



## Третий Китайско-Российский Форум молодых ученых в области геотехники и подземного строительства

**19-22 сентября 2024 года успешно завершился Третий Китайско-Российский Форум молодых ученых в области геотехники и подземного строительства, который собрал на одной площадке ведущих специалистов из России и Китая. Мероприятие стало значимым шагом в развитии научного сотрудничества между двумя странами, объединив более 150 участников, среди которых были ученые, инженеры и представители отраслевых компаний.**

**On September 19-22, 2024, the Third China-Russia Forum of Young Scientists in Geotechnics and Underground Construction, which brought together leading experts from Russia and China, was successfully completed. The event became a significant step in the development of scientific cooperation between the two countries, bringing together more than 150 participants, including scientists, engineers and representatives of industry companies.**

Форум организован Подразделением тоннелей и подземного строительства Китайского общества гражданских инженеров, Тоннельной ассоциацией России, Северо-Восточным Университетом КНР и Российским Университетом транспорта (РУТ МИИТ).

Цели конференции:

- обмен результатами последних научных исследований среди молодых специалистов в сфере подземного строительства и геотехнологии;
- обсуждение проблемных вопросов в области геотехники, инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации тоннелей и подземных сооружений;
- развитие международных отношений между Россией и Китаем в сфере подземного строительства, повышение уровня исследований в этой области, укрепление научного и культурного обмена между Китаем и Россией, содействие академическому обмену и сотрудничеству в области геотехники и подземного строительства.

Мероприятие было призвано объединить молодых ученых и специалистов в сфере геотехники и подземного строительства России и Китая и стать площадкой для обмена научно-техническим опытом двух стран.

Этот форум стал первым форумом, проведенным в очном формате на базе Северо-Восточного Университета КНР в городе Шэньян. В рамках двухдневной деловой части форума было заслушано 28 докладов по следующим темам:

- Тоннели и подземное строительство;
- Механика грунтов и фундаменты;
- Проектирование глубоких котлованов и оснований;
- Новые технологии для развития городского подземного пространства;
- Строительство в сложных климатических условиях;
- Планирование подземного пространства

Форум открыли сопредседатели: от Китайской стороны - академик Китайской инженерной академии и ректор Северо-Восточного университета Фэн Сяцин (рис.1), от Российской стороны дистанционно из Москвы - академик Российской академии естественных наук доктор технических наук, член правления Тоннельной ассоциации России профессор И. Я. Дорман (рис.2). Дальнейшую церемонию открытия вели Председатель организационного комитета профессор Чжао Вэнь из Северо-Восточного университета (Рис.3) и от Российского университета транспорта (РУТ МИИТ) А.А.Пискунов .



Рисунок 1.  
Приветственное слово Фэн Сяцина -  
сопредседателя Форума от КНР



Рисунок – 2.  
Приветственное слово И.Я. Дормана -  
сопредседателя Форума от России.



Рисунок – 3.  
Церемония открытия форума. Президиум.  
Крайний слева – проф. Чжао Вэнь, третий справа проф. А.А.Пискунов.

Первый день конференции начался с доклада заведующего кафедрой «Мосты, тоннели и подземные сооружения» Дальневосточного государственного университета путей сообщения С. А. Кудрявцева на тему «Геотехнические особенности мерзлых дисперсных грунтов при сооружении подводной части тоннеля». Докладчик рассмотрел историю и технологию сооружения одного из ключевых подводных тоннелей в РФ – тоннель под Татарским заливом на остров Сахалин. Были рассмотрены результаты большого количества геофизических изысканий, комплексные геофизические расчеты сооружения тоннеля, представлены выводы, сделанные на их основе.



Рисунок – 4. Выступление С.А. Кудрявцева

Фенг Шоужонг выступил с докладом на тему «Ключевые технологии и их применение для безопасной эксплуатации и предотвращения катастроф в автомобильных туннелях». Докладчиком были представлены различные варианты улучшения безопасности этих объектов на основе проведенного им анализа. Также были продемонстрированы опыты и эксперименты, проведенные в автомобильных туннелях и результаты внедрения некоторых из разработок на реальных подземных объектах Китая.

В докладе А. А. Пискунова «Нештатные ситуации при проходке и эксплуатации тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях» на примерах были подробно рассмотрены природные и техногенные факторы, влияющие на подземные сооружения. Часть доклада была посвящена работам, выполненным в РУТ МИИТ, по оценке состояния объектов, разработке и контролю технологии устранения последствий этих воздействий на подземные и наземные сооружения, раскрыты проблемы, с которыми столкнулись специалисты (Рис.5).



Рисунок – 5. Выступление А.А. Пискунова

В докладе Сонг Жанпинг «Исследование ключевых технологий для строительства крупногабаритных прямоугольных водопропускных труб под несколькими действующими железнодорожными линиями» раскрыл предпосылки своих исследований и обозначил ключевые проблемы и риски. В докладе описаны выполненные исследования и эксперименты на основе которых были выдвинуты несколько технологий для строительства подземных сооружений в обводненных грунтах, представлены результаты внедрения этих технологий и полученный в ходе работы опыт.

В докладе В. Н. Парамонова «Геотехнические проблемы свайных фундаментов» рассмотрены следующие вопросы: изменение несущей способности сваи при длительном нахождении в грунте, корректность нынешних расчетов несущей способности свай, изменение их несущей способности при вдавливании в различные грунты. На базе реальных объектов и сооружений или на базе лаборатории были проведены необходимые испытания, исследования и замеры, по которым затем были сделаны необходимые выводы и заключения.

С докладом на тему «Технология предотвращения и контроля повреждений туннелей в холодных регионах» перед коллегами выступил Луо Янбинг. Раскрыты проблемы при эксплуатации и возможные повреждения туннелей в холодных регионах Китая. Основными из них являются водопроявления тоннельной обделки, которые в связи с низкими отрицательными температурами, намерзают и скапливаются на внешней стороне тоннельной обделки. Представлен обширный анализ проблем в существующих туннелях и при помощи лабораторных испытаний выявлены зависимости и причины таких повреждений. Автором выдвинуты возможные варианты устранения этих проблем при будущем строительстве новых туннелей.

Тема доклада Д. Ю. Чунюка «Подготовка специалистов в области геотехники и подземного строительства в национальном исследовательском университете МГСУ». Докладчик познакомил китайских коллег с историей и нынешней жизнью Московского Государственного Строительного Университета, в частности ключевому вектору развития как в сфере научной, так и в сфере учебной деятельности, также подробно рассказал о кафедре Механики грунтов и геотехники, рассказал о профилях подготовки специалистов и основных приобретаемых ими компетенциях.



Рисунок - 6. Выступление Д.Ю. Чунюка

Далее был заслушан доклад Су Донга на тему «Ключевые технологии при строительстве станции метро при помощи двух близко расположенных прямоугольных

тоннелепроходческих комплексов». Докладчик подробно рассказал об объекте строительства: рассмотрел топографические сведения, условия строительства и плотность городской застройки по всей трассе туннеля, уделил внимание свойствам пород вмещающего массива. Всего было рассмотрено три возможные технологии сооружения туннеля при помощи ТПМК разных конфигураций и их количества. Выработка имеет достаточно большие размеры – 13,6 на 22,6 м, поэтому было предложено использовать прямоугольные щиты. По результатам расчетов предложено объединить два прямоугольных щита вместе, чтобы они смогли проходить выработку на всю её высоту – 13,6 м. Этот проект стал одним из крупнейших объектов Китая, где применяется такая технологическая схема проходки.

В докладе Н. А. Телятниковой «Теоретические и практические подходы управления сложными проектами для повышения надежности строительных транспортных объектов» рассмотрены проблемы возникающие при управлении такими проектами. В частности, необходимо интегрировать цифровые технологии в управление строительными проектами, адаптировать управление к условиям сооружения объекта, использовать расширенные системы мониторинга, оптимизировать логистику, систематизировать базы информации об объекте и оптимизировать технологию принятия решений.

Юуи Тонга в докладе «Исследование устойчивости и механики подземных сборных конструкций» рассказал о современном опыте строительства подземных объектов со сборной обделкой на примере станционных комплексов метрополитена Китая. Для сравнения были представлены три основные технологии сооружения таких объектов при помощи различных сборных элементов. В рамках работы был проведен анализ, и расчеты и выбран оптимальный вариант сооружения таких подземных конструкций.

В докладе Е.В. Городновой «Использование энергии взрыва как эффективной технологии для обеспечения устойчивости земляного полотна при дорожном строительстве» был проанализирован опыт использования подобных технологий в России и по всему миру. На примере автодорожного объекта была подробно раскрыта технология использования энергии взрыва для стабилизации и увеличения устойчивости земляного полотна, были проведены все необходимые обследования и результаты внедрения технологии, которые были представлены в презентации.

Затем Чжао Пенгуй рассказал слушателям форума о характеристиках теплопередачи и изменения температурного поля туннеля в холодном регионе на примере туннеля Йецзишань в провинции Хэбэй. Автор подробно рассмотрел дефекты, появляющиеся в туннелях из-за низких отрицательных температур. Был выполнен комплекс расчетов для определения зависимостей по изменению температурного поля в туннеле и по их результатам выявлены законы о распределении тепла в туннельной обделке и зависимостей изменения температуры на протяжении года.

Следующим выступил А. Р. Попонин сделал доклад на тему «Оценка влияния строительства комплекса станций метро горным способом на плотную городскую застройку», основанный на научно-исследовательской работе, выполненной в НИТУ МИСИС. Объект исследований – пересадочная станция метро Челябинского метроtramвая. Автор опытом стадийных геотехнических расчетов в программном комплексе MIDAS FEA NX. По результатам расчетов были сделаны выводы о влиянии буровзрывного способа проходки на городскую застройку и возможность применения таких технологий в городах, где присутствуют крепкие скальные породы.



Рисунок - 7. Выступление А.Р. Попонина

Джа Ненг- автор доклада «Исследование инженерных характеристик дорожного полотна, улучшенного тремя реагентами для точечного отверждения». ознакомила слушателей конференции с комплексом проведенных исследований и экспериментов, представила выявленные зависимости и сравнила результаты от применения реагентов на инженерные характеристики дорожного полотна.

Р. Н. Никоноров в докладе «Оценка возможности замены активной крепи забоя на элементы оболочки при численном моделировании щитовой проходки» представил исследования и вариации расчетов в зависимости от давления на рабочий орган щита. В результате автором была представлена формула для расчета толщины элемента оболочки забоя, которая позволяет существенно сократить трудозатраты при моделировании, что в свою очередь ускорит процесс прогнозирования изменений напряженно-деформированного состояния.



Рисунок - 8. Выступление Р.Н. Никонорова

В докладе «Определение сейсмических повреждений в туннелях на основе вибрационных испытаний» Ванг Юи предложил новый метод динамической дискриминации (DDM) для сейсмических повреждений в туннельных порталах, сравнивались сходства и различия этого метода с уже существующими при помощи обширной тестовой таблицы сеймики, базирующей на основе больших данных. Новый метод имеет ряд преимуществ, основным из которых является возможность определять

положение и временную ориентацию повреждения склона и обделки, что в свою очередь позволяет лучше понять процесс динамического повреждения.

Я. А. Рейсбих в докладе «Экологические и технологические риски городского подземного строительства» рассмотрела основные нормативные документы Российской Федерации, регламентирующие эколого-технологические риски. Основная часть доклада была посвящена контролю всех необходимых параметров на примере станции Московского метрополитена «Вавиловская». По результатам этого контроля были сделаны выводы о необходимости актуализации нормативных документов и улучшении эколого-технологического контроля на объектах подземного строительства.



Рисунок - 9. Выступление Я.А. Рейсбих

Заключительным в первый день форума стал доклад Цао Жилин «Внедрение и применение программной структуры связи ABAQUS-PFC3D на основе модели CFD-DEM». Автор познакомил слушателей с новой программной структурой, рассказал о её плюсах и минусах, представил результаты различных расчетов, основанных на реальных строящихся объектах. Отмечено, что численное моделирование становится все более полезным инструментом для изучения механизма эрозии скальных пород и почвы, а также прорыва воды и грязи. Связанное численное моделирование принципа ABAQUS-PFC3D может визуально показать эволюцию прорыва воды и грязи в водонасыщенном разломе.

Второй день молодежного форума был открыт докладом Ванг Шуинг «Новый внешний пермеаметр, контролируемый нагрузкой, для песков, обработанных пеной». Докладчик рассказал о предыстории исследования, о разработке нового прибора - пермеаметра, подходу к его испытаниям и их результатам. Прибор был разработан для изучения влияния давления почвы на проницаемость пенокондиционированных песков.

Затем с докладом на тему «Устранение водопроявлений в подземных сооружениях, расположенных в экстремальных климатических условиях» выступила А. А. Карпухина, рассказавшая об истории борьбы с водопроявлениями и проанализировавшая причины их возникновения. Были рассмотрены различные последствия водопроявлений на примере большого количества объектов обследований. Автор представил передовое инъекционное оборудование для устранения водопроявлений в уже построенных тоннелях, рассказал о критериях оценки эффективности применения таких систем, принципе их работы и результатах от их применения.



Рисунок - 10. Выступление А.А. Карпухиной

В докладе Лиу Заобао «Особенности полевого мониторинга и численное моделирование цепного горного удара в тоннелях» на примере выполненных научно-исследовательских работ были подробно рассмотрены все виды необходимых обследований и мониторинга большого объема данных, представлено используемое оборудование..

С докладом «Методы закрепления котлованов и оптимизация конструктивных решений» выступил Л. Н. Осетинский. Особое внимание уделено креплению при помощи грунтовых анкеров. При помощи моделирования по специализированным геотехническим программным комплексам была подобрана оптимальная высота анкера, шаг его установки, глубина анкера и угол его наклона, в результате чего можно выбирать оптимальный вариант. В докладе представлены перспективы развития этих исследований.



Рисунок - 11. Выступление Л.Н. Осетинского

Лу Чжао представил доклад «Молекулярно-динамическое исследование, выявляющее связь между адсорбцией CO<sub>2</sub> и механической прочностью в каолините».. Рассмотрено оборудование и концепция проведения исследований. В результате был получен ряд выводов, сделаны заключения и выявлены ключевые и важнейшие зависимости, влияющие на связь между адсорбцией CO<sub>2</sub> и механической прочностью в каолините.

И. А. Галабурда в докладе «Устранение карстово-суффозионной опасности при строительстве транспортных сооружений в сложных геологических условиях» на примере реального объекта рассмотрел этапы противокарстовых мероприятий и их основные виды.

Было выдвинуто несколько вариантов решения карстово-суффозионной опасности, в первую очередь - организация противодиффузионной завесы. Автором была предложена технология совмещения работ по организации противодиффузионной завесы с работами по заполнению карстовых полостей и эффект от их применения.



Рисунок - 12. Выступление И.А. Галабурды

Ванг Хин представил доклад «Подход к моделированию для анализа подземных шахт». В результате работы над этой темой, автором был представлен метод численного моделирования, охватывающий весь цикл добычи: разработку, добычу и обратную засыпку как отдельных выработок, так и всего комплекса.

В докладе «Особенности застройки жилой недвижимости в охранной зоне метрополитена» Д. Р. Куксенова рассмотрен комплекс мероприятий для оценки влияния наземного строительства на объекты метрополитена, а также положения о зонах с особыми условиями использования территорий в РФ. На примере построенных новых станций московского метрополитена были проанализированы современные подходы к застройке новых территорий города Москвы. Была выбрана площадка для строительства объекта, описаны основные её параметры, рассчитаны финансовые и технические риски, также была обоснована эффективность разработанного проекта.



Рисунок - 13. Выступление Д.Р. Куксеновой

В докладе о Чжанг Тонг «Динамические механические свойства фибробетона композитного состава» рассмотрена история разработки и международном опыте применения фибробетона и особенно современные композитные фибробетоны. По результатам испытаний нескольких видов фибробетонов выявлены зависимости и различия в отдельных его видах. В докладе представлены результаты всех проведенных испытаний и сделаны ряд выводы о возможности применения таких материалов на тех или иных объектах.

Затем выступил Павел Сергеевич Мильчевский с докладом на тему «Анализ возникновения дефектов в отдельных участках обделки тоннеля от воздействия домкратов ТПМК». На примере строительства перегонного тоннеля московского метрополитена было рассмотрено воздействие домкратов ТПМК на отдельные сегменты тоннельной обделки. Были выявлены основные дефекты сегментов обделки и причины их появления. Результаты воздействия домкратов при сооружении тоннеля были подкреплены испытаниями блоков обделки в лаборатории. В рамках работы над этой темой была предложена новая конструкция сегмента обделки с применением фибробетона. Эти сегменты также были обследованы в лаборатории. По результатам исследований сделаны выводы о возможности применения таких сегментов.

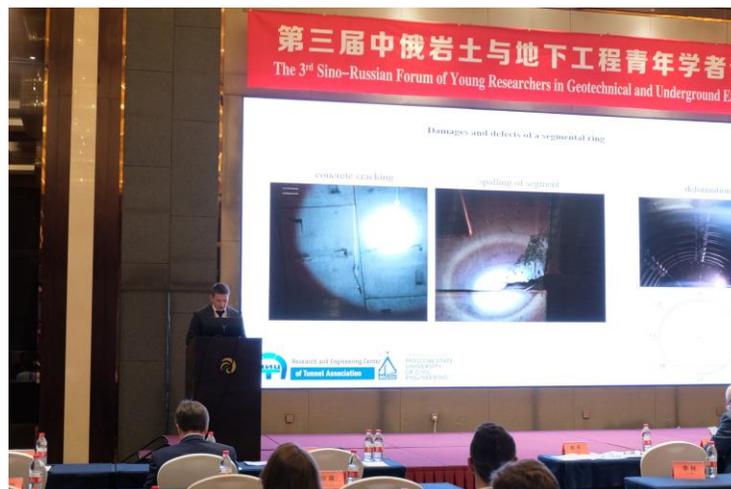


Рисунок - 20. Выступление П.С. Мильчевского

Лиу Кейи выступил с темой «Формирование фильтрационной оболочки и механизм поддержки, учитывающий эффект инфильтрации для шламowego щита большого диаметра при работе в сложных геологических условиях». Автор рассказал о численном моделировании инфильтрации пульпы и формирования фильтрационной оболочки, был раскрыт механизм поддержки пульпы при сооружении тоннелей при помощи ТПМК, оценена эффективность поддержки с учетом инфильтрации пульпы и эффекта резания. Численная модель инфильтрации пульпы была создана на основе связи CFD-DEM. Были созданы теоретические модели поддержки пульпы для глубокой/поверхностной инфильтрации, и был проанализирован механизм поддержки пульпы на различных стадиях глубокой и поверхностной инфильтрации.

Далее выступила Ольга Владимировна Герасимова с докладом на тему «Влияние введения полимеров на реологические свойства глин с целью поддержания высокой вязкости пеногрунта при проходке ТПМК». Основной целью работы является повышение показателей тоннелепроходческих работ на механизированных комплексах с активным пригрузом забоя. В докладе рассматриваются нынешние рекомендации по выбору

активного пригрузаи его назначению, а также рекомендации по типам продукта, пенного реагента и полимера для различных грунтов. Автор представил несколько типов новых реактивов, рассказал об их испытаниях, полученных зависимостях и результатах их сравнения.

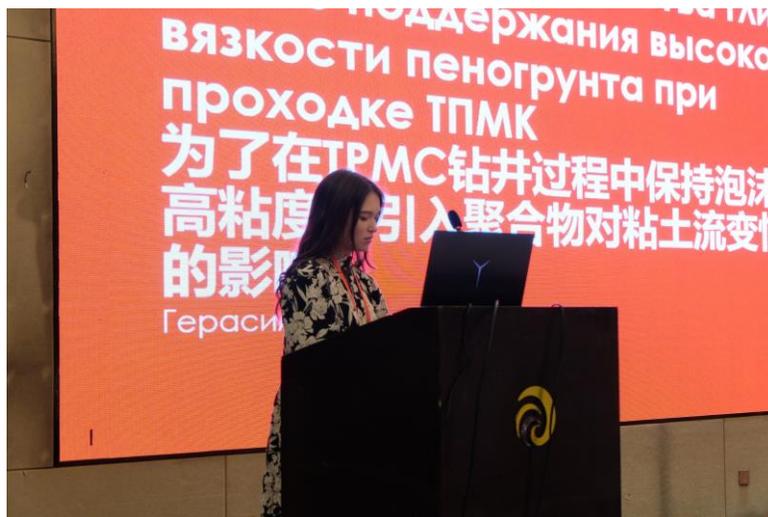


Рисунок - 21. Выступление О.В. Герасимовой

Затем был заслушан доклад Ванг Шуангуан на тему «Развитие, применение и перспективы метода трубчатого крепления кровли выработок в Китае». На примере комплекса строящихся подземных объектов в Китае автор рассмотрел технологии сооружения ограждающих конструкций для кровли выработок. По результатам этого анализа был предложен передовой метод крепления при помощи металлических труб. В работе представлены результаты испытаний элементов крепи и выводы о возможности и целесообразности применения этой технологии.

Заключительным докладом всего молодежного форума стала презентация Цао Веньхин на тему «Выполнение глубокой зонированной выемки грунта в котловане вблизи существующих линий метрополитена во время зимнего периода года». Автором подобно рассмотрен объект ведения работ – его топографические, климатические и физико-механические свойства. Конкретно для этого объекта Цао Веньхин предложил новую технологию сооружения котлована. В докладе он рассмотрел все аспекты реализации этого метода. В результате успешного сооружения этого объекта, можно сделать вывод о том, что используя этот метод с опорной схемой комбинированных удерживающих свай и анкерных тросов, процесс строительства глубокой выемки в мерзлых грунтах не оказал никакого неблагоприятного воздействия на прилегающую инфраструктуру в центре города Шеньян.

Официальной заключительной частью форума стала торжественная церемония закрытия, в которой приняли участие д.т.н., профессор Чжао Вэнь, член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук, заведующий кафедрой «Мосты, тоннели и подземные сооружения» Дальневосточного государственного университета путей сообщения Сергей Анатольевич Кудрявцев, профессор Российского университета транспорта Пискунов Александр Алексеевич, а также представитель Тоннельной ассоциации России, Член Молодежной группы Международной Тоннельной Ассоциации, Попонин Артём Романович.



Рисунок – 22. Церемония закрытия форума. Президиум.

Профессор Чжао Вэнь, выступивший в роли председателя на церемонии закрытия конференции, поблагодарил организаторов и участников за поддержку и помощь в проведении форума и объявил, что 4-й Китайско-Российский форум молодых ученых в области геотехники и подземного строительства будет проведен в России в грядущем 2025 году. 4-ый молодежный форум продолжит идею создания платформы для обмена опытом между китайскими и российскими молодыми учеными. Александр Алексеевич Пискунов, Артём Романович Попонин и Сергей Анатольевич Кудрявцев отметили, что форум прошел весьма успешно и они очень благодарны своим коллегам из Северо-Восточного университета за тщательную организацию и они с нетерпением ждут встречи с участниками на следующей конференции, которая пройдет в России.



Рисунок – 23. Общее фото с участниками форума.



Рисунок – 24. Общее фото с участниками форума на церемонии закрытия.

После окончания торжественной церемонии закрытия форума, участники с Российской стороны посетили обновленную научно-техническую лабораторию подземного строительства в Северо-Восточном Университете КНР. В рамках визита, сотрудники лаборатории провели для всех участников экскурсию по её территории, познакомили участников с представленным оборудованием и продемонстрировали принцип его работы.

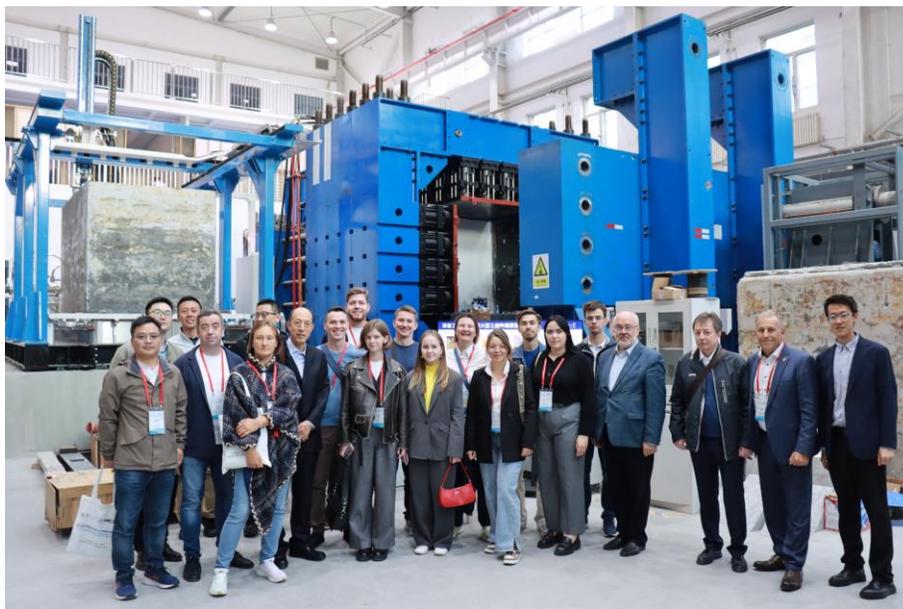


Рисунок – 25. Представители Российской делегации в лаборатории Северо-Восточного Университета КНР.

Помимо этого, участники смогли прогуляться по территории университета, посетили учебные и научные корпуса вуза, а также увидели кампусы, предназначенные для проживания студентов и аспирантов.



Рисунок – 26. Участники форума на территории кампуса Северо-Восточного Университета КНР.

В заключительный день конференции все участники посетили строящуюся станцию метро города Шеньяна. На текущий 2024 в городе строится три линии метрополитена, а станция, которую увидели гости конференции, располагается в новом районе города. После запуска этой линии метро, станция станет крупным пересадочным узлом, а тысячи жителей города смогут намного быстрее и комфортнее добраться до своих домов.



Рисунок – 27. Участники форума на строительной площадке будущей станции метро.

Эта станция сооружается открытым способом, на месте будущей платформы разработан котлован с ограждающей конструкцией крепи из железобетонных свай. На данный момент на объекте ведется сооружение несущих стен и перекрытия станции, организуется настил для рельсовых путей, машинные залы и эскалаторные подъемы. Представители компании-застройщика рассказали участникам об организации строительства этого инфраструктурного объекта, технологии его сооружения и основных особенностях. Многие участники, посетившие строительный объект, отметили современные изоляционные материалы оклеечного типа. Все без исключения были приятно удивлены культурой производства в Китайской Народной Республике и отметили высокий уровень организации работ на строительной площадке.



Рисунок – 28. Участники форума на строительной площадке будущей станции метро. В.Н. Парамонов, Чжао Вэнь, С.А. Кудрявцев.

После посещения объекта форум был закончен, у участников осталось свободное время для прогулки по городу и посещения интересующих их достопримечательностей и знаковых объектов.

Третий Китайско-Российский форум молодых ученых в области геотехники и подземного строительства стал не только площадкой для обмена знаниями, но и катализатором для создания новых проектов и укрепления международного партнерства. Были заключены несколько соглашений о сотрудничестве между ведущими исследовательскими институтами России и Китая. Участники отметили, что такие мероприятия помогают не только продвигать науку, но и решать практические задачи, стоящие перед строительной отраслью.

Участники форума выразили уверенность, что совместные исследования и проекты в области подземного строительства будут способствовать развитию устойчивой инфраструктуры и безопасных городских пространств.

Это был насыщенный и продуктивный форум, который открыл новые горизонты для научного сотрудничества и обмена передовыми практиками в геотехнике и подземном строительстве.

Все участники были рады продолжить этот обмен и с удовольствием ждут новой встречи на следующем четвертом форуме в 2025 году.

*Статья подготовлена  
Попониным А.Р.*