переходов – 1056 м²

Вестибюль № 2

- Площадь первого наземного уровня – 835 м²
- в т. ч. площадь кассового зала – 470 м²
- Площадь второго наземного уровня – 364 м²
- Общая площадь – 2637 м²
- Площадь первого подземного уровня – 1180 м²
- Площадь второго подземного уровня – 258 м²
- Площадь кровли – 1065 м²
- Строительный объем наземной части – 8625 м³
- Строительный объем подземной части – 5930 м³
- Высота подъема эскалаторов с ур. платформы на ур. вестибюля – 9 м

витражные конструкции наземной части 2-го вестибюля выполнены из стали, окрашенной в черный цвет.

- Детали и малые архитектурные формы:
- ограждения и поручни – нержавеющая сталь в сочетании с деталями из твердых пород дерева;
 - предэскалаторные и разделительные барьеры – нержавеющая сталь;
 - решетки труб отопления – нержавеющая сталь;
 - вентиляционные решетки – нержавеющая сталь;
 - решетки громкоговорителей – нержавеющая сталь;
 - люки и трапы в полу, видимые пассажиру – нержавеющая сталь;
 - конструкции створок поливочных кранов, электрических розеток для уборочной техники в зоне, видимой пассажиру – нержавеющая сталь;
 - надписи наименования станции – нержавеющая сталь;
 - конструкция скамей – стальной каркас, детали из нержавеющей стали, закаленного стекла, сиденья – дерево твердых пород;
 - надписи наименования станции – полированный мрамор.

Доступность для маломобильных групп населения

Проектом предусмотрено обеспечить высокий уровень комфорта для пассажиров, в том числе для маломобильных групп населения в соответствии с требованиями СНиП 35-01-2001 и ГОСТов. На станции на одном из вестибюлей находятся лифты, размеры которых соответствуют требованиям ГОСТа 51631-2008; в переходах, при перепаде уровней, расположены пандусы с нескользящим покрытием. В вестибюлях и на станции запроектирована система визуальной и тактильной информации для слабовидящих пассажиров (световые и контрастные полосы, фактурные покрытия). Планировочные решения служебных помещений и кассовых залов вестибюлей соответствуют последним требованиям технологии метрополитена.

Разработчики проекта

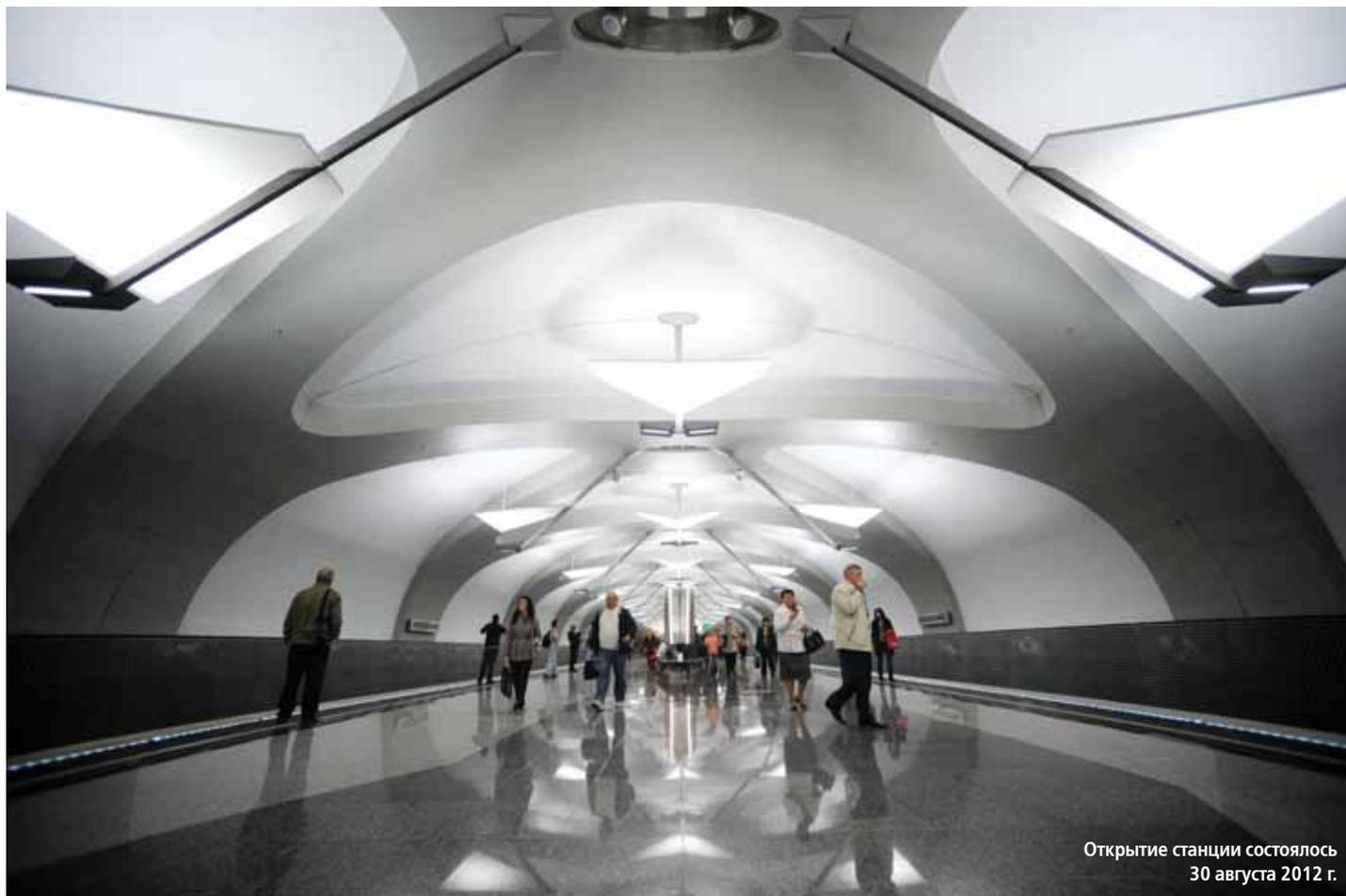
Проектная организация – ОАО «Метрогипротранс»; главный инженер проекта – Шмерлинг Владимир Александрович; главный архитектор проекта – Некрасов Александр Владимирович.



«НОВОКОСИНО» – 186-я СТАНЦИЯ МОСКОВСКОГО МЕТРО

Л. Л. Борзенков, руководитель мастерской ОАО «Метротранс»

В. Ю. Евстафьев, заместитель главного инженера проекта ОАО «Метротранс»



Открытие станции состоялось
30 августа 2012 г.

Размещение станции в городе

Станция «Новокосино» размещена в Восточном округе между Носовихинским шоссе и Суздальской улицей на пересечении с Горюевской улицей района Новокосино и Южной улицей города Реутов.

Станция мелкого заложения с междупутьем 14,90 м, длиной платформы 163 м, односводчатая, с двумя подземными вестибюлями, связанными с платформой станции лестницами высотой 3,48 м.

Подземные вестибюли соединены с городскими пешеходными переходами, с лестничными ходами по обе стороны Суздальской улицы и с северной стороны Носовихинского шоссе в г. Реутов. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями предусмотрены лифты в обоих вестибюлях, а также в пешеходных переходах у каждого выхода.

В соответствии с Распоряжением правительства Москвы № 2828-РП от 29 октября 2009 г. «О комплексных мероприятиях по улучшению транспортного обслуживания района Новокосино (Восточный административный округ г. Москвы), на базе станции метрополитена «Новокосино» предусматри-

вается формирование транспортно-пересадочного узла (ТПУ) с перехватывающим паркингом.

В связи с этим размещение выходов с проектируемой станции «Новокосино» выполнено в увязке с предложениями НИИПИ Генерального плана г. Москвы по размещению транспортно-пересадочного узла (ТПУ) и на основании письма ДСМ от 20.03.2009 г. № ДСМ-ТО/238.

Для повышения качества обслуживания пассажиров, обеспечения комфортных и безопасных пешеходных связей в запроектированных пешеходных переходах из вестибюлей метрополитена к Носовихинскому шоссе и Суздальской улице предусмотрена возможность перспективного примыкания дополнительных выходов на перроны посадки-высадки пассажиров ГУП «Мосгортранс» и ГУП МО «Мострансавто». Строительство ТПУ будет осуществляться по ТУ ГУП «Московский метро-



Станционная скамья с навигационным указателем

политен» после ввода ст. «Новокосино» в эксплуатацию.

Производственная мощность (пропускная способность)

На первый период загрузка станции «Новокосино» по посадке, высадке в утренний час пик составит 27,3 тыс. человек, в том числе посадка – 20,1 тыс. человек, высадка – 7,2 тыс. человек. Загрузка станции «Новокосино» по вестибюлям составит: вестибюль № 1 - посадка 8,1 тыс. человек, высадка – 3 тыс. человек, вестибюль № 2 – посадка 12 тыс. человек, высадка – 4,2 тыс. человек.

Суточная посадка на станции «Новокосино» составит 115 тыс. человек или 42 млн человек в год.

Максимальная пассажирская нагрузка на перегоне «Новокосино» – «Новогиреево» ожидается в направлении центра и составит 20,1 тыс. человек в утренний час пик, в обратном направлении – 7,2 тыс. человек.

Максимальная пассажирская нагрузка на подходе к Кольцевой линии составит около 55 тыс. человек.

При продлении Калининской линии загрузка станции «Новогиреево» снизится на 30 % и составит 20 тыс. человек, посадка – 17 тыс. человек, высадка – 3 тыс. человек.

На расчетный срок загрузка станции «Новокосино» по посадке, высадке в утренний час пик составит 26 тыс. человек, в том числе:

- посадка – 18,6 тыс. человек, в т. ч. 9 тыс. человек пешком и 9,6 тыс. человек из зоны подъезда наземного транспорта;
- высадка – 7,4 тыс. человек, в т. ч. 2,6 тыс. человек пешком и 4,8 тыс. человек из зоны подъезда наземного транспорта.

На расчетный срок суточная посадка на станции «Новокосино» составит 110 тыс. человек или 40,1 млн человек в год.

Максимальная пассажирская нагрузка на перегоне «Новокосино» – «Новогиреево» ожидается в направлении центра и составит 18,6 тыс. человек в утренний час пик, в обратном направлении – 7,4 тыс. человек.

Все элементы станции приняты в соответствии с нормами пропускной способности и обеспечивают пропуск расчетных пассажиропотоков.

Социальная значимость объекта

Сооружение станции «Новокосино» позволяет:

- улучшить транспортное обслуживание населения периферийного района Москвы Новокосино с численностью населения 100 тыс. человек;
- улучшить транспортное обслуживание населения района Косино-Ухтомский с проектной численностью населения 61,4 тыс. человек за счет сокращения дальности подвоза пассажиров наземным городским пассажирским транспортом к метрополитену;
- улучшить транспортное обслуживание населения районов города Реутов Московской области, в который со станции имеется два выхода;

• разгрузить конечную станцию метрополитена «Новогиреево» за счет сокращения подвоза к ней населения из района Новокосино;

• уменьшить нагрузки на городской наземный транспорт;

• осуществить строительство защитных сооружений для сохранения жизни и здоровья населения в случае эвакуации при возникновении чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и другого характера;

• обеспечить возможность использования метрополитена маломобильными группами населения.

Качество архитектурных и объёмно-планировочных решений

Станция «Новокосино» – односводчатая, мелкого заложения, связана с двумя подземными вестибюлями лестницами и лифтами для маломобильных граждан. По два пешеходных перехода у каждого вестибюля соединяют станцию с пятью наземными павильонами. Архитектура станции подчинена главному формообразующему элементу в организации объемно-пространственной композиции подземного сооружения – свету, выявляющему пластику архитектурных деталей свода, объединяющему композиции светильников в единое целое и придающему легкость и воздушность подземным конструкциям. Движение света продолжается и в вестибюлях, где световые линии, располагающиеся за подвесными потолками, просвечивая сквозь них, поддерживают основное направление движения пассажиров непрерывными линиями и, рассыпаясь в распределительном зале перед вестибюлем на светящиеся треугольники за подшивным открытым потолком, дальше выводят пассажира в пешеходные переходы с четким ритмом поперечных световых полос, прорезающих потолки пешеходных переходов.

Объемно-планировочное решение станционного комплекса продиктовано расположением объекта в городской застройке и типовой схемой размещения основных сооружений метрополитена в составе станции.

Все пути движения пассажиров выполнены с учетом потребностей представителей маломобильных групп населения.

Основой архитектурного облика станции является пластически решенный железобетонный оштукатуренный свод в виде кессонов, разделенных неглубокими диагональными ребрами-нервюрами, выделенными более темным тоном относительно кессонов, подвешенных тремя рядами подвесных светильников. Свод станции выполняет функцию отражающей поверхности светильника. В цоколе путевой стены размещаются трубы для прокладки кабелей. Цоколь облицован алюминиевыми шумоглушащими стеновыми панелями LOOP Durlum. На платформе станции устанавливаются скамьи для пассажиров, совмещенные с информационными блоками на светопрозрачных щитах, не загромождающих пространство станции. В четырех местах на платформе размещают-

ся шахты дымоудаления, совмещенные с пассажирскими скамьями. В случае пожара работа этих шахт создает условия для безопасной эвакуации пассажиров.

Система информации пассажиров состоит из информационных блоков, совмещенных с пассажирскими скамьями, информационных указателей на светопрозрачных щитах и маршрутных схем линии, расположенных на путевых стенах. Также на путевых стенах размещены надписи наименования станции. В пешеходных переходах и вестибюлях установлено необходимое для удобства пассажиров количество информационных указателей и схем. Указатели располагаются на стенах и потолке пешеходного перехода и вестибюля.

Подземные вестибюли запроектированы в трех уровнях. Первый подземный уровень – уровень кассового зала и пешеходного перехода. Здесь также находятся служебные и технические помещения. Высота от чистого пола до подвесного потолка – 3200 мм.

Подвесной потолок в пассажирской зоне выполнен из алюминиевых панелей Luxalon Hunter Douglas системы V100, отличительной особенностью которой является вертикальное расположение панелей глубиной 100 мм и с шагом 100 мм, благодаря которой светильники с высокоэффективными люминесцентными лампами размещаются за потолком, они обслуживаются через пространство между панелями, не снимая элементов потолка.

В третьем уровне расположен коммуникационный коллектор, связывающий подплатформенные помещения с вестибюлями.

В уровне кассового зала пространства пешеходных переходов отделены от вестибюля линиями «качающихся» дверей типа «метро» (по пять дверей в каждой).

По обеим сторонам кассового блока расположены отдельно тамбуры входа и выхода с тепловыми завесами. Тамбуры оборудованы «качающимися» дверями типа «метро» (по пять дверей в каждой линии). Все двери имеют ширину в осях 1000 мм.

Устройства автоматического контроля прохода (АКП) расположены за тамбурами слева и справа от кассового блока. Каждая линия устройств имеет один широкий проход для пассажиров с багажом шириной 1000 мм. Над проходами для пассажиров с багажом установлены пиктограммы. Между АКП, работающих на вход и выход, расположена кабина дежурного.

В вестибюле, у стены, в пространстве между турникетами и лестницей, устанавливается колонна экстренного вызова.

Количество рабочих мест кассиров, количество дверей на вход и выход, количество устройств АКП обеспечивает необходимую пропускную способность пассажиров метро. Платформенный участок станции с вестибюлями связывают пассажирские лестницы шириной 6,5 м. На стенах, ограничивающих лестницу, вдоль спуска установлены поручни с подсветкой в два ряда на высоте 900 и 650 мм от уровня ступеней, перед первой ступенью и



Наземный вестибюль

последней в каждом марше лестницы вмонтирована контрастная полоса для обозначения ступеней для слабовидящих пассажиров. В уровне кассового зала вблизи лестницы, ведущей на платформу, расположен лифт, оборудованный в соответствии с нормами для инвалидов и маломобильных пассажиров.

Для поддержания комфортных условий в помещениях подземных вестибюлей в холодное время года входы в павильоны и кассовые залы оборудованы дверями типа «метро» с тамбурами, оборудованными устройствами тепловой завесы. Служебные помещения выделены в отдельную группу с независимыми системами поддержания микроклимата.

Планировочное решение уровня технологических помещений выполнено в соответствии с основной конструктивной схемой станционного комплекса с островной пассажирской платформой, и учитывает необходимый набор помещений для обслуживания пассажиров и функционирования станции метрополитена. Имеется необходимое количество рассредоточенных эвакуационных лестниц, световых указателей эвакуационных путей, пожарных кранов водяного пожаротушения. Количество помещений санитарно-бытового блока и их оснащение сантехническими приборами и мебелью запроектировано в соответствии с расчетом нормативной численности состава подразделений сотрудников, обслуживающих сооружения метрополитена. В помещениях с постоянным пребыванием людей на стенах и потолках применены конструкции и материалы для снижения уровня шума (Rockwool Акустик Баттс), запроектирован подвесной потолок со встроенными в него светильниками.

Высота пешеходных переходов от чистого пола до перекрытия – 3000 мм. В конструкции стен пешеходных переходов заложены проемы, обеспечивающие связь метро с перспективным ТПУ, которые разбираются при строительстве ТПУ.

Архитектура наземных сооружений является неотъемлемой частью единой архитектурной композиции станционного комплекса.

Обтекаемые формы с наклонными поверхностями стеклянных павильонов над лестнич-

ными входами в метро с встроенными лифтами для инвалидов и маломобильных групп пассажиров, вентиляционные киоски и павильон дополнительного выхода, состоящие из композиций объемов наклонных параллелепипедов – это знаковые элементы архитектуры транспортного сооружения – метрополитена. Они вписаны в градостроительную ситуацию с учетом перспективного развития застройки и сетей наземного транспорта.

Над всеми выходами запроектированы павильоны из светопрозрачных конструкций обтекаемой формы, установленных на стальном каркасе. Каждый павильон имеет лестницу шириной 5,5 м и лифт для маломобильных граждан, находящихся в противоположном от лестничного входа торце павильона в остекленной лифтовой шахте с остекленными тамбурами у каждой остановки лифта.

Лестничные марши выполнены с обогревом входных площадок, первых маршей и первых площадок. На стенах, ограничивающих лестницу, вдоль спуска установлены поручни с подсветкой в два ряда на высоте 900 и 650 мм от уровня ступеней, перед первой ступенью и последней в каждом марше лестницы вмонтирована контрастная полоса для обозначения ступеней для слабовидящих пассажиров.

Павильон № 3 совмещен с блоком помещений ночного отдыха локомотивных бригад. В блоке помещений размещаются шесть двухместных спален с естественным освещением и вентиляцией, общими санузлом, душевыми, гардеробом и комнатой приема пищи. Блок представляет собой одноэтажное здание из металлических несущих конструкций, с ограждающими стенами из сэндвич-панелей с заполнением негорючим утеплителем. Блок помещений снаружи накрывает остекленная конструкция, большая часть которой выполнена из стекла и представляет собой снаружи такое же обтекаемое сооружение, как и павильон над лестничным сходом.

На конструкциях входных групп павильонов над крышей, перед входом на лестницу запроектирован светящийся символ «М». Над дверями, ведущими к лестничному спуску,

устанавливаются накладные буквы из нержавеющей стали с надписью названия станции.

Вентиляционные киоски, как и лифтовые павильоны, и павильоны над лестничными выходами, являются неотъемлемой частью единой архитектурной композиции станционного комплекса. Вентиляционные киоски тоннельной вентиляции размещены в соответствии со схемой сооружений метрополитена и окружающей застройкой.

Уровень комфорта при эксплуатации

Проектом обеспечен высокий уровень комфорта для пассажиров, в том числе для маломобильных групп населения:

- на станции на обоих вестибюлях предусмотрены лифты, размеры которых соответствуют требованиям ГОСТа 51631-2008;
- в переходах, при перепаде уровней, размещены пандусы с нескользящим покрытием, а в каждом павильоне над лестничным сходом установлены лифты для маломобильных групп населения;
- в вестибюлях и на станции запроектирована система визуальной и тактильной информации для слабовидящих пассажиров (световые и контрастные полосы, фактурные покрытия);
- планировочные решения служебных помещений и кассовых залов вестибюлей соответствуют последним требованиям технологии метрополитена;
- разделены пассажиропотоки на вход и выход;
- предусмотрена установка устройств громкоговорящего оповещения и телекамер;
- вестибюли оборудованы кассовыми залами и АКП;
- в одном из вестибюлей размещен пост полиции.

Экологичность объекта

Технология проектируемого объекта на период эксплуатации не обуславливает наличия источников эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Таким образом, в период эксплуатации рассматриваемого участка метрополитена в районе размещения венткиосков и вестибюлей станций не будет происходить изменения качества атмосферного воздуха.

Выполненные расчеты показали, что в период строительства влияние рассматриваемого объекта на состояние загрязнения атмосферного воздуха окажется в пределах установленных санитарно-гигиенических и экологических нормативов с учетом рекомендованных мероприятий.

Таким образом, реализация проектных решений не приведет к ухудшению состояния атмосферного воздуха в рассматриваемом районе.

Для выполнения требований СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и СанПиН 2.1.2.2645-10 в зданиях, расположенных вблизи линии метрополитена Калининской линии метрополитена от станции «Новогиреево» до станции «Новокосино», в проекте предусмотре-

ны виброзащитные мероприятия. На участке трассы линии метрополитена от ПК 141+95.73 до ПК 146+50 предусмотрена виброзащитная конструкция пути со скреплением ВГС5-50 на шпалах-коротышках из композиционного материала. Предложенная конструкция пути обеспечивает снижение вибрации в полосах частот 31,5 и 63 Гц не менее чем на 6 дБ, что полностью компенсирует прогнозируемые (меньшие 6 дБ) превышения уровней вибрации в жилом доме, колледже и магазине.

Уровень применения технологий и материалов

В проекте применены долговечные и высококачественные материалы, отвечающие действующим нормам и правилам, а также функциональному назначению помещений. Колористическое решение архитектуры комплекса выполнено в черно-белой графике. В отделке использован естественный камень – гранит белых, черных и серых тонов в сочетании с цветными керамическими плитками на стенах вестибюлей и пешеходных переходов.

Для отделки служебных и технологических помещений вестибюля применены материалы, удовлетворяющие действующим строительным, санитарным, гигиеническим и противопожарным нормам и правилам и соответствующие функциональному назначению помещений. В служебных дверях, установленных на притоннельном служебном мостике, смонтированы усиленные доводчики, учитывающие поршневое движение воздуха от проходящего поезда.

Пол платформы – полированный гранит толщиной 30 мм, термообработанный гранит толщиной 60 мм по краям платформы.

Потолок платформенной части – затирка, штукатурка, покраска двух цветов (белый RAL 9003 и светло-серый RAL 7038).

Путевые стены – накрывочная плита из гранита темно-серого цвета толщиной 30 мм; цоколь – алюминиевые стеновые панели Loop Durlum с шумопоглощающим слоем на металлическом каркасе.

Пол – полированный гранит толщиной 30 мм в зоне перед эскалаторами.

Стены и колонны – глазурованные керамические панели NBK Ceramic толщиной 30 мм на металлическом каркасе зеленого (для первого вестибюля), оранжевого цвета (для второго вестибюля) в сочетании с плоскостями светло-серого цвета.

Потолок – бетонное перекрытие за подвесным потолком и верх стен кассового зала окрашены в цвет по RAL 9004 (черный); подвесной потолок – алюминиевые панели Luxalon системы V100.

Двери типа «метро» – нержавеющая сталь, закаленное стекло; противопожарные двери категории EI30 в служебных и технологических помещениях из нержавеющей стали в зонах, видимых пассажирам.

Витражные конструкции кассовых окон выполнены из нержавеющей стали с заполнением светопрозрачными стеклопакетами с триплексом толщиной 17 мм. Витражные

Технико-экономические показатели станции

Платформенная часть – 1970 м² (пассажирская часть)

Вестибюль № 1

Площадь первого подземного уровня – 3413 м²

в том числе:

площадь вестибюля – 618 м²

площадь кассового зала – 242 м²

площадь подземных переходов и входящих в их состав лестниц – 1905 м²

площадь служебных помещений – 648 м²

Площадь второго подземного уровня – 903,5 м²

Вестибюль № 2

Площадь первого подземного уровня – 3557,8 м²

в том числе:

площадь вестибюля – 618 м²

площадь кассового зала – 242 м²

площадь подземных переходов и входящих в их состав лестниц – 1940 м²

площадь служебных помещений – 757,8 м²

Площадь второго подземного уровня – 1090,6 м²

Надземное сооружение

Блок помещений ночного отдыха локомотивных бригад

Площадь застройки – 345 м²

Общая площадь – 255 м²

Полезная площадь – 248 м²

Расчетная площадь – 162 м²

Строительный объем – 1365 м³

Этажность – 1 этаж

конструкции тамбуров запроектированы из нержавеющей стали с заполнением светопрозрачным триплексом толщиной 9 мм.

Детали и малые архитектурные формы:
• ограждения и поручни – нержавеющая сталь в сочетании со стеклом;

• люки и трапы, видимые пассажиру – нержавеющая сталь;

• конструкции мониторов, зеркал, обрамлений табло отсчета времени, кронштейнов подвесных указателей, ручных стоп-сигналов, створок поливочных кранов, электрических розеток для уборочной техники в зоне, видимой пассажиру – нержавеющая сталь;

• конструкция скамей – стальной каркас, детали из нержавеющей стали с подсветкой светодиодными лентами с прозрачной стеклянной панелью из закаленного триплекса 17 мм с закрепленными на ней информационными указателями, сиденья – дерево твердых пород;

• стойки из нержавеющей стали с прозрачной стеклянной панелью из закаленного триплекса 17 мм с закрепленными на ней информационными указателями;

• надписи наименования станции – нержавеющая сталь.

Доступность для маломобильных групп населения

Проектом предусмотрено обеспечить высокий уровень комфорта для пассажиров, в

том числе для маломобильных групп населения в соответствии с требованиями СНиП 35-01-2001 и ГОСТов.

На станции на обоих вестибюлях предусмотрены лифты, размеры которых соответствуют требованиям ГОСТа 51631-2008.

В переходах, при перепаде уровней, размещены пандусы с нескользящим покрытием. В вестибюлях и на станции запроектирована система визуальной и тактильной информации для слабовидящих пассажиров (световые и контрастные полосы, фактурные покрытия).

Планировочные решения служебных помещений и кассовых залов вестибюлей соответствуют последним требованиям технологии метрополитена.

Разработчики проекта

Проектная организация – ОАО «Метрогипротранс», ОАО «Трансинжстрой».

Главный инженер проекта – Белова Марина Алексеевна (ОАО «Метрогипротранс»).

Заместитель главного инженера проекта – Евстафьев Владимир Юрьевич (ОАО «Метрогипротранс»).

Главный инженер проекта – Морозов Андрей Михайлович (ОАО «Трансинжстрой»).

Главный архитектор проекта – Борзенков Леонид Леонидович (ОАО «Метрогипротранс»).



ТРИ НОВЫЕ СТАНЦИИ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

А. А. Жаров, начальник группы конструкторов ОАО «Минскметропроект»

В ноябре 2012 г. в городе Минске сдан в эксплуатацию третий участок первой линии метрополитена от станции «Институт Культуры» до станции «Петровщина» общей длиной 5,17 км. Мало кто помнит даже в ОАО «Минскметропроект», что история проектирования данного участка берет свое начало в 1991 г. Но всем знакомые исторические события, связанные с распадом страны, и последующая за этим экономическая ситуация не позволили реализовать уже готовый проект. Затем разрабатывался вариант наземного метро на данном участке, но также не был воплощен в жизнь. И только в 2002 г. возобновилась разработка проекта уже с учетом изменившихся норм и градостроительных условий, которая продолжалась до конца 2004 г. Подготовительные работы начались в 2005 г.

Участок включает в себя станции «Грушевка», «Михалово», «Петровщина», три перегонных тоннеля с притоннельными сооружениями, оборотный тупик за станцией «Петров-

щина» и тяговую подстанцию в электродепо «Московское».

Наивысшая концентрация транспортных потоков в г. Минске наблюдается по двум радиальным направлениям. Первое из них – в направлении юго-запад – восток, по проспекту Дзержинского с выходом на проспект Независимости и далее на Московское шоссе. Второе – в направлении запад – юго-восток по улицам Припыцкого, Кальварийская, Романовская Слобода, Козлова, Партизанскому проспекту в юго-восточную промышленную зону. Соответственно основными транспортными потоками выбраны направления первой и второй линий метрополитена.

Третий участок первой линии Минского метрополитена от станции «Институт Культуры» до станции «Петровщина» связал крупнейший юго-западный сектор города с его центром. При этом с учетом пересадки на вторую линию метрополитена (ст. «Октябрьская» – ст. «Купаловская») обеспечивается скоростная транспортная связь юго-

западных жилых районов с юго-восточной промзоной.

Градостроительные условия, определяющие положение трассы метрополитена в плане и профиле по трассе, характеризовались наличием следующих осложняющих факторов:

- необходимость примыкания к действующей станции «Институт Культуры»;
- проходка в зоне фундаментов путепровода по ул. Железнодорожная;
- проходка под действующими путями железной дороги (четыре пути);
- строительство тоннелей параллельно с двухуровневыми транспортными развязками на пересечении проспекта Дзержинского с ул. Алибегова и трехуровневой развязкой на пересечении с проспектом Жукова;
- сложные инженерно-геологические условия строительства тоннелей в районе проспекта Жукова;
- пересечение водной преграды (погребенная долина ручья Мышка) в районе ул. Алибегова;

Участок продления первой линии Минского метрополитена от ст. «Институт Культуры» до ст. «Петровщина» – план и профиль



- пересечение трасс крупных инженерных коммуникаций;
- большой объем сноса зданий и сооружений под объезды и трассы переустройства инженерных сетей.

Строительство было осложнено следующими факторами:

- наличие крупных валунов в моренных грунтах, затрудняющих проходку тоннелей;
- залегание в основании тоннелей на перегоне от ст. «Михалово» до ст. «Петровщина» озерно-болотных и заторфованных грунтов, характеризующихся повышенной сжимаемостью, и склонностью к тиксотропному разупрочнению при динамических нагрузках;
- наличие обводненных грунтов в пределах заложения тоннелей;
- наличие участков агрессивных грунтов и грунтовых вод.

В связи с вводом в эксплуатацию 5,17 км линии возникла необходимость строительства дополнительной тяговой подстанции в электродепо «Московское». Подстанция представляет собой двухэтажный административно-бытовой корпус, одноэтажный зал распределительных устройств и трансформаторов и примыкающие к нему помещения аккумуляторной и венткамеры. В основании здания залегали насыпные глинистые грунты с низкими прочностными характеристиками. Для сокращения сроков строительства и экономии затрат было принято решение отказаться от устройства свайного основания и произвести подготовку основания вибродинамическим методом: тяжелыми трамбовками и виброкатком. После окончания уплотнения выполнялись контрольные штамповые испытания.

Перегонные тоннели сооружались закрытым и открытым способами. Для тоннелей закрытого способа работ применялась сборная железобетонная сплошнотелая и ребристая обделка. В местах примыкания к станциям и притоннельным сооружениям, а также в водонасыщенных грунтах использовалась обделка из чугунных тюбингов. Наружный диаметр тоннелей – 5,5 м.

Открытый способ работ был предусмотрен в месте примыкания перегона к тупику за станцией «Институт Культуры», а также там, где по инженерно-геологическим условиям щитовая проходка была затруднительна – в местах мелкого заложения тоннелей и на участках слабых грунтов.

На участках залегания в основании тоннелей слабых грунтов на перегоне от ст. «Михалово» до ст. «Петровщина» были предусмотрены свайные ростверки и распределительные плиты, выполнявшие также функцию распорок для крепления котлована. Устройство свай производилось с поверхности ростверка в специально оставленные проемы.

Достаточно сложным являлся участок тоннелей от ПК367+75 до ПК369+17,5, где

пришлось решать комплекс проблем, связанных со строительством транспортной развязки в двух уровнях на пересечении проспекта Дзержинского с ул. Алибегова, глубоким котлованом и сложными геологическими условиями. В основании тоннелей на этом участке применены распределительные плиты под каждым тоннелем, связанные между собой в поперечном направлении балками с шагом 4,5 м, воспринимающими распор от горизонтального давления свай крепления котлована. От сплошной распределительной плиты пришлось отказаться по двум причинам: с целью предотвращения передачи дополнительной нагрузки от обратной засыпки в междупутье и для прохода опор эстакады, сооружаемой после строительства тоннелей. Также была увеличена продольная жесткость тоннелей за счет усиленного армирования лотка.

Самым сложным при строительстве тоннелей открытого способа работ оказался участок от ПК356+26 до ПК356+54,5 на пересечении долины ручья Мышка. Первоначальное проектное решение предусматривало прохождение под тоннелями метрополитена пешеходного тоннеля и водопропускного сооружения. Для этих целей под тоннелями метро была запроектирована железобетонная плита, опирающаяся на сваи. Пешеходный тоннель и водопропускное сооружение проходили перпендикулярно тоннелям метро в промехушках между свайными ростверками. Нагрузка от тоннелей метро на эти сооружения не передавалась. Проектная длина свай составляла от 8 до 12 м. Диаметр – 1 м. Основанием свай должны были служить моренные супеси.

До начала массового изготовления были выполнены испытания свай статической нагрузкой. Выяснилось, что фактическая несущая способность трех из четырех свай оказалась существенно ниже расчетной. При этом наблюдались значительные отличия в показателях несущей способности одинаковых рядом расположенных свай. В связи с этим было выполнено дополнительное статическое зондирование грунтов на месте свайных ростверков. Испытания обнаружили, что фактическая прочность моренных супесей (основного несущего грунта) оказалась значительно меньше табличных величин, использовавшихся в первоначальных расчетах. Вероятная причина этого – наличие в толще морены большого количества обводненных песчаных прослоек. Содержащаяся в них вода стала причиной разжижения супеси и ухудшения ее строительных свойств.

Расчеты, выполненные по результатам статического зондирования, показали, что при опирании на данные грунты несущая способность запроектированных фундаментов не может быть обеспечена даже в случае увеличения до максимума длины и

количества свай. Единственным способом сохранить первоначальный проект являлось опирание свай на прочные пески, подстилающие слой морены. Однако данное решение было связано с необходимостью бурения на значительную глубину (около 26 м) в условиях действия напорных грунтовых вод (напор около 26 м). Для того чтобы избежать прорыва воды в котлован на время бурения требовалось выполнить временную подсыпку дна котлована на величину около 3 м.

Избежать значительных затрат можно было только за счет полной перекомпоновки данного узла. Было принято решение о максимальном уменьшении ширины водопропускного сооружения и переносе пешеходного тоннеля за пределы стройплощадки с последующим размещением над тоннелями метро.

Тоннели открытого способа работ выполнялись из сборных железобетонных блоков, изготавливаемых заводом ЖБИ УП «Минскметрострой». Для обделок сооружений, возводимых открытым способом, была предусмотрена оклеечная гидроизоляция, выполняемая способом оплавления.

В объемно-планировочных решениях станционных комплексов и притоннельных сооружений использованы традиционные для Минского метрополитена принципы, позволяющие сократить их длину: максимальное использование подземного пространства и рациональная блокировка сооружений.

Станция «Грушевка» представляет собой комплекс, состоящий из следующих сооружений:

- вестибюль 1 в блоке с распределительным залом;
- платформенный участок с венткамерой, служебными и технологическими помещениями;
- блок служебных помещений с совмещенной тягово-понижительной подстанцией и аварийным выходом;
- входы, ориентированные вдоль проспекта Дзержинского.

Вестибюль 1 частично расположен над перронным залом. Это позволило сократить длину вестибюля на 10,5 м. Здесь находятся кассовый зал с кассовым блоком, распределительный зал и объекты торговли. За перронным залом размещены гардеробы, санузлы, служебные, технические помещения, станционная венткамера и вентсбойка. Длина блока – 54 м. Кассовый зал вестибюля связан с платформой лестницей и лифтом.

Конструктивно платформенный участок представляет собой двухпролетное сооружение с одним рядом круглых колонн. Длина платформы – 108 м, ширина – 10 м. Одноэтажный блок служебных помещений с аварийным выходом имеет длину 48 м. В нем расположены помещения системы управления работой станции (СУРСТ) и технические помещения. Совмещенная тягово-



Станция «Грушевка» – павильоны над входами



Станция «Грушевка»

Станция «Грушевка» – спуск на платформу



понижительная подстанция (СТП) имеет длину 57 м. К СТП примыкает вентсбойка длиной 22,5 м. Общая длина станционного комплекса составляет 279 м.

Оригинальные объемно-планировочные решения станции «Михалово» характеризуются необычно короткой длиной станционного комплекса. Из-за необходимости сноса частного сектора проект станции пришлось переделывать, чтобы максимально уменьшить ее размеры. В результате первоначальная длина 230 м сократилась до 136 м. Вдвое короче стал и объезд пятна застройки. Станция представляет собой единый двухэтажный комплекс с междупутьем 17,1 м и посадочной платформой шириной 14,2 м с одним кассовым залом, расположенным над платформой. СТП имеет боковое примыкание. Станция оборудована двумя лестничными сходами шириной 6 м и лифтом. В кассовом зале расположены помещения кассового блока и охраны. За его пределами – практически все служебные и технологические помещения. В уровне платформы часть центрального пролета также занята служебными и технологическими помещениями. Пассажирская зона центрального пролета имеет длину 60 м. Длина посадочных платформ – 108 м. В торцах предусмотрены коммуникационные коридоры и вертикальные шахты.

Применение современных объемно-планировочных решений позволило уменьшить общую длину станции «Петровщина», тем самым сократив материалоемкость и стоимость строительства.

Станционный комплекс «Петровщина» состоит из следующих сооружений:

- вестибюль 1 со служебными и техническими помещениями;
- станционная венткамера;
- платформенный участок;
- вестибюль 2 в блоке с СТП, служебно-техническими и санитарно-бытовыми помещениями;
- четыре входа у вестибюля 1 и два входа у вестибюля 2.

За станцией находится тупик длиной 240 м с вентканалом и аварийным выходом.

Вестибюль 1 расположен на пересечении проспекта Дзержинского и ул. Голубева и примыкает распределительным залом к подземному пешеходному переходу, объединяющему четыре входа. Учитывая большую нагрузку по пассажиропотокам на данный вестибюль, распределительный зал и пешеходный переход приняты шириной 12 м.

Часть служебных и технических помещений были расположены над перекрестным съездом четырехпутного тупика, что позволило сократить длину станционного комплекса.

Кассовый зал связан с платформой лестницей шириной 6,5 м и лифтом. Монолитная сводчатая обделка платформенного участка запроектирована без традиционной пазухи между сваями крепления котлована и

стенной частью свода. Первоначально предполагалось крепление котлована выполнять методом «стена в грунте». Но из-за отсутствия оборудования были применены свайные стены. По буронабивным соприкасающимся сваям сооружалась выравнивающая армированная стена, на которую выклеивалась гидроизоляция.

Длина платформенного участка 108 м. Вестибюль 2 сблокирован с СТП и вентсбойкой. Это позволило сократить длину станционного комплекса.

Следует отдельно отметить художественное оформление новых станций. Здесь практически нет тяжеловесных гранитных и мраморных устоев и помпезности. Чувствуется легкость и оригинальность решений. В современных демократичных интерьерах видна образность, аллегоричность замысла и исполнения. Каждая из новых станций получилась особенной. «Петровщина» выполнена в белых и темно-синих тонах. Ее «изюминка» – потолок в виде звездного неба. Благодаря отсутствию колонн возникает ощущение свободного пространства.

В интерьерах станции «Михалово» присутствует оригинальное напоминание о связи времен. На одной из стен перед спуском на платформу выполнена декоративная композиция с деревенскими мотивами – хатами и аистами. На противоположной стене – городской пейзаж с многоэтажками и голубями.

В интерьерах станции «Грушевка» присутствуют осенние мотивы. Преобладают теплые золотисто-желтые и темно-зеленые тона. Внимание пассажиров привлекает декоративное панно, в центре которого расположена бронзовая груша высотой 2,5 м, разрезанная пополам.

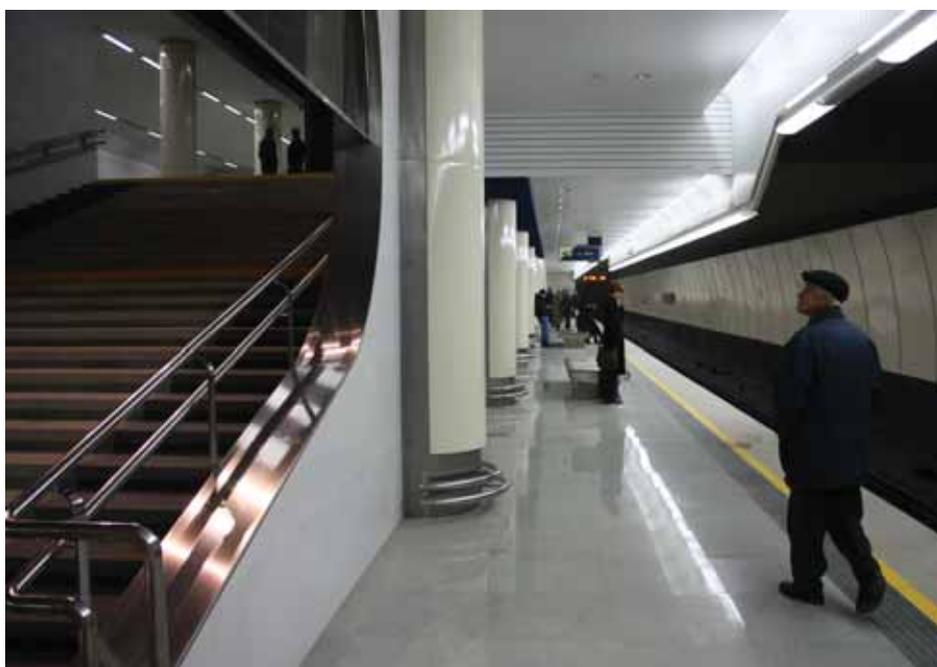
В отделке станций взамен природных каменных материалов применены модульные металлокерамические панели, сочетающиеся с решетчатыми подвесными потолками. Это позволило уменьшить сроки выполнения работ и исключить «мокрые» технологические процессы.

На входах всех станций предусмотрены наклонные площадки для перемещения пассажиров с ограниченными физическими возможностями. При проектировании павильонов над входами станций «Грушевка», «Михалово», «Петровщина» применена принципиально новая конструктивная схема с продольными фермами, что позволило уменьшить массу металлоконструкций.

Прогрессивные технические решения, использованные на участке продления первой линии от ст. «Институт Культуры» до ст. «Петровщина» и накопленный опыт, нашли применение при проектировании новых объектов Минского метрополитена. Это участки продления первой линии от ст. «Петровщина» до ст. «Малиновка» и от ст. «Малиновка» до ст. «Щемяличица», а также первый участок третьей линии, включающий семь новых станций. Строительство данных объектов ведется в настоящее время.



Станция «Михалово» – декоративная композиция над спуском на платформу



Станция «Михалово» – платформа

Станция «Петровщина» – звездное небо



ТОННЕЛЬ, КОТОРЫЙ НИКОГДА НЕ СДАЕТСЯ

В нескольких сотнях километров от курортного города Сочи, к которому сейчас приковано всеобщее внимание в преддверии зимних Олимпийских игр, ведется не менее сложная и ответственная работа по реконструкции Рокского тоннеля, соединяющего Северную и Южную Осетию. Несмотря ни на что, он сумел выстоять под натиском гор и теперь подает большие надежды. Алексей Зубехин, руководитель направления по тоннельному оборудованию Sandvik Construction в России, недавно вернулся из поездки на Рокский тоннель и поделился с нами свежими впечатлениями о ходе работ.



– Алексей, для начала расскажите немного об истории Рокского тоннеля.

– Рокский автодорожный тоннель – это важный стратегический пункт на границе Российской Федерации, соединяющий Северную и Южную Осетию. Он начинается на 93-м километре Транскавказской магистрали. Его протяженность составляет около 3,8 км. Тоннель был построен еще в 80-е годы прошлого века и являлся одним из самых длинных на территории бывшего СССР. На сегодняшний день это самый короткий путь из России в страны Ближнего Востока. Его проходку осуществляли буровзрывным методом сразу с обоих концов: с юга и севера.

– Известно, что почти десять лет, с 1991 по 1999 годы, тоннель не был задействован. Его состояние можно было назвать аварийным?

– Да. Рокский тоннель сильно пострадал после грузино-югоосетинского конфликта. Но в 1999 г. Минтранс РФ приняло решение о его реконструкции, выделив в первые пять лет 170 млн рублей. Деньги пошли на замену дорожного покрытия, устранение протечек, установку систем освещения и видеонаблюдения. Потом выяснилось, что без капитального ремонта не обойтись: в тоннеле отсутствовала

должная гидроизоляция, вентиляционная система не функционировала, системы водоотвода были засорены, а бетонная обделка разрушена от горного давления. Кстати, солдаты и беженцы, проходившие через тоннель в 2008 г. во время боевых действий в Южной Осетии, говорили о нехватке воздуха.

– Какие работы были проведены до начала реконструкции основного тоннеля?

– В первую очередь, была перепройдена многофункциональная техническая штольня, длина которой теперь составляет 3805 м, и организовано реверсивное движение с интервалами в 30 мин. Это дало возможность быстро производить перепроходку основного тоннеля, возводя временные, а затем и постоянные крепи. В дальнейшем планируется увеличить сечение до проектного – 75 м², восстановить гидроизоляцию тоннеля, реконструировать вентиляционные камеры и подземные КТП, а также завершить постоянную обделку тоннеля и многофункциональной штольни.

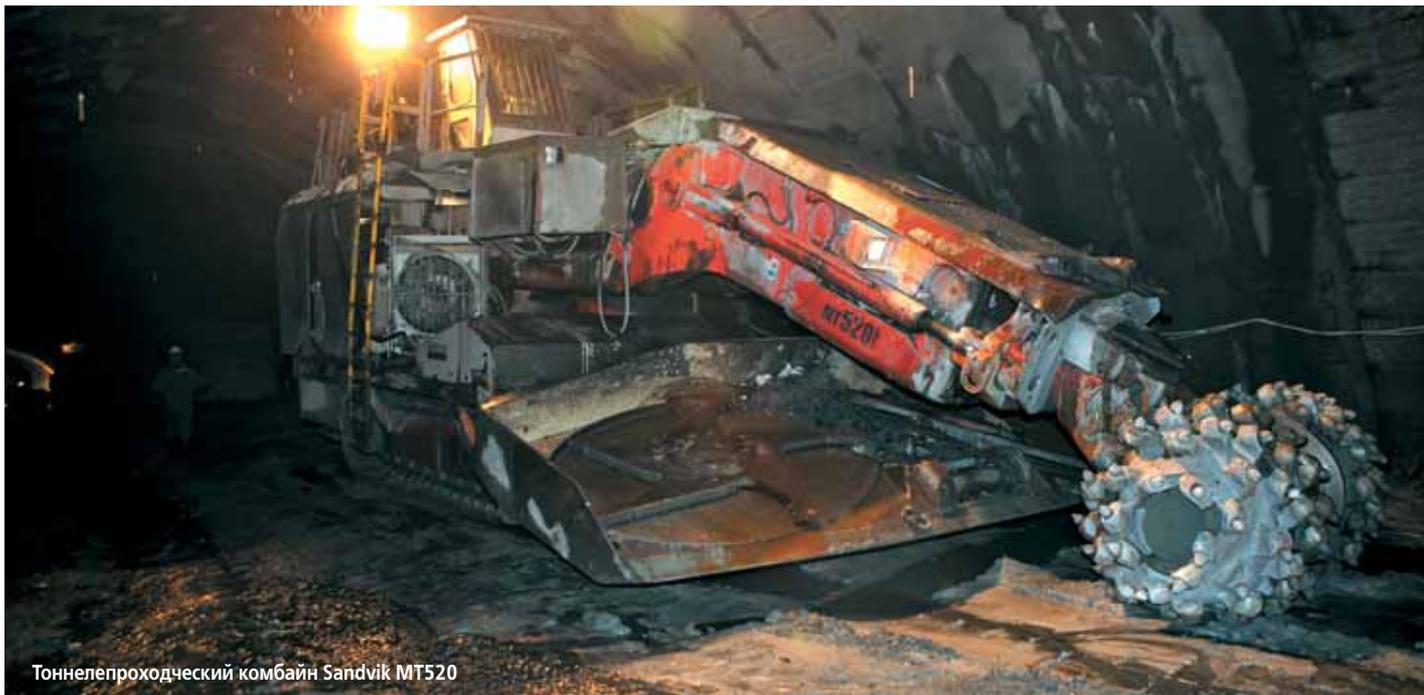
– Кто предоставил проектную документацию?

– Документацию предоставило ОАО «Минскметропроект» – компания предлож-



А. В. Зубехин, руководитель направления тоннельного оборудования Sandvik Construction в России

ла план реконструкции до 2015 г. По плану Рокский тоннель должен представлять собой полноценную двухполосную автодорогу, оборудованную современными вентиляторами повышенной мощности, видеочамерами, телефонной связью и десятком остановочными площадками, позволяющими совершить аварийную остановку. При возникновении ДТП транспортное средство будет эвакуировано на площадку, где можно провести ремонт или дожидаться эвакуационной техники. Также в тоннеле предусмотрены эвакуационные сбойки с защитой от несанкционированного доступа. Они нужны для



Тоннелепроходческий комбайн Sandvik MT520

экстренной эвакуации людей через штольно в случае чрезвычайного происшествия.

– С какими проблемами столкнулись подрядчики при перепроходке тоннеля? Каким образом вывозится порода?

– Основной проблемой стала, пожалуй, сильная водоносность горных пород в местах, где ведется проходка. В этом смысле техника Sandvik, задействованной в проекте – а это шесть проходческих комбайнов, четыре погрузчика и одна установка для бурения под анкерную крепь – приходится «выкладываться» на полную мощность. Местами проходка затруднена из-за рисков обводнений и повышенной прочности, и все же подрядчикам удавалось проходить до 500 м тоннеля в месяц. Порода вывозится при помощи подземных автопоездов на временные отвалы, после чего перегружается на постоянные. Она также используется для сооружения противалайных валов на припортовых участках, защищающих конструкций.

– Расскажите немного о технике Sandvik, задействованной на проекте.

– Для начала хотелось бы отметить, что на одном проекте эксплуатируются вместе как хорошо известные модели комбайнов Sandvik со «стажем работы» не менее десяти лет – АМ-75 (это предшественник более свежей модели МТ360) и АТМ-105, так и более новые комбайны – МТ520 (пришедший на смену АТМ-105) и МТ720. Основная «рабочая лошадка» на проекте – это

МТ520. Комбайн способен выполнять проходку в условиях горной породы приблизительно до 100 МПа прочности на одноосное сжатие. Его специфические пределы резки определяются, в основном, типом и характеристиками горной массы, а также прочностью режущих инструментов – последнее условие влияет на степень защиты от ударной нагрузки и абразивного износа. К слову, комбайн может быть оборудован как поперечными, так и линейными режущими головками, которые можно подобрать в зависимости от твердости породы. МТ520 – мощная машина: на резец подается 315 кВт. Там, где требуется большая маневренность при проходке, используется более компактный МТ360.

– Как показали себя в работе старые модели комбайнов? Проблем с их эксплуатацией не возникало?

– Мне вообще понравилось наблюдать за тем, как на одном проекте трудятся разные поколения машин Sandvik. Еще раз убеждаюсь в том, что хорошая техника легко проходит проверку временем. Конечно, не обходилось и без поломок. Я бы очень удивился, услышав, что техника, работающая без усталости недели и месяцы и проходящая сотни метров породы, может быть всегда в безупречном состоянии. Вопрос здесь, скорее, в качестве и скорости обслуживания. Если комбайн выходит из строя, мы оперативно предоставляем все необходимые условия, чтобы без промедления вернуть его в строй.



С. С. Гулида, руководитель проекта по расширению Рокского тоннеля ООО «Бамтоннельстрой-Гидрострой»:

Рокский тоннель – не самый простой объект для реконструкции. Он пролегает сквозь очень сложную породу. Ведь известно, что аргиллиты с включением кварци-

тановкой, после чего выполним гидроизоляцию и завершим постоянную отделку. Это исключит попадание влаги на проезжую часть и элементы конструкции. Чтобы сделать тоннель еще более безопасным, мы полностью исключили возможность обвала породы. При перепроходке мы сооружаем временное крепление анкерами и осуществляем набрызг бетона марки Б-30. Это достаточно жесткая конструкция, которая выдерживает горное давление и исключает обвалы, давая возможность качественно установить гидроизоляцию. Затем мы армируем постоянную отделку и укладываем

Рокский тоннель полностью защищен от разрушения как минимум на ближайшие 12 лет – таков официальный гарантийный срок на работы, но капитальный ремонт ему не потребуется еще 100 лет.

тов, а также водонасыщенные и трещиноватые породы склоны к обводнению. Помимо этого, при перепроходке существующего тоннеля мы столкнулись с некачественной первой проходкой – она явно была выполнена на скорую руку. Мы обнаружили большие пустоты, скрытые за отделкой. Они создают определенные сложности при вторичной проходке. Более того, здесь отсутствует временная крепь. Сейчас мы занимаемся ее ус-

бетон с помощью постоянной передвижной опалубки. По нашему мнению, эта конструкция может прослужить не один десяток лет. Проектировка также на высоте: Рокский тоннель полностью защищен от разрушения как минимум на ближайшие 12 лет – таков официальный гарантийный срок на работы. Я же считаю, что при текущем уровне отделки и гидроизоляции капитальный ремонт ему не потребуется и через 100 лет.

ПЕТЕРБУРГСКАЯ ПОДЗЕМКА В 3D-ПЕРСПЕКТИВЕ

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ТРЕХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

Из всех проблем российских мегаполисов транспортная ситуация превратилась, видимо, в самый жестокий бич в жизни горожан. Перманентно поражающий город паралич транспортных потоков приводит к тому, что огромное количество людей практически уже живут в своих автомобилях. Остальная часть жителей, пользующаяся общественным транспортом, и те, кто отказался от комфорта автономного передвижения по городу на собственных колесах, устремляются в подземные артерии – единственное на настоящий момент средство скоростного передвижения в черте города. Очевидно, что какие бы инновации в транспортном планировании ни готовились городскими и федеральными властями, ускоренное строительство подземных транспортных коммуникаций станет в ближайшие годы в России одним из наиболее эффективных методов решения проблемы внутригородских перемещений в крупных мегаполисах.



– Владимир Александрович, что заставило институт обратиться к технологии трехмерного проектирования, вы ведь, фактически являетесь пионером в этом направлении? Это некая объективная необходимость или в значительной степени эксперимент?

– Владимир Маслак. Мы действительно оказались первыми на этом пути. Из проектных институтов в России, которые работают на метрополитен, никто пока не проектирует в трехмерке.

Что касается применения в нашем деле 3D-моделей, то, хотя на данный момент жесткой необходимости как таковой в этом еще нет, такая потребность

Метростроение переживает сегодня процесс модернизации как в отношении методов подземного строительства, так и технологии ведения работ. О возможностях и перспективах применения 3D-моделирования в практике строительства метрополитена мы беседуем с Владимиром Александровичем Маслаком, генеральным директором ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс», являющимся первопроходцем в освоении данной технологии для проектирования подземных сооружений. В разговоре также принимает участие Ирина Николаевна Чиковская, заместитель директора по развитию технологий автоматизации проектирования компании InterCAD (ранее CSoft – Бюро ESG), осуществляющей внедрение.

уже явно формируется, и мы ощущаем достаточно серьезный интерес к нашим разработкам со стороны потенциальных заказчиков. Вообще новейшие проектные и технические решения, разработка которых – дорогостоящее и во многих отношениях затратное мероприятие, появляются тогда, когда это нужно заказчику. Поэтому к 3D-проектированию мы присматривались довольно давно, так как преимущества данного подхода очевидны, и понятно, что рано или поздно рынок заставит применять эту технологию. То, что для института эта необходимость наступит в весьма недалеком будущем – факт предсказуемый, поскольку конкуренция на нашем поле постепенно обостряется, и институт, который в последнее десятилетие был фактическим монополистом в Санкт-Петербурге, таковым быть перестает. Вот к тому времени, когда пробьет «час икс», нам надо быть если не во всеоружии, то в достаточной степени готовыми к новым вызовам времени. Так что, пока есть возможность и средства, надо двигаться в этом направлении.

– А откуда у института эти средства и возможности?

– В. М. Ленметрогипротранс всегда был достаточно богатой организацией. Еще в советские времена мы выполняли заказы для многих стран СЭВ, в последующие десятилетия также никогда не сидели без дела. Хотя Петербург и не может сравниться с Москвой по темпам развития метрополитена, метро у нас все-таки проектировалось, а это – вещь не дешевая. Кроме Петербурга на наш счет метро в Казани, Новосибирске, Самаре, Красноярске, Челябинске, строительство Северумуйского тоннеля БАМа. Институт участвовал в обустройстве инфраструктуры олимпийских объектов, мы являемся генеральным проектировщиком автодорожных тоннелей в Сочи. Поэтому у организации были деньги, которые можно не проесть, а пустить на полезные дела. Мир широко открылся для информационного обмена, и мы видим, что появляются молодые фирмы, которые активно перенимают новые западные технологии. Они уже

имеют в своих руках специализированное программное обеспечение, позволяющее выполнять сложнейшие инженерные задачи в короткие сроки с высокими стандартами качества, и готовы составить нам ощутимую конкуренцию.

– **У Вас вызывает беспокойство такое положение дел? И то, что инициативу берут в свои руки грамотные и предприимчивые молодые кадры?**

– **В. М.** Для меня как руководителя старейшего предприятия, обладающего огромным опытом проектирования метрополитенов и других тоннельных и подземных сооружений и имеющего репутацию надежного партнера, подтвержденную десятками успешно реализованных проектов по всей стране, конкуренция со стороны новичков серьезного повода для беспокойства не представляет. Когда есть опыт, знания, стабильное положение в определенном виде деятельности, понимаешь, что конкуренция только оздоравливает ситуацию.

Кроме того, институт целенаправленно подбирает в свой штат специалистов высокой квалификации. У нас давние тесные отношения с кафедрами Петербургского государственного университета путей сообщения, Горного и Политехнического университетов, и есть возможность выбирать ребят посильнее, а в последние лет пять мы можем себе позволить платить им и достойную зарплату.

– **С чего начинался проект, как, с каких сторон вы вообще подступили к этой теме?**

– **В. М.** Вплотную к этой теме мы приступили два года назад. У нас есть проектно-конструкторский отдел и отдел автоматизации проектирования, возглавляемый Александром Авраамовичем Лянда, в задачи которого входит программное и техническое сопровождение деятельности проектировщиков, а также элементы разработки и поддержка ИТ-инфраструктуры, вот на этот отдел и была возложена данная миссия.

Поскольку специалистов по 3D у нас не было, мы понимали, что нам нужен сильный внедренец, обладающий соответствующим опытом и крепкой компетенцией в данной области. Поиски вывели на компанию InterCAD. Первые же контакты с руководством и представителями компании убедили в том, что мы попали в точку, особенно подкупила явная заинтересованность будущего партнера нетривиальностью предстоящей задачи. Была сформирована группа 3D-проектирования, в которую наряду с консультантами InterCAD и нашими автоматизаторами вошли инженеры по строительным конструкциям. Притирались друг к другу, насколько знаю, непросто, зато теперь – полное взаимопонимание и согласованность действий, и этот результат дорогого стоит.

– **Ирина Чиковская.** Сложности на начальном этапе, а именно в ходе предпроектного обследования, действительно были, но это неизбежно.

Многим организациям детальный подход внедренческой компании к исследованию производственных процессов на своем предприятии кажется избыточным и обременительным, поскольку отвлекает специалистов от дела и снижает их производительность, при том что сами специалисты, чья деятельность непосредственно подвергается модернизации, считают, что «и так все нормально работает».

Большинство компаний, заказывающих проект внедрения, вообще полагают, что консультант должен придти к ним с уже готовым решением. Такого не бывает. И без этапа предварительного исследования обойтись невозможно. Причем от тщательности и полноты исходных данных, собранных на этом этапе, зависит очень многое. Чтобы адаптировать подход к внедрению новой технологии для конкретной предметной области, внедряющей компании необходимо понять до тонкостей специфи-



И. Н. Чиковская, заместитель директора по развитию технологий автоматизации проектирования компании InterCAD

матизации, возглавляемого Александром Лянда, но это как бы «свои» уже люди. В принципе исследование процессов проектно-конструкторского отдела продолжается до сих пор, поскольку по ходу дела постоянно что-то уточняется, и в наше видение общей картины или отдельных ее составляющих вносятся необходимые коррективы.

Развитие подземной инфраструктуры для осуществления транспортных коммуникаций в Петербурге – это неизбежность, и если в наши дни этот вопрос еще не встал со всей остротой, то пройдет, возможно, совсем немного времени, когда освоение подземного пространства города станет одной из самых первоочередных его задач.

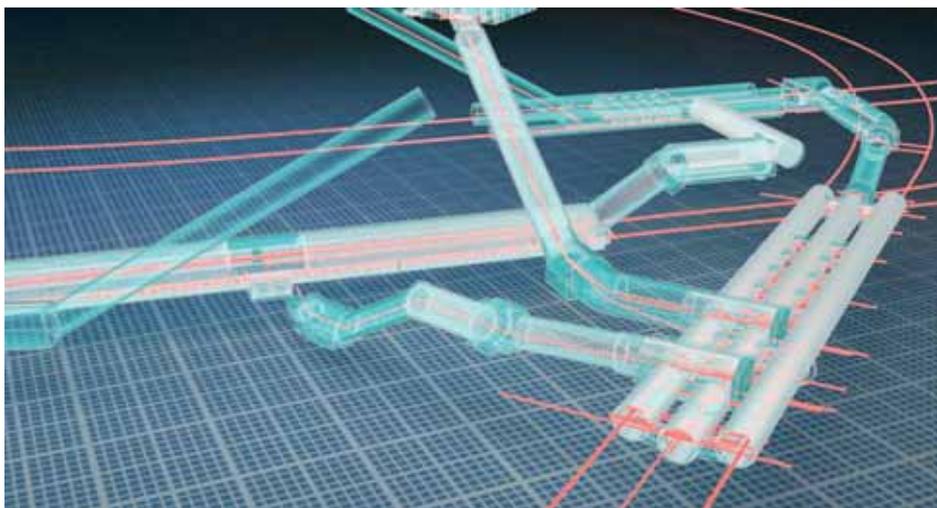
ку деятельности организации и текущее положение дел на участке внедрения, провести подробный анализ существующей технологии выполнения работ, определить (в некоторых случаях, как в данном, еще и с вариантно-стью) наиболее эффективные инструменты программного обеспечения и т. д. На основании полученных данных можно уже объективно оценить реальные объемы работ, необходимое количество специалистов для реализации данного проекта, его продолжительность и ориентировочную стоимость. Недостаточно же полное обследование может привести к значительным просчетам на последующих стадиях внедрения нового процесса.

Так что период притирки между нашей внедренческой командой и специалистами проектно-конструкторского отдела действительно имел место. Видимо, у проектировщиков какой-то особый склад мышления. Они блестяще справляются с решением нестандартных и локальных задач, но вот абстрагировано подойти к проблеме, системно описать свои знания и предоставить консультанту детализированную и структурированную информацию они не могут. Нам пришлось в значительной степени самостоятельно производить декомпозицию объекта внедрения и уяснять для себя те вещи, которые проектировщикам казались «само собой разумеющимися». Наибольшее взаимопонимание присутствовало с также входящими в рабочую группу проекта сотрудниками отдела авто-

Во время обследования выявились также «побочные эффекты». Выяснилось, что специалисты в каждом отделе даже своим непосредственным рабочим инструментом владеют по-разному, а когда стали пробовать из трехмерной модели получать какие-то чертежи, оказалось, что базовый уровень подготовки у сотрудников абсолютно недостаточный для освоения новой технологии. Поэтому было принято решение об обучении всего технического персонала института работе в AutoCAD'e, специалистов архитектурно-строительного отдела – дополнительно был организован второй учебный поток по освоению AutoCAD Civil 3D. В процессе обучения приняла участие практически вся команда наших технических специалистов, курировавших проект по разным направлениям – трассы, инженерные сети, архитектура и конструкции.

– **В. М.** Кроме того, хочу добавить, что в институте давно существовала проблема, о которой все знали, но предпринимавшиеся попытки решить ее ни к чему не привели. Приход команды внедрения помог сдвинуть и эту ситуацию с мертвой точки. Я имею в виду, что в институте отсутствовал стандарт предприятия и технологические регламенты по производству работ в отделах, и каждый творил на своем участке кто во что горазд.

– **И. Ч.** Собственно, мы только подтолкнули этот процесс, инициирован он был естественным образом. Пока человек работает изолированно, в пределах своего рабочего

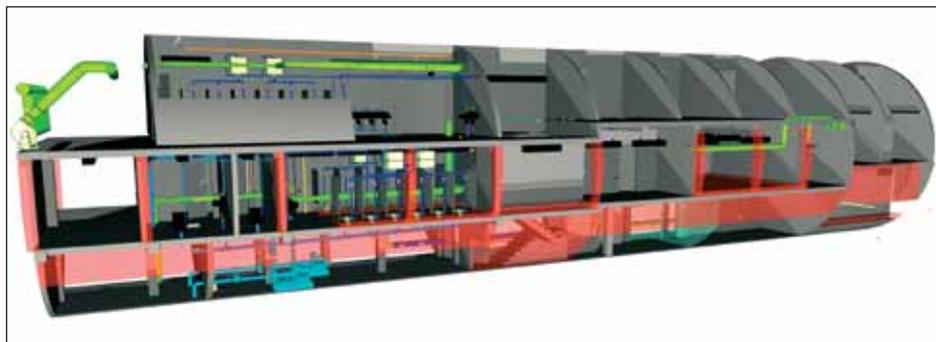


Трехмерная модель пересадочного узла Санкт-Петербургского метрополитена

места, и в качестве результата выдает бумажный документ, никого в общем-то не интересует, как организован этот процесс. Но как только начинается коллективное взаимодействие в едином рабочем пространстве, требуется уже жестко соблюдать определенные правила. В ходе проводимого нами обучения для каждого отдела создавался свой стандарт, который входил в общий стандарт выполнения работ в AutoCAD'e. К этой работе была привлечена также группа стандартизации, которая ранее безуспешно билась над проблемой, и вот совместными усилиями мы ее практически решили.

– Насколько метод проектирования с созданием трехмерных моделей вписывается в существующий порядок разработки объектов метрополитена? Как конкретно и насколько гладко проходил процесс внедрения новой технологии?

– В. М. Применение данного метода меняет традиционный порядок проектирования. И, как это бывает практически везде, наибольшие сложности при внедрении новых технологий возникают со стороны персонала, которому трудно психологически перестроиться на непривычные методы работы. С точки зрения готовности технической базы никаких препятствий для перехода на трехмерное проектирование не было: в институте имеется грамотно организованная структура локальной вычислительной сети, мощные серверные ресурсы, необходимые для совместной работы большого количества сотрудников. Так что «торможение в умах» – основная проблема, с которой пришлось иметь дело нашим внедренцам. Не скрою, были у нас предприняты попытки применения силовых методов, я имею в виду приказы и совещания, ни о каких, конечно, штрафных санкциях и увольнениях речи не было, но они были отторгнуты. Коллектив у нас небольшой, специалисты сильные, и мы дорожим своим кадровым составом. Да и, надо сказать, наш самый главный скептик в лице главного инженера до последнего времени был против радикального вмешательства



Трехмерная модель станционного узла

в отлаженный десятилетиями процесс и дал свое согласие на эксперимент при условии, что все будет происходить без нарушения планов и графиков основных проектных работ, осуществляемых в рамках текущих договоров. Поэтому совместно с экспертами компании InterCAD было принято компромиссное решение, которое мы рассматриваем как промежуточный этап перехода на новую модель проектировочного процесса.

Таким образом, задача, поставленная перед группой внедрения, состояла, во-первых, в том, чтобы максимально сохранить традиционный порядок проектирования и позволить каждому участнику процесса выполнять привычную для него работу, но только в среде 3D. При этом сквозное 3D-проектирование должно объединять несколько отделов традиционной структуры, обеспечивать условия для совместной разработки и синхронизации работ, а также автоматизированного выпуска проектной документации и обеспечивать возможность в любой момент собрать полную 3D-модель (по текущему состоянию «как есть») для целей обсуждения и изменения проектных взаимоувязанных решений и выявления возможных ошибок и коллизий еще на стадии проектирования.

Было решено, что документация будет пока продолжать выпускаться традиционным образом, а технология создания 3D-модели с учетом высокой загруженности специалистов текущей работой будет обрабатываться на основе уже готовой документации. Пер-

вый опыт построения трехмерной модели было целесообразно проводить по уже спроектированному объекту, и в качестве такового был выбран сложный пересадочный узел Санкт-Петербургского метрополитена, включающий три станции метро. Проработка схемы коллективной работы над 3D-моделью была начата с основного выпускающего отдела – проектно-конструкторского и отдела разработки трасс. Сейчас разработанная схема используется и для других отделов института.

Мы отдаем себе отчет в том, что это временное решение, и по мере освоения навыков работы в 3D проектировщики сами осознают, что начинать проектирование сразу в 3D намного удобнее и эффективнее.

– Для каких именно объектов и задач применяется в институте данная тех-

нология и имеет ли специфика в 3D-проектировании подземных сооружений метрополитена?

– В. М. 3D-моделирование мы применяем для топологически сложных конструкций. В первую очередь это станции, у нас они называются станционные узлы. Проект обычно включает в себя построение трехмерной модели подземной трассы и наземного вестибюля станции. Особенности в проектировании таких объектов, несомненно, имеются, и связаны они с тем, что эти объекты представляют собой тяжелые несущие круглые конструкции, и их топология гораздо сложнее, чем топология, например, у той же подводной лодки, с которой любят сравнивать тоннели метрополитена. Форма подлодки – это торпеда, сигара. В метро же в структуре одного станционного комплекса множество тоннелей – перегонные, эскалаторные, соединительные служебные, тупики и т. д., которые соединяются друг с другом в пространстве под всевозможными углами. С учетом пешеходных переходов и различного назначения притоннельных сооружений все это образует сложную многозвездчатую конструкцию.

Помимо проработки схемы взаиморасположения всех частей этой конструкции при проектировании станции метро решается большое количество других пространственных задач с взаимоувязкой их друг с другом и с учетом ограничений по трассировке, инженерно-геологических условий и т. д. Вся эта компоновка осуществляется на предпроект-



Работы по возведению ст. «Театральная» ведутся в условиях плотной городской застройки



А. А. Лянда, начальник отдела автоматизации проектирования, ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс»

ном этапе, и оказалось, что ее очень удобно делать в 3D. С помощью укрупненных упрощенных модулей с истинными геометрическими размерами можно наглядно показать, как это все будет выглядеть в реальности.

Например, в ходе пилотного проекта по пересадочному узлу «Садовая» – «Сенная площадь» – «Спасская», на котором проходило апробирование технологии создания 3D-модели, в проекте нашли давнюю ошибку, которую уже на ходу исправляли строители. Во-вторых, тут же появились хорошие демонстрационные материалы, которыми тоже на всех городских встречах наши специалисты как-то могли оперировать.

Вообще это многострадальный пересадочный узел – между станциями неудобные переходы, постоянные заторы пассажирских потоков. Там до сих пор нет прямого выхода на поверхность со станции «Спасская», в значительной степени потому, что снаружи много старинной застройки. Поэтому станцию проектировали долго, сложно.

Аналогичные проблемы были и со следующей станцией, промоделированной нами в 3D, – «Театральная», сооружение которой ведется в настоящее время в связи с открытием второй сцены Мариинского театра. Там все тоже самое. Место расположения станции находится в плотной городской застройке, где каждое строение является объектом исторического наследия, не говоря о самом здании театра, которое ни в коем случае не должно пострадать. Получается, один выход должен быть на Мариинку, площадь и консерваторию, второй должен идти куда-то в сторону Лермонтовского проспекта, и там тоже непонятно, что можно разрушить, а что нельзя. При этом приходится учитывать еще целый ряд новых требований, например то, что по недавно утвержденным правилам подземный переход не может быть длиннее 100 м, в противном случае должен быть предусмотрен траволатор (движущаяся лента).

С помощью специалистов InterCAD мы сделали геометрию, затем вписали в нее конструкцию и нашли наиболее приемлемое решение. Главный инженер проекта возил по-

казать в Смольный даже несколько вариантов, изображенных на одном чертеже. Так что именно благодаря компоновке станции в 3D, позволяющей наглядно визуализировать различные конструктивные варианты, можно быстро разрабатывать оптимальные и эффективные решения.

К слову, совсем недавно созданная нами 3D-модель вновь проектируемой станции мелкого заложения была использована для разработки нового аналогичного объекта. То есть, возможность и целесообразность технологии 3D-моделирования в реальном проектировании – для метростроевцев вещь уже очевидная.

Помимо сводов, стен и строительных конструкций, метрополитен – это еще и электрическая железная дорога, для функционирования которой необходимы тяговые подстанции, сложная система эскалаторных устройств, в метро имеется гигантское количество инженерных коммуникаций, обеспечивающих пребывание и работу многочисленного обслуживающего персонала. И все это техническое насыщение необходимо компактно и корректно разместить в ограниченном замкнутом пространстве. Так вот в 3D также делать всю эту разводку гораздо удобнее, эффективнее и надежнее. Проектируя свои системы с помощью 3D-сборки, сантехники и электрики могут быть уверены, что какой-нибудь там кабельный коллектор не пересечется с воздуховодом, а технические отверстия случайно не придется на то место, где должны находиться двери, а будут там, где это нужно. Характерно, что проектировщики по этим дисциплинам и оценили намного быстрее других специалистов преимущества трехмерного проектирования.

– Можно ли считать технологию трехмерного проектирования подземных конструкций метрополитена достаточно проработанной или есть еще проблемы, которые требуют своего решения?

– В. М. Можно сказать, что к настоящему времени в институте практически заверше-

ны работы по созданию технологии 3D-проектирования строительных конструкций объектов метрополитена. Но технология по ряду причин, в том числе субъективного порядка, о чем уже шла речь, еще не запущена в практику.

Для того чтобы трехмерное моделирование работало, надо иметь подготовленные модели и библиотеки конструкций и компонентов для каждого типа станций, а это объекты, практически не имеющие аналогов в массовом строительстве. К настоящему моменту такие библиотеки, пока неполные, есть по двум типам станций. Однако процесс запущен, и если в начале проекта наполнением библиотек занималась непосредственно рабочая проектная группа, то теперь в этом деле активное участие принимают сами конструкторы. Помимо формирования 3D-библиотек, которые содержат укрупненные элементы модели и не могут покрывать все потребности проектировщиков при создании рабочей чертежной документации, параллельно идут работы по созданию каталогов 2D-элементов.

Хочу отметить, что при разработке технологии помимо технических аспектов мы очень большое внимание уделили организационным моментам. Проработка процедур коллективной работы над 3D-моделью, осуществлявшаяся под непосредственным руководством Ирины Чиковской с участием представителей InterCAD, привела нас к пониманию необходимости введения в проект ответственного административно-технического сотрудника, на которого были бы возложены координирующие и контролирующие функции в части, касающейся работы с геометрией 3D-модели. Этот сотрудник должен быть правой рукой главного инженера проекта и служить связующим звеном между ним и специалистами всех отделов, участвующими в проекте. Он должен держать в своих руках весь клубок проблем и в любой момент быть в состоянии объяснить руководству, каково по-

ложение дел на каждом участке проекта, что именно и по какой причине проектировщики не сделали или не могут сделать. Мы ввели понятие «менеджер проекта», нашли в институте на эту роль грамотного специалиста, и всем стало легче жить.

На основании графика ГИПа менеджер проекта составляет индивидуальные графики, раздает задания, контролирует сроки выполнения работ, решает вопросы взаимодействия смежных отделов. Этот человек организует всю структуру проекта, ту среду, в которой в дальнейшем смогут четко и согласованно работать проектировщики – конструкторы, архитекторы, технологи. В функции этого сотрудника входит также такая важная часть общей работы над моделью, как компоновка из готовых элементов – 2D проектных решений отдельных частей проекта – пространственной 3D-модели и первичная проверка конструкций и инженерных систем на пересечение, а также устранение очевидных коллизий.

– **И. Ч.** Добавлю, что я как куратор проекта со стороны внедренческой компании смогла передать этому сотруднику уже практически весь объем работ, связанных

с трехмерным проектированием, оставив за собой только консультационные, корректирующие и обучающие функции. Выделение в структуре проектных функциональных отношений такой фигуры, как менеджер проекта по 3D, мы считаем важным организационным решением при разработке технологии работы над созданием трехмерной модели объекта.

– **Владимир Александрович, какими Вы видите перспективы применения трехмерного моделирования для целей подземного строительства в Санкт-Петербурге, возможно не только линий метрополитена?**

– Думаю, развитие подземной инфраструктуры для осуществления транспортных коммуникаций в Петербурге – это неизбежность, и если в наши дни этот вопрос еще не встал со всей остротой, то пройдет, возможно, совсем немного времени, когда освоение подземного пространства города станет одной из самых первоочередных его задач.

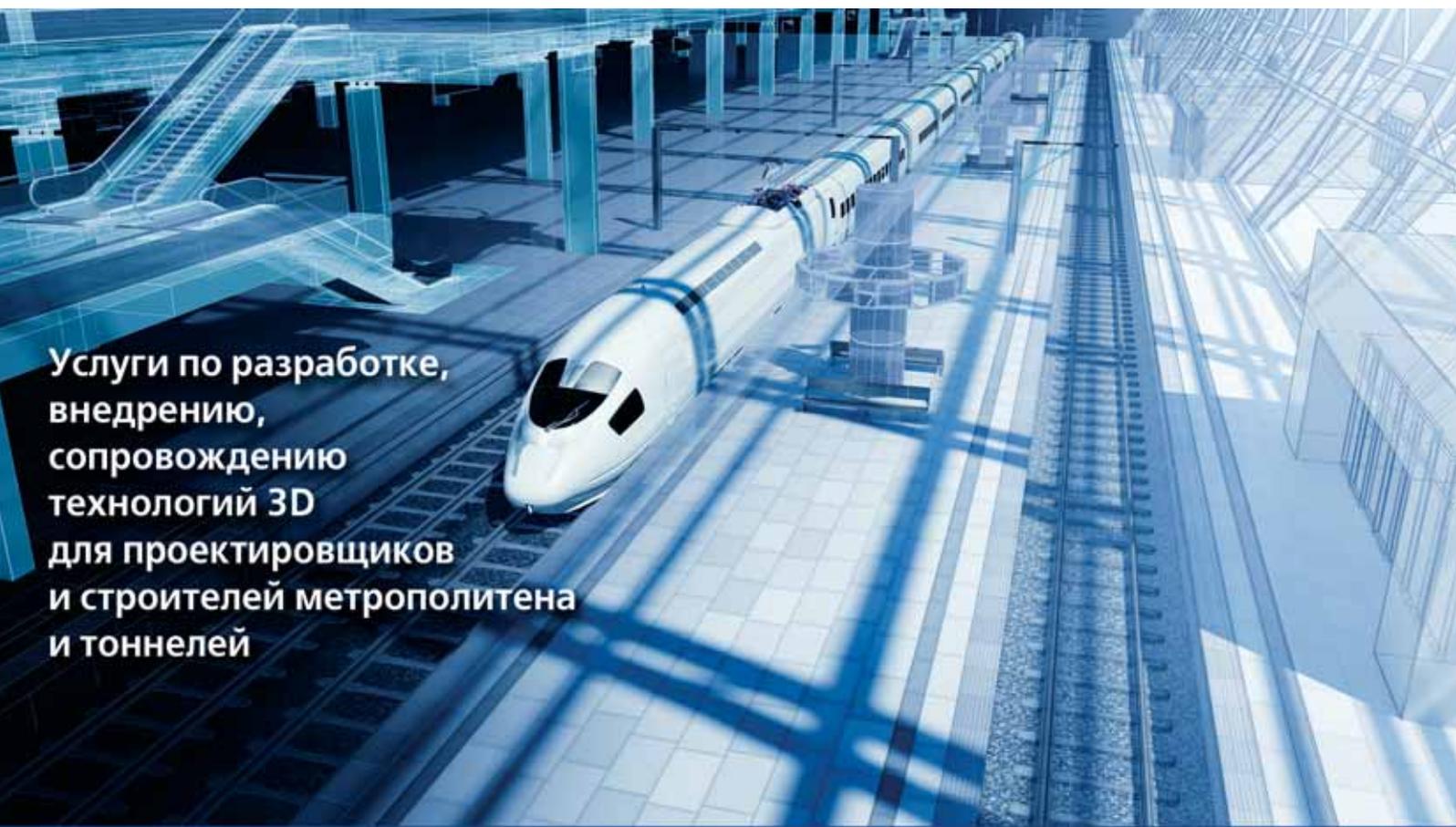
Очевидно, что транспортная напряженность будет непрерывно расти, и решать эту проблему без строительства развязок на

разных уровнях на сегодняшний день не представляется возможным. В центральной части города подобные надземные сооружения неприемлемы из соображений эстетики, экологии, исторической ценности зданий, сложности технической реализации. Значит, это придется делать под землей, там же самое место для размещения парковок как решения проблемы дефицита автостоянок.

Задачи такого порядка потребуют активизации разработок по созданию трехмерной модели всего подземного пространства города, как его инженерно-геологического строения, так и пространственного расположения подземных и наземных сооружений. Эти работы уже ведутся, и соответствующие разработки были использованы при проектировании станций «Театральная», «Дунайский проспект», «Проспект Славы». Могу утверждать, что технология трехмерного моделирования будет последовательно внедряться в практику реализации подземных проектов, и 3D-проектирование подземного Петербурга – это, по всей видимости, уже близкая и реальная перспектива.



Е. Васильева, корреспондент журнала REM, при содействии ООО «ИнтерКАД»



Услуги по разработке, внедрению, сопровождению технологий 3D для проектировщиков и строителей метрополитена и тоннелей

125040, Москва,
ул. Верхняя, д. 34, оф. 921
м.т. +7 (916) 574-1144,
т. +7 (499) 426-0650

interCAD

ООО «ИнтерКАД» www.icad.spb.ru sales@icad.spb.ru

197342, Санкт-Петербург,
ул. Белоостровская, д. 28
т. +7 (812) 496-6929,
ф. +7 (812) 496-5272

КАК ОПТИМИЗИРОВАТЬ ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ ЛИНИЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

В. А. Гарбер, доктор техн. наук, Филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

В соответствии с Постановлением правительства Москвы № 514-ПП от 26 сентября 2012 г. до 2020 года в Москве должно быть построено и введено в эксплуатацию около 150 км линий метрополитена.

Одним из необходимых условий выполнения таких грандиозных задач является своевременная и качественная подготовка проектной документации.

В настоящее время ввиду отсутствия в достаточном объеме прошедшей экспертизу проектной документации (стадия П) строительство ряда новых линий Московского метрополитена ведется в соответствии с рабочей документацией (стадия РД), которая не проходит экспертизу, что не гарантирует правильность заложенных в этой документации технических решений.

Последствия такой практики уже сказались: на ряде участков строительства возникло несколько нештатных ситуаций, которые ставят под сомнение реальность сроков сдачи этих участков в эксплуатацию.

Для того чтобы сократить сроки и повысить качество проектирования линий метрополитена, необходимо оптимизировать технологию проектирования на основе внедрения САПР (системы автоматизированного проектирования).

В 1982 г. институтами «Метрогипротранс», «Ленметрогипротранс» и ЦНИИС было разработано и утверждено Министерством транспортного строительства «Техническое задание на Систему Автоматизированного Проектирования метрополитенов САПР-Метро».

Разработке этого технического задания предшествовало обследование и анализ технологии проектирования метрополитенов.

По объективным обстоятельствам (отсутствии финансирования) САПР-Метро не была реализована в полном объеме. Были реализованы и прошли опытную эксплуатацию только отдельные частные подсистемы, которые в адаптированном к современной электронной технике виде эксплуатируются в настоящее время организациями, проектирующими метрополитены в различных городах России.

Реализация САПР-Метро в полном объеме должна была обеспечить следующие технико-экономические показатели:

- снижение трудозатрат в проектировании на 20 %;
- сокращение сроков проектирования на 42 %;
- повышение качества проектирования;
- снижение сметной стоимости строительства на 20 %.

Рассмотрим технологию проектирования в рамках САПР-Метро.

На рис. представлена структурная схема САПР-Метро, включающая функциональные (проектирующие) и обеспечивающие подсистемы. К функциональным подсистемам (ПС) относятся:

- проектирование трассы метрополитена;
- проектирование инженерно-геологических изысканий;
- проектирование конструкций;
- проектирование организации и механики работ;
- проектирование энергоснабжения;
- проектирование автоматики, телемеханики и связи;
- проектирование теплосантехнических устройств метрополитена;
- расчет стоимостных показателей.

К обеспечивающим подсистемам относятся подсистемы общего назначения (информационная, программная, организационно-методическая, техническая) и функционально-обеспечивающие подсистемы: планово-производственная, труда и зарплаты, финансово-бухгалтерской деятельности, материально-технического снабжения, кадров).

Основные требования, предъявляемые к САПР-Метро:

- человеко-машинный принцип;
- принцип системности;
- принцип эволюционности;
- принцип независимости от технических средств;
- принцип модульности.

Человеко-машинный принцип предусматривает создание смешанной человеко-машинной системы проектирования, в которой инженер-проектировщик тесно взаимодействует с машинной информационной базой, подготавливая и проверяя исходные данные и оценивая результаты.

Система должна быть разработана таким образом, чтобы она брала на себя большую часть рутинных малоинтеллектуальных работ, способствуя подключению интеллекта человека к решению задач более высокого стратегического уровня.

Принцип системности заключается в разработке единой и связанной системы информации, математических и технических средств.

В части программного обеспечения системный подход требует единообразного построения всего программного комплекса, основанного на единой системе программирования и единой операционной системе.

Принцип системности требует учета возможно большего числа существующих для рассматриваемого объекта связей.

Принцип эволюционности предусматривает постепенность процесса перехода от традиционных, чисто человеческих методов проектирования к человеко-машинным.

Принцип независимости от технических средств гарантирует сохранность информационного и программного обеспечения при замене морально и физически стареющих технических средств более совершенными. Одним из практических требований, выдвигаемым этим принципом, является использование для программирования задач системы языка достаточно высокого уровня и выбор перспективной операционной системы, в которой функционируют эти задачи.

Принцип модульности означает дискретную структуру основных частей системы. Соблюдение этого принципа, особенно в части программного и технического обеспечения, придаст САПР-Метро необходимую гибкость и подвижность в приспособлении к изменяющимся условиям. Кроме того, принцип модульности позволяет сократить общее время разработки.

Кроме перечисленных, необходимо учитывать ряд принципов, не отраженных выше, однако являющихся достаточно общими и важными для разработки САПР.

Принцип контроля вычислительного процесса, предполагающий организацию аппаратного и программного контроля за прохождением каждой задачи, с целью исключения влияния случайных сбоев аппаратуры, искажения постоянно хранимой информации, ошибок исходных данных и т. п.

Принцип эксплуатационной простоты и удобства заключается в максимальной ориентации на пользователя, не являющегося программистом.

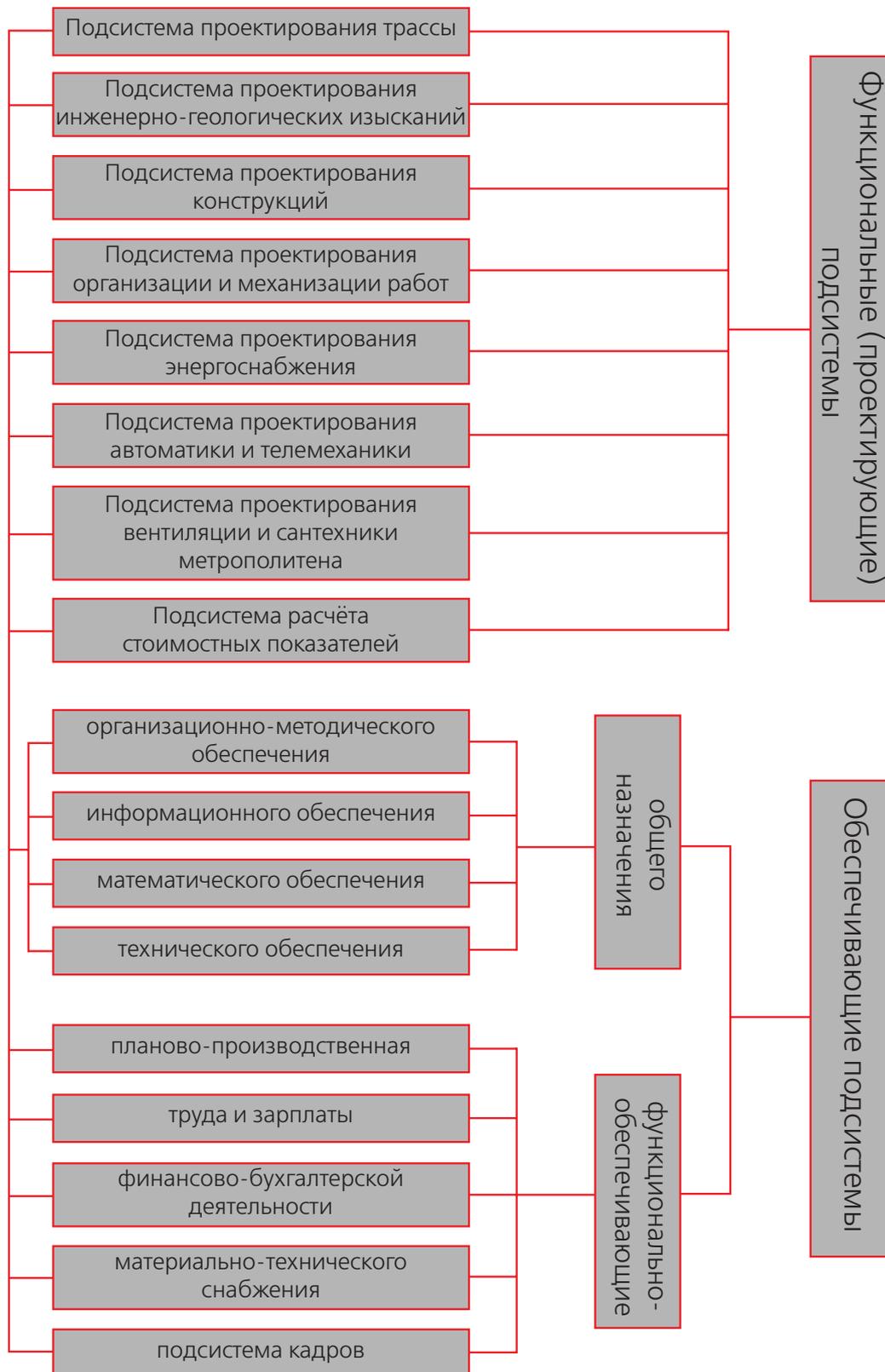
С этой целью система должна предусматривать использование простых и удобных для проектировщиков бланков заданий, получение результатов в виде конечной проектной документации (таблиц и чертежей), использование интерактивных методов проектирования.

В порядке реализации 1-й очереди САПР-Метро в 1982 г. в институте «Метрогипротранс» были введены в промышленную эксплуатацию следующие компоненты программного обеспечения:

по подсистеме автоматизированного проектирования конструкций метрополитена:

- фрагмент статического и динамического расчета конструкций;
- фрагмент расчета и конструирования железобетонных элементов;

по подсистеме автоматизированного проектирования электроснабжения линий метрополитена:



Структурная схема САИР-Метро

- фрагмент определения тяговых нагрузок системы электроснабжения метрополитенов;
- фрагмент расчета низковольтной сети метрополитенов;
- фрагмент проектирования раскладки кабелей на конструкциях.

Эти компоненты программного обеспечения, адаптированные к современным средствам программирования и электронно-вы-

числительной техники, в настоящее время эксплуатируются в институтах «Метрогипротранс» и «Ленметрогипротранс».

Вторая очередь САИР-Метро, частично реализованная в указанных проектных организациях, включает следующие подсистемы (ПС):

- проектирования теплосантехнических устройств метрополитена;

- проектирования автоматики, телемеханики и связи метрополитенов;

- проектирования трассы метрополитена.

Подсистема проектирования теплосантехнических устройств метрополитена предназначена для выполнения автоматизированным способом задач проектирования основной и местной вентиляции, отопления и теплоснабжения сооружений метрополи-

тена, водопровода и канализации, сетей сжатого воздуха, оборудования дополнительных устройств.

Схему, принцип и способ вентиляции тоннелей метрополитенов необходимо выбирать в зависимости от климатических условий города, глубины заложения тоннелей, их сечения и конструкции, теплофизических характеристик грунтов, застройки поверхности, общей длины трассы и пропускной способности линии.

Для проектирования внешних сетей водопровода, канализации и теплоснабжения необходимо наличие технических условий на присоединение к сетям города, на спецводопользование, а также геоподосновы.

Подсистема проектирования теплотехнических устройств метрополитена должна состоять из семи фрагментов:

- проектирование отопления и вентиляции сооружений метрополитена;
- проектирование внутренних сетей водопровода, водоотвода и канализации сооружений метрополитена и электродепо;
- проектирование отопления и местной вентиляции, сооружений электродепо;
- проектирование внешних сетей водопровода, водоотвода, канализации и теплоснабжения депо и сооружений метрополитена;
- проектирование ДЭС;
- проектирование тепломеханических устройств метрополитена;
- проектирование дополнительных устройств метрополитена.

Фрагмент «Проектирование отопления и вентиляции сооружений метрополитена» должен обеспечивать автоматизированное проектирование отопления и вентиляции для вестибюлей, СТП, тяговых подстанций, понизительных подстанций, вентустановок основной тоннельной вентиляции, водоотливных установок, санузлов.

Для разработки принципиальной схемы вентиляции необходимо получение от смежных отделов следующих материалов:

- от отдела трассы – частоты движения, пассажиропотоков, заполнения, плана трассы с продольным профилем;
- от отдела инженерной геологии – гидрогеологического разреза по трассе;
- от электротехнического отдела – коэффициента удельного потребления энергии;
- от конструкторского отдела – деления линии на отсеки, границ между участками глубокого и мелкого заложения, типа обделок.

Задачи расчетного характера, решение которых необходимо во фрагменте «Проектирование отопления и вентиляции сооружений метрополитена»:

- расчет тоннельной вентиляции метрополитенов;
- расчет теплотерь через ограждающие конструкции подземных и наземных сооружений метрополитенов с учетом инфильтрации;
- расчет воздухообменов помещений;
- аэродинамический расчет систем вентиляции с подбором вентиляторов и электродвигателей;

- расчет и подбор калориферов для вентиляционных установок;

- расчет тепловыделений в помещениях эскалаторов;

- расчет выделения вредностей и воздухообмена в рабочей зоне аккумуляторной;

- расчет кондиционеров для вентиляции СТП;

- расчет тепловыделений от трансформаторов и воздухообмена в СТП;

- расчет предельно-допустимой концентрации вредностей в помещении аккумуляторной СТП;

- расчет уровня шума в жилой зоне от выброса из помещения аккумуляторной СТП;

- аэродинамический расчет воздухораспределителей равномерной раздачи воздуха;

- подсчет и составление ведомостей объемов работ;

- составление смет.

Фрагмент «Проектирование отопления и вентиляции» должен обеспечивать выполнение графических работ следующего вида:

- компоновочных чертежей, представляющих собой планы сооружения с нанесенными на них системами отопления, вентиляции и теплоснабжения калориферов, с расстановкой оборудования;

- монтажных чертежей, представляющих собой отдельные узлы и детали вентиляционных установок.

Спецификация на оборудование и материалы составляется по проекту и является основой для выдачи ведомостей объемов работ и составления смет на монтаж систем вентиляции и отопления.

Фрагмент «Проектирование внутренних сетей водопровода, водоотвода и канализации сооружений метрополитена и электродепо» должен обеспечивать автоматизированное проектирование вышеуказанных внутренних сетей в сооружениях метрополитена и электродепо на основании определения в соответствии с действующими нормами необходимого водопотребления, водоотвода и количества канализационных стоков.

При разработке внутренних сетей необходима гидравлическая увязка трубопроводов и подбор арматуры и оборудования.

Фрагмент «Проектирование внутренних сетей водопровода, водоотвода и канализации сооружений метрополитена и электродепо» должен обеспечивать решение следующих расчетных задач:

- гидравлическая увязка внутренних сетей;
- гидравлическая увязка сетей канализации;

- подсчет и составление объемов работ;

- составление заказных спецификаций;
- составление смет.

Фрагмент «Проектирование отопления и местной вентиляции сооружений электродепо» предназначен для автоматизированного проектирования систем отопления и местной вентиляции в отстойных пролетах, продувочных, мойках, производственных мастерских, мотодепо и административно-бытовых корпусах.

Проектирование систем отопления выполняется на основании определенных расчетом теплотерь и гидравлической увязки.

Определение необходимого воздухообмена при проектировании местной вентиляции выполняется на основании результатов расчета вредностей и тепловыделений.

Фрагмент должен обеспечивать решение следующих задач расчетного характера:

- расчет теплотерь через ограждающие конструкции зданий, наземных и подземных сооружений метрополитена с учетом инфильтрации;

- гидравлический расчет системы отопления с подбором приборов;

- расчет воздухообменов в помещениях;

- аэродинамический расчет систем вентиляции и аспирации с подбором вентиляторов и электродвигателей;

- расчет и подбор калориферов для вентиляционных установок;

- расчет теплотерь на ввозимые материалы и транспорт;

- расчет шумоглушения и подбор шумоглушителей;

- аэродинамический расчет воздухораспределителей равномерной раздачи воздуха;

- расчет калориферных секций приточных камер;

- расчет гашения аэродинамического шума в системах вентиляции;

- расчет калориферов СГД-3009;

- расчет электрокалориферов СФЮ;

- составление заказной спецификации;

- составление ведомостей объемов работ;

- составление смет.

Фрагмент должен обеспечивать выполнение графических работ по составлению компоновочно-монтажных чертежей, представляющих собой планы сооружения с нанесенными на них разводками вентиляции, трубопроводами отопления и теплоснабжения, калориферами. Компоновочные чертежи составляются в масштабе 1:100, монтажные – 1:50; 1:25, 1:20.

Фрагмент «Проектирование внешних сетей водопровода, водоотвода, водостока, канализации и теплоснабжения сооружений метрополитена и электродепо» предназначен для автоматизированного проектирования указанных сетей на основе полученных от заказчика технических условий на присоединение к соответствующий городским сетям, а также на спецводопользование.

Основными задачами, решаемыми фрагментом, являются определение диаметров трубопроводов в соответствии с тепловой нагрузкой сооружений, объема водопотребления и объема стоков.

Фрагмент должен обеспечивать решение следующих расчетных задач:

- расчет самокомпенсации трубопроводов тепловых сетей;

- расчет водоводяных подогревателей для систем отопления и горячего водоснабжения;

- расчет систем трубопроводов на статические, динамические и температурные воздействия;

- гидравлический расчет тепловых сетей;
- построение профилей канализационных сетей с выбором колодцев;

- расчет систем водоснабжения с гидравлической увязкой сетей и подбором диаметров трубопроводов;

- расчет дроселирующих устройств (сопл и шайб) у потребителей для тупиковых сетей;

- составление ведомостей объемов работ по трассам водопровода, канализации и теплоснабжения;

- составление заказной спецификации;

- составление смет.

Фрагмент должен обеспечивать следующие графические работы:

- составление компоновочно-монтажных чертежей, представляющих собой план теплотрассы, нанесенный на геоподоснову, продольный профиль теплотрассы;

- составление монтажных чертежей теплофикационных камер.

Фрагмент «Проектирование ДЭС» должен обеспечивать автоматизированное проектирование, включая выбор и установку оборудования, а также проектирование вентиляции, отопления водопровода и канализации помещения ДЭС.

Фрагмент должен обеспечивать решение следующих задач расчетного характера:

- расчет запаса горюче-смазочных материалов (ГСМ);

- гидравлический расчет трубопроводов топлива, масла, воды;

- расчет количества выхлопных газов;

- определение разряжения во всасывающем тракте ДГ;

- определение противодавления в газовой выхлопном тракте ДГ;

- расчет концентрации вредных веществ, содержащихся в выбросе от одиночного источника;

- расчет теплопотерь через ограждающие конструкции;

- гидравлический расчет систем отопления с подбором приборов отопления;

- расчет и подбор калориферов для вентиляционных установок;

- расчет воздухообменов в помещениях;

- аэродинамический расчет систем вентиляции с подбором вентиляторов и электродвигателей;

- гидравлическая увязка внутренних сетей водопровода с подбором диаметров трубопроводов;

- расчет сетей канализации;

- составление ведомостей объема работ;

- составление заявочной спецификации;

- составление смет.

Графическая документация, обеспечиваемая фрагментом, должна состоять из принципиальных схем, компоновочных чертежей, представляющих собой планы сооружений с нанесенными на них инженерными системами (отопление, вентиляция, водопровод и канализация), а также из технологических схем.

Фрагмент «Проектирование тепломеханических устройств метрополитена» предна-

значен для автоматизированного проектирования замораживающих станций, рассолопроводов и коллекторов, компрессорных, сетей сжатого воздуха, котельных установок.

Фрагмент должен обеспечивать решение следующих расчетных задач:

- гидравлический расчет рассолопроводов;

- расчет трубопроводов сжатого воздуха;

- расчет теплообменных аппаратов;

- расчет дымовых труб;

- расчет теплопотерь через ограждающие конструкции зданий;

- расчет и подбор калориферов;

- расчеты замораживания;

- подбор оборудования для котельных;

- расчет трубопроводов на самокомпенсацию;

- аэродинамический расчет систем вентиляции с подбором вентиляторов и электродвигателей;

- составление ведомостей объема работ;

- составление заказной спецификации;

- составление смет.

Фрагмент должен обеспечивать выполнение графических работ, представляющих собой разводку инженерных сетей, компоновочные чертежи, технологические схемы, монтажные чертежи.

Фрагмент «Проектирование дополнительных устройств метрополитена» предназначается для автоматизированного проектирования ряда устройств, эксплуатация которых предусмотрена на время особого режима.

Фрагмент должен обеспечивать решение следующих расчетных задач:

- определение теплопотерь в грунт тоннелями глубокого и мелкого заложения;

- расчет времени, за которое температура воздуха в тоннеле и на станции достигнет заданного предельного значения;

- расчет концентрации CO_2 в точках разветвления воздушных потоков и в точках удаления воздуха в атмосферу;

- расчет гидравлического удара в водоводах, вызываемого внезапным отключением электропитания насосных агрегатов;

- расчет средств жизнеобеспечения линий метрополитена по системам водопровода, водоотвода, канализации;

- составление ведомости объемов работ;

- составление заказной спецификации;

- составление смет.

Фрагмент должен обеспечивать выполнение графических работ в виде принципиальной схемы воздухообмена линии метрополитена, компоновочно-монтажных чертежей оборудования.

Подсистема проектирования устройств автоматики, телемеханики и связи предназначена для автоматизации процесса проектирования всех видов устройств, входящих в данную подсистему.

Входной информацией является: задания от смежных отделов, техническое задание на проект, требования СНиПа.

Выходная информация подразделяется на промежуточную и окончательную.

Промежуточная информация выдается в виде заданий смежным отделам, расчетов.

Окончательной информацией являются чертежи, ведомости объемов работ, заказная спецификация и смета.

Особый объем работ, выполняемый проектировщиками, представляют согласования с городскими организациями и заказчиком.

Проектирование подсистем автоматики, телемеханики и связи должно включать следующие проектные работы:

- проектирование устройств связи;

- проектирование устройств громкоговорящего оповещения;

- проектирование устройств автоматики и телемеханики.

Подсистема автоматизированного проектирования устройств автоматики, телемеханики и связи разрабатывается с учетом требований СНиП 32-105-2004.

Проектирование устройств связи включает в себя следующие фрагменты:

- центральные устройства связи и электрочасов; магистральные сети связи;

- устройства связи на станции;

- устройства теленаблюдения на станции;

- тоннельные сети связи;

- городские телефонные вводы;

- устройства связи;

- устройства связи в депо;

- центральные устройства связи по при-

способностям.

Фрагмент «Проектирование центральных устройств связи и электрочасов» должен обеспечивать автоматизированное проектирование центральных станционных устройств, к которым относятся: аппаратура

всех прямых диспетчерских связей, служебных связей, телеуправления СТП и сантехнических устройствами, тоннельной, оперативной связей, поездной радиосвязи, управление сетями вторичных электрочасов и счетчиков интервалов времени.

Конструкторскому, электротехническому и сантехническому отделам выдаются задания на дополнительные закладные устройства, прокладку кабелей, дополнительные вентиляционные устройства.

Фрагмент «Проектирование центральных устройств связи и электрочасов» должен обеспечивать разработку схем следующих типов:

- скелетную распределительных сетей;

- кабельных соединений;

- принципиальную;

- монтажную.

Фрагмент должен решать задачи:

- расположение оборудования устройств связи во всех технологических и служебных помещениях;

- составление кабельных планов;

- подсчет и составление ведомости объемов работ;

- составление смет.

Фрагмент «Проектирование магистральных сетей связи и электрочасов» должен обеспечивать автоматизированное проектирование включения расположенных на проектируе-

мом радиуса метрополитена оконечных устройств и абонентских пунктов в центральные станционные устройства узла связи метрополитена (Дом связи, Инженерный корпус).

Фрагмент «Проектирование магистральных сетей связи и электрочасов» должен обеспечивать проектирование следующих видов связи:

- административно-хозяйственную и электрочасы;
- диспетчерскую;
- тоннельную;
- поездную радиосвязь;
- оперативную;
- служебную диспетчерской централизации;

• телеуправления СТП и сантехническими устройствам;

• каналов диспетчерской централизации.

Для диспетчерской, тоннельной, поездной радиосвязи должны выполняться расчеты по определению нормы затухания.

Фрагмент «Проектирование магистральных сетей связи и электрочасов» должен обеспечивать разработку схем следующих типов:

- распределения емкостей кабелей;
- магистральных сетей;
- зарядки боксов.

Данный фрагмент должен выполнять графические работы – установочные чертежи путевых ящиков.

Фрагмент «Проектирование тоннельных сетей связи» должен обеспечивать автоматизированное проектирование тоннельных распределительных сетей, состоящих из следующих видов связи, электрочасов и сигнализации:

- цепи диспетчерских избирательных связей, поездного, эскалаторного, электротягового и сантехнического диспетчеров;
- цепи тоннельной связи;
- цепи дополнительной связи;
- цепи стрелочной связи;
- цепи электрочасов.

Фрагмент «Проектирование тоннельных сетей связи» должен обеспечивать разработку тоннельных сетей, пристанционных сооружений, монтажных схем.

Данный фрагмент должен решать задачи:

- составление кабельных журналов;
- подсчет и составление ведомости объемов работ;
- составление смет.

Фрагмент «Проектирование устройств связи и электрочасов на станции» должен обеспечивать автоматизированное проектирование следующих видов связи на станции:

- сигнализации вызова дежурного по станции по диспетчерской связи поездного диспетчера;
- сигнализации вызова дежурного в машинном помещении эскалатора по всем видам связи;
- сигнализации из касс к постовому милиционеру;
- сигнализации от автоматического контрольного пункта к ДСП;

• сигнализации громкого вызова постового милиционера по административно-хозяйственной связи.

На станциях с путевым развитием должны быть установлены дополнительные устройства связи и электрочасов.

Фрагмент «Проектирование устройств связи и электрочасов на станции» должен обеспечить разработку схем следующих типов:

- скелетной;
- распределительных сетей;
- монтажной.

Данный фрагмент должен обеспечивать выполнение графических работ следующего вида:

- расположите оборудования в служебных помещениях;
- установочные чертежи.

Выходная документация согласуется с конструкторским, электротехническим и архитектурным отделами.

Фрагмент «Проектирование устройств связи и электрочасов на станции» должен обеспечивать решение следующих задач:

- составление кабельного журнала;
- подсчет и составление ведомостей объемов работ;
- составление смет.

Фрагмент «Проектирование устройств связи на стройплощадках» предназначен для автоматизированного проектирования связи временных устройств на стройплощадках.

Фрагмент должен обеспечивать разработку схем городских телефонных вводов, распределительной сети по стройплощадке и в околостольных и подходных выработках (последняя задача должна решаться в случае строительства шахты на стройплощадке).

Фрагмент «Проектирование устройств связи на стройплощадках» должен обеспечивать решение следующих задач:

- составление заказной спецификации и ведомости объемов работ;
- составление смет.

Фрагмент «Проектирование городских телефонных вводов» предназначен для автоматизированного проектирования городских телефонных вводов на станциях метрополитена.

Фрагмент должен обеспечивать разработку схемы городских телефонных вводов, составление плана и профили телефонной канализации, заказной спецификации и сметы.

Фрагмент «Проектирование теленаблюдения на станции» должен обеспечивать автоматизированное проектирование промышленного телевидения на станциях метрополитена.

Данный фрагмент должен обеспечить решение следующих задач:

- составление схемы распределительных сетей;
- составление скелетной схемы;
- составление кабельного журнала;
- разработку компоновочных и установочных чертежей;
- составление заказной спецификации и ведомостей объемов работ;

• составление сметы.

Фрагмент «Проектирование центральных устройств связи по приспособлениям» предназначен для автоматизированного проектирования центральных устройств связи по приспособлениям, разделенных в центральном узла связи КИМ.

Данный фрагмент должен обеспечивать решение следующих задач:

- составление скелетной схемы распределительных сетей;
- схемы кабельных соединений;
- составление кабельных планов;
- составление принципиальных и монтажных схем;

• составление компоновочных и установочных чертежей во всех технологических и служебных помещениях;

• составление заказной спецификации на оборудование и материалы;

• составление смет.

Фрагмент «Проектирование устройств связи и электрочасов в депо» предназначен для автоматизированного проектирования устройств связи в депо.

Данный фрагмент должен обеспечивать решение следующих задач:

- составление скелетной схемы;
- составление принципиальной и монтажных схем;
- составление схемы распределительных сетей;

• разработка компоновочных и установочных чертежей оборудования;

- составление кабельных планов;
- составление заказной спецификации;
- составление сметы.

Проектирование устройств громкоговорящего оповещения включает в себя следующие фрагменты:

• магистральные сети громкоговорящего оповещения;

• устройства громкоговорящего оповещения на станции;

• тоннельные сети громкоговорящего оповещения;

- устройства поездной радиосвязи;
- центральные устройства громкоговорящего оповещения по приспособлениям;
- устройства громкоговорящего оповещения в депо.

Фрагмент «Проектирование магистральных сетей громкоговорящего оповещения» предназначен для автоматизации процесса проектирования магистральных сетей.

Данный фрагмент должен обеспечивать решение следующих задач:

- составление схемы распределительных емкостей кабелей;
- составление схем магистральных сетей, муфт, зарядки боксов;
- составление кабельных журналов;
- составление заказной спецификации на оборудование и материалы;
- составление сметы.

Фрагмент «Проектирование тоннельных сетей громкоговорящего оповещения» должен обеспечивать автоматизированное про-

ектирование устройств громкоговорящего оповещения в тоннелях.

Для тоннельных сетей громкоговорящего оповещения должны выполняться расчеты определения качества передачи.

Данный фрагмент должен обеспечивать решение следующих задач:

- составление скелетной схемы;
- разработка установочных чертежей громкоговорителей в тоннелях и венткамерах;
- составление кабельных журналов;
- составление заказной спецификации на оборудование и материалы;
- составление сметы.

Фрагмент «Проектирование устройств громкоговорящего оповещения на станции» должен обеспечивать автоматизированное проектирование данных устройств на станции, переходах, тупиках, входах на станцию и в других пристанционных сооружениях.

Для всех линий громкоговорящего оповещения должны выполняться расчеты определения качества передачи.

Фрагмент «Проектирование устройств громкоговорящего оповещения на станции» должен обеспечивать разработку схем следующих типов:

- скелетной;
 - распределительных сетей;
 - принципиальной и монтажной.
- Фрагмент должен решать задачи:
- расположение аппаратуры во всех технологических и служебных помещениях;
 - составление кабельных планов;
 - подсчет и составление ведомости объемов работ;
 - составление смет.

Фрагмент «Проектирование устройств поездной радиосвязи» должен обеспечивать автоматизированное проектирование линий поездного диспетчера.

Данный фрагмент должен обеспечивать разработку схем следующих типов:

- схему расстановки станционных радиостанций;
- принципиальную схему;
- схему подвески волноводного провода.

Фрагмент «Проектирование устройств поездной радиосвязи» должен обеспечивать решение следующих задач:

- разработка компоновочных чертежей;
- составление заказной спецификации на оборудование и материалы;
- составление смет.

Фрагмент «Проектирование центральных устройств громкоговорящего оповещения по приспособлениям» предназначен для автоматизированного проектирования устройств в центральном узле связи КПП.

Данный фрагмент должен обеспечивать решение следующих задач:

- составление схемы кабельных соединений;
- составление кабельных планов;
- разработка установочных чертежей;
- составление монтажных схем.

Фрагмент «Проектирование устройств громкоговорящего оповещения в депо»

предназначен для автоматизированного проектирования устройств громкоговорящего оповещения в депо.

Данный фрагмент должен обеспечивать решение следующих задач:

- составление скелетной, монтажной и принципиальных схем;
- составление схемы распределительных сетей;
- разработка компоновочных чертежей;
- составление кабельных журналов;
- составление заказной спецификации на оборудование и материалы;
- составление сметы.

Проектирование устройств автоматики и телемеханики включает в себя следующие фрагменты:

- расчет пропускной способности: (автоматическое регулирование скорости; автоматическая блокировка, электрическая и диспетчерская централизации, диспетчерский контроль);
- проектирование депо;
- автоматическое управление движением поездов.

Фрагмент «Расчет пропускной способности» должен обеспечивать автоматизированное проектирование устройств автоматики и телемеханики, обеспечивающих организацию и безопасность движения поездов.

Данный фрагмент должен обеспечить решение следующих задач:

- проектирование устройств автоматического регулирования скорости (АРС);
- проектирование устройств автоматической блокировки;
- проектирование устройств диспетчерской централизации (ДЦ)
- проектирование устройств электрической централизации (ЭЦ)
- проектирование устройств диспетчерского контроля.

Обеспечение безопасности движения и организация движения на перегонах, а также на станциях, не имеющих путевого развития, должна осуществляться устройствами АРС, а на станциях с путевым развитием – устройствами АРС совместно с устройствами ЭЦ.

Фрагмент «Проектирование пропускной способности» должен обеспечивать разработку схем следующих типов:

- принципиальных;
 - монтажных трансформаторных шкафов;
 - монтажных групповых коробок;
 - монтажных стативов;
 - монтажной панели контрольного табло;
 - монтажной кроссового статива.
- Фрагмент должен решать задачи:
- построения кривой движения;
 - расстановки изолирующих стыков;
 - разработки компоновочных чертежей;
 - составления кабельных планов;
 - раскладки кабелей в релейной СЦБ;
 - составление заказной спецификации на оборудование и материалы;
 - составления сметы.

Для разработки центральных устройств ДЦ фрагмент должен обеспечить разработку пульта-манипулятора; составление таблицы управляющих и известительных кодов ДЦ; составление плана путей и таблицу замыкания маршрутов.

Фрагмент «Проектирование устройств автоматики и телемеханики в депо» должен обеспечивать автоматизированное проектирование организации и безопасности движения на территории депо.

Фрагмент должен обеспечивать разработку следующих задач:

- составление схематического плана путей и расстановку светофоров;
- составление таблицы взаимодействия стрелок, сигналов, маршрутов;
- составление монтажных схем;
- составление кабельных планов;
- разработка выносного табло и пульта-манипулятора;
- разработка компоновочных чертежей;
- составление заказной спецификации на оборудование и материалы;
- составление сметы.

Фрагмент «Проектирование автоматического управления движением поездов (АУДП)» должен обеспечивать автоматизированное проектирование автоматического управления движением поездов по линии.

Система АУДП должна содержать:

- устройства центрального поста управления;
- станционные и путевые устройства;
- каналы связи.

Фрагмент должен обеспечить решение следующих задач:

- составление принципиальных и монтажной схем;
- разработку компоновочных чертежей;
- составление заказной спецификации на оборудование и материалы;
- составление сметы.

Подсистема проектирования трассы метрополитена предназначена для автоматизированной разработки схем развития, проектов и рабочей документации по плану и профилю линий метрополитена глубокого и мелкого заложения. Подсистема должна также обеспечивать выпуск документации на всех стадиях проектирования по верхнему строению пути, контактному рельсу, электродепо, вопросам эксплуатации и геодезическому обоснованию проекта.

При создании подсистемы разработка должна вестись отдельными фрагментами, так как это позволит значительно ускорить ввод в действие всей подсистемы.

Подсистема включает в себя следующие фрагменты: «Трасса», «Верхнее строение пути», «Контактный рельс», «Вопросы эксплуатации», «Депо», «Вертикальная планировка», «Технология», «Геодезическое обоснование».

Фрагмент «Трасса» должен обеспечивать автоматизированное проектирование плана, продольного и поперечного профиля линии метрополитена глубокого и мелкого заложения.

ния на стадии схемы развития, проекта и рабочей документации.

Исходными данными для разработки фрагмента являются:

На стадии схемы развития – план города, пассажиропотоки.

На стадии проекта – схема развития, инженерно-геологический разрез вдоль линии, план города в масштабах 1:5000 и 1:25000.

На стадии рабочей документации – материалы проекта (план и профиль трассы на геологическом разрезе в масштабах 1:2000 и 1:5000, план трассы в масштабе 1:500), уточненный инженерно-геологический разрез по трассе.

Задачи расчетного характера, входящие во фрагмент «Трасса»:

- расчет геометрической схемы трассы;
- оптимизация плана трассы;
- расчет параметров переходных кривых;
- оптимизация продольного профиля;
- уточненный расчет продольного профиля.

Задачи графического характера, входящие во фрагмент «Трасса»:

- проектирование плана трассы;
- вычерчивание плана трассы в различных масштабах;
- вычерчивание геометрической схемы;
- проектирование продольного профиля на геологическом разрезе;
- вычерчивание профиля;
- вычерчивание различных демонстрационных чертежей;
- выполнение габаритных чертежей;
- габаритные схемы разбивки оси тоннеля на кривых;
- текстовые документы, выпускаемые во фрагменте «Трасса»;
- пояснительные записки на всех стадиях проектирования;
- расчет экономической эффективности;
- таблицы смещений оси тоннеля от разбивочной оси.

Фрагмент «Верхнее строение пути» должен обеспечивать автоматизированный выпуск проектной документации по конструкции верхнего строения пути, раскладке рельсов, расположению стыков. Этот же фрагмент должен выпускать схематический план и профиль линии для выдачи задания в ГТСС или отдел ПАТС.

Исходные данные фрагмента «Верхнее строение пути»:

- данные от отдела ПАТС по положению изолирующих стыков;
- план и продольный профиль, выпущенные во фрагменте «Трасса»;
- задачи расчетного характера, входящие в комплект «Верхнее строение пути»;
- расчет положения стыков и длин рельсовых плетей. Расчет отметок путейских реперов;
- задачи графического характера фрагмента «Верхнее строение пути»;
- вычерчивание укладочного плана и профиля;
- вычерчивание укладочной схемы пути;
- текстовые документы, выпускаемые во фрагменте «Верхнее строение пути»;

- ведомости объемов работ;
- ведомости потребности в путейских материалах;

• составление спецификаций.
Фрагмент «Контактный рельс» должен обеспечивать автоматизированный выпуск комплекта проектной документации по контактному рельсу метрополитена.

Исходные данные по фрагменту «Контактный рельс»:

- данные отдела ПЭЛ;
- план и профиль пути, выполненные во фрагменте «Трасса».

Во фрагменте «Контактный рельс» выполняется расчет укладочного плана и профиля контактного рельса.

Задачи графического характера, выполняемые во фрагменте «Контактный рельс»:

- вычерчивание укладочного плана контактного рельса;
- разработка типовых конструктивных элементов.

Текстовые документы, выпускаемые во фрагменте «Контактный рельс»:

- составление ведомости объемов работ;
- составление ведомости потребности в материалах;
- составление спецификаций.

Фрагмент «Вопросы эксплуатации» должен обеспечить автоматизированный выпуск документации на всех стадиях разработки проекта.

Этот фрагмент включает в себя план расположения служебных помещений на станциях с указанием площади и назначения каждого помещения.

Кроме того, составляется эксплуатационная схема линии и выполняются чертежи размещения указателей на станциях.

Набор задач по фрагменту должен уточняться при составлении эталонов документации на всех стадиях проектирования.

Фрагмент «Депо» должен обеспечить автоматизированное проектирование депо метрополитена.

Исходными данными для проектирования депо являются материалы, разработанные во фрагментах «Вопросы эксплуатации», «Вертикальная планировка».

Задачи расчетного характера, входящие во фрагмент «Депо»:

- расчет парковых путей;
- расчет укладочных схем пути и контактного рельса.

Задачи графического характера, входящие во фрагмент «Депо»:

- проектирование парковых путей в депо;
- составление чертежей путевого развития;
- проектирование поперечных профилей;
- проектирование водоотвода.

Текстовые документы, выпускаемые во фрагменте «Депо»:

- ведомости объемов работ;
- спецификации оборудования;
- сметы.

Фрагмент «Вертикальная планировка» предназначен для автоматизированного

проектирования вертикальной планировки наземных линий, депо, территорий шахт и строительных площадок метрополитена.

Исходные данные для фрагмента «Вертикальная планировка»:

- план и профиль трассы (1:500, 1:2000);
- геоподоснова (1:500);
- отметки по красным линиям, АПЗ.

Перечень задач фрагмента «Вертикальная планировка»:

- нанесение трассы на геоподоснову;
- проектирование вертикальной планировки станций;
- проектирование вертикальной планировки перегонов;
- проектирование вертикальной планировки электродепо;
- составление проекта благоустройства и вертикальной планировки шахт и строительных площадок;
- составление картограмм земляных работ;
- составление смет.

Фрагмент «Технология» предназначен для автоматизированного проектирования технологической работы депо метрополитена и включает в себя следующие задачи:

- расчет расстановки составов;
- расчет объема ремонта;
- расчет штата ремонтного персонала;
- расчет станочного парка;
- проектирование технологической части депо;
- составление объемов работ;
- составление пояснительной записки;
- составление смет.

Фрагмент «Геодезическое обоснование» предназначен для автоматизированной разработки геодезического обоснования проекта метрополитена глубокого и мелкого заложения.

Фрагмент «Геодезическое обоснование» включает две основных категории работ – работы на местности и камеральную обработку результатов.

На местности выполняются следующие работы:

- рекогносцировка в натуре и закладка знаков;
- наземная полигонометрия триангуляция;
- нивелирование 2-го и 3-го классов.

Камеральная обработка включает в себя:

- уравнивание плановой сети;
- уравнивание высотной сети;
- составление каталога координат пунктов сети;
- составление каталогов отметок реперов.

За аналоги чертежей, выпуск которых должен обеспечивать фрагмент, могут быть приняты:

- схемы нивелирования;
- схемы полигонометрии.

Реализация описанной структуры САПР-Метро обеспечивает резкое сокращение сроков проектирования новых линий метрополитена, сокращение трудозатрат и стоимости проектирования и существенное снижение сметной стоимости строительства.



ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ НА ДИАМЕТР ГРУНТОЦЕМЕНТНЫХ КОЛОНН

А. Г. Малинин, «Строительная компания «ИнжПроектСтрой»

Технология струйной цементации получила широкое распространение в различных областях подземного строительства – устройство ограждений глубоких котлованов, возведение новых и укрепление аварийных фундаментов зданий и сооружений.

Между тем, существует отдельный класс задач, в которых экономическая эффективность струйной технологии существенно зависит от диаметра грунтоцементных колонн.

В первую очередь к таким задачам относится устройство горизонтальных противофильтрационных завес большой площади.

Применение грунтоцементных колонн большого диаметра позволяет в несколько раз (!) сократить количество скважин, а следовательно и стоимость буровых работ.

Другой важной задачей является обработка больших объемов грунтовых массивов из слабых или структурно неустойчивых грунтов, как, например, при строительстве наклонного ствола в г. Воркуте, где требуется предварительная цементация обводненных песков на всем участке залегания четвертичных отложений, который пересекает наклонный ствол.

Цементация больших объемов массивов из структурно неустойчивого грунта требуется при строительстве автомобильных дорог на слабых основаниях, а также при усилении основания фундаментных плит зданий и сооружений.

Известно, что колонны большого диаметра могут быть получены при использовании двухкомпонентной технологии Jet2, когда для снижения бокового трения струи по грунтовому массиву формируется воздушная рубашка, создаваемая подачей сжатого воздуха через дополнительную воздушную магистраль. Подробное описание различных режимов струйной цементации приведено в монографии [1].

Очевиден факт, что чем больше расход цементного раствора, истекающего через форсунки монитора, тем больше диаметр грунтоцементных колонн.

В настоящее время в нашей стране с помощью технологии Jet2 устраиваются колонны диаметром 1,2–1,8 м. В то же время в зарубежной практике известны случаи, когда диаметры колонн составляют 3,5–5,0 м.

Целью настоящей работы была проверка технологической возможности получения грунтоцементных колонн большого диаметра с помощью имеющегося у «Строительной компании «ИнжПроектСтрой» технологического оборудования.

Известно, что основным фактором, определяющим диаметр грунтоцементных колонн, является энергия струи цементного раствора. В общем случае энергия струи цементного

раствора может быть определена по формуле [2]:

$$E = P \cdot Q / V_t, \quad (1)$$

где P – давление нагнетания цементного раствора;

Q – расход раствора, истекающего из форсунки монитора в единицу времени;

V_t – скорость подъема монитора.

В первом приближении будем считать, что между объемом обработанного (разрушенного и перемешанного с цементом) грунта и затраченной энергией существует линейная зависимость. В этом случае диаметр грунтоцементных свай круглого сечения может быть определен по формуле:

$$D = K_1 \sqrt{E}. \quad (2)$$

Для подтверждения полученной зависимости был проведен полевой эксперимент в рамках программы опытных работ, выполненных на площадке строительства ограждения глубокого котлована на одном из объектов в г. Москве. Грунты на площадке были представлены обводненным песком различной степени крупности – от мелко до крупнозернистого.

На опытной площадке выполнили десять колонн с различными режимами струйной цементации:

- давление нагнетания – 45 МПа;
- водоцементное отношение раствора – 1:1;
- время подъема монитора на 1 п. м скважины – от 150 до 500 с;
- расход цемента (в сухом состоянии) варьировали от 600 до 2000 кг на 1 п. м скважины.

Струйный монитор был оснащен одной-двумя форсунками общего сечения 16–28 мм². Отметим, что при одинаковом давлении нагнетания (45 МПа) и примерно одинаковой производительности нагнетания цементного раствора (300–350 л/мин) величина энергии, затраченной на 1 п. м скважины, будет пропорциональна величине цемента, израсходованного на формирование 1 п. м грунтоцементной колонны. В этом случае для простоты анализа результатов эксперимента была построена зависимость полученного диаметра грунтоцементных колонн от расхода цемента на 1 п. м скважины.

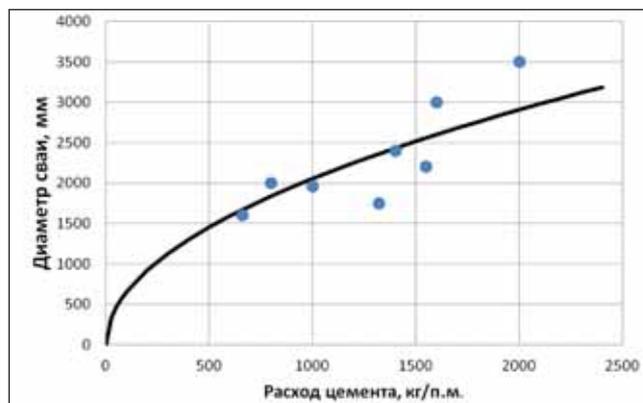


Рис. 1. Результаты натурального эксперимента



Рис. 2. Грунтоцементная колонна диаметром 3,5 м

Результаты эксперимента показаны на рис. 1.

Разброс результатов эксперимента обусловлен применением форсунок различного диаметра. Между тем, полученные результаты действительно достаточно хорошо описываются параболической зависимостью. Обработка методом наименьших квадратов позволила получить эмпирическую зависимость диаметра грунтоцементных колонн D от расхода цемента m (кг) на 1 п. м скважины.

$$D = 70 \sqrt{m} \quad (3)$$

Полученные результаты являются основой для прогнозирования диаметров грунтоцементных колонн, устроенных в обводненных песках, и могут быть использованы при проектировании сложных геотехнических объектов на территории г. Москвы.

Список литературы

1. Малинин, А. Г. Струйная цементация грунтов. – М.: «Стройиздат», 2010. – 226 с.
2. Christian Kutzner, Grouting of Rock and Soil. – Rotterdam: Brookfield, 1996. – 271 p.



(495) 226-18-37
(342) 219-61-56

info@anker-system.ru
www.anker-system.ru



АНКЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ



Грунтовые анкера АТЛАНТ

Применение:

- крепление ограждений котлованов;
- крепление подпорных стен, оползневых склонов;
- устройство и усиление фундаментов анкерными сваями.

реклама



О ГЕОТЕХНОЛОГИЯХ ДЛЯ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин, Петербургский государственный университет путей сообщения

Подземное строительство связано с гораздо большим количеством факторов риска, чем обычная стройка. Для того чтобы суммарный риск сделать приемлемым, надо поработать с каждым фактором в отдельности. И если не удастся довести его до нуля, то надо постараться хотя бы снизить до минимума.

Остановимся на технологиях подземного строительства.

Есть две геотехнологии, перевернувшие мир. Это «стена в грунте» и jet grouting. Они открыли возможность устройства подземного пространства там, где это казалось несбыточным еще в середине XX века, и открывают перспективы подземного строительства в условиях слабых грунтов.

«Стена в грунте» – это монолитная железобетонная стена, устраиваемая в очень глубокой траншее. Траншея откапывается специальным грейфером под защитой бентонитового раствора. Свежий раствор все время пополняет траншею, по верху которой устроен железобетонный воротник – форшахта. Когда достигают проектной отметки, грейфером тщательно зачищают дно. В траншею погружают арматурный каркас и бетонируют с помощью вертикально перемещаемой трубы. Так формируется одна захватка (или панель) «стены в грунте». Ее толщина может быть от 40 см до полутора метров, а длина в плане зависит от соседства с окружающими домами. Чем ближе сосед, тем короче захватка. Между собой захватки отделяются стопэндями с ватерстопами (если эти англицизмы перевести на русский, они будут звучать еще хуже).

Глубина «стены в грунте» зависит от грунтовых условий, габаритов подземного пространства и определяется расчетом (в совокупности с мероприятиями по ее раскреплению от горизонтальных смещений).

Мы имели удовольствие наблюдать за работой фирмы Franki на главной улице Амстердама Damrak. Под улицей устраивалась станция метро. Сам тоннель проходил щитом, то есть закрытым способом (как у нас), а станция строилась так называемым открытым способом, то есть с поверхности земли.

Для устройства 3-этажного подземного пространства, включающего станцию метро и торговые этажи, по его контуру выполнялась «стена в грунте» толщиной 1,2 м на глубину 48 м. Грейферы работали всего в 3-х метрах от исторических зданий, за которыми велся строгий геодезический мониторинг. Откопку подземного пространства проводили по технологии top-down (вверх-вниз), под защитой дисков перекрытий (правда, стройка



Авария котлована в Москве (апрель 2007 г.)

шла только вниз, идти вверх надобности не было).

Если бы такая стройка велась в российском городе, перекрыли бы, наверное, полгорода. А в Амстердаме закрывали только половину проезжей части. По второй половине шел транспорт. Строительная площадка была такой узкой, что место для бентонитового завода (где осуществляется приготовление и регенерация раствора, очистка от грунтового шлама) нашлось лишь в полукилометре. Аккуратные трубы с бентонитом шли по набережной мимо конной статуи Королевы Кристины. Наверное, надо вырасти в очень маленькой стране, чтобы научиться так тонко работать. Не по-нашему это! Нам бы закрыть какой-нибудь проспект на годы, чтобы никто не мешал его асфальтировать (пусть до горизонта не выдать ни одного рабочего – зато размах какой!).

Технология «стена в грунте» обладает неоспоримыми преимуществами перед многими другими технологиями устройства ограждения глубоких котлованов.

Она – чемпион по жесткости. Самый навороченный импортный шпунт едва ли будет эквивалентен стене толщиной всего в полметра. А жесткость очень важна: чем ограждение гибче, тем больше осадки соседних зданий.

«Стену в грунте» можно сделать чрезвычайно жесткой благодаря контрфорсам,

которые изготавливают по той же технологии. Жесткость стены толщиной 1 м с контрфорсом 3 м равна жесткости плоской стены толщиной 2,5 м! Это уже кое-что для решения задач подземного строительства в сложных грунтовых условиях Петербурга.

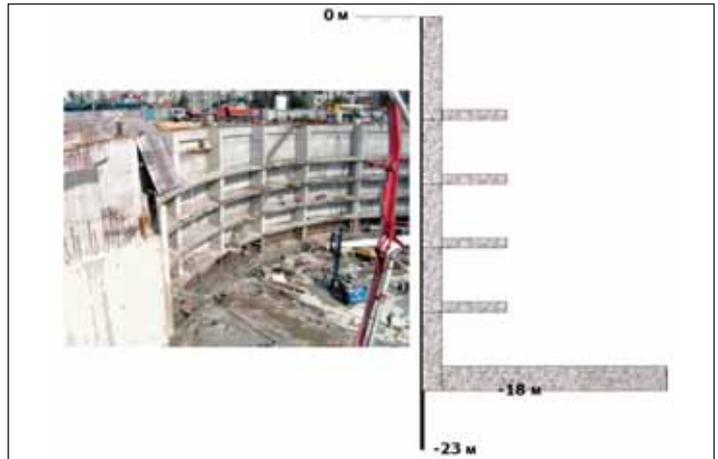
Другим очень важным достоинством этой технологии является ее безопасность для соседних зданий.

Прежде, чем сделать этот вывод, мы совместно с фирмами «Геоизол» и Franki провели обширные натурные исследования этой технологии. Первая успешная попытка была сделана на Комендантской площади Санкт-Петербурга. Там предстояло выкопать котлован диаметром 75 м на глубину 18 м! Таких подземных сооружений в условиях городской застройки еще никто в Петербурге не строил. Но наших учителей из Franki напугало поведение питерских слабых грунтов: они никогда раньше не встречались с такими тяжелыми, но текучими грунтами.

Поэтому в технологию внесли изменение: к бентониту был добавлен цемент, чтобы повысить плотность раствора до 1,5 т/м³ (вместо 1,05–1,15 т/м³ у чистого бентонитового раствора). Стенки проходки в тяжелых грунтах проще удержать тяжелым раствором. Но – вот беда, этот раствор труднее вытеснить бетонной смесью, плотность которой равна 2,2 т/м³. Поэтому



Фрагмент рампы Орловского тоннеля



Жесткость обеспечивает система ребер.

Первый подземный объект в Санкт-Петербурге, успешно выполненный с использованием современной технологии «стена в грунте»

было решено в траншею, изготовленную по технологии «стена в грунте», погружать металлический шпунт. Получившуюся в результате конструкцию мы прозвали «шпунт в сметане». Внутри круглого котлована была сделана всего лишь одна небольшая захватка классической монолитной «стены в грунте». Хотелось посмотреть, как она получается в наших грунтовых условиях. (А это уже элементы научного подхода к реальной практике подземного строительства.) При откопке котлована мы смогли убедиться, что надежды есть.

Вторым этапом отладки технологии стали фрагменты рампы Орловского тоннеля на левом берегу Невы. Этот район назывался «Пески». Здесь действительно до глубины 20 м залегают песчаные отложения, что так нетипично для Петербурга. Зато это очень типично для других городов, где технология «стена в грунте» хорошо себя зарекомендовала. Поэтому было очень важным, чтобы отечественные подрядчики «набили руку» именно в такой стандартной геотехнической ситуации. Фирма «Геоизол» совместно со специалистами из Franki успешно выполнила «стену в грунте», обеспечив герметичность котлованов. Расчет и проектирование столь ответственного сооружения осуществлялись компанией «Геореконструкция».

Итак, мы теперь знали, что технология «стена в грунте» освоена петербургскими геотехниками. Но оба успешных примера были реализованы «в чистом поле». Будет ли обеспечена устойчивость проходки под легким бентонитовым раствором, если по одну ее сторону окажется тяжелый соседний дом? Этого не знал никто. Необходимы были дополнительные исследования (а это опять наука).

Некоторые наши коллеги – в том числе чисто вузовские ученые почему-то начинают нервничать, когда речь заходит о научных исследованиях. Проректор одного солидного вуза кричал на высоких собраниях: «Хватит исследовать! Если бы мы исследовали грунты, мы бы до сих пор ничего

не построили!». Ему, представителю высокой науки, виднее. Но мировая практика свидетельствует об обратном. Нам, реальным практикам, без исследования грунтов проектировать совсем невозможно. Мы смогли убедиться в этом опытного застройщика – компанию «Возрождение Петербурга». Во дворе расселенного здания, которое подлежало сносу (на Зоологическом пер.) всего в полутора метрах от фасадной стены фирма «Геоизол» выполнила опытную площадку, огражденную «стеной в грунте» 30-метровой глубины плоского и таврового сечения. Эксперимент оказался блестящим. Несмотря на все мыслимые препятствия (работы велись впритык к дому, на глубине 20 м встретились валуны, их пришлось дробить долотом и доставать на поверхность), осадка дома за весь период ведения работ составила всего 16 мм. Откопка котлована на 10 м показала, что

«стена в грунте» получилась высокого качества и при плоском сечении, и - что особенно важно – при тавровом.

Теперь, научившись на подопытных мышках и кроликах, можно переходить к настоящим операциям рядом с реальными зданиями. Мы не перестаем удивляться, как некоторые проектировщики без тени сомнения принимают в высшей степени сомнительные решения по устройству подземной части. И при этом как черт от ладына бегут от самой мысли проверить свои безумные идеи на опытном участке. «Зачем? – говорят они. – Проверять, так сразу на жилых домах!». К сожалению, это не шутка. Со временем эти адреса и фамилии «героев» станут общеизвестными. Мы же никогда не были склонны экспериментировать на жителях. Мы предпочитаем проводить тщательные натурные эксперименты на опытных площадках прежде, чем

Зоологический пер. Первый опыт устройства «стены в грунте» в близком примыкании к существующим зданиям (эксперимент проводился на зданиях, подлежащих разборке)





Здесь, на Зоологическом пер., впервые в Санкт-Петербурге «стена в грунте» была успешно выполнена сложной (тавровой) формы. Это открывает возможности освоения подземного пространства Санкт-Петербурга (работы вела компания «Геоизол», проектирование, расчеты и мониторинг – «Геореконструкция»)

подходить к жилому дому с новой технологией, пусть даже самой престижной и самой зарубежной.

Наши исследования широко опубликованы и доступны всем, кто интересуется геотехникой. С 1998 г. мы издаем научно-технический журнал под названием «Развитие городов и геотехническое строительство». Наши исследования помогут избежать ошибок. Расчетчикам они откроют глаза на реальное поведение грунта, проектировщикам помогут найти верные ре-

Временные железобетонные распорные конструкции при строительстве подземного сооружения в Шанхае



шения. А подрядчики, если они повторят путь, который сегодня прошла, пожалуй, только фирма «Геоизол», научатся делать «стену в грунте» в питерских грунтах.

Альтернативы «стене в грунте» сегодня нет, если надо построить подземный объем близко к существующим зданиям. Шпунт и стенка из буровых свай имеют несравнимо меньшую жесткость. К тому же стенка из свай течет, как решето. Все стыки надо инъецировать, что полностью съедает ту призрачную экономию, которой эта стенка, казалось бы, выгодно отличалась от «стен в грунте». К тому же при изготовлении стенки из буровых свай сколько-нибудь значимого сечения (600 мм и более) не избежать осадок соседних зданий. Они связаны все с неконтролируемым перебором грунта. Перебор, как мы знаем, напрямую зависит от степени расструктурирования грунта. Чем чаще сваи – тем этот эффект больше. Он проявляется с особой силой, когда делается ряд текущих свай.

Если свая сырая, то бурением можно повредить ее тело, а если схватилась – то не избежать динамических воздействий, превращающих слабый грунт в кисель, который с легкостью и в избытке извлекается на поверхность. Так были разрушены три

дома рядом с гостиницей «Невский палас», дом № 6 на Мичуринской ул., дома № 26 и 30 на Лиговском пр., пострадал дом № 26 по Литейному пр. (дом Мурузи) и пр.

Для относительно неглубоких котлованов (6–7 м), находящихся на расстоянии от соседних зданий больше, чем их глубина, вполне эффективным может оказаться шпунтовое ограждение. Сегодня в арсенале отечественных подрядчиков появилась замечательная технология вдавливания шпунта, которая со временем, несомненно, вытеснит технологии вибропогружения.

При вдавливании шпунта, как нож в масло, входит в грунт. Эффект вытеснения и перемещения грунта (о котором мы говорили применительно к вдавливаемым сваям, как о негативном явлении) для шпунта минимален.

Для любых ограждений котлованов актуальной задачей является обеспечение их неподвижности. Особенно это важно вблизи соседних зданий. Напомним закономерность: насколько сместится внутрь котлована ограждение, настолько же сядет соседнее здание, если оно расположено у самого котлована. Борьба со смещениями, наращивая только мощь ограждения котлована, невозможно. Даже могучей «стене в грунте» с контрфорсами трудно устоять в питерских грунтах, если ее не раскреплять горизонтальными распорками. Анкера в черте городской застройки не применить: залезешь на чужую территорию, а то и под соседнее здание. Получается абсурд: чтобы спасти соседние здания, мы цепляемся анкером за грунт под ним же. Поистине, как у барона Мюнхгаузена: сам себя – за волосы – из болота – с лошастью вместе.

Так что выбор невелик: или надо делать временные металлические распорки, или же отливать железобетонные диски плит, которые потом пригодятся в качестве перекрытий (метод top-down). В Китае из железобетона делают и временные распорки. Грунт приходится выбирать между этими распорками или же через отверстия в железобетонных перекрытиях.

Откопали до следующего уровня – ставим новый ряд распорок или делаем новые перекрытия. И так – до отметки днища. Ставить распорки и перекрытия приходится через 3–4 м. Реже нельзя, иначе ограждение получит большие смещения. Занятие это, прямо скажем, не из приятных, особенно в слабых грунтах Петербурга.

Работать приходится в стесненных условиях: мало того, что под распорками или перекрытиями не применить нормальную технику, так еще и сваи-стойки мешаются, на которых вся распорная система держится. Без особой надобности прибегать к этому методу мы не посоветовали бы даже закладному оппоненту. Извлекать слабый глинистый грунт непросто даже из открытого котлована. Он липнет к

рабочим агрегатам, в нем тонет техника. На Комендантской площади (где благодаря круглой форме котлована удалось отделаться от метода top-down и разработать котлован открыто) экскаватор, чтоб не затонуть, вынужден был ездить по гати из металлических труб диаметром 800 мм. Покопал-покопал, трубы переложил – можно копать дальше.

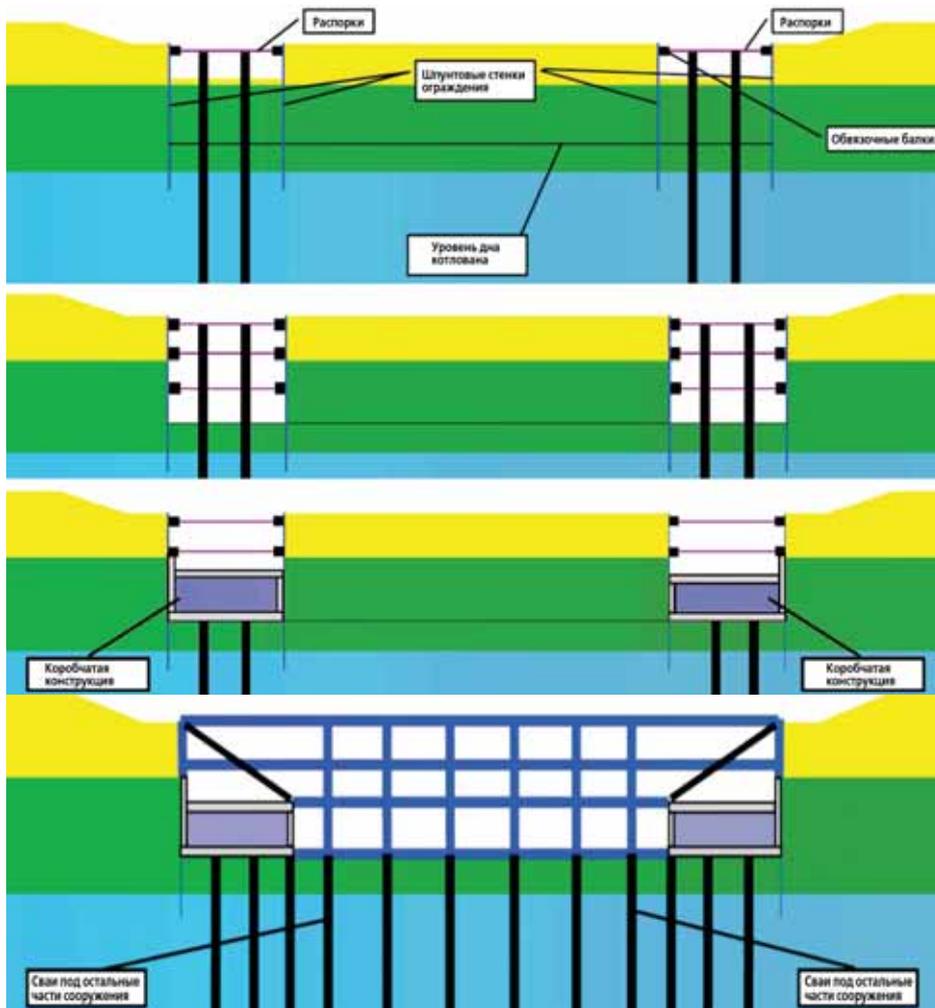
Работать в наших грунтах под перекрытием – это почти героизм. Слабые грунты норовят поглотить даже малогабаритную технику. Еще предстоит разработать передвижные подмости, технологические приемы по механизированной разработке слабых грунтов. А пока остается надеяться только на героев ручного труда.

Лучший способ избежать откопки по технологии top-down – делать круглый котлован. Кольцо держит себя само. Тут не нужны распорки. Нужны разве что ребра-обручи в уровнях перекрытий. Но такая форма для котлована – редкость. Чаще всего котлован делают той формы, какую имеет участок. Но и в этом случае человеколюбивый проектировщик может исхитриться и не загнать человека под землю раньше срока. Нами, например, разработана геотехническая концепция откопки больших по площади котлованов (100 м на 50 м и более), в которой сведен к разумному минимуму объем работ, выполняемых в стесненных условиях. Суть ее проста: по контуру котлована выполняется два ряда ограждения. Внутренний ряд отстоит метров на 10–15 от наружного. Между рядами устраивают распорные крепления и откапывают грунт на глубину 3–4 м. Там снова устанавливают распорки и копают еще на 3–4 м. Так повторяют, пока не доберутся до проектной отметки дна котлована (допустим, до глубины 12 м). На этой отметке устраивают монолитную плиту днища, а после этого – коробчатую железобетонную конструкцию.

В плане она образует замкнутую раму (жесткий контур), которая способна выдерживать боковое давление грунта. Если участок вытянут, длинные стороны рамы разбивают поперечными перемычками. Внутри жесткого контура заключен основной объем грунта, который можно разрабатывать привычным открытым способом.

Петербургские грунты обладают одним коварным свойством. Ограждение котлована в них норовит сместиться по максимуму непременно ниже текущего уровня откопки. Как остановить смещение там, куда мы еще не докопались? Как поставить распорку до откопки котлована? Оказывается, есть такой способ. Называется он jet grouting (струйная технология).

В скважину опускают вращающийся монитор, через сопла которого в грунт под очень высоким давлением (300 атмосфер) подают струю цементного раствора – вот откуда название технологии. Острой стру-



Последовательность откопки котлована при устройстве жесткой железобетонной рамы

ей можно резать металл, не то что грунт. Струя превращает грунт в пульпу, которая вытесняется на поверхность. А в основании остается цилиндр цементогрунта. Из этих цилиндров, выполненных вплотную, можно создать массив, который, конечно же, нельзя считать бетоном. Но он на два порядка прочнее, чем исходный грунт. Хорошо изготовленный по технологии jet grouting массив цементогрунта вполне справляется с ролью распорки, которая возникает в грунте еще до откопки котлована. Прежде, чем рекомендовать эту технологию к применению в грунтовых условиях Петербурга, мы провели ее апробацию при реконструкции дома на набережной реки Карповки. Трехэтажный дом планировалось надстроить на два этажа и поэтому требовалось увеличить несущую способность фундаментов. Мы предложили устроить под подошвой фундаментов массив укрепленного грунта по струйной технологии. Работы были проведены весьма успешно: здание не претерпело сколько-нибудь заметных деформаций в процессе усиления, а после надстройки его осадки составили всего 10 мм.

Но главное, отобрав керны, мы убедились, что прочность укрепленного грунта вполне удовлетворяет проектным требованиям. Для нужд подземного строитель-

ства технология jet grouting была впервые применена в Петербурге на площадке Второй сцены Мариинского театра. По нашему проекту двухметровый слой грунта ниже дна в пределах «жесткого контура» следовало закрепить по струйной технологии, что исключало возможность подвижки ограждения котлована ниже уровня откопки и тем самым обеспечивало безопасность соседних зданий и коммуникаций. По технологии jet grouting можно создать противодиффузионные экраны не только горизонтальные – под днищем котлована, но и вертикальные. Надо только всегда помнить, что грунтоцемент, изготовленный по струйной технологии – это не бетон. Он в сто раз лучше грунта, но в сто раз хуже бетона. Грунтоцемент не образует монолитного массива, он состоит из плотно смыкающихся цилиндрических столбиков. Нормы по железобетону к нему неприменимы. Так что струйная технология, конечно, хороша, но не требуйте от нее невозможного.

Все технологии подземного строительства имеют свои границы эффективного применения. Геотехник определяет, где проходят эти границы с помощью трех вещей: современных расчетов, апробирования технологии на опытной площадке и геотехнического мониторинга.



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
тел. в Ижевске (3412) 56-62-11
тел. в Краснодаре (861) 240-90-82
тел. в Красноярске (391) 208-17-15
тел. в Казани (843) 296-66-61

тел. в Москве (495) 643-78-54
тел. в Самаре (846) 922-56-36
тел. в Санкт-Петербурге (812) 923-48-15
тел. в Тюмени (3452) 74-49-75
тел. в Уфе (917) 378-07-48
тел. в Челябинске (351) 235-97-98

www.new-ground.ru, info@new-ground.ru