

ИТОГИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«Применение прогрессивных технологий в подземном строительстве - 2024»



5-6 июня 2024 года в Нижнем Новгороде в отеле Marins Park Hotel была проведена научно-техническая конференция «Применение прогрессивных технологий в подземном строительстве - 2024», организованная Тоннельной ассоциацией России (ТАР). Партнёрами мероприятия выступили ГК "Полипласт", АО «Мосметрострой», ООО «НИЦ Тоннельной ассоциации», спонсором - ООО "Строительные системы" (Sika), информационными партнёрами - журнал «Метро и тоннели» и транспортная газета «Евразия вести».

Основные цели Конференции:

- обмен результатами последних научных исследований в сфере освоения подземного пространства;
- обсуждение проблемных вопросов в области инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации транспортных тоннелей, в том числе глубокого заложения и других подземных сооружений мегаполисов;
- обмен опытом по практическому применению современных строительных технологий и материалов, а также научно-техническому сопровождению подземного строительства.

Мероприятие было призвано объединить специалистов научного и строительного сообщества подземного строительства и стать площадкой для обмена опытом научно-технической и коммерческой информацией.

На конференции приняли участие более 130 специалистов из 67 организаций России и ближнего зарубежья в сфере проектирования и строительства подземных сооружений: архитекторов, проектировщиков, застройщиков, производителей материалов и технологий, подрядных организаций, представителей органов власти, ВУЗов и научного сообщества, с которыми были заслушаны и обсуждены доклады по следующим темам:

- Применение новейших технологий материалов и конструкций при строительстве подземных сооружений;
- Информационное моделирование процессов проектирования, строительства и эксплуатации новых линий метрополитена;
- Научно-техническое сопровождение проектирования и строительства подземных сооружений;
- Строительство и эксплуатация транспортных тоннелей;
- Безопасность на объектах подземного строительства.

Традиционно с приветственным словом перед участниками Конференции выступил председатель правления ТАР Матвеев Константин Николаевич. После приветственной речи председатель правления ТАР К.Н. Матвеев вручил свидетельства о членстве в ТАР новым членам Тоннельной ассоциации России.



Модераторы Конференции:



д.т.н. профессор Меркин В.Е.



д.т.н. профессор Дорман И.Я



д.т.н. доцент Конюхов Д.С.

Первый день конференции начался с доклада Щукиной А.Б. (ООО «Системные продукты для строительства») «Современные проблемы при ремонте подземных и заглубленных сооружений и пути их решения», в котором было отмечено, что только системный, стратегический подход, основанный на исследованиях по износу и ремонту сооружений во времени, даст возможность получить необходимые решения по обеспечению требуемой их надежности и долговечности.



После выступил Маренков А.С (ФАУ «ФСЦ») с докладом «О планах по разработке нормативных документов в области транспортного тоннелестроения». В выступлении была затронута деятельность ФАУ «ФСЦ», участники конференции были ознакомлены с результатами работы организации за прошлый год, а также обозначены планы на 2024 год, а именно: разработка свода правил «Бетонные и железобетонные конструкции транспортных сооружений тоннелей и метрополитенов. Правила ремонта»; выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по темам: «Разработка методики прогнозирования скорости износа режущего инструмента механизированных щитовых комплексов при сооружении транспортных тоннелей и метрополитенов на основании исследований абразивности грунтов» и «Экспериментальные исследования анкерных химических креплений отечественного производства для применения на объектах транспортного назначения (мосты, автомобильные и железнодорожные туннели и т.п.), в том числе при высоких нагрузках».

Следующий доклад по теме «Оценка взаимного влияния строящихся зданий на поверхности и подземных сооружений» зачитал Лебедев М.О. (ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс»). Доклад содержал анализ накопленной базы данных мониторинга обделок транспортных тоннелей, построенных с применением различных технологических схем в различных геологических условиях, позволил установить закономерности изменения напряженного состояния вмещающего горного массива и подземных конструкций вследствие



влияния техногенных факторов, а также предложение по использованию адаптированного аналитического метода расчета обделок тоннелей.



Доклад Беляева В.А. (ГК «Полипласт») освещал технологии и материалы Группы компаний «Полипласт» для ремонта и строительства тоннельных сооружений в рамках программы «Импортозамещение». В структуру заводов ООО «Полипласт – Юг» входит специализированная лаборатория, оснащенная самым современным оборудованием, обеспечивающим широкий спектр испытаний и исследований, требуемых для выпуска качественных материалов. Производственная линия позволяет реализовать новое направление компании, нацеленное на разработку и внедрение системных продуктов, представленное следующими продуктовыми линейками: решения для ремонта бетонных и железобетонных конструкций; решения для гидроизоляции строительных конструкций; решения для защиты строительных конструкций; решения для инъекционных работ и другие строительные материалы.



Доклад Черненко В.А. (ООО «Эм-Си Баухеми») назывался «Стабилизация грунтового основания методом инъектирования расширяющейся полиуретановой смолой как способ предотвращения сверхнормативной просадки зданий и сооружений в зоне влияния строительства тоннеля метрополитена». Докладчик ознакомил слушателей с технологией усиления грунтов методом инъектирования экспансивного полиуретана.

Следующим выступил Русанов В.Е. (ООО «НИЦ ТА») с докладом «Фибробетоны в тоннелестроении. Состояние вопроса и проблемы внедрения в РФ». Докладчик отметил, что тоннельные обделки, сооружаемые закрытым способом (кругового и сводчатого очертания) преимущественно работают в условиях внецентренного сжатия с преобладанием напряжений сжатия. Для такого напряженного состояния прочностные и деформативные свойства фибробетонов (ФБ) реализуются наиболее эффективно. Фибробетонные конструкции способны воспринимать нагрузку и сопротивляться деформированию после формирования в них трещин, что исключает хрупкое разрушение. Существующий опыт позволяет сделать следующие выводы: формально нет препятствий к проектированию и производству ФБ конструкций тоннелей и подземных сооружений в РФ.



После участникам был представлен доклад Логиновой А.Д. (ООО «Геоцем») «Сухие смеси для применения в подземном строительстве». Освещены: результат создания противодиффузионной завесы материалом GEOPROTECT при герметизации перемычки, на объекте СУХОЙ ДОК №1 п. Белокаменка, Мурманская обл.; экранирование и заполнение карстовых пустот материалами ГЕОЦЕМ GEOPROTECT И ГАЗОИНЖЕКТ GEO на Трассе М-12 в Нижегородской области; работы по финишному покрытию Промеида г. Светлогорск материалами ГИДРОЦЕМ (ГИДРОШУБА) и другие работы.





Далее с докладом выступили коллеги из ООО Цементум (Холсим Рус) Фоменко С.М. и Смирнова В.А. Их выступление затрагивало тему устройство путевого бетона для объектов метрополитена по системе «масса-пружина». Слушатели узнали принципы подбора состава путевого бетона для системы «масса-пружина» с высокими требованиями по прочности на растяжение при изгибе. Применение базальтовой фибры на ~ 1 МПа улучшает прочность на растяжение при изгибе, а также применение мелкого щебня.



Следом за ними слово взял Кочетков И.Ю. (ООО «Строительные системы» (Sika)). Его доклад «Решения для тоннелей и заглубленных сооружений» содержал информацию о подавлении активных водопритоков методом инъектирования, о создании противодиффузионных завес, ремонте деформационных швов и холодных швов бетонирования, об инъекционном ремонте бетона заглубленных сооружений, бутовой (кирпичной) и чугунной обделок, укреплении грунтов, восстановлении защитного слоя бетона заглубленных сооружений методом торкретирования, возведении обделки: набрызг-бетон, гидроизоляционных мембранах при строительстве подземных сооружений и контрольном нагнетании тампонажным цементом на контакте грунт-бетон, заполнении пустот, укреплении грунтов, стабилизации инъекционным цементом.

«Трубы повторного применения ГОСТ 55934-2013» - так назывался доклад Ижевского А. С., Заместителя директора ООО «ТСК НУР». Это предприятие – крупный поставщик металлопродукции, включая б/у трубы, шпунт Ларсена, двутавр, лист и т.д. Здесь проводят обработку б/у труб (обжиг, пескоструйная обработка, нарезка фасок), лабораторные химические и механические испытания труб. Продукция, в частности, применяется при строительстве метро в г. Казань.

Вяткин П.В. (АО АМЗ «Вентпром») рассказал о вентиляторах Артёмовского машиностроительного завода «ВЕНТПРОМ» для проветривания тоннелей, их видах, сертификатах и заказах продукции, которая включает в себя вентиляторы для главного проветривания тоннелей типа ВОМ и типа АВ; струйные вентиляторы типов VSA и VSB; вентиляторы для проходки тоннелей типов ВМЭ, ВМЭ ВО и ВМЭ ВВ.

Слово взял Исаев И.О. (ООО «Институт «Мосинжпроект») с темой «Повреждения обделки тоннелей метрополитена и способы их ликвидации в зависимости от инженерно-геологических условий». В докладе рассматривались два случая из практики, где в результате ведения строительных работ обделка тоннелей получила повреждения. Описаны первоочередные ремонтные работы, порядок проведения дополнительных изысканий, а также подбор проектных решений для восстановления обделки.



Ижевский А.С.
ООО «ТСК НУР»



Вяткин П.В.
(АО АМЗ «Вентпром»)



Исаев И.О.
(ООО «Институт «Мосинжпроект»)



Доклад Степукова Е.В. (ОАО НИПИИ «Ленметрогипротранс») был посвящен прогнозу развития НДС обделок сооружений метрополитена в реологических породных массивах. Им был описан анализ данных мониторинга состояния строительных конструкций метрополитена, находящихся в реологических массивах; разработка методик испытаний грунтов, проявляющих реологические свойства, а также прогноз влияния реологических свойств массива на конструкции метрополитена в будущем.



Выступление продолжил Кавказский В.Н (ФГБОУ ВО ПГУПС) с сообщением «Основные проектные решения комплекса подземных сооружений аэропорта «Пулково». Доклад содержал информацию о том, что кафедрой «Тоннели и метрополитены» «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» разработаны основные проектные решения 20 железнодорожных тоннелей на проектируемой двухпутной электрифицированной железнодорожной линии Лигово – Аэропорт «Пулково» - Шоссейная, с подземным железнодорожным терминалом сквозного типа в аэропорту и подземным размещением участка с западной стороны от терминала, под зданием аэровокзала, перронным полем и в зонах действия аэронавигационных технических комплексов, в соответствии с комплексом мероприятий, предусмотренных в Концепции по развитию железнодорожной инфраструктуры в целях организации пригородных и внутригородских пассажирских перевозок в Санкт-Петербургском железнодорожном узле, одобренным Правительством Санкт-Петербурга .

Следующим выступил Крючков Е.Н. (ООО «Институт «Мосинжпроект») с докладом «Программа для расчета пригруза при проходке ТПМК». Он ознакомил участников конференции с расчетом давления пригруза ТПМК в оперативном режиме; с технологией определения давления пригруза на основе полученных данных мониторинга; с предотвращением дополнительного негативного влияния на существующие сооружения и снижением общей стоимости строительства.

Доклад Кучеренко О.Р. (ООО «НИЦ ТА») «Концепция определения категории технического состояния сооружений из чугунной обделки» раскрыл определение категории технического состояния здания и предложил установить ряд параметров, состоящий из дефектов, определяемых по средствам визуально-инструментального обследования, инженерно-геологических/гидрологических изысканий, а так же поверочных расчетов. По результатам сопоставления вышеперечисленных параметров будет возможно определить фактическое технического состояние сооружения, а также предсказать период перехода из одного состояния в другое.

Сменил докладчика Бербеницкий В.А. (АО «Мосинжпроект»). Выступление было посвящено Классификатору дефектов и методике расчета индекса качества. Опыт применения на объектах ГК «Мосинжпроект». Слушатели ознакомились с проблематикой темы, классификацией дефектов, методикой расчета и узнали о перспективах развития системы.



Крючков Е.Н. (ООО «Институт «Мосинжпроект»)



Кучеренко О.Р. (ООО «НИЦ ТА»)



Бербеницкий В.А.
(АО «Мосинжпроект»)



После участники Конференции заслушали Турсунова М.Е. на тему «Комплексный подход к восстановлению герметичности подземных сооружений с применением современных методов инъектирования на примере объекта метрополитена». Докладчик описал новые методы к комплексному подходу по проектированию и производству работ по восстановлению герметичности подземных сооружений методами инъектирования с использованием современных материалов и, кроме того, показал и проанализировал результаты лабораторных испытаний для определения сравнительных технических характеристик образцов инъекционной гидроизоляции различных типов.



Следующим слово взял Кобидзе Т.Е (АО «Мосинжпроект»). Его доклад на тему «Инновационная строительная и гидроизоляционная система для подземных сооружений открытого и полужакрытого способа работ» описал причины и результаты аварийного обводнения подземных сооружений, предотвращение обводнения подземных сооружений на основе применения модифицированных напыляемых гидроизоляционных систем с двухсторонней адгезией. Докладчик ознакомил слушателей с результатами лабораторных исследований, с конструктивно-технологическими решениями по возведению ограждающих конструкций наружной гидроизоляции с двухсторонней адгезией, с синергетическим эффектом по повышению экономических характеристик возводимых открытым способом без пазух для обратной засыпки грунта двухсторонней адгезией.



Выступление продолжил Галиев Л.С. (ООО «НИЦ ТА») с докладом «Устранение водопроявлений на участках сопряжения конструкций строящегося метрополитена, выполненных открытым способом». Докладчик пояснил, что в условиях интенсивного развития сети метрополитена в Москве прокладка новых линий часто сопровождается возведением конструкций в непосредственной близости с действующими сооружениями, что в случае их примыкания связано с требованиями обеспечения равной прочности и водонепроницаемости узлов сопряжения. Как показала практика строительства, для решения этих задач необходимо выполнить закрепление окружающего грунтового массива и создать условия, исключающие возможные водопроявления.

Этим докладом завершился первый день Конференции, после обсуждения выступлений докладчиков состоялось награждение лауреатов Конкурса им. С.Н. Власова «Инженер года Тоннельной ассоциации России» по итогам работы за 2023 год.

Во второй день Конференции была предоставлена возможность выступить с докладами о своей работе молодым членам Тоннельной ассоциации России (молодёжная секция).

Первым в этой части конференции выступил Полехин Д.Д. (ООО «НИЦ ТА») с докладом «Моделирование специального режима проходки в условиях плотной городской застройки». При строительстве тоннелей щитовым способом в условиях плотной городской застройки порой возникает тенденция к появлению сверхнор-



мативных осадок сооружений. В таких случаях рекомендуется применение специального режима проходки, который заключается в нагнетании бентонитового раствора в кольцевой зазор вокруг щита для снижения потерь геометрического объема в неустойчивых грунтах выработки, контроле объема и плотности отбираемого грунта, с целью наиболее точного прогнозирования осадок в программно-вычислительном комплексе при таком режиме проходки необходимо произвести учет нагнетания бентонитового раствора за оболочку щита в расчетной модели.

После этого слово было предоставлено Митину В.В. (ООО «НИЦ ТА»). Участники конференции смогли ознакомиться с докладом на тему исследования влияния изменения свойств трещин и качества скального массива на его деформационные характеристики. В настоящее время в инженерной практике получила широкое распространение геомеханическая модель Хука-Брауна, которая позволяет учесть масштабный эффект при деформировании скального массива по средствам изменения критерия качества породы – GSI. На основе данной модели в рамках работы рассматривался процесс деформирования скального массива, разделенного взаимно перпендикулярными системами трещин. В качестве оценки изменения деформационных свойств массива рассматривались значения модуля деформации массива (E) на втором и третьем участке деформирования. В качестве варьируемых параметров выбраны угол внутреннего трения, нормальная жесткость трещин, GSI, начальный модуль упругости скальной отдельности и прочность ненарушенного фрагмента на одноосное сжатие. Как результат, были получены и проанализированы графики деформирования зависимости σ - ϵ и сделаны основные выводы.



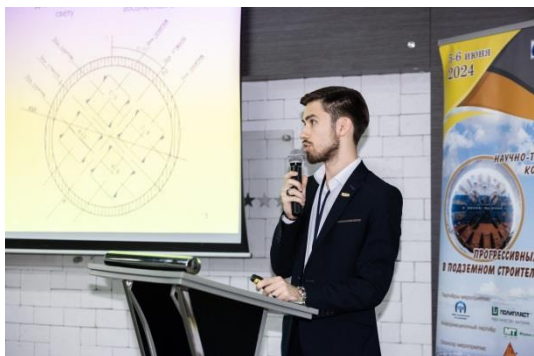
Следующий докладчик Кучуркина Е.И. (ООО «НИЦ ТА») рассказала слушателям об анализе проектных скоростей строительства тоннелей $D_{нар}/D_{вн} = 6,0/5,4$ м., сооружаемых тоннелепроходческими механизированными комплексами. Технические возможности современных ТПМК позволяют сооружать тоннели большой протяженностью и в различных инженерно-геологических условиях, достигая высоких скоростей при одновременном обеспечении качества со-

оружаемых конструкций и безопасности производства работ. В настоящее время вопрос определения скорости возведения тоннелей с применением ТПМК нормативной документацией не освещен. Стоимость строительства при этом напрямую зависит от продолжительности эксплуатации проходческих комплексов.



Затем Потокина А.М. (АО «Мосинжпроект») представила её совместный с Леоновой В.В. доклад, в котором они раскрыли тему влияния глубины заложения тоннеля и особенности инженерно-геологического строения грунтового массива на значение давления грунтопригруза в шельге свода ТПМК. Установление закономерности влияния глубины проходки тоннеля на земную поверхность является основополагающей задачей при оценке давления пригруза на забой. Деформации земной поверхности являются результатом воздействия различных факторов, один из которых – инженерно-геологические и гидрогеологические условия. Анализ исследований просадок земной поверхности при ведении горно-проходческих работ свидетельствует о зависимости ко-

личественных параметров деформаций от физико-механических свойств грунтов вмещающего массива и глубины заложения тоннеля. Аналитическая и статическая обработка данных наблюдений за проходкой перегонных тоннелей помогла определить зависимость давления на забой от глубины заложения тоннеля. Сравнение значений рапортов датчиками давления, установленными в головной части ТПК с данными геодезического проведенными проверочными расчетами пригруза забоя, подтверждает литературные данные, что процесс формирования нагрузки на лоб забоя зависит не только от горно-геологических, гидрогеологических и инженерно- геологических свойств грунтов слагающих массив, а также от глубины заложения тоннеля.



Далее Попонин А.Р. (НИТУ МИСиС) выступил с докладом о расчете пространственной модели ствола «СС-1», прилегающих выработок и рудоспусков рудника «Октябрьский» Заполярного филиала ПАО «ГМК «Норильский Никель». Сообщение основано на работе, проведенной в рамках комплексной оценки технического состояния ствола СС-1 рудника «Октябрьский» ПАО ГМК «Норильский Никель» с выдачей рекомендаций по его дальнейшей эксплуатации. Ствол «СС-1» является

скиповым, диаметр в свету – 6,5 м, глубина ствола – 960 м. Ствол запущен в эксплуатацию в 1979 году и функционирует по сегодняшний день. В докладе рассматривались геомеханические расчеты, проведенные в рамках данного обследования. Поскольку для выполнения геомеханических расчетов пространственной модели ствола необходим большой объем исходных данных, в частности данных о состоянии крепи ствола «СС-1», предварительно были выполнены визуальное и инструментальное обследования. По результатам проведенных нелинейных расчетов получены значения распределения напряжений и перемещений, а также коэффициента устойчивости в форме изополей. По этим результатам были сделаны выводы о состоянии крепи ствола и воздействии рудоспусков на его техническое состояние.

После этого вниманию участников был представлен совместный доклад Кашина Д.И., Супруна Р.Л. и Бубнова И.В.(ООО «Институт Мосинжпроект»). Коллеги рассказали об обеспечении безопасной эвакуации людей из тоннелей метрополитена при чрезвычайных ситуациях с применением новейших технологий, материалов и технических средств. В докладе приводился анализ действующих норм в области безопасной эвакуации людей из тоннеля, анализ технических средств, включая системы видеонаблюдения, телефонию, систему диспетчеризации и автоматики. Были проанализированы современные требования к кабельным линиям связи, рассмотрены огнестойкие кабельные линии.



Супрун Р.Л.



Бубнов И.В.

ООО «Институт «Мосинжпроект»



Кашин Д.И.

Далее выступил Оленич Д.М. (ФГБОУ ВО ПГУПС) с докладом «Экспериментально-теоретическое обоснование конструктивно-технологического решения станции с обделкой из монолитного железобетона в сложных инженерно-геологических условиях г. Санкт-Петербург». Актуальность работы – разработка малоосадочной технологии строительства станций метрополитена в историческом центре г. Санкт-Петербург. Цель исследования – экспериментально-теоретическое исследование конструктивно-технологического решения трехсводчатой станции с опорными тоннелями с обделкой из монолитного железобетона в сложных инженерно-геологических условиях г. Санкт-Петербург на примере станции «Заставская» («Черниговская»).



Потом выступила Шабунина Д.Е. (ООО "ЦИОФП"). Тема её доклада «Методика формирования объемно-планировочных решений станций метрополитена». Существующие нормы не содержат методики для оценки правильности принятых объемно-планировочных решений объектов метрополитена, несмотря на наличие нормативных параметров пропускной способности элементов путей движения пассажиров и пассажиропотоков. В нормативных документах отсутствуют критерии достаточности, например, является

ли достаточным наличие одного вестибюля или пяти турникетов для обеспечения безопасного и комфортного нахождения пассажиров на станции метрополитена. Значения параметров пропускной способности эскалаторов значительно отличаются от значений, полученных экспериментальным путем. В работе представлена методика формирования объемно-планировочных решений станций метрополитена, позволяющая определить требуемое количество дверей, турникетов, эскалаторов и других средств попутного обслуживания, и произвести детальную оценку функционирования транспортного объекта с точки зрения безопасности и комфорта пассажиров.



Следующий докладчик Голубева Д.А. (ООО «ЦИОФП») ознакомила участников с работой «Влияние взрывообразного разрушения на железобетонные конструкции подземных сооружений». Основным требуемым параметром для подземных сооружений является эксплуатационная надежность, которая включает в себе сохранение эксплуатационных характеристик конструкций на протяжении всего времени использования. Пожары в подземных сооружениях могут повлечь за собой обрушение конструкций, приводящее к гибели людей и значительному материальному ущербу. Изучение последствий пожаров свидетельствует о том, что разрушение конструкций в основном происходит по причине оголения арматурного каркаса вследствие взрывообразного (хрупкого) разрушения бетона. В докладе рассматриваются отечественные и зарубежные исследования явления взрывообразной потери целостности железобетонных конструкций и выявлены общие тенденции в области защиты конструкций подземных сооружений от опасных факторов пожаров.

Завершало молодёжную секцию выступление Кудрявцева В.С. (ООО «ЦИОФП») на тему «Актуальные проблемы пожарной безопасности подвижного состава метрополитена». На сегодняшний день остается нерешенным вопрос пожарной безопасности подвижных составов вагонов метрополитенов. Потолки, вентиляционные решетки, диффузоры и воздуховоды вентиляционных установок, каркасы сидений и спинок диванов, ящики аккумуляторных батарей, огнезадерживающие перегородки между аппаратным отсеком, кабиной управления и пассажирским салоном изготавливаются из негорючих материалов; в качестве облицовки стен, покрытий полов, обивки сидений и спинок диванов применяются негорючие материалы. К активным системам противопожарной защиты уделяется меньшее внимание. С 1996 года началась проработка вопроса установки в вагонах метрополитена автоматической системы обнаружения и тушения пожара электрооборудования и внутреннего пространства подвижного состава. Электрооборудование защищается при помощи тепловых датчиков и порошковых/газоаэрозольных смесей. Внутреннее пространство вагона оснащено дымовыми точечными извещателями пожарными и в настоящее время не оснащено установкой пожаротушения. Применение модульных средств тушения тонкораспыленной водой затруднено в связи с ограничением объема огнетушащего вещества, невозможностью перераспределения воды между установками при пожаре, порчи имущества граждан и подвижного состава при ложном срабатывании, наличии баллона под давлением в пассажирской зоне и необходимостью постоянного контроля исправности системы, наличия воды в емкостях и проверки давления вытесняющего газа. На данный момент вагоны электропоезда не оборудованы комплексной системой тушения и локализации пожара, что приводит к увеличению риска неконтролируемого горения подвижных составов. В исследовании произведен анализ нормативно-технической документации и существующих способов защиты вагонов электропоезда системами противопожарной защиты.



Всего за два дня деловой программы Конференции заслушано и обсуждено более 30 докладов.

Участники Конференции отметили, что состоялся конструктивный диалог и обмен опытом и мнениями между специалистами научного и строительного сообщества подземного строительства.

По итогам Конференции сформирован электронный сборник материалов, с которым можно ознакомиться по ссылке:

https://disk.yandex.ru/d/2urnDtpyLjrU_w

