Независимый электронный журнал

ГеоИнфо

Особенности эколого-геологических систем массивов скальных грунтов. *Стр. 6*

Мониторинг земляного сооружения. *Стр. 26*

Анализ технологии инженерных изысканий для гражданского строительства. *Стр. 48*

GEOINFO

ISSN 2949-0677 (ONLINE)

WWW.GEOINFO.RU

МАРТ • MARCH •ТОМ V • 2-2023

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ СПОНСОРЫ ПРОЕКТА

ООО «ПЕТРОМОДЕЛИНГ»

Австрийская компания
«TRUMER SCHUTZBAUTEN GMBH»
ООО «РТ ТРУМЕР»

АО «ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗЫСКАНИЙ»

Maccaferri / ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ

ООО НПП «ГЕОТЕК»

Компания
Mountain Risk Consultancy

Геотехническая лаборатория
АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ»

ГК «ОЛИМПРОЕКТ»

СПОНСОРЫ ПРОЕКТА

ООО «МИДАС» / MIDAS IT

MaininSoft

ООО «ГЕОИНЖСЕРВИС» / FUGRO

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ENGGEO»

ООО «СОВРЕМЕННЫЕ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» (ADVANCED SURVEY TECHNOLOGIES) – ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ROCSCIENCE В РОССИИ

НПО «ТЕРРАЗОНД»

ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»

ООО «КБ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ НЕЗАВИСИМОГО ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА «ГЕОИНФО»

Ананко Виктор Николаевич
Главный редактор журнала «ГеоИнфо»

Баборыкин Максим Юрьевич
Главный аналитик Центра геоинформационных технологий Университета Иннополис, главный геолог ООО «Аэрогеоматика», к.г.-м.н., имеет степень MBA

Бершов Алексей Викторович
Генеральный директор ГК «Петромоделинг», ассистент Кафедры Инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Гиззатуллин Рушан Рафаэлевич
Инженер-геотехник ООО «НИП-Информатика»

Ермолов Александр Александрович
Научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории геоэкологии Севера Кафедры геоморфологии и палеогеографии Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, к.г.н.

Жидков Роман Юрьевич
Начальник группы разработки программного обеспечения по геологии ГБУ «Мосгоргеотрест», к.г.-м.н.

Зайцев Андрей Александрович
Доцент кафедры "Путь и путевое хозяйство" РУТ (МИИТ), к.т.н.

Исаев Владислав Сергеевич
Старший научный сотрудник Кафедры геокриологии Геологического факультета МГУ, к.г.-м.н.

Королев Владимир Александрович
Профессор Кафедры инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д.г.-м.н., член-корреспондент Российской академии естественных наук (РАЕН) по секции наук о Земле

Латыпов Айрат Исламгалиевич
Руководитель Лаборатории по исследованию грунтов в строительстве, доцент по специальности «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение», член национального реестра специалистов в области строительства, эксперт Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, к.т.н.

Маштаков Александр Сергеевич
Главный специалист ООО Арктический научный центр (Роснефть), руководитель Волгоградского отделения Общественной организации Российское геологическое общество, эксперт Российского газового общества, к.г.-м.н.

Мирный Анатолий Юрьевич
Старший научный сотрудник Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, руководитель проекта «Независимая геотехника», к.т.н.

Миронюк Сергей Григорьевич
Доцент/старший научный сотрудник Кафедры инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, научный сотрудник ООО «Центр морских исследований МГУ им. М.В. Ломоносова», к.г.-м.н.

Пиоро Екатерина Владимировна
Генеральный директор ООО «Петромоделинг Лаб», к.г.-м.н.

Самарин Евгений Николаевич
Профессор Кафедры инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д.г.-м.н.

Судакова Мария Сергеевна
Старший преподаватель Кафедры сейсмометрии и геоакустики Геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, Научный сотрудник института Криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, к.ф.-м.н.

Слободян Владимир Юрьевич
Генеральный директор АО «Институт экологического проектирования и изысканий» (АО «ИЭПИ»)

Труфанов Александр Николаевич
Заведующий лабораторией «Методов исследования грунтов» НИИОСП им. Н.М. Герсеванова, АО «НИЦ Строительство», к.т.н., Почетный строитель России

Федоренко Евгений Владимирович
Научный консультант ООО «НИП-Информатика», к.г.-м.н.

Фоменко Игорь Константинович
Профессор Кафедры инженерной геологии МГРИ, д.г.-м.н.

Фролова Юлия Владимировна
Доцент Кафедры инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д.г.-м.н.

Шац Марк Михайлович
Ведущий научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (ИМЗ), к.г.н.

ГЕОИНФО

Электронное издание

Издается с марта 2016 года.

Периодичность: 10 выпусков в год.

ISSN: 2949-0677

Префикс DOI: 10.58339

Редакцией журнала принимаются к рассмотрению статьи по следующим темам: инженерные изыскания для строительства; геотехническое проектирование; инженерная и экологическая геология; механика грунтов, геотехника, проектирование оснований и фундаментов; экология и экологические исследования; проблемы инженерно-геологического риска; методы прогнозирования, предотвращения, минимизации и ликвидации последствий опасных природных процессов и явлений; инженерная защита территории.

Учредитель:
Ананко Виктор Николаевич

Издательство:
ГеоИнфо, ИП Ананко В.Н.

Адрес:
119146, РФ, Москва,
ул. 3-я Фрунзенская, 10/12

Редакция:
Ананко Виктор Николаевич
Главный редактор

Васин Михаил Васильевич
Обозреватель

Дизайн и верстка:
ИП Лившиц С.С.

Официальный сайт:
Geoinfo.ru

Адрес в НЭБ:
https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=80357

Распространяется бесплатно.

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Дата выхода в свет: 10.04.2023 г.

© Ананко Виктор Николаевич, 2023

© ГеоИнфо, 2023

Фото на обложке: www.Pixabay.com

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Особенности эколого-геологических систем массивов скальных грунтов 6
Владимир Королев, Виктор Трофимов, Марина Харькина

МЕХАНИКА ГРУНТОВ И ГЕОТЕХНИКА

Моделирование в midas GTS NX осадок слабых глинистых грунтов при динамических нагрузках от метро 18
Цао Цюан Хан Юй

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Мониторинг земляного сооружения 26
Кокочиньская-Пакет Э.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Анализ технологии инженерных изысканий для гражданского строительства 36
Чжоу Вэй

ГЕОРИСКИ. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИИ

Система «МакРес»: практичность, эстетичность, надежность 42
Иван Кукло

ПРИЛОЖЕНИЕ. ДИСКУССИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

РАШИД МАНГУШЕВ: Когда нормы были обязательными, подход был более серьезный 48

Дроны могут ускорить работу изыскателей в 200 раз: почему они массово не используются, и что для этого необходимо 52
Людмила Дьяченко

Выставка геодезического оборудования в Нанкине (Китай): впечатления полевых геодезистов 56
Игорь Шумихин

Перечень научных специальностей:

020102.	Основания и фундаменты, подземные сооружения
020806.	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
010601.	Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика
010606.	Гидрогеология
010607.	Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение
010608.	Гляциология и криология Земли
010609.	Геофизика
010621.	Геоэкология
020110.	Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства
010612.	Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов
010616.	Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия
020106.	Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология
010617.	Океанология
010619.	Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия
010620.	Геоинформатика, картография
010622.	Геодезия
020107.	Технология и организация строительства
020109.	Строительная механика

ENGINEERING GEOLOGY. ENGINEERING-GEOLOGICAL SURVEY

Features of ecological and geological systems of rock soil massives 6
Vladimir A. Korolev, Viktor T. Trofimov, Marina A. Kharkina

SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICS

Settlement simulation of soft clays under dynamic loads from subway in midas GTS NX 18
Quan Cao, Yu Hang

GEOTECHNICAL MONITORING

Monitoring of soil structure 26
Elzbieta Kokocnska-Pakiet

ENGINEERING SURVEYS

Analysis of the site investigation technology in civil engineering 36
Zhou Wei

GEORISKS. ENGINEERING PROTECTION OF TERRITORIES

The "MacRes" system: practicality, aesthetic qualities, reliability 42
Ivan A. Kuklo

APPENDIX. DISCUSSION MATERIALS

RASHID MANGUSHEV: when the regulations were mandatory, the approach was more serious 48

Drones can speed up the work of engineering surveyors by 200 times. Why are they not mainstreamly used, and what is needed for this? 52
Lyudmila D'yachenko

Exhibition of geodetic equipment in Nanjing (China): impressions of field geodesists 56
Igor' V. Shumihin

GEOINFO

Electronic publication

Published since 2016

Publication frequency:
10 issues per year

ISSN: 2949-0677

DOI prefix: 10.58339

The editorial board of the journal accepts for consideration articles on the following topics: Site Investigation for Construction; Geotechnical Designing; Engineering and Ecological Geology; Soil Mechanics; Geotechnics; Design of Bases and Foundations; Ecology and Environmental Studies; Engineering-Geological Risk Problems; Methods for Forecasting, Preventing, Minimizing and Eiminating the Consequences of Hazardous Natural Processes and Penomena; Engineering Protection of Territories.

Founder:
Ananko Viktor Nikolaevich

Publisher:
GeoInfo, individual entrepreneur
Ananko V.N.

Address:
10/12 3rd Frunzenskaya str., Moscow, 119146, Russian Federation

Editorial staff:
editor-in-chief:
Ananko Viktor Nikolaevich;

analyst:
Vasin Mikhail Vasilyevich;

Designer and layout designer:
individual entrepreneur
Livshic S.S.

Official website:
Geoinfo.ru

Address in the National Electronic Library of the RF:
https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=80357

It is distributed for free

The editorial staff is not responsible for the content of advertising materials

Publication date: 10.04.2023

© Ananko Viktor Nikolaevich, 2023

© GeoInfo, 2023

Cover photo: www.Pixabay.com

doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-6-17 УДК 550.72

Фото В.С.Королева

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАССИВОВ **СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ**

Оригинальная статья
Поступила в редакцию 06.03.2023. Принята к публикации 10.04.2023
© Независимый электронный журнал «ГеоИнфо», 2023

КОРОЛЕВ В.А.
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, va-korolev@bk.ru
Адрес: Ленинские горы, д. 1, г. Москва, 119991, Россия

ТРОФИМОВ В.Т.
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, trofimov@rector.msu.ru Адрес: Ленинские горы, д. 1, г. Москва, 119991, Россия

ХАРЬКИНА М.А.
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, kharkina@mail.ru
Адрес: Ленинские горы, д. 1, г. Москва, 119991, Россия

АННОТАЦИЯ

Определены общие особенности эколого-геологических систем (ЭГС) массивов скальных грунтов, как объектов геоэкологических исследований и инженерно-экологических изысканий. Эколого-геологические системы включают абиотические (литотоп, эдафотоп) и биотические (микробоценоз, фитоценоз, зооценоз) компоненты. Выявлены характерные особенности эколого-геологических систем природных скальных массивов на примере ЭГС сцементированных карбонатных и меловых грунтов и зон их выветривания Южного Урала, Крыма, Белгородской области, Алтая и Сихоте-Алиня. На примере карстовых пещер Южного Урала дана характеристика геологических процессов массивов карбонатных грунтов и их микробных сообществ. Описаны геологические особенности развития почвенных покровов на массивах скальных сцементированных карбонатных грунтов Крыма. Выявлены особенности обитания членистоногих на меловых скальных массивах Белгородской области. На примере Сихотэ-Алинского вулканического пояса (туфы риолитового состава) и Телецкой разломной зоны (илисто-глинистые образования выветрелых гнейсов и сланцев) показано значение биоминеральных комплексов в жизни копытных животных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

эколого-геологическая система, литотоп, эдафотоп, микробоценоз, фитоценоз, зооценоз, карбонатные сцементированные грунты, меловые грунты, микробные сообщества, лишайники, биоминеральные комплексы

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Королёв В.А., Трофимов В.Т., Харькина М.А. Особенности эколого-геологических систем массивов скальных грунтов // Геоинфо. 2023. № 2 С. 6-17, doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-6-17

FEATURES OF ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL SYSTEMS OF **ROCK SOIL MASSIVES**

Original paper
Received 06.03.2023. Accepted for publication 10.04.2023
© Independent electronic magazine "GeoInfo", 2023

VLADIMIR A. KOROLEV
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, va-korolev@bk.ru
Address: Leninskiye Gory, 1, Moscow, 119991, Russia

VIKTOR T. TROFIMOV
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, trofimov@rector.msu.ru
Address: Leninskiye Gory, 1, Moscow, 119991, Russia

MARINA A. KHARKINA
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, kharkina@mail.ru
Address: Leninskiye Gory, 1, Moscow, 119991, Russia

ABSTRACT

The general features of ecological-geological systems (EGS) of rock massifs are determined as objects of geoecological research and engineering and environmental surveys. Ecological and geological systems include abiotic (lithotope, edaphotope) and biotic (microbocenosis, phytocenosis, zoocenosis) components. The characteristic features of the ecological and geological systems of natural rock masses are revealed on the example of the EGS of cemented carbonate and chalk soils and their weathering zones in the Southern Urals, Crimea, Belgorod region, Altai and Sikhote-Alin. On the example of karst caves in the Southern Urals, a characteristic is given of the geological processes of carbonate soil massifs and their microbial communities. The geological features of the development of soil covers on massifs of rocky cemented carbonate soils of the Crimea are described. The features of arthropod habitation on the Cretaceous rock massifs of the Belgorod region are revealed. Using the example of the Sikhote-Alin volcanic belt (rhyolitic tuffs) and the Teletskaya fault zone (silty-argillaceous formations of weathered gneisses and shales), the importance of biomineral complexes in the life of ungulates is shown.

KEYWORDS:

ecological and geological system, lithotope, edaphotope, microbiocenosis, phytocenosis, zoocenosis, carbonate cemented soils, chalk soils, microbial communities, lichens, biomineral complexes

FOR CITATION:

Korolev V.A., Trofimov V.T., Kharkina M.A. Peculiarities of ecological and geological systems of rock masses // Geoinfo. 2023. No. 2. S. 6-17, doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-6-17

Введение ▶

Структура эколого-геологической системы (ЭГС) с учетом геологической составляющей, включая состав, состояние и рельеф геологического массива, подземные воды, геохимические поля, геофизические поля, современные эндо- и экзогенные процессы, была разработана В.Т.Трофимовым [34] и явилась логичным развитием представлений ученых об экосистемах [1,18,25], и в частности - представлений В.Н.Сукачева о биогеоценозах [31]. Именно выделение эколого-геологических систем позволяет в полной мере выявить взаимосвязь «неживого» (массива грунтов, литотопа) и «живого» (микроорганизмов, растений, животных). Другими словами, *эколого-геологическая система – это определенный объем литосферы с находящейся в ней и на ней биотой, включая человека и социум, на которые воздействуют природные и техногенные факторы, под влиянием которых развиваются современные геологические процессы в названной системе, влияющие на условия жизни биоты.*

Практическое значение изучения ЭГС связано с современной экологизацией всех отраслей народного хозяйства, в том числе инженерных изысканий для строительства. Достаточно сказать, что в новом СП 502.1325800.2021 «Инженерно-экологические изыскания. Общие правила производства работ» используется экосистемный подход, направленный на изучение абиотических сред (литосферы, педосферы, поверхностной гидросферы и атмосферы) как среды обитания живых организмов, включая человека [9,35,37,39].

К настоящему времени в той, или иной степени уже охарактеризованы систематика природных и техногенных ЭГС [10,11], а также особенности природных ЭГС, формирующихся на массивах песчаных и лёссовых грунтов [8,15,35,36]. Однако характерные особенности природных континентальных (сухопутных) ЭГС массивов скальных грунтов остаются пока слабо изученными. Поэтому цель настоящей статьи – восполнить этот пробел.

Общие особенности эколого-геологических систем массивов скальных грунтов ▶

Сухопутные природные однородные ЭГС, развитые на массивах скальных грунтов, имеют свои характерные общие особенности, отличающие их от ЭГС массивов дисперсных и иных грунтов и влияющие на развитие и функционирование экосистемы (табл. 1). Эти характерные черты отражаются в особенностях как абиотических, так и биотических компонентов ЭГС – литотопа (включая грунты, рельеф, экзогенные и эндогенные процессы, гидрогеологиче-

Таблица 1. Общие особенности эколого-геологических систем массивов скальных грунтов

Особенности абиотических компонентов ЭГС:	Особенности эдафотопа и биотических компонентов ЭГС:			
литотопа	**эдафотопа**	**микробоценоза**	**фитоценоза**	**зооценоза**
1. Низкая пористость и пустотность 2. Возможность наличия крупных пустот и полостей (пещер) 3. Относительно высокая прочность и низкая выветриваемость 4. Возможное наличие геофизических аномалий 5. Многообразие минералов, геохимических полей и место-рождений полезных ископаемых 6. Низкая обводнённость 7. Характерный рельеф 8. Специфический парагенез экзогенных геологических процессов	1. Меньшее[1] разнообразие генетических типов почв 2. Менее четко выраженные генетические горизонты почв 3. Меньшая мощность почв 4. Меньшее видовое разнообразие почвенных микро- и макроорганиз-мов 5. Меньшая биомасса почвенных организмов 6. Спорадичес-кое распростра-нение 7. Приурочен-ность к корам выветривания	8. Меньшее видовое разнообразие микробов 9. Меньшая плотность подземных популяций микробов 10. Меньшая биомасса микробов 11. Проникновение микробов на меньшую глубину 12. Наличие микроорганизмов, формирующих скальные биолиты	1. Меньшее видовое разнообразие растений; 2. Проникновение корней на меньшую глубину; 3. Меньшая биомасса растений; 4. Неспособность растений препятствовать развитию ЭГП; 5. Приуроченность облигатных растений (петрофитов) к скальным грунтам; 6. Подчинение фитоценозов широтной и высотной зональности (поясности): 7. Значительная роль лишайников-эпилитов	1. Меньшее видовое разнообразие животных 2. Отсутствие подземных роющих животных, но наличие пещерных 3. Меньшая биомасса животных 4. Неспособ-ность влиять на развитие ЭГП 5. Проявление литофагии в биоминеральных комплексах скальных массивов

[1] «Меньшее» - здесь и далее имеется ввиду по сравнению с ЭГС массивов дисперсных грунтов

ские условия), эдафотопа (почв) и биотопа (микробо-, фито- и зооценоза), а также в реализации ими экологических функций.

Особенности абиотических компонентов ЭГС массивов скальных грунтов ►

К основным общим ***особенностям литотопа*** массивов скальных грунтов, влияющим на ЭГС массива в отличие от прочих массивов (дисперсных, мёрзлых), относятся такие их специфические черты, которые обеспечивают реализацию экологических функций – ресурсной, геохимической, геодинамической и геофизической в пределах данной ЭГС [33].

Среди этих особенностей нами выделяются следующие (табл.1): 1) относительно низкая пористость и трещинная пустотность, особенно для грунтов невыветрелых массивов, что снижает ресурс геологического пространства самих грунтов для микро- и макроорганизмов; 2) возможность формирования в скальных массивах крупных пустот, пещер (карстовых и т.п.) и полостей, обусловливающих особый ресурс геологического пространства для биоты и развитие специфических подземных экосистем; 3) относительно большая прочность и невысокая способность скальных грунтов к выветриванию, что снижает ресурс геологического пространства и затрудняет их освоение биотой; 4) развитие парагенеза специфических геологических процессов, как проявление их геодинамической экологической функции; 5) слабая обводнённость, наличие лишь поровых и трещинных вод, что влияет на обеспеченность экосистем водой и проявление геохимической экологической функции; 6) особый тип рельефа, обусловливающий ресурс геологического (геоморфологического) пространства для биоты, а также геодинамическую экологическую функцию; 7) широкий спектр минералов скальных грунтов, обусловливающих питательный и энергетический ресурсы для биоты, а также геохимическую и геофизическую функции; 8) наличие в некоторых скальных массивах геофизических аномалий, влияющих на биоту.

Относительно высокая прочность скальных грунтов и избирательная способность таких грунтов к выветриванию обусловливают развитие в пределах этих массивов таких специфических парагенезов *экзогенных геологических процессов* (ЭГП) как выветривание (рис. 1), обвалы, осыпи, каменные лавины и др., влияющих на экосистемы и обусловливающих проявление геодинамической экологической функции [29]. В зависимости от динамики ЭГП в экосистемах скальных массивов развиваются те или иные сукцессии, формируется тот или иной набор популяций растений и животных.

В массивах карбонатных грунтов широко развит карст, как его открытые, так и закрытые формы. Закрытые формы карта – карстовые пещеры представляют собой уникальные подземные экосистемы, характерными чертами которых являются отсутствие света, незначительные колебания температуры, высокая влажность, низкое содержание питательных веществ. Пещеры различаются морфологией и размером, уровнем антропогенной нагрузки. Основные характеристики крупных пещер Южного Урала представлены в табл. 2.

Важной особенностью литотопов ЭГС скальных массивов является то, что в результате денудации на поверхности скальных массивов формируются коры выветривания (элювий), степень и площадь развития которых может быть весьма различной и определяется избирательностью грунтов к выветриванию и иными факторами. Кроме того, на склонах и подножии скальных массивов почти всегда формируются и присутствуют склоновые отложения в виде коллювия, делювия, каменных развалов и т.п., дисперсных образований, как следствие соответствующих экзогенных процессов, площадь развития которых на склонах также может быть весьма различной. Именно на этих участках в первую очередь формируются локальные почвы и соответствующие им локальные фитоценозы. Развитие этих процессов

будет отличаться на горных и равнинных территориях. При этом, образующиеся коры выветривания скальных массивов и коллювиальные отложения в их пределах, как и эдафотопы на них, должны рассматриваться как компоненты данной ЭГС скального массива, хотя сами они и сложены дисперсными грунтами. Основанием этому является взаимосвязь и взаимозависимость химико-минерального состава и структуры дисперсных отложений и почв с материнскими грунтами скального массива.

Общей особенностью для развития экзогенных геологических процессов в/на скальных массивах является их обусловленность геологическим возрастом массивов и неотектоническими условиями: молодые массивы скальных грунтов менее изменены выветриванием, склоновыми процессами и т.п., тогда как более древние массивы в наибольшей степени изменены экзогенными процессами. При этом для разных типов скальных массивов характерны свои парагенезы экзогенных процессов.

Скальные массивы характеризуются специфическим *гидротопом* как компонентом ЭГС, обычно они слабо обводнены, в них формируются в основном трещинные, поровые и смешанные – трещинно-поровые воды. В объеме массива подземные воды распространены как правило неравномерно. В особый тип выделяют карстовые воды, характеризующиеся гидродинамической зональностью.

Так, например, А.Б. Климчуком составлена схема гидродинамической зональности карстовых вод Горного Крыма (рис. 2). Питание трещинно-карстовых вод осуществляется в основном за счет атмосферных осадков (600-1200 мм) Однако эти осадки не полностью идут на питание подземных вод: 46 % тратится на испарение и транспирацию, 3,8-7% в теплый период года тратится на конденсацию, а модуль конденсационного стока в среднем составляет 1,7 л/с·км^2 (2,46 – на Ай-Петринском массиве).

Трещинно-карстовые и грунтовые воды холодные с температурой 7-11^{0}С, преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией 0,4-0,5 г/л [29].

От особенностей гидротопа зависит развитие биоты в пределах данных ЭГС. Для водообеспечения фитоценозов карбонатных массивов наибольшее значение имеют эпикарстовая гидродинамическая зона и зона аэрации, как зоны, располагающиеся в корнеобитаемом слое. Именно здесь происходит свободное движение воды по трещинам и каналам и корни растения способны всасывать эту воду.

Рис. 1. Формы выветривания массивов меловых грунтов, Дивногорье, Успенский монастырь в меловых горах (Воронежская область) (фото: https://cattur.ru/russia/divnogore.html)

Таблица 2. Характеристики пещер массивов карбонатных грунтов Южного Урала (по А.С.Рябовой [26])

Характеристика пещеры		Пещера:		
		Аскинская (Аскынская Ледяная)	**Киндерлинская (им. 30-летия Победы)**	**Шульган-Таш (Капова)**
Геологический возраст капрбонатных массива		**Франский век позднего девона**	**Франский век позднего девона**	**Визейско-намюрский век раннего карбона**
Размеры	протяженность, м	230	9113	3323
	амплитуда, м	34	-215	165
	объем, м^3	46 400	254 000	180 510
Морфология		Ледяной мешок	Наклонногоризонталь-ная, многоярусная система ходов и галерей / Наледь на входе 1500 м^2	Горизонтальновертикаль-ная слаборазветвленная, трехэтажная система полостей с интенсивно развитой зоной фреатической циркуляции
Протяженность пещеры с антропогенными изменениями, м		230 (2013 г.)	10 000 (2010 г.)	27 000 (2011 г.)

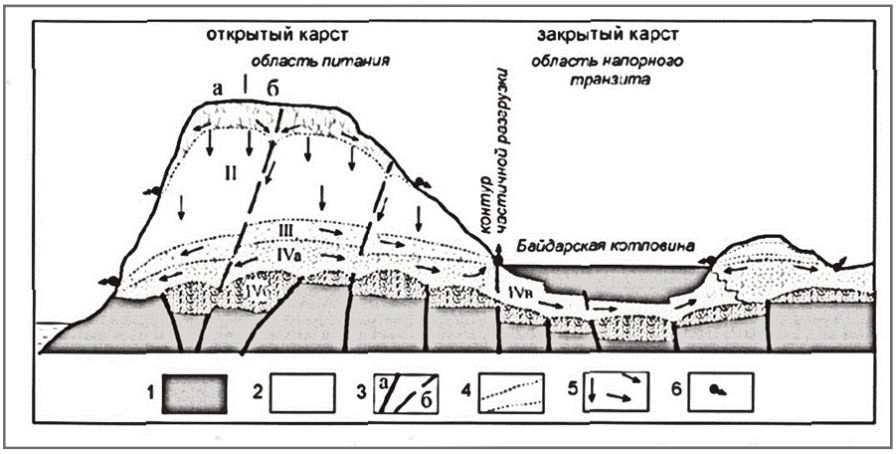


Рис. 2. Схема гидродинамической зональности карстовых вод Горного Крыма (по А.Б.Климчуку [29]): 1 – слабопроницаемые породы, 2 – карстующиеся породы, 3 – тектонические нарушения:3а – в цоколе, 3б – в карстующихся породах, 4 – границы гидрогеодинамических зон, 5 – направления движения подземных вод, 6 – карстовые источники. Карстовые массивы: а – цокольные приморские, б – склоновые континентальные. Гидрогеодинамические зоны I – эпикарстовая (преимущественно рассеянное питание; безнапорные воды, образующие подвешенный горизонт), II – аэрации (вадозная – преимущественно нисходящее свободное движение вод по трещинам и каналам); III – сезонных колебаний уровня;IV – зона полного насыщения: подзоны IVа –преимущественно безнапорных водоткрытого карста с интенсивным водообменом, с локальным напором в каналах (фреатическая); IVб – напорных вод с интенсивным водообменом; IVв – напорных вод (артезианского напора) закрытого карста с замедленным водообменом.

Рис. 3. Неполноразвитые черноземовидные почвы с выходами рифовых известняков на вершине Ай-Петри, Крым (фото М.А.Харькиной)

Не менее важной особенностью литотопов ЭГС массивов скальных грунтов является специфический *рельеф территории*. Основными факторами рельефа, влияющими на ЭГС массивов скальных грунтов, является высота склонов, расчленённость и экспозиция склонов. Склоны южной и близких к ней экспозиций получают больше тепла, они более сухие, снежный покров на них держится меньше, а снеготаяние более бурное. На южных склонах сильнее проявляются процессы денудации. От особенностей рельефа зависит развитие соответствующих эдафотопов, а также микробо-, фито- и зооценозов. Рельеф территории во многом определяет её биоразнообразие и выступает как важнейший фактор ресурса геологического пространства [2]. Кроме того, рельеф территории со скальными массивами, особенно при сильной разности высот, обусловливает на этой территории проявление вертикальной поясности в тепло-влагообеспеченности и соответственно – вертикальной поясности почв и биотопов ЭГС.

Другой характерной особенностью литотопов ЭГС массивов скальных грунтов является возможное наличие в них различных *месторождений полезных ископаемых*, геохимических потоков элементов и формирование ореолов рассеяния.

Общие ***особенности эдафотопа*** ЭГС массивов скальных грунтов состоят в том, что почвы, формирующиеся на скальных массивах: 1) обладают меньшим разнообразием генетических типов; 2) у них менее четко выражены генетические горизонты; 3) они характеризуются меньшей мощностью; 4) у них меньшее видовое разнообразие почвенных микро- и макроорганизмов; 5) у них намного меньшая биомасса почвенных организмов; 6) для них характерно не сплошное, а спорадическое (локальное, фрагментарное) распространение и приуроченность к корам выветривания (см. табл. 1). При этом необходимо иметь ввиду, что распространение тех, или иных типов почв и их тепло-влагообеспеченность в пределах рассматриваемых ЭГС подчиняются широтной и вертикальной зональности.

На скальных массивах эдафотопы либо отсутствуют совсем, либо слабо и спорадически (фрагментарно) развиты в виде литозёмов, петрозёмов и примитивных почв-литосолей. Это обусловлено тем, что на скальных массивах почвы постоянно смываются и состав почв обновляется за счет обломочного материала коренных скальных грунтов и кор выветривания. При наличии в генетическом горизонте почвы более 40% обломков крупнее 1 мм к названию таких горизонтов добавляют определение «фрагментарные» [5].

Так, например, в Крыму на массивах *карбонатных грунтов* и продуктах их выветривания формируются *черноземы карбонатные*. В местах близкого залегания к поверхности плотных карбонатных пород мощность почв зависит от геоморфологического фактора. На участках самых высоких элементов мезорельефа формируются короткопрофильные и маломощные виды черноземов, гумусированная часть профиля которых не превышает 25 и 40 см соответственно. Им нередко сопутствуют примитивные и неполноразвитые почвы, а также выходы карбонатных грунтов

(рис. 3). Своеобразие материнских пород придает развивающимся на них почвах специфические черты, прежде всего скелетность, гравелистость, щебнистость, каменистость и т.д. [6].

В межгрядовых котловинах и других понижениях рельефа на карбонатных массивах гумусированная часть почвенного профиля, благодаря намытости, превышает 100 см [6]. Карбонатные почвы характеризуются значительным содержанием свободной извести (иногда до 30%), количество которой вниз по профилю увеличивается. Содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 2,8 до 4,6% при среднем 3,4–3,8%; в смытых почвах его количество не превышает 2,5%. Сверху вниз по профилю количество

Лишь при наличии кор выветривания и в случае субгоризонтальной или слабо наклонной поверхности скального массива на нём могут формироваться более-менее развитые почвы, как, например, на поверхности карбонатных массивов квест в Крыму. Как правило такие почвы представлены горными примитивными разностями или высокогорными дерново-гольцовыми почвами. Их свойства и химико-минеральный состав определяются материнской горной породой. Они характеризуются небольшой мощностью (10-25 см) и прерывистым распространением, чередуются с выходами на поверхность скальных грунтов, отличаются большой щебнистостью и плохой сортированностью материала, слагающего почвы.

Особенности биотических компонентов ЭГС массивов скальных грунтов ►

К биотическим компонентам природных ЭГС относятся микробоценозы, фитоценозы и зооценозы.

Исследованием роли микроорганизмов в формирование компонентов ЭГС, в почвообразовании, выветривании и т.п. занимались М.А.Глазовская [3], Г.А.Заварзин, Н.А.Красильников [12], Б.Б.Полынов [21,22], А.С.Рябова [26], Н.Н.Сушкина [32], Е.А.Ярилова [41] и многие др. Общими ***особенностями микробоценоза*** ЭГС массивов скальных грунтов являются (табл. 1): 1) относительно небольшое видовое разнообразие микроорганизмов; 2) их невысокая плотность популяций, за исключением ЭГС массивов пористых и трещиноватых, выветрелых грунтов, а также подземных пещер (карстовых, тектонических и др.); 3) меньшая биомасса микроорганизмов в единице объема грунта; 4) возможность проникновения микроорганизмов на меньшую глубину массива по сравнению с массивами дисперсных грунтов. В массивах скальных грунтов возможно формирование поверхностных (наземных) и подземных микробоценозов, которые существенно отличаются друг от друга.

Для поверхностных микробоценозов скальных массивов характерно наличие микроорганизмов-петрофилов и эпилитов, которые, как правило, являются аэробными и селятся либо непосредственно на поверхности скал, либо в их трещинах и открытых порах. Основная роль микроорганизмов в массивах скальных грунтов состоит в их биологическом выветривании. Но наряду с разрушением, микроорганизмы способны и создавать биогенные скальные грунты карбонатного, силикатного, железистого, сульфатного и иного состава, а также руды, выступая как агент формирования биолитов [43].

Подземные микробоценозы формируются в пещерах (карстовых и др.) и прочих крупных пустотах массивов скальных грунтов, достигая значительной глубины. Микробоценозы подземных полостей и пещер характеризуются существенными отличиями от поверхностных, обусловленными отсутствием солнечного света, почти постоянной температурой и влажностью воздуха и т.п. В пещерном микробном комплексе доминируют бактерии и протисты[1]. К пещерной микрофлоре, особенно, бактериальной, в последние десятилетия проявляется значительный научный интерес. При этом микробиология пещер до настоящего времени в полной степени не разработана [28,40].

В карстовых пещерах (табл. 2) существуют сообщества микроорганизмов, хорошо приспособленные к этим специфическим условиям. Они зачастую выполняют роль первичных продуцентов при отсутствии растений. Характеристики микробных сообществ карстовых пещер Южного Урала изучены А.С.Рябовой [26]. Микробные сообщества на поверхности массива скальных карбонатных грунтов представлены актинобактериями, спорообразующими, литотрофными бактериями и микроскопическими грибами, с доминированием представителей родов *Penicillium, Aspergillus, Geotrichum*. Установлено, что в пещерах карбонатных массивов галерейного типа (пещеры Киндерлинская, Шульган-Таш) содержание микроорганизмов в грунте убывает по мере продвижения вглубь полости – бактерий до 106 -104 КОЕ/г, микроскопических грибов до 103 -102 КОЕ/г. Причем удаление от дневной поверхности приводит к снижению видового богатства микромицетов. Антропогенная нагрузка приводит к возрастанию количества микроорганизмов в грунте от 4 до 40 раз и увеличению видового богатства микромицетов в 2-10 раз по сравнению с ненарушенными участками. Другим фактором, оказывающим существенное влияние на численность культивируемых форм микроорганизмов, является проникновение поверхностных вод. Для ледяной пещеры мешкообразной формы (Аскинская пещера) установлено, что поступление поверхностных вод в виде капельников, стекающей в полость талой и дождевой воды оказывает большее воздействие на численность микроорганизмов в грунте, чем рекреационная нагрузка [26].

Основными ***особенностями фитоценоза*** ЭГС массивов скальных грунтов являются (см. табл. 1): 1) меньшее видовое разнообразие растений; 2) проникновение корней на меньшую глубину; 3) меньшая биомасса растений; 4) неспособность растений препятствовать развитию ЭГП; 5) приуроченность облигатных растений (петрофитов) к скальным грунтам; 6) подчинение фитоценозов широтной и высотной зональности (поясности): 7) значительная роль лишайников-эпилитов.

Для таких фитоценозов характерно наличие растений-петрофитов, литофагофитов и эпилитов (собственно литофитов). Растения-эпилиты в основном представлены низшими формами – лишайниками (*Lichenes*), мхами (*Bryophita*) и водорослями (*Algae*).

В ЭГС скальных массивов особенно высока роль лишайников-эпилитов (рис.4-6). Обладая широким диапазоном устойчивости, они способны осваивать трудно используемые многими другими организмами скальные местообитания, быть первопоселенцами на вновь формирующихся скальных субстратах - застывших лавовых потоках, прибрежных скалах, массивах карбонатных грунтов и пр. [13,30]. Исследованием лишайников-эпилитов и их роли в ЭГС скальных массивов занимались З.Джураева [4], К.Н.Игошина [7], М.А.Магомедова [16], А.А.Ниценко [17], Б.Б.Полынов [21,22], Н.В.Седельникова [27], А.В.Сонина [30], Н.Н.Сушкина [32], И.Н.Урбанавичене, Е.А.Ярилова [41] и др.

[1] Протисты – одноклеточные организмы, эукариоты.

Рис. 4. Эпилитные лишайники: а – *Lecanora (Protoparmeliopsis) muralis* на валунах Соловецкого архипелага; накипные лишайники на скальных выступах [14]

Рис. 5. Сообщества лишайников (*Cetraria* sp., *Cladonia* sp. и др.) на скальных выступах в Хибинах (*а, б*) (фото С.Д.Балыковой)

Рис. 6. Лишайники: *а* – арктопормелия (*Arctopormelia* sp.) на скалах, Карелия; *б* – кладония оленья (*Cladonua cf rangiferina*), Карелия (фото С.Д.Балыковой)

Не менее интересна роль водорослей, селящихся на скальных выступах в прибрежной зоне литорали и сублиторали. В ряде мест сообщества наскальных водорослей выходят на поверхность, как например, в пляжной, приливной и прибойной зоне морских побережий (рис. 7).

Литофагофиты в основном представлены высшими растениями – папоротниками (*Polypodiophyta*), камнеломками (*Saxifragaceae*), очитками (*Sedum*), овсяницами (*Festuca*), сеслериями (*Sesleria*), колокольчиками (*Campanula*) и др. Среди кустарниковой и древесной растительности к ним относятся можжевельники (*Juniperus*) и сосны (*Pinus*). При этом доминантами являются лишайники-эпилиты: именно они обусловливают начальные сукцессии при формировании на скалах фитоценозов и являются их важнейшим компонентом (рис. 4-6). Доминирующим фактором в развитии лишайникового покрова на скалах высту-

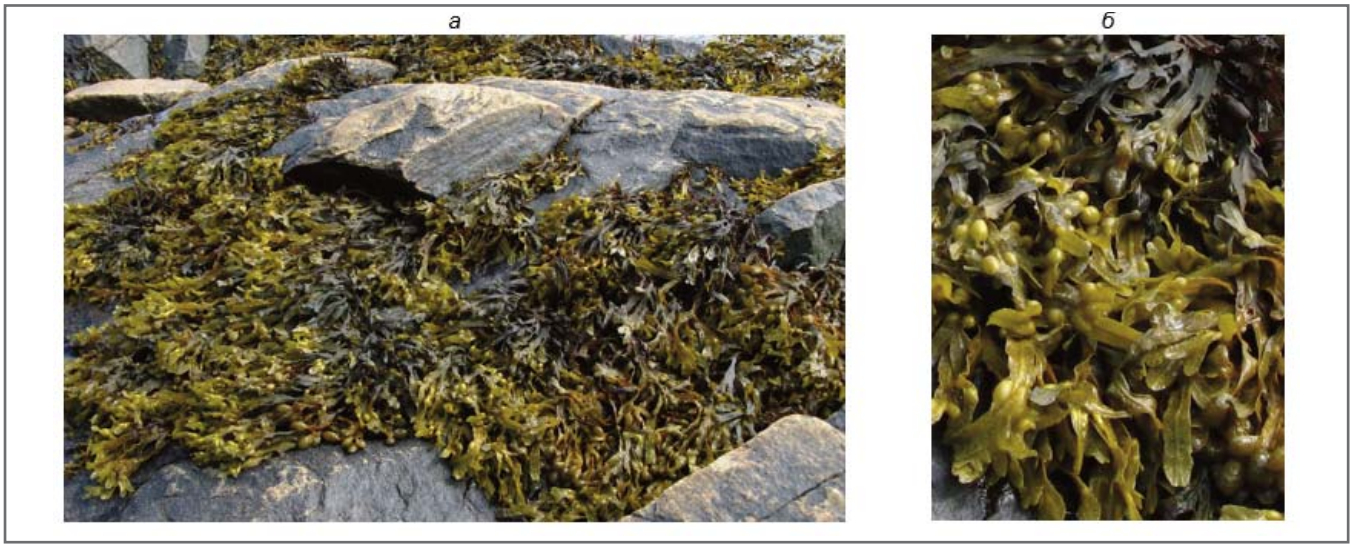


Рис. 7. Наскальные водоросли – фукус пузырчатый (*Fucus vesiculosus*), Карелия, *а, б* (фото С.Д.Балыковой)

пает световой, который связан с углом наклона скальной поверхности, что подтверждается исследованиями А.В.Сониной [30] на скальных массивах Северо-Запада России.

Что касается корневой системы, то произрастание растений на крутых склонах с развитыми процессами эрозии и выветривания приводит к оголению корня. В научной литературе [19] имеется описание эндемика меловых массивов, произрастающего на крутых склонах бедренеца скального (*Pimpinella tragium*), распространенного в долинах Волги и Дона на меловых обнажениях (рис. 8). Это облигатный кальцефит меловых обнажений, произрастающий на склонах крутизной до 45-50 градусов. Проективное покрытие обнажений не превышает 55%, а в отдельных случаях составляет всего 5-20%. Это обусловлено произрастанием бедренца на меловом субстрате, верхний слой которого из-за сезонных смен температуры и влажности постепенно разрыхляется и вымывается при таянии снега и осадках. Небольшие по размерам особи этих растений либо вымываются, либо у более сильных особей происходит достаточно сильное – до 10 см – оголение корня, что существенно снижает срок жизни растения.

На массивах скальных грунтов разного минерального состава формируются фитоценозы, адаптированные к соответствующему субстрату. Так, например, на карбонатных скальных грунтах образуются фитоценозы с преобладанием кальцефитов (рис. 9).

Общими ***особенностями зооценозов*** ЭГС массивов скальных грунтов также является (см. табл. 1): 1) относительно небольшое разнообразие животных по сравнению с массивами дисперсных грунтов; 2) отсутствие подземных роющих животных, но наличие подземных пещерных комплексов; 3) меньшая биомасса животных; 4) неспособность влиять на развитие ЭГП; 5) проявление литофагии в биоминеральном комплексе скальных массивов. Зооценозы скальных массивов подчиняются широтной и высотной зональности [42].

Рис. 8. Бедренец скальный *(Pimpinella tragium)* на крутом склоне скального массива [38]

Относительно небольшое разнообразие животного мира на скальных массивах меловых грунтов связано с экстремальными условиями существования. Например, особенностью отложений мела является слабая доступность для живых организмов воды, содержащейся в микропорах, и особой тепловой режим обитаемого горизонта в связи с низкой теплопроводностью мела. Обитаемые горизонты меловых отложений в приповерхностной части массива (например, в Белгородской области) характеризуются более низкой температурой в летние месяцы и незначительной разницей дневных и ночных температур. Суточные вариации температуры на развитых почвах в Белгородской области на 4-20 ^{0}С превышают таковые на меловых массивах [23, 24].

В отличие от иных грунтов, скальные массивы представляют собой не очень

Рис. 9. Фитоценоз кальцефитов на массиве карбонатных грунтов, Крым (фото В.С.Королева)

благоприятный ресурс геологического пространства и среду обитания животных, т.к. они «трудно разрабатываются» роющими формами [2]. Лишь трещины, крупные поры и пустоты (включая пещерные) скальных массивов могут заселяться животными.

Еще одной особенностью меловых массивов является их высокая освещенность. Обладая высоким альбедо, мел способен обеспечивать дополнительный по отношению к другим источникам тепла нагрев тел, находящихся на его поверхности, что особенно сказывается на членистоногих, если они оказываются на «светлом» фоне. Даже кратковременный их выход на открытую поверхность мела грозит быстрым перегревом и потерей влаги. Поэтому выходы мела на поверхность обладают различной пригодностью для расселения живых организмов, в том числе членистоногих и других беспозвоночных. Скальные субвертикальные обнажения с протяженными узкими трещинами, в которые проникают корни растений и накапливается много органики, заселяются детритоядными мокрицами, хищными многоножками и пауками-засадниками из семейства *Clubionilae* и *Gnaphosidae*, на поверхности обнажений обитают пауки из семейства *Salticidae*. В основании обнажений, где скапливается меловой щебень и имеются обширные полости, в которые проникает дневной свет, попадает крупнодисперсная органика и поддерживается высокий уровень влажности, обитают мезо- и гигрофильные детритоядные членистоногие (мокрицы *Oniscidae,* кивсяки *Blaniulidae, Julidae, чернотелки Tenebrionidae* и др.), днем находятся сумеречные и избегающие перегрева дневные хищники (например, жуки из семейств *Carabidae Staphylinidae, Histeridae, Lycosidae, Gnaphosidae, Lithobiidae*), а также пауки из семейств *Theridiidae, Agelenidae, Linyphiidae* [23,24].

Другой важной особенностью ЭГС массивов скальных грунтов является то, что отдельные типы скальных грунтов выступают как биоминеральные комплексы[2]. Проявление литофагии в биоминеральных комплексах, развитых на массивах скальных грунтов, изучено Т.А. Подчасовой [20] на примере Сихотэ-Алинского вулканического пояса (туфы риолитового состава) и Телецкой разломной зоны Алтая (илисто-глинистые образования выветрелых гнейсов и сланцев). Биоминеральные комплексы подразделяются на две категории – литоморфные и гидроморфные. Гидроморфные комплексы формируются на основе минерализованных источников подземных вод и структурно приурочены к различным разрывным нарушениям. Литоморфные комплексы могут формироваться массивах скальных грунтов различного генезиса, и чаще всего, структурно приурочены к вулканическим поясам, либо к областям горных складчатостей. В результате процесса выветривания и цеолитизации материнских пород образуется минеральное вещество, привлекающее животных.

Скальные грунты природных биоминеральных комплексов, потребляемые животными, оказывают как сорбционное действие на организм животных, так и обогащать его недостающими химическими элементами. Установлено, что копытные животные на природных биоминеральных комплексах (в пределах различных геологических структур и условий тепло-/влагообеспеченности) потребляют полиминеральные смеси, в которых преобладают минералы коры выветривания с высокими сорбционными и ионообменными свойствами (цеолиты, глинистые минералы), кварц; потребляемые минеральные вещества и воды биоминеральных комплексов отличаются повышенным содержанием биодоступных форм редкоземельных элементов, преимущественно из подгруппы легких (La, Ce, Pr, Nd, Sm) [20].

Таким образом, массивы скальных грунтов, являющиеся литогенной основой формирующихся на них ЭГС, определяют специфические черты биотических компонентов этих систем – эдафотопов, микробо-, фито- и зооценозов.

Заключение

Эколого-геологические системы (ЭГС), формирующиеся на массивах скальных грунтов, представляют собой сложные образования. Важнейшие особенности ЭГС массивов скальных грунтов в основном обусловлены их литогенной основой — скальными грунтами, обладающими специфическими составом, строением и свойствами. Состав и свойства литотопа во многом определяют свойства эдафотопа и видовой состав фитоценозов. Литотоп оказывает меньшее влияние на зооценозы, но в значительной мере определяет состав и свойства биоминеральных комплексов, потребляемых животными.

Характерной особенностью эдафотопа ЭГС массивов скальных грунтов является наследование минерального и химического состава материнской породы. Непосредственно на массивах скальных грунтов формируются фрагментарные, короткопрофильные почвы со слаборазвитым гумусовым горизонтом, а на коре выветривания этих массивов – развитые почвы с большим количеством органического вещества

3. Установлены характерные особенности фитоценозов ЭГС массивов скальных грунтов. Их доминантами являются лишайники-эпилиты, обусловливающие начальные сукцессии при формировании фитоценозов на скалах.

4. Отмеченные обстоятельства необходимо учитывать при анализе экосистем и ЭГС, формирующихся на массивах скальных грунтов, при их систематизации, инженерно-экологических изысканиях и геоэкологических исследованиях.

[2] Природный биоминеральный комплекс (БМ-комплекс) – это элементарная эколого-геологическая система, отличающаяся неполнотой компонентов и особенностями состава литотопа и зооценоза, в пределах которой животные потребляют полиминеральные смеси, представляющие собой продукты выветривания различных горных пород, а также воды смешанного генезиса с примесью взвешенных минеральных частиц [14].

Список литературы

1. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. - М.: ГЕОС, 1998. - 418 с.
2. Геологическое пространство как экологический ресурс и его трансформация под влиянием техногенеза /Авт: В. Т. Трофимов, Н. Д. Хачинская, Л. А. Цуканова и др. — М.: Академическая наука - Геомаркетинг, 2014. — 566 с.
3. Глазовская М.А. 1950. Влияние микроорганизмов на процессы выветривания первичных минера¬лов // Изв. АН КазССР. Сер. почв. Вып. 6
4. Джураева 3. Индикационное значение лишайников при определении некоторых литологических и инженерно-геологических условий в экосистемах аридных регионов // Лихеноиндикация состояния окружающей среды. — Таллин, 1978, —С. 114—117.
5. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: Учеб. для геогр. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 320 с.
6. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. - Симферополь: Доля, 2004. - 208 с.
7. Игошина К. Н. Особенности растительности некоторых гор Урала в связи с характером горных пород// Бот. журн. — 1960. — Т. 45. — №4. — С. 533—346
8. Королев В.А., Григорьева И.Ю. Эколого-геологические системы массивов лессовых грунтов // Инженерная геология. Том XVII, № 2. 2022. С. 42–64.
9. Королёв В.А., Трофимов В.Т., Харькина М.А., Григорьева И.Ю., Родькина И.А., Шанина В.В. Роль эколого-геологических систем в составе инженерно-экологических изысканий / Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база, современные методы и оборудование. Материалы Общероссийской научно-практической конференции (16 сентября 2022 г., Москва). - М.: Геомаркетинг, 2022, с. 26-33.
10. Королёв В. А., Трофимов В. Т. К построению общей классификации континентальных эколого-геологических систем // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2022а. № 1. — С. 54–61
11. Королёв В.А., Трофимов В.Т. Систематика водных (аквальных) эколого-геологических систем // Инженерная геология. 2022б. Т. 17, № 1. — С. 48–63.
12. Красильников Н. А. Микрофлора высокогорных скальных пород и азотфиксирующая ее деятельность // Успехи современной биологии. — М, 1956. — Т. 41. —№2. —С. 117—123.
13. Лихенофлора поселка Соловецкий и его окрестностей. http://lichenhouse.narod.ru/29/2/1.htm (дата обращения 09.02.2023)
14. Лишайники [электронный ресурс] https://ngajigalileo.com/manfaat-lumut-kerak-lichenes-yang-jarang-diketahui-banyak-orang/ (дата обращения 09.02.2023)
15. Лобус И.А., Королёв В.А. Эколого-геологические системы песчаные в урбанизированной среде города Москвы // Экологические проблемы природо- и недропользования: Труды международной молодежной научной конференции. / Под ред. В. В. Куриленко. Т. 19. — Санкт-Петербург, СПБГУ, 2019. - С. 219–222.
16. Магомедова М. А. Сукцессии сообществ литофильных лишайников в высокогорьях Северного Урала // Экология. — 1979. — № 3. — С. 29—38.
17. Ниценко А. А. О процессах развития растительности на обнаженных скалах// Учен, записки ЛГУ. Серия биол. наук. Геоботаника. — 1951. — Вып. 30, № 143, —С. 86—111.
18. Одум Ю. Экология: В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. - М.: Мир, 1986. – 328 с.
19. Олейникова Е.М. Эндемичный кальцефит Pimpinella tragium Vill. (Apiaceae) на мелах Среднего Дона // Вест. ВГУ. Сер. География, Геоэкология, 2011, № 1. С. 179-183.
20. Подчасова Т.А. Эколого-геологические особенности природных биоминеральных комплексов в пределах исследованных охраняемых территорий Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса, Телецкой и Пшекиш-Тырныаузской разломных зон / Автореф, дисс. на соиск. уч. степени канд. гмн. - М.: МГУ, 2021. - 24 с.
21. Полынов Б. Б. Первые стадии почвообразования на массивно-кристаллических породах // Почвоведение. — 1945. — № 7. — С. 327—329.
22. Полынов Б.Б. К вопросу о роли элементов биосферы в эволюции организмов // Почвоведе-ние. 1948, № 10. С. 601.
23. Присный А.В. Адаптация членистоногих к обитанию на меловых отложениях / Приспособление организмов к действию экстремальных экологических факторов. Матер. VII Международной научно-практ. экологической конф., г.Белгород, 5-6 ноября 2002 г. - Белгород: Изд-во БелГУ. 2002. С.69-75.
24. Присный А.В. Некоторые особенности биогеоценоза на скальном обнажении писчего мела в окрестностях Белгорода // Изв. Харьковского энтомол. о-ва. 1993. Т.1, вып. 1. С.106-116.
25. Реймерс Н.Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. — М.: Россия молодая, 1994. — 366 с.
26. Рябова А.С. Характеристика микробных сообществ карстовых пещер Южного Урала (Шульган-Таш, Киндерлинская, Аскинская). // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. - Уфа, 2020. - 24 с.
27. Седельникова Н. В. Лишайники — индикаторы горных пород// Нетрадиционные методы в исследованиях растительности Сибири. — Новосибирск: Наука, 1982. —С. 35—40.
28. Семиколенных А.А. Микробиология пещер: история вопроса; задачи; типология пещерных местообитаний и микробных сообществ; ключевые проблемы // Сборник материалов 1-й общероссийской научно-практической конференции: «Проблемы экологии и охраны пещер: теоретические и прикладные аспекты» (Красноярск, 7-10 декабря 2001). – Красноярск, 2002. – С. 30-40.

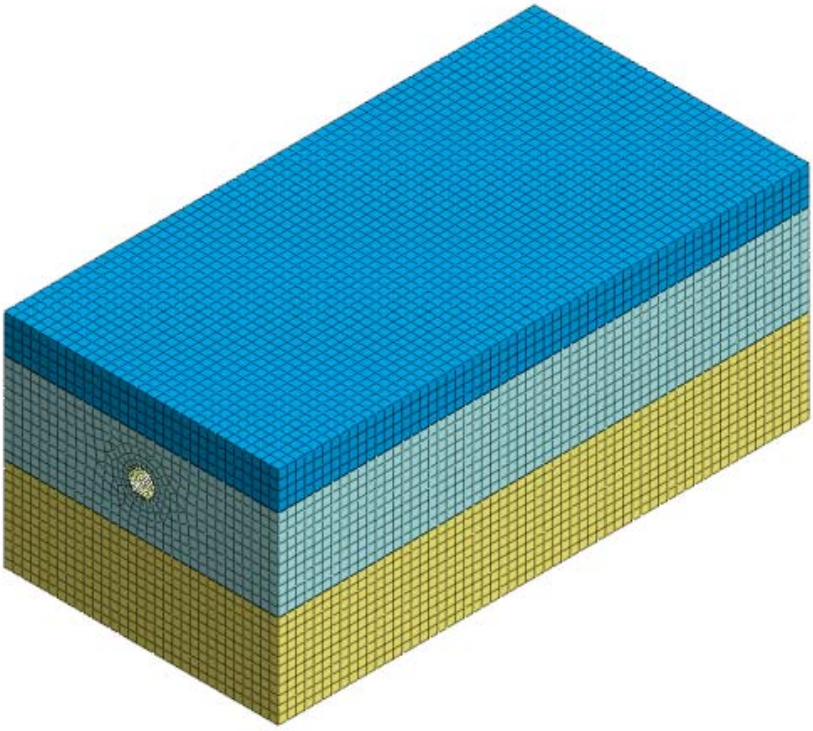
29. Современная динамика литосферы и ее экологические последствия. / Под. ред. В.Т. Трофимова. - М.: Изд-во Московского университета, 2019. - 256 с.
30. Сонина А.В. Эпилитные лишайники в экосистемах северо-запада России: видовое разнообразие, экология. // Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. - Петрозаводск, 2014. - 47 с.
31. Сукачев В.Н. О соотношении понятий «географический ландшафт» и «биогеоценоз» // Вопросы географии, 1949. № 16. С. 45-60.
32. Сушкина Н.Н., Цюрупа И.Г. 1973. Микрофлора и первичное почвообразование. М.: Изд-во Моск. ун-та. 157 с.
33. Теоретические основания геоэкологии как междисциплинарной науки. На базе концепции экологических функций абиотических сфер Земли. /Трофимов В.Т., Харькина М.А., Жигалин А.Д., Барабошкина Т.А., Королев В.А., Григорьева И.Ю., Шанина В.В. - М.: Издательство Московского университета, 2022. – 717 с.
34. Трофимов В.Т. Эколого-геологическая система, ее типы и положение в структуре экосистемы // Вестник Моск. ун-та. Серия 4. Геология. 2009, №2. С.48-52.
35. Трофимов В. Т., Королёв В. А. Массивы песчаных грунтов как объекты эколого-геологических исследований // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2018. № 2. С. 59–65
36. Трофимов В. Т., Королёв В. А. Массивы песчаных грунтов как объекты эколого-геологических исследований // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2018. № 2. С. 59–65
37. Трофимов В. Т., Харькина М. А. Экосистемный подход в нормативно-техническом документе России СП 502.1325800.2021 Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ // Инженерные изыскания. 2021. № 5-6. С. 42–49.
38. Флора степной части бассейна Дона. Атлас-определитель / Демин О.Н., Майоров С.Р., Щербаков А.В., Рогаль Л.Л., Дмитриев П.А., Петров Д.П., 2015. [электронный ресурс] https://flora-don.sfedu.ru/ (дата обращения 9.02-2023)
39. Харькина М.А., Трофимов В.Т. Использование основ экосистемного подхода в нормативных документах на инженерно-экологические изыскания / Ломоносовские чтения. Секция геологии, подсекция инженерной и экологической геологии, - М.: Изд-во МГУ, 2022, с. 9-10.
40. Эколого-ресурсный потенциал Крыма. История формирования и перспективы развития. Т.2. – СПб.: Изд-во ВВМ, 2017. - 260 с.
41. Ярилова Е. А. Роль литофильных лишайников в выветривании массивно-кристаллических пород // Почвоведение. 1947. № 9. — С. 533—548.
42. Cave Microbiomes: A Novel Resource for Drug Discovery / Ed. N. Cheeptham. – New York: Springer, 2013. – 143 p.
43. Saiz-Jimenez C. Cave Conservation: A Microbiologist's Perspective // Cave Microbiomes: A Novel Resource for Drug Discovery / Ed. N. Cheeptham. – New York: Springer, 2013. – p. 69-84.

References ►

1. Vinogradov B.V. Fundamentals of landscape ecology. - M.: GEOS, 1998. - 418 p.
2. Geological space as an ecological resource and its transformation under the influence of technogenesis / Author: V. T. Trofimov, N. D. Khachinskaya, L. A. Tsukanova et al. - M.: Akademicheskaya nauka - Geomarketing, 2014. - 566 p. .
3. Glazovskaya M.A. 1950. Influence of microorganisms on the processes of weathering of primary minerals // Izv. AN KazSSR. Ser. soils. Issue. 6
4. Dzhuraeva Z. Indicative value of lichens in determining some lithological and engineering-geological conditions in ecosystems of arid regions // Lichenoindication of the state of the environment. - Tallinn, 1978, - S. 114-117.
5. Dobrovolsky V.V. Geography of soils with the basics of soil science: Proc. for geogr. specialist. universities. - M .: Higher. school, 1989. - 320 p.
6. Dragan N.A. Soil resources of the Crimea. - Simferopol: Share, 2004. - 208 p.
7. Igoshina K. N. Features of the vegetation of some mountains of the Urals in connection with the nature of the rocks / / Bot. magazine - 1960. - T. 45. - No. 4. - S. 533-346
8. Korolev V.A. and Grogor'jeva I. Yu. Ecological and geological systems of massifs of loess soils // Engineering Geology. Volume XVII, No. 2. 2022. C. 42–64.
9. Korolev V.A., Trofimov V.T., Khar'kina M.A., Grogor'jeva I.Yu. The role of ecological and geological systems in the composition of engineering and environmental surveys / Engineering and environmental surveys - legal framework, modern methods and equipment. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (September 16, 2022, Moscow). - M.: Geomarketing, 2022, p. 26-33.
10. Korolev V. A., Trofimov V. T. On the construction of a general classification of continental ecological and geological systems. Bulletin of the Moscow University. Series 4: Geology. 2022a. No. 1. - S. 54–61
11. Korolev V.A., Trofimov V.T. Systematics of water (aquatic) ecological and geological systems // Engineering Geology. 2022b. T. 17, No. 1. — S. 48–63.
12. Krasilnikov N.A. Microflora of alpine rocks and its nitrogen-fixing activity // Successes of modern biology. - M, 1956. - T. 41. - No. 2. -WITH. 117-123.
13. Lichen flora of the village of Solovetsky and its environs. http://lichenhouse.narod.ru/29/2/1.htm (accessed 09.02.2023)

14. Lichens [electronic resource] https://ngajigalileo.com/manfaat-lumut-kerak-lichenes-yang-jarang-diketahui-banyak-orang/ (accessed 09.02.2023)
15. Lobus I.A., Korolev V.A. Ecological and geological sandy systems in the urban environment of the city of Moscow // Ecological problems of nature and subsoil use: Proceedings of the international youth scientific conference. / Ed. V. V. Kurylenko. T. 19. - St. Petersburg, St. Petersburg State University, 2019. - S. 219–222.
16. Magomedova, M.A., Successions of communities of lithophilic lichens in the high mountains of the Northern Urals, Ecology. - 1979. - No. 3. - S. 29-38.
17. Nitsenko A. A. On the processes of development of vegetation on exposed rocks / / Uchen, notes of Leningrad State University. A series of biol. Sciences. Geobotany. - 1951. - Issue. 30, No. 143, —S. 86-111.
18. Odum Yu. Ecology: In 2 vols. T. 1. Per. from English. - M.: Mir, 1986. - 328 p.
19. Oleinikova E.M. Endemic calcephyte Pimpinella tragium Vill. (Apiaceae) on chalks of the Middle Don // Vest. VSU. Ser. Geography, Geoecology, 2011, No. 1. S. 179-183.
20. Podchasova T.A. Ecological and geological features of natural biomineral complexes within the studied protected areas of the East Sikhote-Alin volcanic belt, Teletskaya and Pshekish-Tyrnyauz fault zones / Abstract of the thesis. for the competition uch. degree cand. gmn. - M.: MGU, 2021. - 24 p.
21. Polynov B.B. First stages of soil formation on massive crystalline rocks, // Eurasian Soil Sci. - 1945. - No. 7. - S. 327-329.
22. Polynov B.B. To the question of the role of elements of the biosphere in the evolution of organisms // Soil Science. 1948, No. 10. S. 601.
23. Prisny A.V. Adaptation of arthropods to living on Cretaceous deposits / Adaptation of organisms to the action of extreme environmental factors. Mater. VII International scientific and practical. Ecological Conf., Belgorod, November 5-6, 2002 - Belgorod: BelGU Publishing House. 2002. S.69-75.
24. Prisny A.V. Some features of biogeocenosis on the rock outcrop of writing chalk in the vicinity of Belgorod // Izv. Kharkiv entomol. islands. 1993. Vol. 1, issue. 1. S.106-116.
25. Reimers N.F. Ecology. Theories, laws, rules, principles and hypotheses. - M .: Young Russia, 1994. - 366 p.
26. Ryabova A.S. Characterization of microbial communities in karst caves of the Southern Urals (Shulgan-Tash, Kinderlinskaya, Askinskaya). // Abstract. diss. for the competition uch. Art. cand. biol. Sciences. - Ufa, 2020. - 24 p.
27. Sedelnikova N. V. Lichens as indicators of rocks // Non-traditional methods in the study of Siberian vegetation. - Novosibirsk: Nauka, 1982. -S. 35-40.
28. Semikolennyh A.A. Microbiology of caves: background; tasks; typology of cave habitats and microbial communities; key problems // Collection of materials of the 1st all-Russian scientific-practical conference: "Problems of ecology and protection of caves: theoretical and applied aspects" (Krasnoyarsk, December 7-10, 2001). - Krasnoyarsk, 2002. - S. 30-40.
29. Modern dynamics of the lithosphere and its ecological consequences. / Under. ed. V.T. Trofimov. - M.: Publishing House of Moscow University, 2019. - 256 p.
30. Sonina A.V. Epilithic lichens in the ecosystems of northwestern Russia: species diversity, ecology. // Abstract. diss. for the competition uch. Art. cand. biol. Sciences. - Petrozavodsk, 2014. - 47 p.
31. Sukachev V.N. On the relationship between the concepts of "geographical landscape" and "biogeocenosis" // Questions of Geography, 1949. No. 16. P. 45-60.
32. Sushkina N.N., Tsyurupa I.G. 1973. Microflora and primary soil formation. M.: Publishing House of Moscow. university 157 p.
33. Theoretical foundations of geoecology as an interdisciplinary science. Based on the concept of ecological functions of abiotic spheres of the Earth. / Trofimov V.T., Kharkina M.A., Zhigalin A.D., Baraboshkina T.A., Korolev V.A., Grigorieva I.Yu., Shanina V.V. - M.: Moscow University Publishing House, 2022. - 717 p.
34. Trofimov V.T. Ecological and geological system, its types and position in the structure of the ecosystem // Vestnik Mosk. university Series 4. Geology. 2009, No. 2. pp.48-52.
35. Trofimov V. T., Korolev V. A. Massifs of sandy soils as objects of ecological and geological research. Bulletin of the Moscow University. Series 4: Geology. 2018. No. 2. P. 59–65
36. Trofimov V. T., Korolev V. A. Massifs of sandy soils as objects of ecological and geological research. Bulletin of the Moscow University. Series 4: Geology. 2018. No. 2. P. 59–65
37. Trofimov V. T., Kharkina M. A. Ecosystem approach in the normative and technical document of Russia SP 502.1325800.2021 Engineering and environmental surveys for construction. General rules for the production of works // Engineering surveys. 2021. No. 5-6. pp. 42–49.
38. Flora of the steppe part of the Don basin. Atlas-identifier / Demin O.N., Mayorov S.R., Shcherbakov A.V., Rogal L.L., Dmitriev P.A., Petrov D.P., 2015. [electronic resource] https:// flora-don.sfedu.ru/ (accessed 9.02-2023)
39. Kharkina M.A., Trofimov V.T. Using the fundamentals of the ecosystem approach in regulatory documents for engineering and environmental surveys / Lomonosov Readings. Section of geology, subsection of engineering and environmental geology, - M.: Publishing House of Moscow State University, 2022, p. 9-10.
40. Ecological and resource potential of the Crimea. History of formation and development prospects. T.2. - St. Petersburg: VVM Publishing House, 2017. - 260 p.
41. Yarilova E.A. The role of lithophilic lichens in the weathering of massive crystalline rocks, // Eurasian Soil Sci. 1947. No. 9. - S. 533-548.
42. Cave Microbiomes: A Novel Resource for Drug Discovery / Ed. N. Cheeptham. - New York: Springer, 2013. - 143 p.
43. Saiz-Jimenez C. Cave Conservation: A Microbiologist's Perspective // Cave Microbiomes: A Novel Resource for Drug Discovery / Ed. N. Cheeptham. – New York: Springer, 2013. – p. 69-84.

doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-18-25 УДК 624.1



МОДЕЛИРОВАНИЕ В **MIDAS GTS NX** ОСАДОК СЛАБЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ ОТ МЕТРО

Переводная статья
Поступила в редакцию 15.03.2023. Принята к публикации 28.03.2023
© Независимый электронный журнал «ГеоИнфо», 2023

ЦАО ЦЮАН
Факультет железнодорожного транспорта Шанхайского технологического института, г. Шанхай, Китай

ХАН ЮЙ
Факультет железнодорожного транспорта Шанхайского технологического института, г. Шанхай, Китай
sakuragihy@163.com

АННОТАЦИЯ

Продолжаем знакомить наших читателей с использованием программной продукции южнокорейской компании MIDAS IT, основанной в 2000 году в г. Сеуле. Программы, разработанные в этой компании, используются в 136 странах мира для моделирования, комплексного проектирования и анализа в области транспортного, геотехнического, промышленного и гражданского строительства и обеспечивают безопасность, эффективность и конкурентоспособность инженерных проектов. В том числе с помощью продуктов MIDAS IT был спроектирован знаменитый небоскреб Бурдж Халифа в Дубае ОАЭ и прекрасный трехкилометровый вантовый мост Русский в российском Владивостоке. В 2013 году было открыто российское представительство этой компании – ООО «МИДАС» (midasoft.ru/; geoinfo.ru/brand/midas-it/). На территории РФ сейчас представлено три конечноэлементных расчетных комплекса MIDAS IT, адаптированных для соответствия требованиям российских нормативных документов, – midas GTS NX, midas Civil и midas FEA NX. Программа midas GTS NX (midasoft.ru/products/midas-gts-nx/?utm_source=site&utm_medium=geoinfo&utm_content=article-03-2023) предназначена для комплексных геотехнических расчетов, моделирования и анализа поведения грунтов и их взаимодействий с инженерными конструкциями.

Сегодня представляем вниманию читателей немного сокращенный адаптированный перевод с английского языка доклада «Моделирование в midas GTS NX осадок слабых глинистых грунтов при динамических нагрузках от метро» [1], сделанного на 3-м Международном симпозиуме по новейшим архитектурным исследованиям и экологической среде (ARFEE

2020), который проходил в декабре 2020 года в городе Чжанцзяцзе (Китай). Авторами данной работы являются китайские исследователи Цюан Цао и Юй Хан из Шанхайского технологического института. В начале следующего года этот доклад появился на сайтах E3S Web of Conferences и Researchgate в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0, которая позволяет его копировать, распространять, адаптировать, преобразовывать и использовать (в том числе в коммерческих целях) при указании типов изменений и ссылки на первоисточник (в нашем случае это сслыка [1] в «Списке литературы», а остальная часть списка – это источники, использованные авторами переведенного доклада).

В настоящее время метро стало главным способом передвижения в мегаполисах. На территории г. Шанхая (Китай), сложенной в основном слабыми водонасыщенными глинистыми грунтами, проживает и работает большое количество людей и наиболее широко распространено строительство метро. Но такие грунты, вмещающие тоннели метро, будут оседать под действием динамических нагрузок от движения поездов, что повлияет на срок службы и безопасность сооружений.

В конечноэлементной программе midas GTS NX была создана трехмерная динамическая модель, с помощью которой анализировалось и сравнивалось поведение слабых глинистых и пылеватых грунтов при обычной скорости поездов метро (80 км/ч) и при их высокой скорости (120 км/ч). Результаты исследований показали, что чем выше скорость движения поездов, тем меньше осадки грунта под тоннелем и тем более мелкой в глубину, но более широкой в плане является мульда оседания дневной поверхности над тоннелем. В любом случае скорость увеличения осадок над и под тоннелем постепенно уменьшается во времени (в течение длительного периода эксплуатации).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

слабые водонасыщенные глинистые грунты; тоннель метро; скорость поезда; динамическое нагружение; длительные циклические нагрузки; осадки; численное моделирование; программный комплекс midas GTS NX.

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Цао Ц., Хан Ю. Моделирование в midas GTS NX осадок слабых глинистых грунтов при динамических нагрузках от метро (пер. с англ.) // Геоинфо. 2023. № 2. С. 18–25. doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-18-25.

SETTLEMENT SIMULATION OF SOFT CLAYS UNDER DYNAMIC LOADS FROM SUBWAY IN **MIDAS GTS NX**

Translated paper
Received 15.03.2023. Accepted 28.03.2023
© Independent electronic journal "GeoInfo", 2023

QUAN CAO
School of Railway Transportation,
Shanghai Institute of Technology,
Shanghai, China

YU HANG
School of Railway Transportation,
Shanghai Institute of Technology,
Shanghai, China
sakuragihy@163.com

ABSTRACT

We are continuing to familiarize the readers with the use of software products of the South Korean company "MIDAS IT" founded in 2000 in Seoul. The programs developed in this company are used in 136 countries of the world for modeling, integrated design and analysis in the field of transport, geotechnical, industrial and civil construction. They ensure the safety, efficiency and competitiveness of engineering projects. Among other things, the famous Burj Khalifa skyscraper in Dubai (UAE) and the beautiful three-kilometer cable-stayed Russian Bridge in Russian Vladivostok were designed with the help of MIDAS IT products. In 2013, the Russian representative office of this company was opened (LLC "MIDAS"). Three MIDAS IT finite element software products adapted to meet the requirements of the Russian regulatory documents are currently presented in the territory of the Russian Federation. They are midas GTS NX, midas Civil, and midas FEA NX. The midas GTS NX program (midasoft.ru/products/midas-gts-nx/?utm_source=site&utm_medium=geoinfo&utm_content=article-02-2023) is designed for geotechnical calculations, modeling and analysis of the behavior of soils and their interactions with engineering structures.

Today, we offer to the attention of the readers a slightly abridged and adapted translation (from English into Russian) of the report [1] made at the 3rd International Symposium on Architecture Research Frontiers and Ecological Environment (ARFEE 2020) that was held in December 2020 in the city of Zhangjiajie (China). The authors of this work are Quan Cao and Yu Han from the Shanghai Institute of Technology (China). In the beginning of the next

year, this report appeared on the "E3S Web of Conferences" website and "Researchgate" website. It is an open access article distributed under the terms of the CC BY 4.0 license that allows it to be copied, distributed, adapted, transformed and used (including for commercial purposes) with the indication of the types of changes and reference to the original source (in our case, this is the reference [1], and the rest references were used by the authors of the translated report).

Currently, the subway has become the main mode of transportation in metropolitan areas. Lots of people live and work in the Shanghai territory composed mainly of soft water-saturated clay soils, and subway construction is the most widespread there. But such sort of soils containing metro tunnels will settle under the impact of dynamic loads from train traffic. And that will affect the service life and safety of the structures.

In the midas GTS NX finite element program, a 3D dynamic model was created, with the use of which the behavior of soft saturated clay and silt soils was analyzed for the normal speed of metro trains (80 km/h) and for their high speed (120 km/h). According to the research results, the higher the speed of the trains, the lower the settlements of the soil under the tunnel and the shallower in depth but wider in plan is the surface settlement trough above the tunnel. In any case, the rate of increase of the settlements above and below the tunnel gradually decreases with time (during long period of operation).

KEYWORDS:

soft saturated clay soils; subway tunnel; train speed; dynamic loading; long-term cyclic loads; settlements; numerical simulation; midas GTS NX software package.

FOR CITATION:

Cao Q., Hang Y. Modelirovaniye v midas GTS NX osadok slabyh glinistyh gruntov pri dinamicheskih nagruzkah ot metro (per. s angl.) [Settlement simulation of soft clays under dynamic loads from subway in midas GTS NX]. GeoInfo. 2023. 2: 18–25. doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-18-25 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Строительство метро оказывает значительное влияние на улучшение коэффициента использования городских земель и снижение интенсивности городского движения. В данной статье в качестве примера рассмотрим Шанхай (КНР). Этот город имеет большую численность населения, и метро в нем является основным средством передвижения людей. При этом он построен на водонасыщенных слабых глинистых грунтах, из-за чего возникает ряд инженерных проблем.

Когда такие вмещающие грунты подвергаются постоянным динамическим нагрузкам во время эксплуатации тоннелей метро, они даже после длительного процесса уплотнения будут давать различные степени осадок. То есть под действием длительных циклических нагрузок эти грунты будут давать осадки после окончания строительства тоннеля на протяжении длительного времени. При больших осадках конструкции тоннеля начнут страдать от возникновения трещин, проникновения воды и грязи и даже разрушений, что серьезно повлияет на безопасность нормальной эксплуатации, эффективность работы метро и срок службы его сооружений. Линия метро Шанхая № 1 была введена в эксплуатацию в 1995 году. Проблема оседания для нее стала более серьезной, когда через 8 месяцев после начала движения поездов осадки достигли 6 см, а на нескольких участках они все еще проявляют тенденцию к дальнейшему развитию, причем максимальная осадка за год достигает 40 мм [2].

В настоящее время для исследований оседания грунта под действием динамических нагрузок от работы метро широко используются методы теоретических расчетов, эмпирические методы в сочетании с полевыми измерениями, методы испытаний грунтов и физических моделей в лабораториях и методы численного моделирования. Ширлоу [3] изучил данные по долговременному оседанию для множества тоннелей и обнаружил, что долговременная осадка тоннеля во вмещающем слабом грунте обычно может составлять более 30% от общей осадки. Янь Чуньлин и Тан Ицюнь [4] рассмотрели динамические характеристики пылеватого грунта под влиянием нагрузок от метро и долговременное оседание тоннелей метро. Они указали, что после окончания строительства и запуска в эксплуатацию тоннели метро подвергаются прерывистым циклическим нагрузкам. Фудзивара и др. [5, 6] всесторонне обсудили влияние общей нагрузки, цикла нагрузки, степени приращения нагрузки, метода нагружения, степени цементации и длительности циклов на деформации глины и обнаружили, что уплотнение при циклическом нагружении было больше, чем при статическом нагружении. Дин Чжи и др. [7], Лю Мин и др. [8], Йилдирим и др. [9], Йилмаз и др. [10] и Хэ Шаохэн и др. [11] также провели соответствующие исследования по осадкам слабых грунтов под действием динамических нагрузок от метро.

Конечноэлементная программа midas GTS NX (midasoft.ru/products/midas-gts-nx/?utm_source=site&utm_medium=geoinfo&utm_content=article-03-2023) была разработана для целей геотехники. Она имеет мощные режимы предобработки и постобработки данных, которые могут удовлетворить большинство инженерных нужд. В этой работе программа midas GTS NX использовалась для создания трехмерной конечноэлементной модели для анализа взаимодействий между обделкой тоннеля, его балластным слоем, земляным полотном и окружающим грунтом для имитации вибраций метро и анализа закономерностей изменений осадок вмещающего тоннель слабого грунта при обычной (80 км/ч) и высокой (120 км/ч) скорости поездов метро. На основе модельного исследования влияния вибраций метро на оседание слоев грунта вдоль линии метро в статье прогнозируются осадки дневной поверхности во время эксплуатации путем комбинирования теоретической и эмпирической формул, которые служат ориентиром для проектирования и оценки долгосрочной безопасности эксплуатации сооружений метро в зоне слабых грунтов.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Для создания модели были выбраны грунтовые условия на участке территории

Шанхая между станциями метро Фанхуа-Роуд и Луньян-Роуд линии № 7, где типичный геологический разрез в диапазоне глубины инженерно-геологической скважины 30 м состоит из 7 слоев – в основном слабых глин (рис. 1). Глубина заложения тоннеля составляет 15 м.

Были выполнены лабораторные испытания образцов грунта, результаты которых были подвергнуты статистическому анализу. Физико-механические характеристики каждого слоя грунта приведены в таблице.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Наружный диаметр рассматриваемого тоннеля метро, пройденного в свое время щитовым способом, составляет 6,2 м, внутренний диаметр – 5,5 м, толщина сегмента обделки – 350 мм, толщина балластного слоя для рельсового пути – 0,450 м, ширина железнодорожной колеи – 1,435 м, класс прочности сборной железобетонной обделки – С55.

Для создания конечноэлементной модели грунта использовалась программа midas GTS NX (midasoft.ru/products/midas-gts-nx/?utm_source=site&utm_medium=geoinfo&utm_content=article-03-2023). С учетом принципов метода конечных элементов, фактического распределения усилий и граничного эффекта станции метро эта модель была надлежащим образом упрощена. Слой насыпного грунта (верхний) был объединен с находящимися ниже слоями пылеватой и иловато-пылеватой глины, средний слой илистой глины был объединен с залегающим ниже слоем глины (в этой части проходит тоннель метро), а нижняя часть модели имитировала пылеватые грунты. При установлении параметров грунта слой с более слабым модулем упругости был принят как наиболее неблагоприятный по условиям, поэтому принятая модель была более безопасной и надежной.

Были использованы следующие размеры модели (относительно продольной оси тоннеля):

- в поперечном горизонтальном направлении – 62 м (10 внешних диаметров тоннеля);
- в вертикальном направлении – 50 м;
- в продольном горизонтальном направлении – 120 м (рис. 2).

Модель тоннеля с обделкой и балластным слоем представлена на рисунке 3.

При моделировании были взяты параметры грунтов типичного для рассматриваемого участка геологического разреза, определенные при лабораторных испытаниях (см. таблицу). Были рассчитаны пять нагрузок при динамических воздействиях от движения поездов метро, и воздействие каждой из них было проанализировано.

Для анализа динамических характеристик конструкций тоннеля применялся анализ собственных (свободных) колебаний. Для расчета матрицы демпфирования использовались периоды первого и второго основных типов собственных колебаний при анализе изменений во времени. Были выбраны все сетки, чтобы

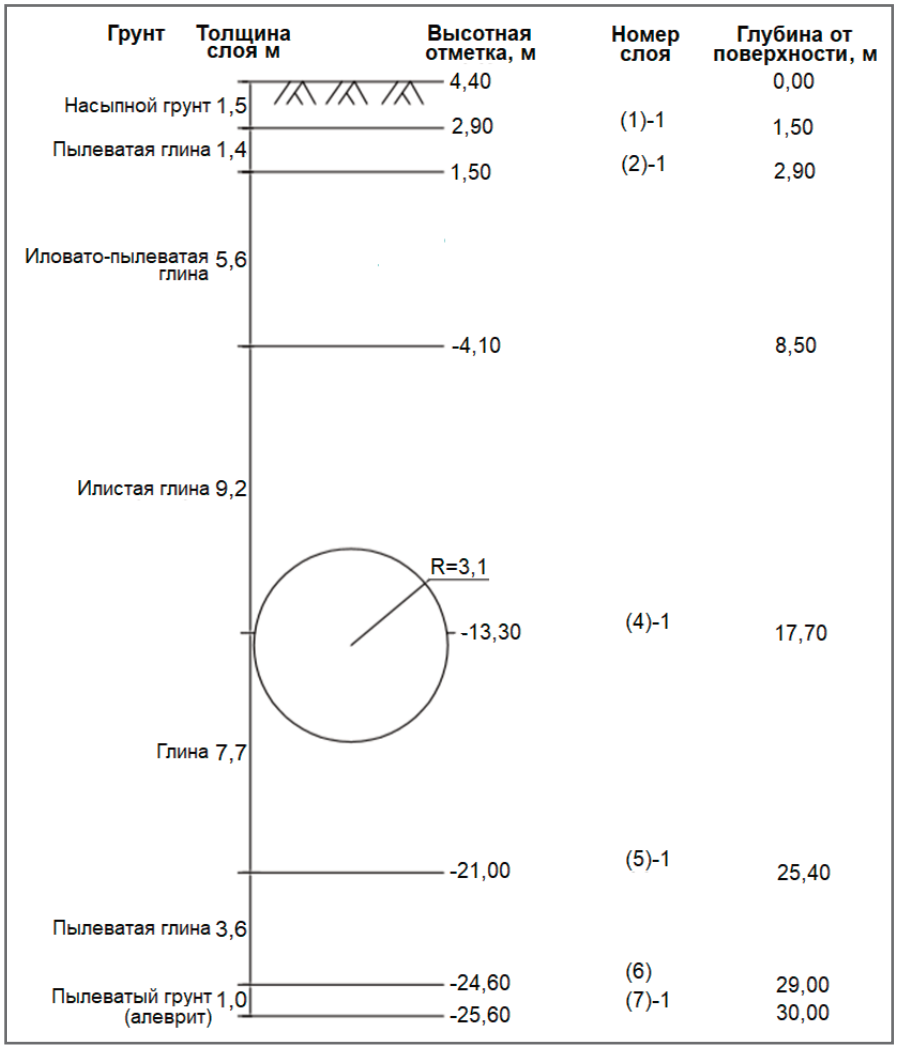


Рис. 1. Типичный для исследуемого участка геологический разрез

Таблица. Физико-механические параметры слоев грунта

Грунт	Удельный вес γ, кН/м³	Коэф. Пуассона ν	Секущий модуль деформации $E_{s0,1\text{-}0,2}$, МПа	Показатели недренированной прочности на сдвиг	
				Удельное сцепление C_{CU}, кПа	Угол внутр. трения φ_{CU}, град.
Пылеватая глина	18,8	0,35	5,64	21,0	23,0
Иловато-пылеватая глина	17,4	0,25	3,22	12,5	17,3
Илистая глина	16,7	0,25	2,32	14,0	11,8
Глина	17,4	0,35	3,02	16,0	13,8
Пылеватая глина	19,2	0,35	6,55	48,0	17,0
Пылеватый грунт (алеврит)	18,6	0,25	12,49	2,0	32,5
Пылеватый грунт (алеврит)	18,6	0,25	13,03	0,5	33,5

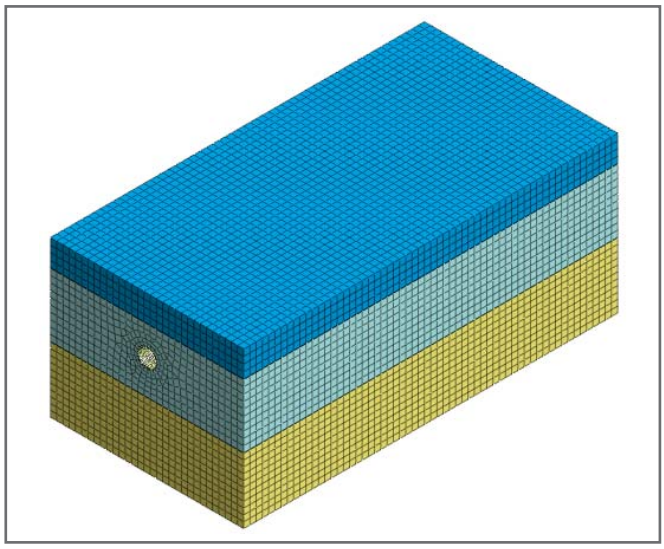


Рис. 2. Модель вмещающего тоннель грунтового массива

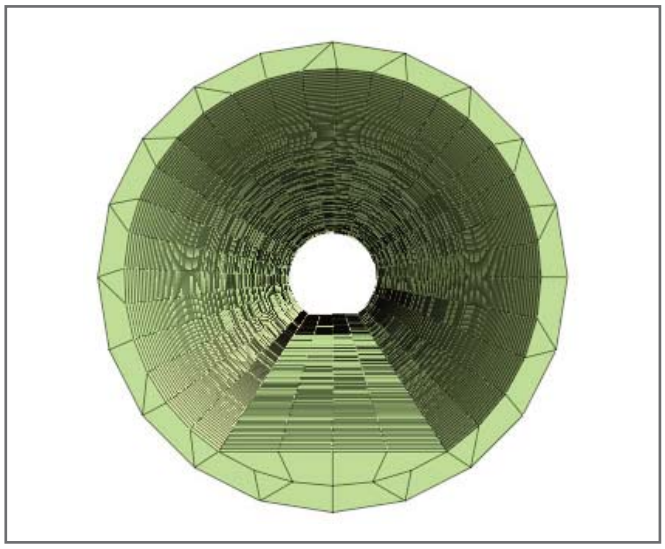


Рис. 3. Модель конструкций тоннеля

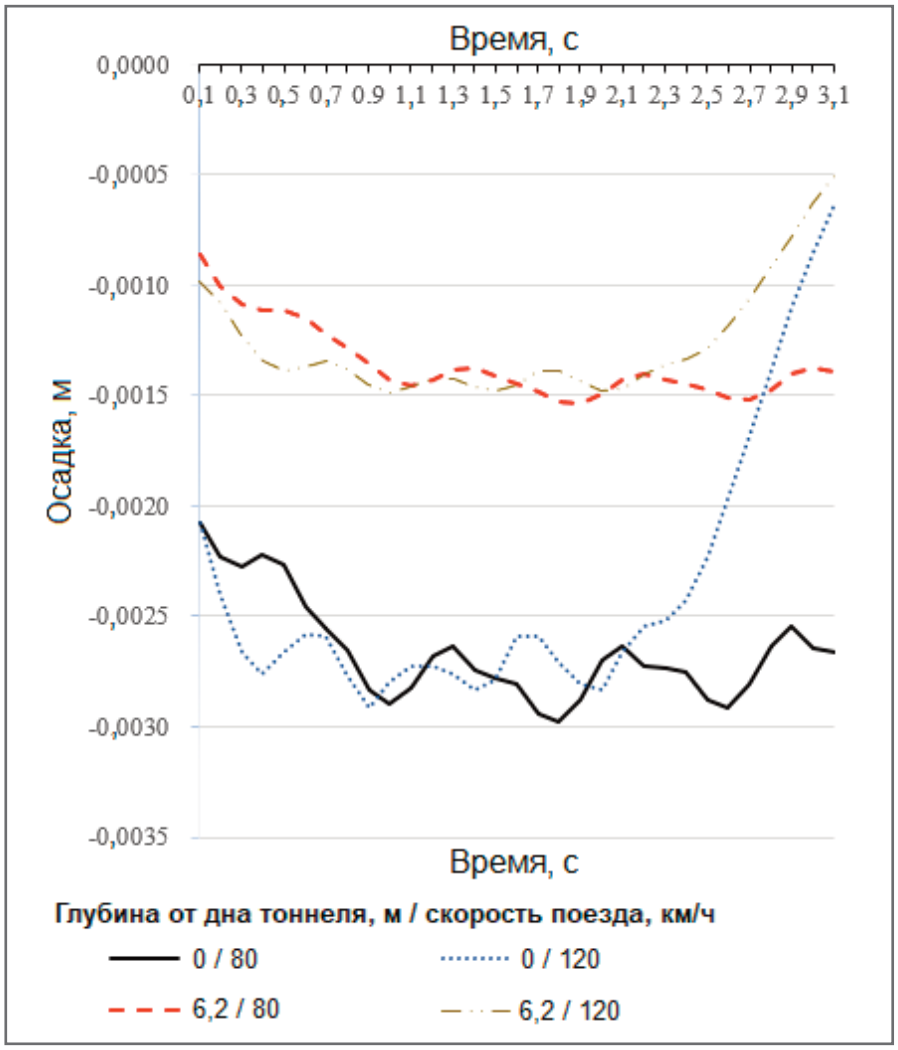


Рис 4. Осадки грунта под тоннелем при разных скоростях движения поезда (в результате первого приложения нагрузки)

смоделировать упругую границу с помощью пружин, имитирующих реакции грунта. В качестве типа решения была выбрана опция Eigenvalue («Расчет собственных форм»), активировались все сетки и упругие граничные условия и проверялась таблица результатов анализа собственных значений. Особое внимание уделялось периодам первого и второго основных типов собственных колебаний.

При статическом анализе надо убедиться, что граница находится достаточно далеко от основной области для моделей без границ в таких материалах, как скальные или дисперсные грунты. Но при динамическом анализе волна будет отражаться от границ. И если настройка границы будет такой же, как и при статическом анализе, то, скорее всего, она будет неверна. Поэтому во избежание ошибок используются приближенные методы, такие как установление искусственной границы, транзитивной границы (когда изменение физических свойств происходит через промежуточный слой малой толщины) или использование гиперконечного, бесконечного и граничного элементов. В данном исследовании была принята вязкая граница.

К модели прикладывалась динамическая нагрузка от движения поезда метро. Выбирались: узел, к которому прикладывалась нагрузка (точка прохождения колеса), а также начальный и конечный узлы в соответствии с направлением движения. Вводилась предполагаемая скорость поезда. Для решения выбиралась опция Linear time history (direct integration method), то есть «Линейный нестационарный расчет». Вводились результаты предыдущего анализа собственных значений, и для начала расчетов переносились в группу активации все сетки, вязкие условия и динамические нагрузки.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

Осадки грунта под дном тоннеля

При моделировании осадок под дном тоннеля были выполнены расчеты для случая, когда динамическая нагрузка от движения поезда была циклически

приложена пять раз при двух разных скоростях движения – 80 и 120 км/ч. Полученные осадки показаны на рисунках 4–6. При сравнении этих рисунков видно, что с увеличением глубины от дна тоннеля вертикальное кумулятивное смещение грунта под ним постепенно уменьшается. Среднее значение осадки на одной и той же глубине больше при обычной скорости поезда, чем при высокой. Чем ниже частота приложения нагрузок от движущегося поезда, тем медленнее изменение нагрузки и тем дольше время ее действия, что в большей степени способствует уплотнению грунта. Чем бОльшая энергия воздействует на грунт и чем ниже частота приложения нагрузок, тем больше будет генерируемое накопленное напряжение в грунте, что приведет к большей его деформации уплотнения.

Осадки дневной поверхности

На рисунке 7 показаны кривые осадок дневной поверхности в пределах мульды оседания над тоннелем при различных скоростях поезда. Из этого рисунка видно, что мульда оседания поверхности при обычной скорости поезда (80 км/ч) выражена сильнее и ее глубина в середине больше, чем при более высокой скорости (120 км/ч), при этом осадки уменьшаются с увеличением поперечного горизонтального расстояния от оси тоннеля. При постепенном увеличении скорости поезда форма мульды оседания в поперечном тоннелю направлении будет постепенно меняться от «глубокой и узкой» до «мелкой и широкой».

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСАДОК

На основе результатов численного моделирования и эмпирических прогнозных формул авторы предлагают эмпирическую модель для прогноза осадок сооружения в процессе его эксплуатации:

$$s = \gamma \sum_{i}^{n} \varepsilon h_i; \qquad (1)$$

$$\varepsilon = 0{,}96N^{0{,}085}, \qquad (2)$$

где ε – кумулятивная пластическая деформация расчетного слоя грунта; N – количество вибраций, S – прогнозируемая осадка, мм; γ – поправочный коэффициент с учетом опыта, который главным образом может быть равен 0,85; h_i – толщина расчетного слоя грунта, которая обычно может составлять от 3 до 4 диаметров тоннеля или максимум 20 м.

Согласно предложенной эмпирической модели можно прогнозировать осадки тоннеля в период эксплуатации. Количество вибраций в год исчисляется как 400 тысяч раз. На рисунке 8 показана кривая развития осадок рассматриваемой линии метро в течение 20 лет с момента начала эксплуатации. Из этого рисунка видно, что прогнозная осадка через 1 год составляет 45 мм, а через 20 лет – 58 мм. Скорость роста расчетных прогнозных осадок постепенно снижается и в конце концов начинает стремиться к нулю. В более поздний период эксплуатации приращение осадки очень невелико даже при большом приращении времени.

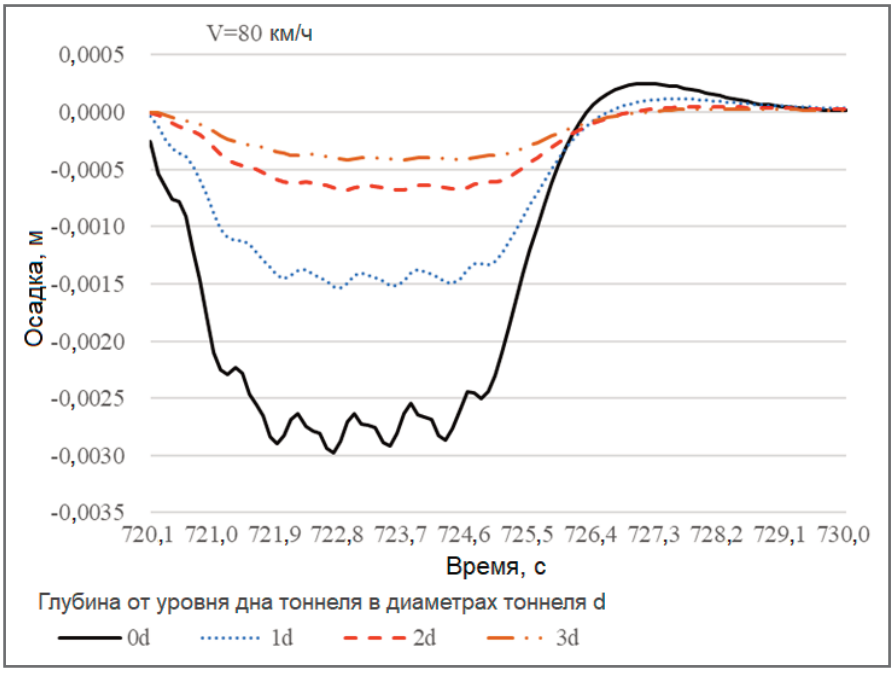


Рис. 5. Осадки грунта под тоннелем в результате пятого приложения нагрузки при скорости поезда 80 км/ч

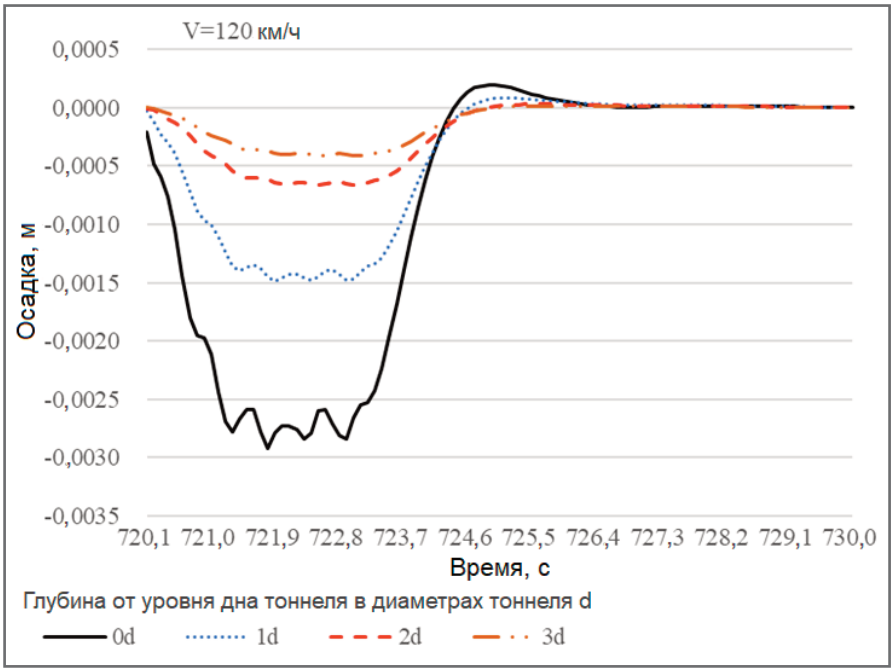


Рис. 6. Осадки грунта под тоннелем в результате пятого приложения нагрузки при скорости поезда 120 км/ч

ВЫВОДЫ

В данной работе были рассмотрены осадки слабых водонасыщенных глинистых грунтов при динамических нагрузках от движения поездов метро с различной скоростью в изучаемом тоннеле (построенном щитовым способом), проанализированы кумулятивные пластические деформации типичных для рассматриваемой территории грунтов при

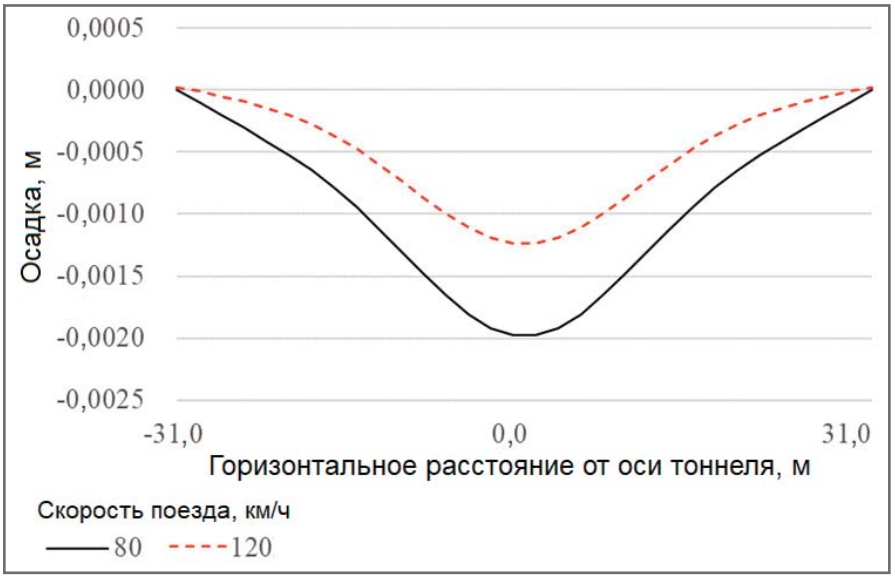


Рис. 7. Осадки дневной поверхности в зависимости от поперечного расстояния от оси тоннеля при разных скоростях движения поезда

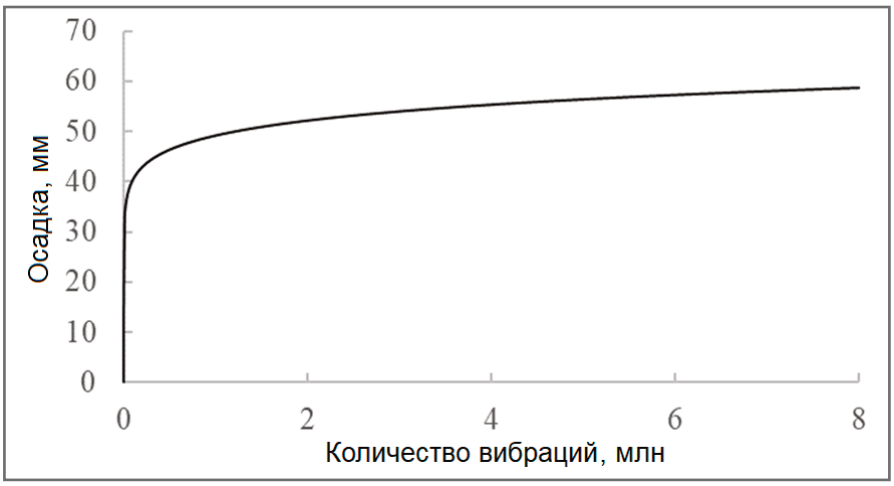


Рис. 8. Прогнозное развитие осадок рассматриваемого тоннеля в течение 20 лет с момента начала эксплуатации

динамическом нагружении, осадки слабых грунтов под тоннелем, осадки дневной поверхности над тоннелем, создана модель для прогноза осадок тоннеля с момента начала его эксплуатации. На основании полученных результатов можно сделать следующие основные выводы.

1. Оседание грунта под тоннелем на одной и той же глубине при обычной скорости движения поезда больше, чем при более высокой скорости. При обычной скорости деформирование грунта под тоннелем в ответ на нагружение является более выраженным, кривая изменений осадок после приложения нагрузки является более «крутой и высокой» по сравнению с кривой в случае более высокой скорости.

2. Когда скорость поезда увеличивается от нормальной до более высокой, форма мульды оседания дневной поверхности в горизонтальном поперечном относительно оси тоннеля направлении меняется от «глубокой и узкой» до «неглубокой и широкой», ширина мульды оседания может стать даже больше, но максимальная осадка при этом все равно будет меньше.

3. Под действием динамического нагружения от движения поездов метро долговременные осадки тоннеля подчиняются экспоненциальному закону роста. По мере увеличения времени эксплуатации тоннеля поведение слабого грунта вокруг него под влиянием этих нагрузок постепенно становится все более и более стабильным. Через год после начала эксплуатации прогнозная осадка тоннеля составляет около 45 мм, а через 20 лет – 58 мм, что может послужить ориентиром для принятия инженерных решений в аналогичных случаях.

Авторы выражают благодарность за финансовую поддержку факультету железнодорожного транспорта Шанхайского технологического института.

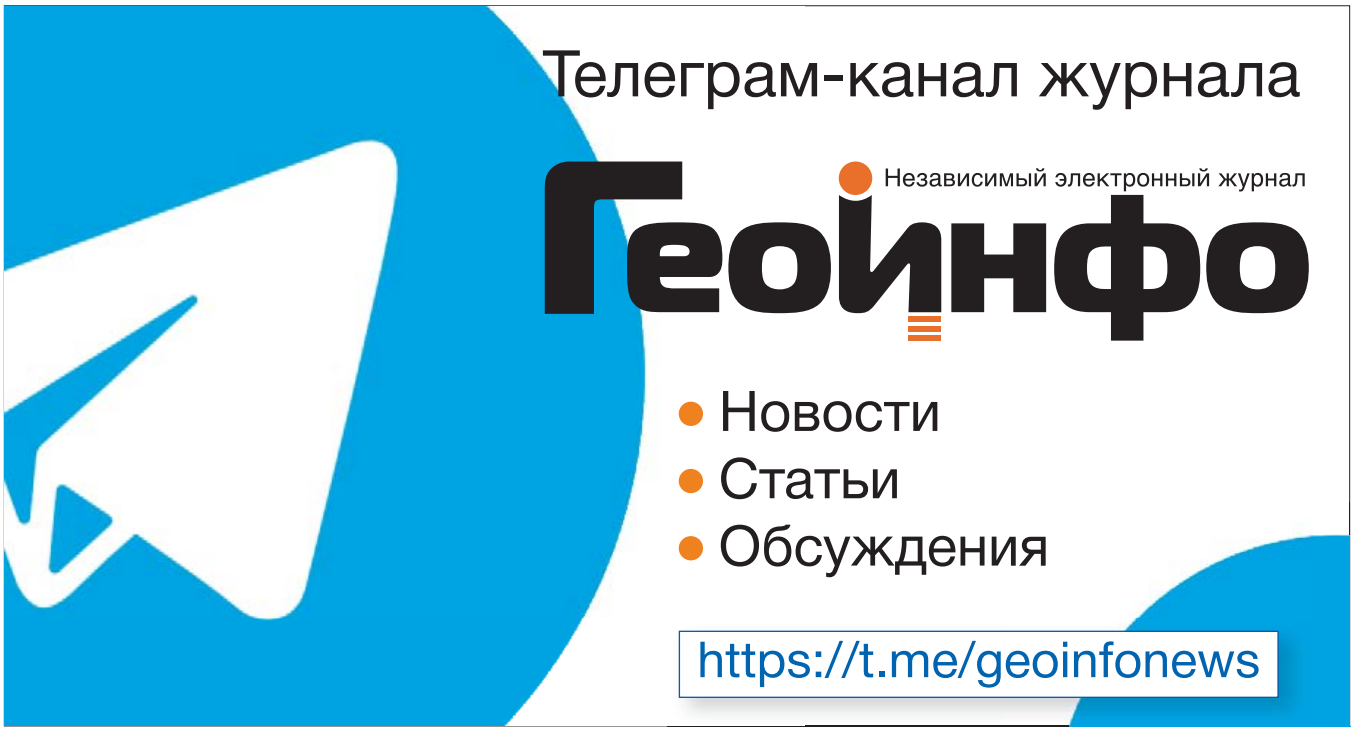
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cao Q., Hang Y. Settlement simulation of soft clay in the subway under dynamic load based on midas GTS NX // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 237. Proceedings of the 3rd International Symposium on Architecture Research Frontiers and Ecological Environment (ARFEE 2020). Article № 03011. 4 p. URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202123703011; researchgate.net/publication/349150939_Settlement_simulation_of_soft_clay_in_the_subway_under_dynamic_load_based_on_Midas_GTS_NX.
2. Ye Y.D., Zhu H.H., Wang R.L. The present situation and cause analysis of the diseases of the railway operating tunnel in soft soil // Journal of Underground Space and Engineering. 2007. Vol. 3. № 1. P. 157–160.
3. Shirlaw J.N. Observed and calculated pore pressures and deformations induced by an earth balance shield: discussion // Canadian Geotechnical Journal. 1995. Vol. 32. P. 181–189.
4. Yan C.L., Tang Y.Q. Research progress of dynamic characteristics of silt soil under the subway load // Journal of Earthquake Engineering. 2011. Vol. 33. № 2. P. 200–205.
5. Fujiwara H., Yamanuochi T., Yasuhara K. Consolidation of alluvial clay under repeated loading // Soils and Foundations. 1985. Vol. 25. № 3. P. 19–30.
6. Fujiwara H., Shunji U., Kazuya Y. Secondary compression of clay under repeated loading // Soils and Foundations. 1987. Vol. 27. № 2. P. 21–30.

7. Ding Z., Fan J.L., Zhang M.Y. Model test study on undisturbed soil pore pressure and strain under the subway trainload // Journal of the China Railway Society. 2017. Vol. 39. № 3. P. 96–103.
8. Liu M., Huang M.S., Liu Y.H. Analysis of long-term settlement of cross-river tunnel in soft soil caused by vehicle vibration // Chinese Journal of Geotechnical Engineering. 2009. Vol. 31. № 11. P. 1703–1709.
9. Yildirim A., Ersan H. Settlements under consecutive series of cyclic loading // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. 2007. Vol. 27. № 6. P. 577–585.
10. Yilmaz M.T., Pekcan O., Bakir B.S. Undrained cyclic shear and deformation behavior of silt clay mixtures of Adapazari in Turkey // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. 2004. Vol. 24. № 7. P. 497–507.
11. He S.H., Zheng Q.Q., Xia T.D. Experimental study on long-term dynamic characteristics of marine soft soil under subway train load considering time intermittent effect // Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering. 2019. Vol. 38. № 2. P. 353.

REFERENCES

1. Cao Q., Hang Y. Settlement simulation of soft clay in the subway under dynamic load based on Midas GTS NX. E3S Web of Conferences. 2021. Volume 237. Proceedings of the 3rd International Symposium on Architecture Research Frontiers and Ecological Environment (ARFEE 2020). Article № 03011. 4 p. URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202123703011.
2. Ye Y.D., Zhu H.H., Wang R.L. The present situation and cause analysis of the diseases of the railway operating tunnel in soft soil. Journal of Underground Space and Engineering, 2007, 3 (1): 157–160.
3. Shirlaw J.N. Observed and calculated pore pressures and deformations induced by an earth balance shield: discussion. Canadian Geotechnical Journal, 1995, 32: 181–189.
4. Yan C.L., Tang Y.Q. Research progress of dynamic characteristics of silt soil under the subway load. Journal of Earthquake Engineering, 2011, 33 (2): 200–205.
5. Fujiwara H., Yamanuochi T., Yasuhara K. Consolidation of alluvial clay under repeated loading. Soils and Foundations, 1985, 25 (3): 19–30.
6. Fujiwara H., Shunji U., Kazuya Y. Secondary compression of clay under repeated loading. Soils and Foundations, 1987, 27 (2): 21–30.
7. Ding Z., Fan J.L., Zhang M.Y. Model test study on undisturbed soil pore pressure and strain under the subway trainload. Journal of the China Railway Society, 2017, 39 (3): 96–103.
8. Liu M., Huang M.S., Liu Y.H. Analysis of long-term settlement of cross-river tunnel in soft soil caused by vehicle vibration. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2009, 31 (11): 1703–1709.
9. Yildirim A., Ersan H. Settlements under consecutive series of cyclic loading. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2007, 27 (6): 577–585.
10. Yilmaz M.T., Pekcan O., Bakir B.S. Undrained cyclic shear and deformation behavior of silt clay mixtures of Adapazari in Turkey. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2004, 24 (7): 497–507.
11. He S.H., Zheng Q.Q., Xia T.D. Experimental study on long-term dynamic characteristics of marine soft soil under subway train load considering time intermittent effect. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2019, 38 (2): 353.



doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-26-34 УДК 504.064.36; 502.36

МОНИТОРИНГ ЗЕМЛЯНОГО СООРУЖЕНИЯ

Переводная статья
Поступила в редакцию 27.03.2023. Принята к публикации 10.04.2023
© Независимый электронный журнал «ГеоИнфо», 2023

КОКОЧИНЬСКАЯ-ПАКЕТ Э.
Факультет гражданского строительства и архитектуры Опольского технологического университета, г. Ополе, Польша,
e.kokocinska-pakiet@po.edu.pl

АННОТАЦИЯ

Предлагаем вниманию читателей адаптированный и немного сокращенный перевод доклада Эльжбеты Кокочиньской-Пакет из Опольского технологического университета (Польша) «Мониторинг земляного сооружения», сделанного на 7-м Всемирном междисциплинарном симпозиуме по наукам о Земле (WMESS 2021) в сентябре 2021 года в Чехии. Указанный доклад был опубликован в сборнике материалов конференций Earth and Environmental Science («Науки о Земле и окружающей среде») издательской компанией IOP Publishing британского научного общества IOP (Institute of Physics – «Институт физики»), ставшего фактически международным. Он находится в открытом доступе и распространяется по лицензии Creative Commons Attribution 3.0, которая позволяет переводить, адаптировать и использовать эту работу в любых целях при указании ссылки на первоисточник и типов изменений. В нашем случае ссылка [1] приводится в начале списка литературы. Остальные источники из этого списка были использованы автором переведенного доклада.

По данным Главного управления строительного надзора Польши, с 2008 по 2019 год в этой стране произошло 5455 строительных катастроф. Из них 4023 были вызваны случайными событиями, из которых 110 произошли из-за оползней. Большинство из последних (94) произошло в 2010 году. Эти оползни были разной интенсивности и существенно повлияли на нынешнее строение земной поверхности.

В естественной обстановке оползни – это долговременные процессы, активизирующиеся в зависимости от изменений внешних природных условий, таких как водонасыщение грунта, обезлесение территорий, сильная деградация или эрозия склонов или откосов. Действительно, каждый, кто имел дело с оползнями, знает, что это не одно внезапное явление, а процесс – цепь событий, происходящих одно за другим и развивающихся во времени. Это вызывает необходимость получения более детальных знаний о механизмах и характере процессов и явлений, происходящих в грунтах, слагающих склоны или откосы. И здесь чрезвычайно важную роль играет мониторинг состояния и поведения этих грунтов.

В Польше земляные сооружения в большинстве случаев относятся ко второй (средней) или третьей (сложной) геотехнической категории в соответствии с нормами Министерства транспорта, строительства и морской экономики 2012 года. Закон обязывает собственника участка, на котором расположено такое сооружение, проводить проверки и мониторинг его состояния.

В представленной работе [1] рассматривается мониторинг откоса и венчающей его земляной дамбы между берегом реки Одер и полигоном для жидких отходов одного из предприятий пищевой промышленности. В 1997 году там произошла катастрофа. Высокий уровень воды в реке привел к размыванию и чрезмерному обводнению откоса и дамбы, в результате чего они вместе с частью отстойников сползли в сторону Одера и вызвали его загрязнение. После восстановительных работ внешняя геометрия откоса и дамбы и состояние слагающих их грунтов постоянно контролируются. В публикации [1] обсуждаются применяемые методы мониторинга и рассказывается о методике проведения измерений. Результаты измерений осадок контролируемых грунтов анализируются и сопоставляются с итогами модельных расчетов. Указываются современные методики мониторинга, которые можно было бы применять для рассмотренного типа сооружений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

строительная катастрофа; оползень; долговременный процесс; река; склон; земляное сооружение; откос; полигон для жидких отходов; земляная дамба; структура грунта; мониторинг; геодезический мониторинг.

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Кокочиньская-Пакет Э. Мониторинг земляного сооружения (пер. с англ.) // Геоинфо. 2023. № 2. С. 26–34. doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-26-34.

MONITORING OF SOIL STRUCTURE

Review paper
Received 27.03.2023. Accepted 10.04.2023
© Independent electronic journal "GeoInfo", 2023

ELZBIETA KOKOCNSKA-PAKIET
Opole University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Opole, Poland,
e.kokocinska-pakiet@po.edu.pl

ABSTRACT

We bring to the attention of readers an adapted and slightly abridged translation of the report "Monitoring of soil structure" by Elzbieta Kokoczynska-Packet from the Opole University of Technology (Poland). It was made at the 7th World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2021, 6–10 September 2021, Prague, Czech Republic). This report was published in the conferences information package "Earth and Environmental Science" by the publishing company "IOP Publishing" of the British scientific society "Institute of Physics" (IOP), which is now virtually international. This is an open access paper. It is distributed under the Creative Commons Attribution 3.0 license, which allows you to translate, adapt and use it for any purpose if you give a reference to the original source and information on the types of changes. In our case, the reference [1] is given at the beginning of the list of sources. The rest of the references from the list were used by the author of the translated report.

According to the data from the Central Office of Construction Supervision, there were 5455 construction disasters in Poland between 2008 and 2019. And 4023 ones of them were caused by random events, of which 110 were caused by landslides. Most of those events took place in 2010 (there were up to 94 disaster-related landslides). The landslides have been occurring with different intensity, significantly influencing the current structure of the Earth surface.

Without human intrusion, landslides have a character of long-term processes that activate depending on the changes of natural external conditions such as ground saturation with water, area deforestation, high degradation or slopes erosion. Everyone who had contact with landslides knows that it is not a sudden phenomenon, but a process, i. e. chain of events occurring one after

another and developing with time. Therefore there is the constant necessity of getting more detailed knowledge of the mechanisms and character of the processes occurring inside the slopes. That is why slope monitoring plays such an important role in understanding the mechanisms of landslides.

The Polish standards oblige the owners of embankment structures (including on slopes) to perform inspections and monitoring of ground conditions there. In accordance with the Regulation of the Ministry of Transport, Construction and Maritime Economy (2012), such types of structures belong to the second or third geotechnical category.

In the presented paper, the monitoring of the slope with an earth dam on the top of it, which protects the liquid waste landfill facility located at a food processing plant is analyzed. In 1997, the slope was subjected to a construction disaster because of washout by the Oder River and too high irrigation of the ground structure. The slope, embankmeeent dam and liquid waste reservoirs slid into the river and polluted it. Since the reconstruction, the slope has been subjected to constant monitoring of the external geometry and of the soil condition in the slope and in the embankment (dam) on the top of it. The paper discusses the applied monitoring methods and measurement methodology. The measured slope settlements are analyzed and compared with the results of model calculations. In conclusion, modern monitoring techniques is noted, which could be applied to this type of structures.

KEYWORDS:

construction disaster; landslide; long-term process; river; natural slope; artificial slope; soil structure; liquid waste landfill; embankment dam; soil structure; monitoring; geodetic monitoring.

FOR CITATION:

Kokocnska-Pakiet E. Monitoring zemlyanogo sooruzheniya (per. s angl.) [Monitoring of soil structure (translation from English)] // Geoinfo, 2023, № 1, S. 26–34. doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-26-34 (in Rus.).

Введение

Нормативно-правовое законодательство Польши было приведено в соответствие с европейским законодательством после вступления страны в Европейский союз. Одним из новых введенных стандартов был Еврокод 7, касающийся геотехнического проектирования. Использовавшиеся ранее, а также новые стандарты налагают на владельца земляного инженерного сооружения, включающего откос, сложенный дисперсным грунтом, обязанность проводить его мониторинг. Это означает, что такое сооружение должно регулярно (систематически) обследоваться. Такое обследование заключается в сборе и анализе качественной и количественной информации, получаемой в результате измерений и наблюдений за состоянием и поведением сооружения. Эти исследования проводятся циклически или непрерывно в течение заранее определенного периода или долгосрочно [2].

Основным методом мониторинга геотехнических сооружений является метод наблюдений. На протяжении многих лет этот метод совершенствовался и модифицировался. В качестве одного из методов мониторинга, одобренных Еврокодом 7, была принята технология наблюдений, разработанная Николсоном (Nicolson) с сотрудниками [2–4].

В настоящее время положения польского закона о строительстве [5] и постановлений соответствующих министерств [6, 7], предписывают выбор метода мониторинга строительства уже на стадии проектирования. В рамках геотехнического проектирования инженер-

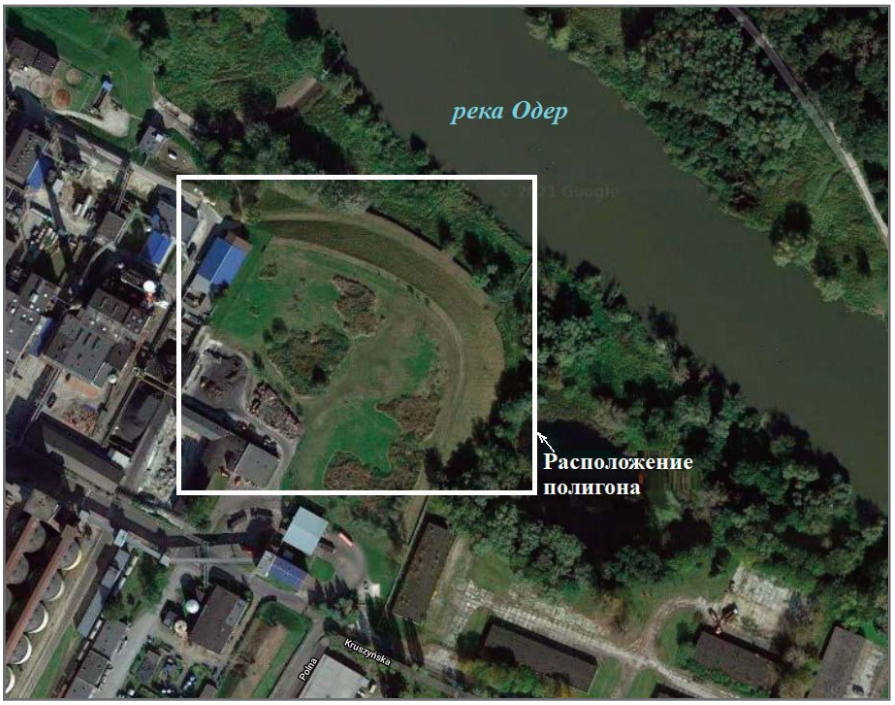


Рис. 1. Расположение изучаемого участка, включающего откос, спускающийся к реке Одер, и земляную дамбу в его верхней части, защищающей полигон для жидких отходов [10]

строитель или геотехник, имеющий соответствующую квалификацию, обязан определить, каким методом будет осуществляться мониторинг строительного объекта и какие отклонения от запроектированных параметров будут считаться допустимыми.

С 2008 по 2019 год в Польше произошло 5455 строительных катастроф. Из них 4023 были вызваны случайными событиями, из которых 110 произошли из-за оползней. Большинство из последних (94) произошло в 2010 году [8]. Оползни происходили с разной интенсивностью, существенно влияя на строение поверхности земли. В естественных условиях (без вмешательства человека) это долговременные процессы, активизирующиеся в зависимости от изменений внешних природных условий, таких как водонасыщение грунта, обезлесение территорий, сильная деградация или эрозия склонов или откосов. Действительно, каждый, кто имел дело с оползнями,

знает, что это не одно внезапное явление, а процесс – цепь событий, происходящих одно за другим и развивающихся во времени. Это вызывает необходимость получения более детальных знаний о механизмах и характере процессов и явлений, происходящих в слагающих склоны или откосы грунтах. И здесь чрезвычайно важную роль играет мониторинг состояния и поведения склонов и откосов.

Объект исследований

Исследовательская работа, проведенная в период с 1997 по 2015 год кафедрой геотехники и геодезии Опольского технологического университета, включала геодезический и геотехнический мониторинг откоса, спускающегося в сторону правого берега реки Одер, и насыпной дамбы в его верхней части в промышленной зоне города Бжег (Польша). Это сооружение защищает отстойники полигона для жидких отходов предприятия пищевой промышленности от речных паводковых вод и одновременно саму реку от возможного загрязнения (рис. 1) [9]

В 1997 году из-за подмыва водами реки Одер и чрезмерного увлажнения откоса и земляной дамбы развился оползневый процесс, в результате которого это сооружение и отстойники для отходов сползли в сторону реки, загрязнив ее. После восстановительных работ ведется постоянный мониторинг внешней геометрии и состояния грунта, слагающего откос и земляную дамбу [11]. Он выполняется на основе наблюдений за множеством закрепленных на бетонных монолитах нивелирных знаков, показанных на рисунке 2 красными точками.

Геодезический мониторинг

Любые теоретические соображения должны быть подтверждены и дополнены исследованиями на компьютерных моделях и на реальном объекте. При определении изменений геометрии таких сооружений, как железнодорожные насыпи и земляные дамбы, в том числе противопаводковые или защищающие отстойники для жидких промышленных отходов, обычно применяются геодезические технологии [13, 14]. Такого рода сооружения характеризуются неоднородностью слагающих их материалов и большими размерами, что и влияет соответствующим образом на способ проведения геодезических измерений [15, 16]. Например, при исследованиях для докторской диссертации [12] в целях верификации расчетных данных для откоса, сложенного дисперсным грунтом, было выполнено именно точное геометрическое нивелирование, поскольку этот метод был сочтен наиболее доступным и точным для сооружения данного типа.

Рис. 2. Размещение точек измерений при геодезическом мониторинге на рассматриваемом участке [12]

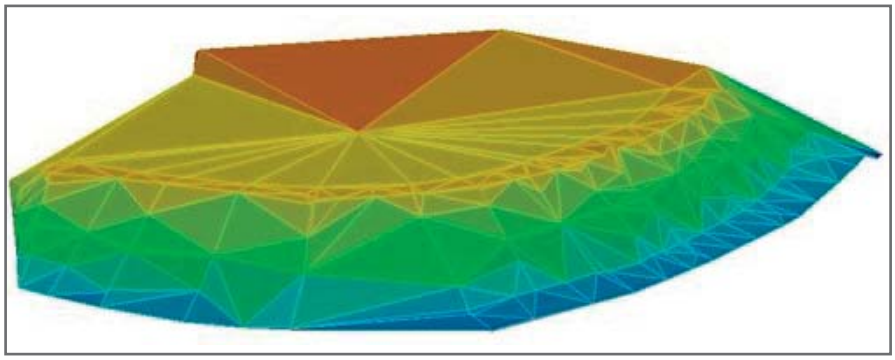


Рис. 3. Модель исследуемого откоса по данным GPS-измерений [12]

Рис. 4. Расположение точек измерений на профиле II (см. рис. 2) исследуемого откоса (фото автора)

Поэтому в данной работе для верификации модельных расчетов выполнялось геометрическое нивелирование – мониторинг высотных отметок точек наблюдений с повышенной точностью

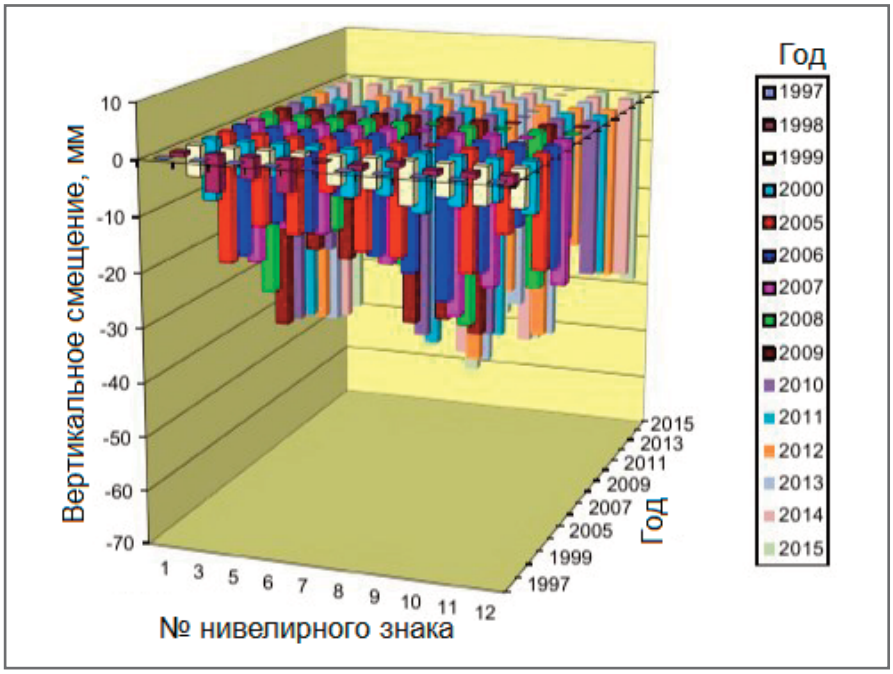


Рис. 5. Вертикальные смещения точек измерений № 1–12 (см. рис. 2) [18]

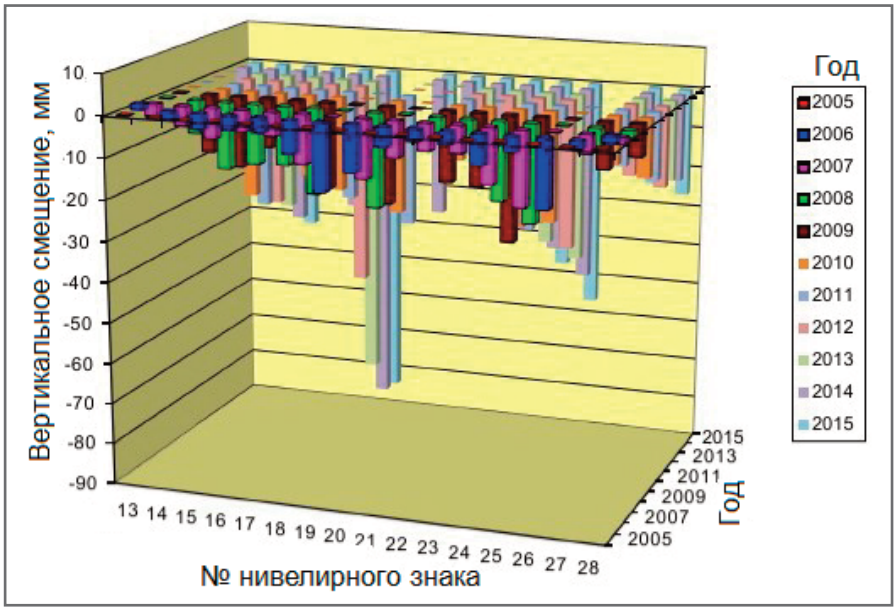


Рис. 6. Вертикальные смещения дополнительных нивелирных знаков (точек измерений № 13–28, см. рис. 2), установленных в 2005 году [18]

(с погрешностью всего ±0,15 мм). Измерения проводились с помощью высокоточного цифрового нивелира Leica NA3003 от швейцарской компании Leica Geosystems с использованием инварных нивелирных реек Leica Invar для особо точных расчетов от той же компании. Перед измерениями нивелир был проверен и настроен в соответствии со стандартом PN-ISO 17123-2:2005 [17].

Для расчетов и представления результатов использовались высотные отметки точек наблюдений в Балтийской системе высот (БСВ), в которой отсчеты ведутся от нуля Кронштадтского футштока. В дополнение к нивелированию для определения геометрии откоса использовался GPS-приемник типа HiPer Pro от японской корпорации Topcon. На основе выполненных измерений была создана компьютерная модель, показанная на рисунке 3.

Измерения высотных отметок точек на исследуемом откосе проводятся почти ежегодно начиная с 1997 года. В какой-то момент на основе полученных результатов было установлено наличие участков, представляющих опасность для устойчивости откоса и земляной дамбы. Поэтому на этих участках в 2005 году были установлены дополнительные нивелирные знаки. Наиболее неустойчивым оказался профиль II (см. рис. 2) с точками измерений 9 и 13–18 (рис. 4). На нем также было отмечено развитие локального оползня небольшого размера, который через некоторое время стабилизировался.

Исходно измерения проводились для ранее установленных нивелирных знаков, расположение которых определялось индивидуально и было связано со строительством и эксплуатацией исследуемого сооружения (точки 1–8). Расположение точек 9–13 (см. рис. 2) было выбрано в связи с возникновением локальной оползневой зоны. Установка следующих нивелирных знаков (14–28) была связана с обследованием откоса и зон, окружающих отстойники, в целом.

Должным образом обработанные результаты съемок представлялись в численном (графическом) виде.

Измерения, проведенные в 2015 году, были четырнадцатыми по счету для разных участков откоса, включая исходную съемку 1997 года, и седьмыми для прудов-отстойников. Были выполнены измерения для 24 точек на откосе и для 5 точек на поверхности вокруг отстойников [18].

Результаты измерений

Вертикальные смещения нивелирных знаков с момента установки в 1997 году составляли к 2015 году от минус 19,5 мм (для точки 6) до минус 60,8 мм (для точки 7). Для знаков, установленных в 2005 году, результаты измерений колебались от минус 21,5 мм (для точки 22) до минус 83,5 мм (для точки 18). В 2012 году были вновь добавлены точки измерений № 13, 20, 21 и 30, так как их предшественницы были повреждены в результате работ по рекультивации отстойников. Больших вертикальных смещений в этих точках зафиксировано не было. Наибольшая осадка за многие годы съемок была отмечена для точки 7, а наименьшая – для точки 6 [18]. Результаты измерений для исследуемого земляного сооружения представлены на рисунках 5 и 6 в виде обобщенных трехмерных столбчатых диаграмм [18].

Калибровка компьютерной модели

Расчетная модель грунта была откалибрована с использованием результатов измерений за 1997–2010 год. Калибровка

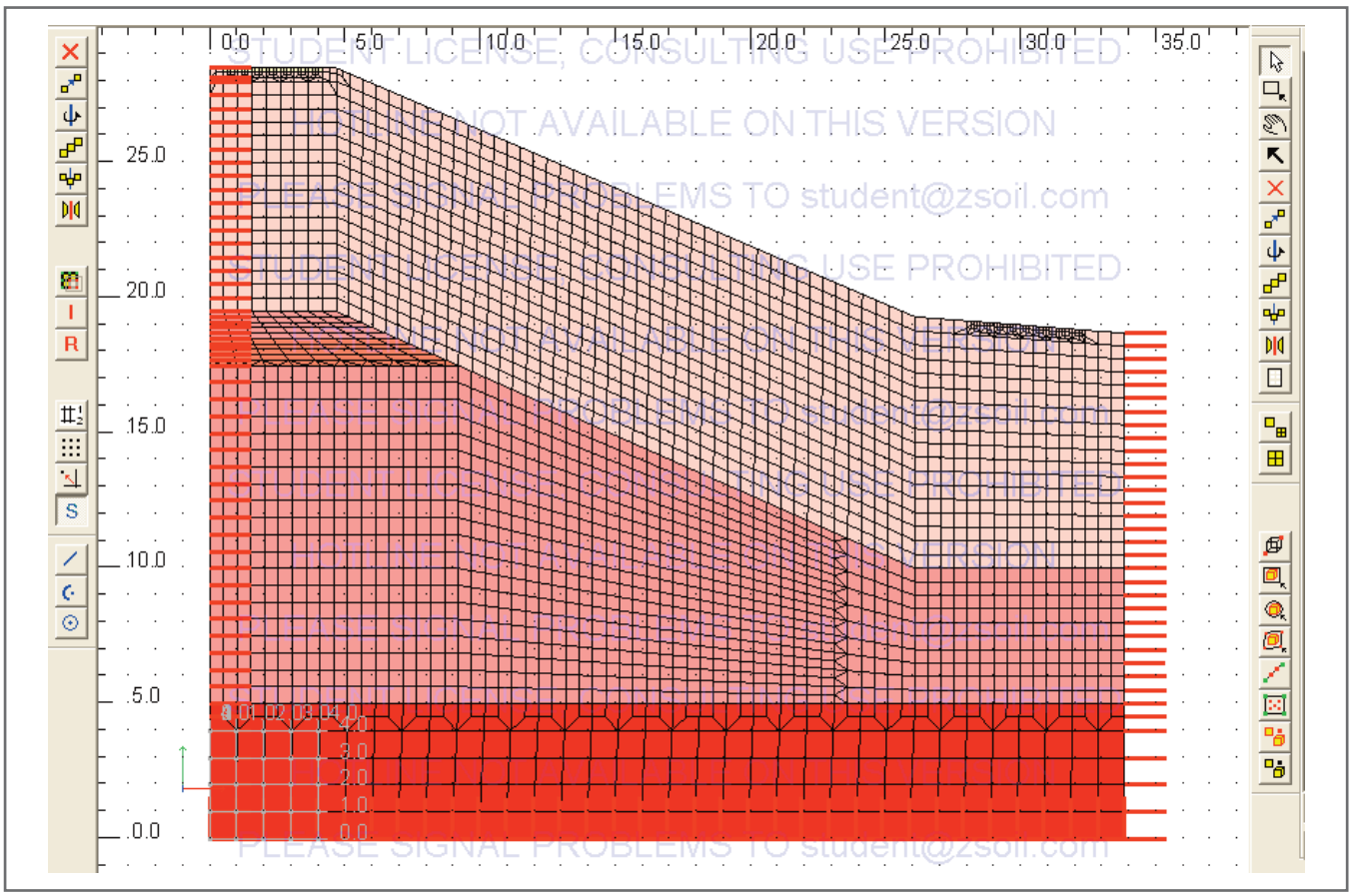


Рис. 7. Модель макроанализируемого откоса с выделенными слоями: 1 – глина; 2 – супесь; 3 – песок среднезернистый; 4 – насыпной глинисто-песчаный грунт [12] (к сожалению, автор работы [1] не пронумеровал эти слои на самом рисунке. – *Ред.*)

выполнялась в следующей последовательности.

1. Рассматриваемый откос был смоделирован в конечноэлементном программном комплексе Z_SOIL от швейцарской компании ZACE Services Ltd [19] (рис. 7). Отдельные его слои помечались как макроэлементы и разбивались на входящие в них конечные элементы таким образом, чтобы сохранялась непрерывность сетки. Система автоматически моделировала заданные условия. Были установлены шарнирно-подвижно закрепленные боковые границы и шарнирно-неподвижно закрепленная нижняя граница. Базовая расчетная модель с предельными условиями показана на рисунке 7 [20].

2. В докторской диссертации [12] был проведен анализ модели откоса, показанного на рисунках 2 и 4, для калибровки модели Мора – Кулона с неассоциированным законом пластического течения. Расчеты проводились для модели, подвергавшейся пошаговому приложению нагрузок q, равных 15, 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360, 420, 480, 520, 600 и 660 кПа. Материальные константы, полученные в ходе геотехнических испытаний, были введены в программу в качестве данных по материалам, за исключением такого дополнительного параметра, как относительный угол дилатансии (выраженный через эффективный угол внутреннего трения ϕ'). В рамках калибровки модели проводились расчеты с заданной нагрузкой для следующих относительных значений угла дилатансии (Ψ'): $0{,}2\phi'$; $0{,}4\phi'$; $0{,}6\phi'$; $0{,}8\phi'$. Расчеты выполнялись также для ассоциированного закона пластического течения, когда угол дилатансии равен углу внутреннего трения ($\Psi'=1\phi'$).

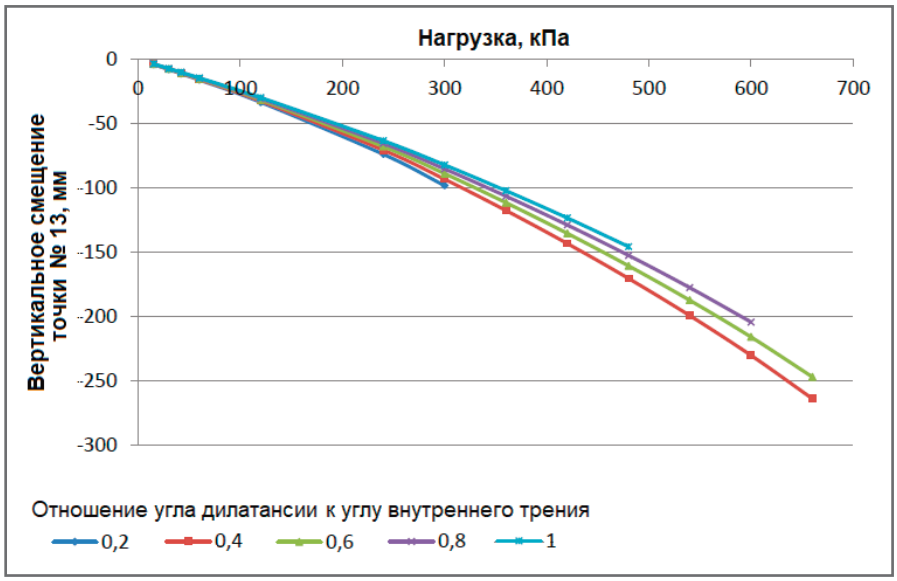


Рис. 8. Расчетные графики вертикальных смещений репрезентативной точки 13 (см. рис. 2) при ступенчато возрастающей нагрузке для разных отношений угла дилатансии к углу внутреннего трения [12]

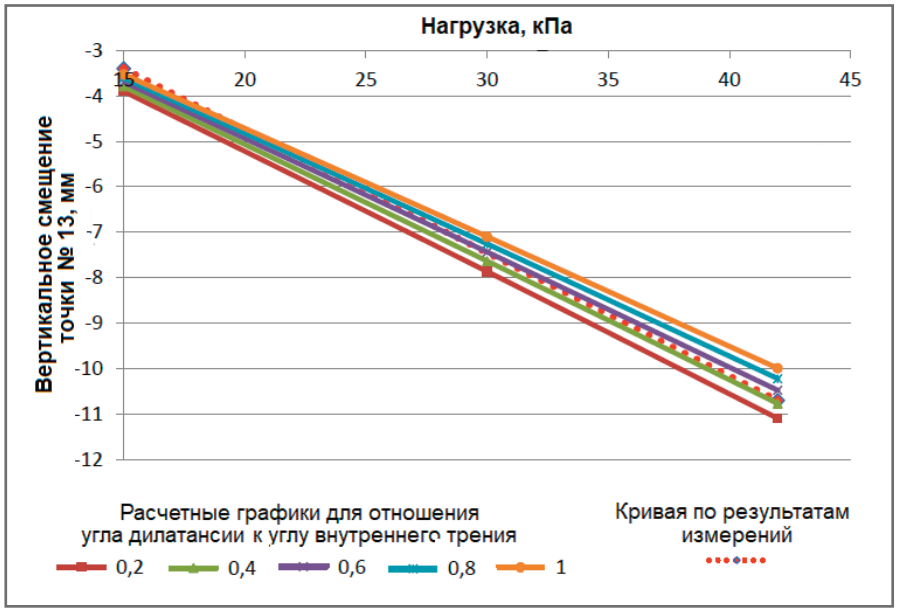


Рис. 9. Сопоставление развития расчетных и измеренных вертикальных смещений репрезентативной точки 13 (см. рис. 2) в зависимости от нагрузки [12]

3. В качестве репрезентативной была выбрана точка измерений 13 (см. рис. 2). Для этой точки были рассчитаны вертикальные смещения при пошаговом увеличении нагрузки. На рисунке 8 представлены полученные графики разных цветов, соответствующие разным отношениям угла дилатансии к углу внутреннего трения (Ψ′/ φ′). Как видно из рисунка 8, не при каждом отношении получались полные кривые «нагрузка – осадка». Как правило, чем раньше заканчивался график, тем ближе к нулю или единице было его значение. Наиболее протяженные кривые были получены для относительных углов дилатансии 0,4φ′ и 0,6φ′.

4. Критерием калибровки была совместимость теоретической кривой «нагрузка – осадка» для репрезентативной точки 13 с результатами геодезических измерений. В процессе измерений был некоторый период, когда проводилась рекультивация отстойников, расположенных над откосом (см. рис. 1, 2). В то время на откосе стояли грузовики с прицепами, нагруженными реагентом для рекультивации земель. Это было использовано для измерения вертикальных смещений в ответ на увеличение нагрузки геодезическим методом. При первом приложении нагрузки в 15 кПа стартовое смещение репрезентативной точки 13 составило минус 3,4 мм. Суммарная нагрузка во время рекультивационных работ составила 42 кПа. Общее увеличение смещения при этом достигло 7,3 мм. Данные мониторинга были сопоставлены с результатами расчетов для разных углов дилатансии (рис. 9).

5. На основании сопоставления кривых, построенных по теоретическим и реальным данным, был сделан вывод, что наилучшее соответствие теоретических оценок результатам измерений достигается при угле дилатансии, равном 0,2φ′ (возможно, в легенде к рисунку 9 авторами работы [1] перепутаны цвета графиков для 2φ′ и 0,4φ′, потому что на этом рисунке ближе всего к мониторинговой кривой проходит расчетный график для 0,4φ′. – *Ред.*). Чтобы убедиться в этом, были проведены дополнительные расчеты смещений точки 13 при отношениях угла дилатансии к углу внутреннего трения 0,1; 0,15; 0,3 и 0,35. Во всех этих случаях отклонения были выше.

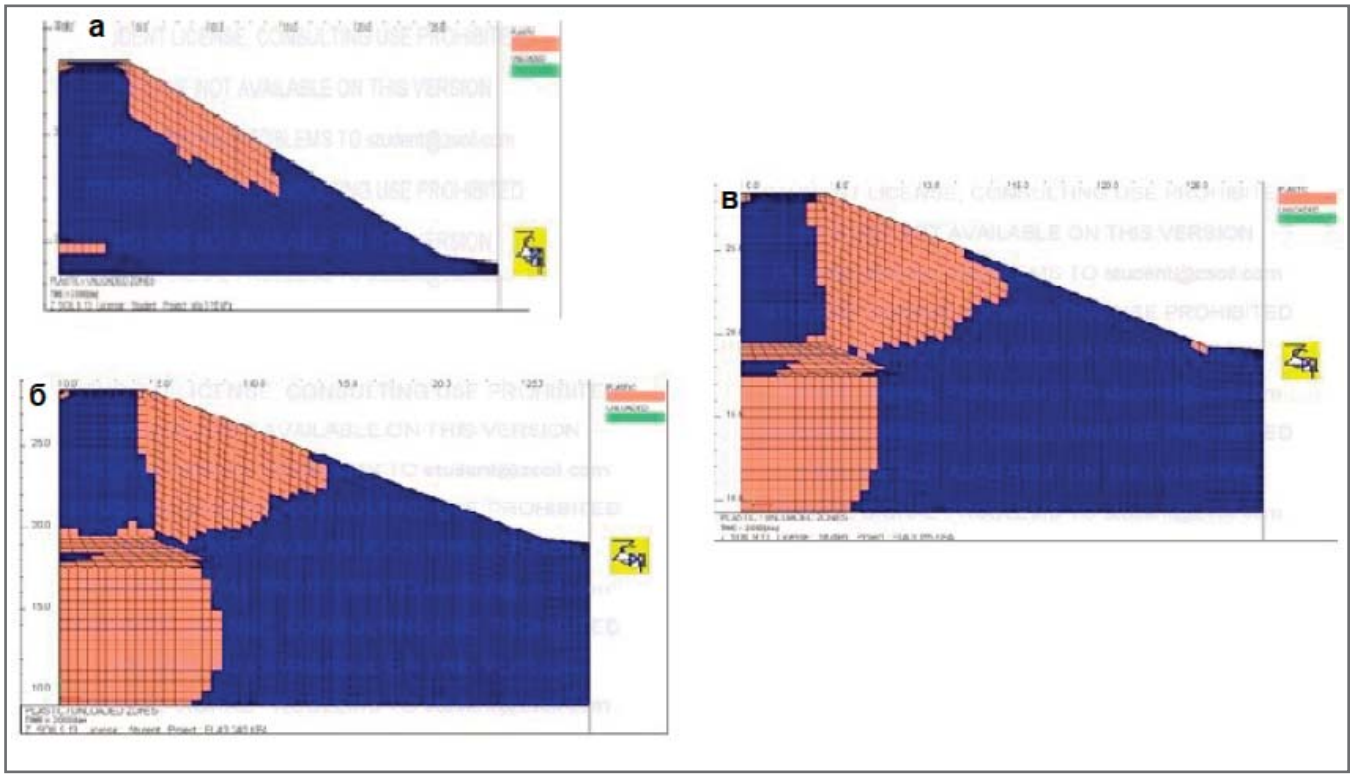


Рис. 10. Распределение зон пластических деформаций на разрезе рассматриваемого откоса при нагрузках 15 кПа (а); 240 кПа (б) и 355 кПа (в)

Полученные результаты

Данные измерений были сопоставлены с результатами расчетов, выполненных в программном комплексе Z_Soil. В этой программе были созданы карты развития пластических зон для принятого эффективного угла дилатансии $\Psi'=0{,}2\phi'$. Для модели откоса, показанной на рисунке 7, был построен график развития зон пластических деформаций при нагрузках 15; 240 и 355 кПа. Эти значения были пределами, рассмотренными для модели Мора – Кулона с неассоциированным законом пластического течения.

Полученные результаты показаны на рисунке 10 в виде разреза рассматриваемого откоса при трех вышеуказанных нагрузках. Как видно из рисунка 10, а, на откосе образуется локальная зона, устойчивость которой может быть нарушена (обозначенная на разрезе коричневато-розовым цветом). Эта зона медленно развивается при следующей нагрузке (рис. 10, б). Ее развитие согласуется с локальным оползнем, наблюдавшимся в реальности, который позже стабилизировался (рис. 10, в).

Заключение

Мониторинг земляных сооружений в настоящее время представляет собой очень сложный тип различных мероприятий с обширным охватом. Такой мониторинг включает в себя не только геодезические измерения, но и исчерпывающие испытания грунтов, слагающих сооружение, с определением оползневых зон. В последние годы произошло значительное развитие методов исследований, используемых при мониторинге.

Прежде всего здесь следует упомянуть о возможности удаленной передачи данных, описанной в работах [14, 21, 22]. Для точного мониторинга поверхности земляных сооружений применяется лазерное сканирование, как подробно рассказано в публикациях [22, 23]. В системах мониторинга таких сооружений также используются инклинометры, оптоволоконные или другие датчики смещений.

Из различных методов мониторинга геодезические измерения смещений выбранных точек, пожалуй, является самыми популярными и наиболее часто используемыми в основном из-за их невысокой стоимости. Геодезические методы можно использовать не только для наблюдений за смещениями земляных сооружений, но и для калибровки математических моделей, применяемых для расчетов и проверки устойчивости откосов. и

Список литературы (references)

1. Kokocnska-Pakiet E. Monitoring of soil structure // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 906. Proceedings of the 7th World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2021), 6–10 September 2021, Prague, Czech Republic. Article 012055. DOI:10.1088/1755-1315/906/1/012055. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/906/1/012055.
2. Borecka A., Stopkowicz A., Sekula K. Observation method and geotechnical monitoring in view of legal regulations to assess behaviour of foundation and engineering structures // Prz. Geol. 2017. Vol. 65. № 10. P. 685–691 (in Polish).
3. PN-EN 1997-1:2005. Eurokod 7. Geotechnical design. Part 1. General rules. 2005 (in Polish).
4. PN-EN 1997-2:2007. Eurokod 7. Geotechnical design. Part 2. Ground investigation and testing. 2007 (in Polish).
5. Construction law – Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. z póź. zmianami. Warszawa, 2021 (in Polish).
6. Regulation of Minister for Transport, Construction and Marine Economy of 25 April 2012 on establishing geotechnical conditions for foundation of construction objects. Warszawa, 2013 (in Polish).
7. Regulation of the Minister of Environment of April 20, 2007 on technical conditions to be met by hydrotechnical structures and their location. Warszawa, 2019 (in Polish).
8. General Inspectorate of Construction Supervision “Building Disasters 2008–2019”. Warszawa, 2008–2019 (in Polish).
9. Anigacz W., Kokocinska-Pakiet E. Long-term monitoring for settlement of earth dam // Life-Cycle of Structural Systemsi: Design, Assessment, Maintenance and Management. London: Taylor and Francis Group, 2015. P. 195–199.
10. Google Earth. 2021 (online).
11. Szostak-Chrzanowski A., Massiera M., Muma M., Whitaker C. Geotechnical aspects of earth dam deformation monitoring // Proceedings of the 9th FIG Int. Symp. Deform. Meas. 1999. Vol. 1.
12. Kokocinska-Pakiet E. Elastic-plastic slope stability analysis using the incremental load increase method. Opole, Poland: Opole University of Technology, 2010 (in Polish).
13. Anigacz W., Drozdzol K., Kokocinska-Pakiet E. Examination of an earth slope settlement // AGH J. Min. Geoengin. 2012. Vol. 36. № 2. P. 43–48.
14. Song Z., Xin X. Review of landslide monitoring // Appl. Mech. Mater. 2012. Vol. 166–169. P. 2821–2827.
15. Szostak-Chrzanowski A., Massiera M. Relation between monitoring and design aspects of large earth dams // Proceedings of the 3rd IAG/12th FIG Symp. Bad., 2006.
16. Tos C., Wolski B., Zielina L. Geodetic monitoring of a geotechnical object // Geoinzynieria. 2008. Vol. 3. № 18. P. 68–73 (in Polish).
17. PN-ISO 17123-2:2005. Optyka i instrumenty optyczne. Terenowe procedury testowania instrumentow geodezyjnych i pomiarowych. Czesc 2: Niwelatory. Warszawa, 2005 (in Polish).
18. Anigacz W., Beben D., Kokocinska-Pakiet E., Drozdzol K. Assessment of the technical condition of structures – slopes of bleed earth sedimentation tanks. Geodetic measurements of scarp settlement and bleaching earth storage area – monitoring of the storage site. Opole, Poland, 1997–2015 (in Polish).

19. Z_Soil.PC: Theoretical Manual, Elmepress International & ZACE Services LTD (Z_Soil 2011 Student v11.07). Lozanna, Switzerland, 2000.
20. Zienkiewicz O.C., Taylor R., Zhu J.Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. New York, USA: Elservier, 2005.
21. Wu Y., Niu R., Lu Z. A fast monitor and real time early warning system for landslides in the Baige landslide damming event, Tibet, China // Natural Hazards and Earth System Sciences. March, 2019. P. 1–20. DOI:10.5194/nhess-2019-48. URL: nhess.copernicus.org/preprints/nhess-2019-48/nhess-2019-48.pdf.
22. Elavarasi K., Nandhini S. Landslide monitoring and tracking using iot sensors // J. Phys. Conf. Ser. 2021. Vol. 1717. № 1.
23. Kogut J.P., Pilecka E. Application of the terrestrial laser scanner in the monitoring of earth structures // Open Geosci. 2020. Vol. 12. № 1. P. 503–517.
24. Zaczek-Peplinska J., Adamek A., Osinska-Skotak K., Adamek A. Inventory of the control gallery and overflow of the Klimkowka earthen dam using the laser scanning method // Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji. Warszawa, 2012. Vol. Monografia, P. 147–163 (in Polish).

Независимый электронный журнал

ГеоИнфо

С 2022 года журнал «ГеоИнфо» выходит в формате *PDF. 10 выпусков в год.

WWW.GEOINFO.RU

ГЕОТЕК

ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

ООО НПП «ГЕОТЕК» - ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ, МЕРЗЛЫХ, КРУПНООБЛОМОЧНЫХ И СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ.

ПРИБОРЫ КРИОЛОГИЧЕСКИЕ СЕРИИ СТАНДАРТ

ХИТ продаж

Прибор компрессионный криологический ГТ 1.1.11

Прибор срезной криологический ГТ 1.2.14

Прибор шариковый штамп криологический ГТ 1.6.2

Температура окружающей среды **+5 (±2) С°**

Прибор разработан для эксплуатации в холодильной камере (камера не входит в состав прибора)

ВОЗМОЖНОСТИ:

- автоматизированный режим испытания с поддержанием заданной отрицательной температуры каждого образца;
- прибор работает при пониженных температурах;
- автоматическое управление температурой образца;
- испытание до трех образцов в одном приборе;
- измерение температуры каждого образца.

ПРИБОРЫ ОБЕСПЕЧИВАЮТ ПРОВЕДЕНИЕ СЛЕДУЮЩИХ ИСПЫТАНИЙ:

- **Прибор компрессионный криологический ГТ.1.1.11**
  -испытание по ГОСТ 12248.10-2020 на сжатие и сжатие с оттаиванием;
- **Прибор срезной криологический ГТ 1.2.14**
  -испытания по ГОСТ 12248.8-2020 на срез по поверхности смерзания;
  -испытания по ГОСТ Р56726-2015 по определению касательных сил морозного пучения;
- **Прибор шариковый штамп криологический ГТ 1.6.2**
  -испытания по ГОСТ 12248.7-2020 шариковым штампом.

ПОЧЕМУ ВЫБИРАЮТ НАС

Высокое качество

Выгодная цена

Надежный сервис

Экономия бюджета испытаний

440004, Россия, г. Пенза, ул. Центральная, строение 1М,
+7(8412) 999-189, 8-800-200-16-05 (звонок по России бесплатный),
sales@npp-geotek.ru, npp-geotek.com

*На правах рекламы

www.instagram.com/geotek_russia vk.com/nppgeotek www.facebook.com/nppgeotek

doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-36-40 УДК 69.051

Источник фото: pixabay.com
Photo source: pixabay.com

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Переводная статья
Поступила в редакцию 15.02.2023. Принята к публикации 2.03.2023
© Независимый электронный журнал «ГеоИнфо», 2023

ЧЖОУ ВЭЙ
Управление земельных и других ресурсов провинции Цзилинь, г. Тумэнь, пров. Цзилинь, Китай

АННОТАЦИЯ

Чтобы лишний раз напомнить заказчикам, проектировщикам и строителям о важности правильного выполнения инженерных изысканий для строительства во всем мире, представляем немного сокращенный адаптированный перевод небольшой обзорной работы «Анализ технологии инженерных изысканий для гражданского строительства» [1]. Ее автором является Чжоу Вэй – специалист, работающий в Управлении земельных и других ресурсов провинции Цзилинь (Китай). Эта статья была опубликована на английском языке в журнале World Construction и находится в открытом доступе на сайте ResearchGate по лицензии CC BY-NC 4.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), которая позволяет ее копировать, распространять, адаптировать, переводить, преобразовывать и использовать (но не в коммерческих целях) при указании типов изменений и ссылки на первоисточник. В нашем случае ссылка [1] приведена в списке источников в конце перевода. Остальные работы из этого списка были использованы автором оригинальной работы [1]. Фотографии добавлены из дополнительного источника (pixabay.com).

Роль инженерных изысканий является чрезвычайно важной для гражданского строительства: они могут определить успешность всего строительного проекта. Только если необходимость изысканий оценена по достоинству, они качественно, точно и всеобъемлюще проведены до проектирования, может быть правильно выполнен научно обоснованный проект и обеспечена устойчивость построенного по нему объекта. Изыскания могут не только поспособствовать успешной реализации проекта, но и сохранить гармонию окружающей среды в районе строительной площадки и помочь дальнейшему устойчивому развитию гражданского строительства. В связи с этим в представленной статье кратко рассказывается о технологии инженерных изысканий для гражданского строительства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

гражданское строительство; инженерные изыскания; инженерно-геологические изыскания; инженерно-геодезические изыскания; технология.

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Чжоу Вэй. Анализ технологии инженерно-геологических изысканий для гражданского строительств (пер. с англ.) // Геоинфо. 2023. № 2. С. 36–40. doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-36-40.

ANALYSIS OF THE SITE INVESTIGATION TECHNOLOGY IN CIVIL ENGINEERING

Translated paper
Received 15.02.2023. Accepted 2.03.2023
© Independent electronic journal "GeoInfo", 2023

ZHOU WEI
Tumen Bureau of Land and Resources of Jilin, Tumen, Jilin Province, China

ABSTRACT

In order to once again remind sponsors, customers, designers and builders of the importance of proper execution of site investigations for construction all over the world, we present a slightly abridged and adapted translation of a small review paper named "Analysis of geological survey technology in building engineering" [1]. Its author is Zhou Wei who is a specialist working in the Tumen Bureau of Land and Resources of Jilin (China). This article was published in English in the World Construction journal. And it is on the ResearchGate website in open access under the CC BY-NC 4.0 license that allows it to be copied, distributed, adapted, translated, converted and used (but not for commercial purposes) when indicating types of changes and a reference to the original source. In our case, the reference [1] is provided in the list of sources at the end of the translation. The rest of the sources in the list were used by the author of the original paper [1]. The used photos are taken from an additional source (pixabay.com).

The role of site investigations is extremely important for civil engineering. A site investigation can determine the success of a relevant construction project. A scientifically based project can only be properly performed and the stability of a relevant construction object can only be ensured if the need for a site investigation is appreciated, the surveys are qualitatively, accurately and comprehensively carried out before the designing. Site investigations can not only contribute to the successful implementation of projects, but also preserve the harmony of the environment in the areas of construction sites and help further sustainable development of civil engineering. In this regard, the presented article briefly considers the site investigation technology in civil engineering.

KEYWORDS:

civil engineering; site investigation; engineering-geological survey; engineering-geodetic survey; technology.

FOR CITATION:

Zhou Wei. Analiz tehnologii inzhenerno-geologicheskih izyskaniy dlya grazhdanskogo stroitel'stva (per. s angl.) [Analysis of the site investigation technology in civil engineering]. GeoInfo. 2023. 2: 36–40. doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-36-40 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ ►

Инженерные изыскания для гражданского строительства главным образом включают изучение геологических условий строительной площадки, что, в частности, включает полевые исследования инженерно-геологических условий, геологическое картирование, лабораторные исследования и испытания и др. К инженерно-геологическим условиям, как правило, относят топографию строительной площадки, геоморфологию, литологию, геологическое строение и гидрогеологические условия.

Для определения методов, состава и масштабов действий для изысканий и проектирования необходима комбинация данных по инженерно-геологическим условиям с информацией о будущем объекте строительства. То есть максимально повысить устойчивость, безопасность и надежность объекта можно только на основе точной научно обоснованной оценки инженерно-геологических условий площадки. Отчет об изысканиях должен предоставлять надежные данные, их анализ и предлагаемые решения для проектирования здания или сооружения.

МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ►

Использование систем глобального позиционирования ►

Для точного определения географического местоположения района строительства, самой строительной площадки и разработки подробного плана строительства в соответствии с местной гео-

логической средой используется глобальная система позиционирования GPS (или другие подобные ей системы. – *Ред.*). В упрощенном виде принцип метода глобального позиционирования заключается в получении точных данных о географическом положении точки приема, из которой производится съемка, от нескольких спутников (для определения широты и долготы точки установки приемника необходимо получение сигналов минимум от трех источников, а чтобы определить еще и высоту над уровнем мора, необходимо минимум четыре источника, при этом скорость и точность определения местоположения точки приема зависит от количества принимаемых сигналов. – *Ред.*). Обычно требуется два принимающих устройства, одно из которых размещают в точке определения координат, а другое – в базовой точке, месторасположение которой уже известно. У этого метода есть много преимуществ, таких как высокая точность позиционирования, простота эксплуатации оборудования, большая скорость съемки и др. Поэтому он почти всегда используется при инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканиях, а также при долговременном мониторинге положений исследуемых точек.

Дистанционное зондирование

Дистанционное зондирование широко применяется в настоящее время. Основной его принцип – получение необходимой информации о поверхности земли или других объектах, к которым нет прямого доступа (например, о морском дне или подповерхностных условиях. – *Ред.*), с помощью электромагнитных или звуковых волн, передаваемых и принимаемых наземными, авиационными, космическими или плавучими средствами. Также требуется оборудование для обработки информации, содержащейся в принимаемых волнах.

Технология дистанционного зондирования используется в том числе для инженерно-геодезического и инженерно-геологического обследования района строительства и самой строительной площадки. Основные преимущества этого метода – точность данных, большая скорость обследований на большой площади, низкая стоимость и др. Его использование может повысить эффективность изысканий, то есть сэкономить время и деньги и помочь более дешево и быстро выполнить проектирование и строительство.

Цифровая фотограмметрия ▶

Метод цифровой фотограмметрии является одним из важных разделов фотограмметрии и имеет множество преимуществ, таких как точность, эффективность, стабильность, скорость и др. Самое важное преимущество заключается в том, что этот метод свободен от многих ограничений, связанных с доступом к интересующим местам. Необходимая аппаратура легко переносится и устанавливается в точках, наиболее удобных для выполнения очередной съемки.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗЫСКАНИЙ ▶

Усиление технической поддержки, обеспечение эффективности изысканий ▶

С развитием науки и техники технология проведения изысканий была усовершенствована. При полевых исследованиях есть возможность в полной мере

использовать технические преимущества для получения наилучших результатов. Инженерно-геологические исследования проводятся все на большую глубину.

Чтобы эффективно пользоваться преимуществами новых технологий, нужно тщательно выбирать технические средства и усиливать техническую поддержку.

При анализе геологических условий на строительной площадке необходимо обработать данные изысканий, выполнив необходимые расчеты, в том числе статистические, идентифицировать типы грунтов основания, смоделировать их и сохранить соответствующую информацию.

Хорошую основу для технологических инноваций в этом отношении заложило широкое использование компьютеров и информационных технологий. Это позволяет создавать геоинформационные системы (ГИС) для территорий будущего размещения конкретных строительных объектов и осуществлять всестороннее управление параметрами и остальными видами информации, полученной в результате изысканий, для выполнения проектирования. Отслеживание фактических условий на площадке и их контроль в процессе строительства также являются важными задачами изысканий.

Определение технологии изысканий в соответствии с типом инженерно-геологических условий площадки и научно-техническими возможностями ►

В самом начале этапа изысканий необходимо предварительно определить тип инженерно-геологических условий района будущего строительства, а только потом выбрать технологию, которая будет использоваться при более детальных исследованиях. Чтобы обеспечить точность и эффективность изысканий, необходимо выбрать разумные методы полевых работ. Например, обычно используются и инженерно-геологическое бурение, и шурфование. Бурение универсальнее и чаще применяется в различных проектах, а шурфование больше ориентировано на прямые измерения, которые дают ощущение их большей надежности. Однако второй метод требует больше времени и средств.

Надо выбирать более разумную и подходящую технологию изысканий для каждого конкретного случая. Например, при геотехнических изысканиях в основном выбирается метод бурения. Однако при высоком уровне грунтовых вод и относительно небольшой требуемой

глубине исследований чаще используется шурфование.

Для площадки будущего строительства, сложенной относительно рыхлым грунтом, следует применять статическое зондирование (CPT) или динамические испытания коническим пенетрометром (SPT – стандартное динамическое зондирование). С помощью этих испытаний можно получить точные результаты и лучше проанализировать инженерно-геологические условия. Но если уровень грунтовых вод относительно более глубокий, а частицы грунта крупнее, то указанный выше метод не должен использоваться, поскольку он может снизить эффективность исследований.

Таким образом, чтобы оптимально выбрать основные методы полевых исследований для улучшения результатов изысканий, необходимо иметь хорошее представление о фактической ситуации.

Повышение эффективности изысканий и точности определения инженерно-геологических параметров

Как уже отмечалось, очень важным в начале этапа изысканий является правильный выбор состава и методов полевых работ (то есть составление программы исследований) на основе особенностей местности и топографии всей площадки строительства или ее разных участков.

При неровном и непостоянном рельефе выбираются методы съемки, отличающиеся от методов на ровных участках. Например, для холмистой территории следует использовать сейсмические исследования или геоэлектрические методы для выбора мест бурения скважин в целях изучения характеристик коренных пород. Для площадки в долине первое, что нужно сделать, это выбрать профиль (или профили) исследований, причем террасы должны простираться перпендикулярно линии съемки. При наличии на изучаемой территории склона анализ должен быть сосредоточен в основном на природном участке. Если площадка расположена в пределах относительно плоской, ровной и открытой местности, то выполняются откопка и обследование шурфов. Должны быть также проведены гидрогеологические исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты изысканий должны быть качественными и достаточными для проектирования будущего здания или сооружения, эффективной реализации проекта и безопасной эксплуатации построенного объекта в течение всего срока его службы.

ИСТОЧНИКИ

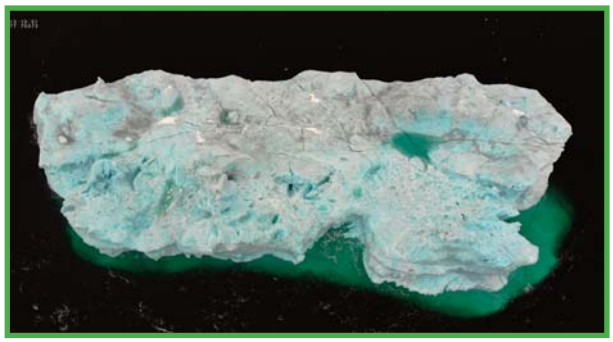
1. Zhou Wei. Analysis of geological survey technology in building engineering // World Construction. 2016. Vol. 5. № 2. P. 15–17. DOI:10.18686/wc.v5i2.75. URL: researchgate.net/publication/315369323_Analysis_of_Geological_Survey_Technology_in_Building_Engineering.
2. Chun Lu Gao. Geological survey technology in building engineering // Value Engineering. 2015. Vol. 10. P. 76–77.
3. Xiong Zhen Chen. Analysis of related issues in the geological survey in building engineering // Friends of Science. 2010. Vol. 8. P. 50–51.
4. Qian Qiu Di, Dawei Shi, Discussion on the innovation of geological survey technology in building engineering // Decision and Information. 2015. Vol. 1.

REFERENCES

1. Zhou Wei. Analysis of geological survey technology in building engineering. World Construction, 2016, 5 (2): 15–17. DOI:10.18686/wc.v5i2.75. URL: researchgate.net/publication/315369323_Analysis_of_Geological_Survey_Technology_in_Building_Engineering.
2. Chun Lu Gao. Geological survey technology in building engineering. Value Engineering, 2015, 10: 76–77.
3. Xiong Zhen Chen. Analysis of related issues in the geological survey in building engineering // Friends of Science. 2010, 8: 50–51.
4. Qian Qiu Di, Dawei Shi, Discussion on the innovation of geological survey technology in building engineering. Decision and Information, 2015, 1.

Институт
экологического
проектирования
и изысканий

- Информационное сопровождение управления ледовой обстановкой (ИСУЛО)
- Оперативный спутниковый экологический мониторинг
- Производственный экологический мониторинг
- Программы сохранения биоразнообразия



119234, г. Москва,
Ленинские горы, д. 1, стр. 75Г
Телефон: +7 (495) 930-8751
E-mail: info@iepi.ru
WEB: WWW.IEPI.RU

® ИЭПИ зарегистрированный товарный знак

СИСТЕМА «МАКРЕС»: ПРАКТИЧНОСТЬ, ЭСТЕТИЧНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ

КУКЛО ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ
Директор по маркетингу компании «Маккаферри СНГ»

АННОТАЦИЯ

На российском рынке изделий для строительной отрасли появилась новая для нашей страны система армирования грунта «МакРес» (MacRes) производства итальянской транснациональной компании «Маккаферри» (Maccaferri), которая с 1994 года имеет подразделение в России, представительства в остальных странах СНГ и завод в Московской области.

Система «МакРес» состоит из облицовочных бетонных или железобетонных панелей и композитных геосинтетических лент «ПараВеб» (ParaWeb), которые послойно армируют массив грунта обратной засыпки. Панели и ленты механически скреплены друг с другом специальными соединительными элементами.

Эта система дает возможность в условиях плотной городской или промышленной застройки быстро возводить вертикальные подпорные стены, которые могут прослужить до 120 лет. Она позволяет существенно сократить расходы и время на монтаж. При этом можно экономить и на транспортировке бетонных панелей, поскольку компания «Маккаферри» предоставляет металлические формы для их отливки на ближайшем к строительному объекту бетонном заводе. К тому же при строительстве подпорных стен на основе системы «МакРес» нет строгих требований к материалу обратной засыпки, что позволяет использовать недорогой местный грунт. Все это делает данную систему удобной и рентабельной для использования в транспортном строительстве, в горнодобывающей промышленности и в других сферах.

В данной статье приводится более подробная информация о системе «МакРес».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

армирование грунта; подпорная стенка; грунт обратной засыпки; компании «Маккаферри»; система «МакРес».

THE "MACRES" SYSTEM: PRACTICALITY, AESTHETIC QUALITIES, RELIABILITY

IVAN A. KUKLO
Marketing director of the "Maccaferri SNG" ("Maccaferri CIS") company

ABSTRACT

A new ground reinforcement system named "MacRes", which is produced by the "Maccaferri" Italian multinational company, has appeared in the Russian market of products for the construction industry. Since 1994, the "Maccaferri" company has had a division in Russia, representative offices in the rest of the CIS countries and a plant in the Moscow region.

The "MacRes" system consists of facing concrete or reinforced concrete panels and the "ParaWeb" composite geosynthetic tapes, which layer by layer reinforce the backfill soil. Those panels and tapes are mechanically bonded to each other by special connecting elements.

The "MacRes" system makes it possible to construct vertical retaining walls very quickly in restrained urban or industrial conditions. Such type of walls can last up to 120 years. It allows you to significantly reduce the costs and time for the installation. At the same time, it is possible to save on the transportation of concrete panels because the "Maccaferri" company provides metal molds for the casting of them at the concrete plant that is the closest to the construction site. In addition, when building the retaining walls on the basis of the "MacRes" system, there are no strict requirements for the backfill material, which allows you to use some inexpensive local soil. All of this makes this system convenient and cost-effective for the use in transport construction, mining industry and other areas.

This paper provides some more detailed information about the "MacRes" system.

KEYWORDS:

soil reinforcement; retaining wall; backfill soil; "Maccaferry" company; "MacRes" system.

ВВЕДЕНИЕ ▶

В горнодобывающей отрасли и транспортном строительстве бывает чрезвычайно необходимым строительство подпорных стен. Важно обеспечить надежность и устойчивость этих конструкций и в идеале сократить расходы на их строительство, укрепление, облицовку и обслуживание.

Подпорные стены вдоль автострад и железнодорожных путей, мосты с подпорными стенами – все это бывает на виду, поэтому помимо прочности требует еще и эстетичности. Традиционные решения из шпунта и железобетона, конечно, надежны, но обходятся дорого и требуют обслуживания в ходе эксплуатации.

Компания «Маккаферри» (Maccaferri) одна из первых задумалась о необходимости совместить надежное и функциональное со стильным и презентабельным в условиях ограниченного земельного отвода. Так появилась система «МакРес» (MacRes) для возведения армогрунтовых подпорных стен и их облицовки. Возможностями данного продукта уже несколько лет активно пользуются зарубежные горнодобывающие и строительные компании.

АРМОГРУНТОВАЯ СИСТЕМА «МАКРЕС» И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ ▶

Система «МакРес» – это комбинированная армогрунтовая конструкция. Она состоит из композитных геосинтетических лент «ПараВеб» (ParaWeb), которые послойно армируют массив грунта обратной засыпки, и облицовочных бетонных или железобетонных панелей, а также соединительных элементов «МакЛуп» (MacLoop) и аксессуаров для монтажа. В результате получается укрепленная и облицованная вертикальную насыпь со стилизацией под природный материал (камень, кирпич, мрамор, штукатурку) (рис. 1).

Облицовочные панели ▶

Компания «Маккаферри» предоставляет стальные формы для изготовления облицовочных панелей системы «МакРес» (рис. 2, а) в непосредственной близости от объекта строительства. Их отливают из тяжелого бетона с прочностью не менее B25, морозостойкостью не менее F200 и водонепроницаемостью не менее W6. В зависимости от проекта они могут быть армированными или неармированными. Стандартные размеры облицовочной панели – 1,5 х 1,5 м, стандартная масса – 750 кг. Но есть возможность при необходимости изготовить панели нестандартных размеров – высотой от 545 до 1855 мм, шириной 1524 мм и толщиной 140 мм.

Геоленты «ПараВеб» ▶

Армирующая грунт плоская геокомпозитная лента «ПараВеб» (рис. 2, б) изготавливается из легкого высокопрочного материала, устойчивого к коррозии, точнее из отдельных пучков полиэфирных волокон, покрытых структурированной полиэтиленовой оболочкой. Ленты имеют прочность на разрыв от 27 до 100 кН/м и ширину от 46 до 90 мм в зависимости от высоты сооружения и нагрузок.

Геоленты «ПараВеб» крепятся к бетонным панелям с помощью замоноличенных в эти панели соединительных элементов «МакЛуп», а в грунте закрепляются с помощью специальных анкерных устройств.

Шероховатая поверхность материала геолент обеспечивает лучшее сцепление с грунтом обратной засыпки. Это долговечный материал, который гарантированно прослужит до 120 лет.

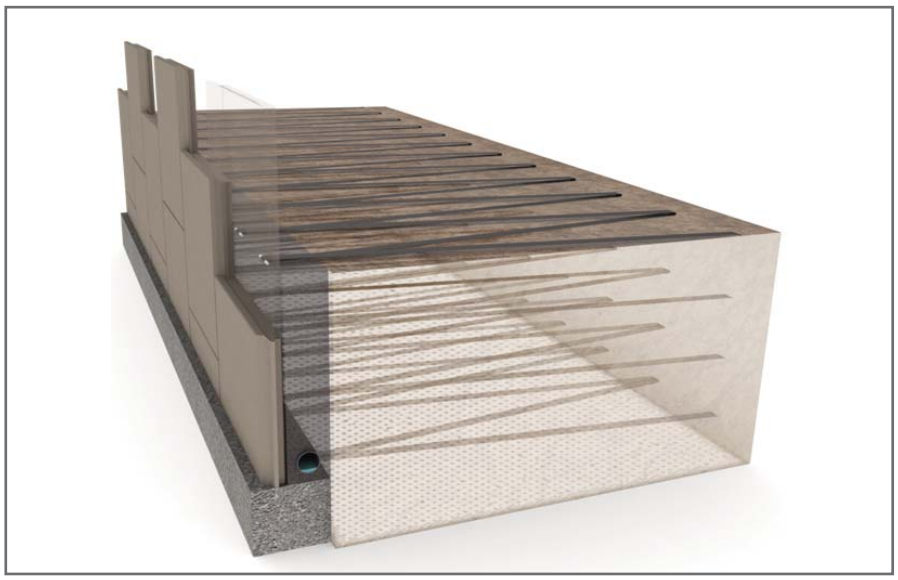


Рис. 1. Схематичное трехмерное изображение устройства подпорной стены на основе системы «МакРес»

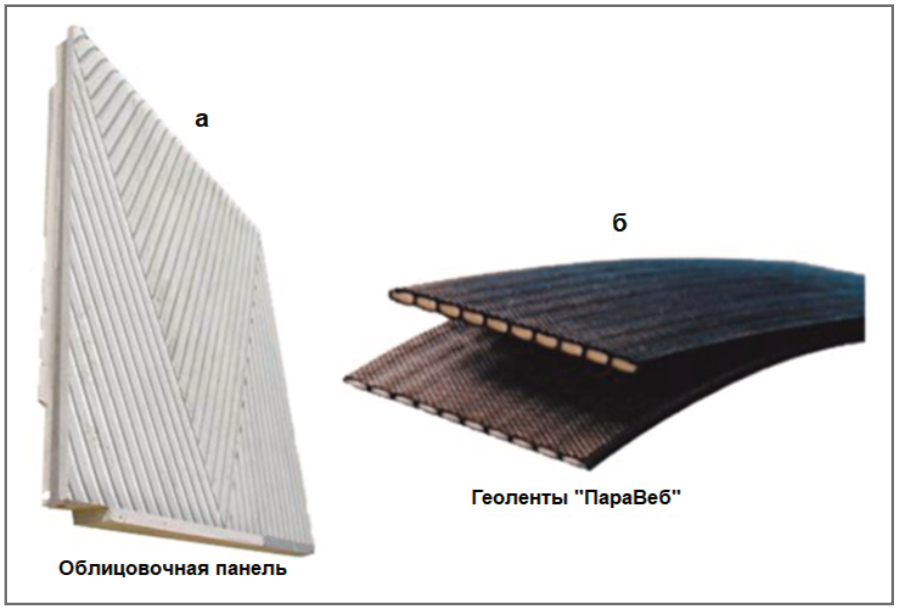


Рис. 2. Пример облицовочной панели (а) и геолент «ПараВеб» (б) системы «МакРес»

Рис. 3. Соединительные элементы «МакЛуп» (а) и аксессуары для монтажа (б) системы «МакРес»

Следует отметить, что геоленты «ПараВеб» бывают самых разных марок. Это позволяет осуществлять их выбор в целях оптимизации затрат с учетом особенностей того или иного проекта, условий строительства, специфики климата и грунта.

Соединительные элементы «МакЛуп» ▶

Соединительный элемент «МакЛуп», замоноличенный в бетонную панель (рис. 3, а), рассчитан на то, чтобы выдерживать следующие нагрузки: для неармированных панелей – не более 29 кН; для армированных панелей – не более 49 кН.

Аксессуары для монтажа ▶

В комплект «МакРес» входят все аксессуары (рис. 3, б), необходимые для обеспечения быстрого и правильного монтажа всех элементов этой системы.

ГРУНТ ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКИ ▶

Одно из важных преимуществ системы «МакРес» состоит в том, что к грунту обратной засыпки нет высоких требований, но все же ограничения есть. Он должен быть зернистым, свободно дренирующим (с высоким коэффициентом фильтрации) и иметь угол внутреннего трения не менее 30°. Важно также, чтобы в грунте не содержались обломки величиной более 50 мм, чтобы в нем было не более 10% частиц размером менее 0,1 мм, в том числе не более 2% глинистых частиц размером менее 0,005 мм. При этом при строительстве необходимо обеспечить, чтобы степень уплотнения грунта была не менее 0,95.

Для грунта обратной засыпки подойдут (с указанными выше ограничениями):

- пески средней крупности, соответствующие требованиям ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия»;
- песчано-гравийной смеси, гравелистые, щебенисто-галечниковые и дресвяно-гравийные грунты;
- в том числе грунты, полученные с помощью химических методов стабилизации.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ «МАКРЕС» ▶

Система «МакРес» разработана для возведения, реконструкции, укрепления и облицовки подпорных стен. Она идеально подходит для вертикальных конструкций и выдерживает большие нагрузки (рис. 4). Используется при строительстве:

- железных и автомобильных дорог;
- мостов и путепроводов;

- тоннелей;
- промышленно-гражданских объектов;
- технических сооружений;
- дробильных установок и т. д.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ «МАКРЕС» ▶

Использование комбинированной системы «МакРес» является чрезвычайно практичным, поскольку одновременно выполняет две ключевые функции – создание армогрунтовых подпорных стен и их эстетичную облицовку.

Перечислим основные преимущества этой системы:

1) экономия средств до 20% и более по сравнению с традиционными решениями (железобетоными, шпунтовыми и пр. подпорными конструкциями);

2) значительное сокращение затрат на доставку облицовочных панелей на объект строительства за счет возможности их изготовления в непосредственной близости к объекту;

3) сокращение сроков монтажа в 2–3 раза за счет «сухой» кладки (если монтаж будет производить бригада из 4–5 человек, то в день они смогут укрепить грунт обратной засыпки геолентами «ПараВеб» и покрыть переднюю стенку подпорного сооружения облицовочными панелями общей площадью от 45 до 70 м^2, а для протяженных объектов – до 100 м^2);

4) возможность возводить подпорные конструкции в условиях ограниченного пространства;

5) высокая несущая способность и сейсмоустойчивость сооружений на основе системы «МакРес» (испытания, проведенные в 2011 году в Выборге научно-проектной фирмой «Строй-Динамика», подтвердили сейсмостойкость такой армогрунтовой подпорной стенки при многократном динамическом нагружении, аналогичном воздействию землетрясения интенсивностью до 9 баллов по шкале MSK-64);

6) эстетичный внешний вид сооружений на основе «МакРес» (уже разработано как минимум шесть видов облицовочных панелей (рис. 5), из которых заказчик может выбрать наиболее подходящий);

7) долговечность конструкций на основе «МакРес», отсутствие эксплуатационных расходов;

8) специализированная компьютерная программа Macres позволяет выполить точный расчет армогрунтовой конструкции и в целом сооружения на основе системы «МакРес» на внутреннюю и общую устойчивость, построить поперечный и продольный разрезы сооружения с указанием расположения и видов облицовочных панелей.

Рис. 4. Примеры подпорных стен, созданных с использованием системы «МакРес» (источник фото: maccaferri.com/ru/продукты/макрес/)

Рис. 5. Виды облицовочных панелей, предлагаемых компанией «Маккаферри» для подпорных стен на основе системы «МакРес»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ▶

Применение современных материалов и технологий открывает все новые возможности и позволяет делать в строи-

тельной отрасли все больше. Компания «Маккаферри» готова поделиться своим опытом и поддержать своих клиентов на всех этапах строительства, предлагая сопровождение проекта от его разработки до монтажа системы «МакРес», а именно:

- техническую поддержку (консультации, подбор материалов, выполнение расчетов);
- разработку проектно-сметной документации;
- производство материалов и логистику;
- шеф-монтаж и пр.

Независимый электронный журнал
ГеоИнфо

С 2022 года журнал «ГеоИнфо» выходит в формате *PDF.
10 выпусков в год.

WWW.GEOINFO.RU

АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ»

ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Лаборатория оснащена отечественным и зарубежным оборудованием последнего поколения по всем направлениям деятельности лаборатории: испытания дисперсных, скальных, мерзлых грунтов и геокомпозитов.

На постоянной основе работают курсы повышения квалификации для экспертов в области геотехники.

Организован постоянный доступ супервайзеров и общедоступная онлайн трансляция работы лаборатории на портале Геоинфо и сайте лаборатории.

MDGT.RU

Мангушев и Мишустин на вручении премии

РАШИД МАНГУШЕВ: КОГДА НОРМЫ БЫЛИ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМИ, ПОДХОД БЫЛ БОЛЕЕ СЕРЬЕЗНЫМ

АННОТАЦИЯ

Первый выпуск книги «Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения» был опубликован в 2014 году, и за год он был полностью раскуплен. Высокий спрос мотивировал продавцов допечатать тираж, а авторов – подготовить в 2016 году второе издание.

В этом году появится третье издание, дополненное и переработанное с учетом новых строительных правил, технологий, законов.

Научный редактор справочника, лауреат премии правительства РФ в области науки и техники, член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук, заведующий кафедрой геотехники Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета Рашид Мангушев дал интервью журналу «ГеоИнфо», где рассказал о коллективной работе над новой книгой, а также поделился своим взглядом на то, насколько востребована геотехника в современной России и что такое инженерно-геотехнические изыскания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

справочник; геотехника; грунтовые основания; фундаменты; подземные сооружения; инженерно-геологические условия; строительные правила; инженерно-геотехнические изыскания; геотехническое обоснование; гетехнические расчеты; программное обеспечение.

RASHID MANGUSHEV: WHEN THE REGULATIONS WERE MANDATORY, THE APPROACH WAS MORE SERIOUS

ABSTRACT

The first issue of "Handbook of Geotechnics. Bases, Foundations and Underground Structures" was published in 2014, and within a year it was completely sold out. The high demand motivated the sellers to increase the circulation and motivated the authors to prepare a second edition in 2016.

This year there will be published the third edition that will be supplemented and revised taking into account the new building regulations, technologies, laws.

The scientific editor of this handbook is Rashid Mangushev, laureate of the Russian Government Prize in Science and Technology, corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences, head of the Geotechnics Department of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. He gave an interview to the "GeoInfo" journal and told about the collective work for the new book, and also shared his view on how much geotechnics is in demand in Russia today and what engineering-geotechnical surveys are.

KEYWORDS:

handbook; geotechnics; ground bases; foundations; underground structures; engineering-geological conditions; building regulations; engineering-geotechnical surveys; geotechnical justification; geotechnical calculations; software.

Ред.: *Рашид Абдуллович, чем обусловлен выпуск нового издания «Справочника геотехника...»?*

Р.М.: Первый раз этот справочник был выпущен в 2014 году. На наш взгляд, специалистам не хватало такой книги, ведь аналогичные издавались давно.

В отличие от сборников: «Сложные основания и фундаменты» 1969 года и «Справочника проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения» 1985 года, наша книга помимо вопросов проектирования содержала описание расчетов, технологий устройства и возведения новых типов свай, а также нормативно-технических документов.

За год весь тираж исчез из магазинов, потребовался дополнительный выпуск. Мы решили сделать второе издание, усовершенствованное – оно появилось в 2016 году. Увеличили объем, добавили новую главу о строительстве фундаментов в условиях динамических нагрузок. Если в первом справочнике было порядка 780 страниц, то во втором – уже 1140.

С 2016 года прошло семь лет. За это время изменились некоторые нормы, актуализировались существующие строительные правила, возникла необходимость сделать еще одну главу – о строительстве на просадочных грунтах.

Прежние материалы также были актуализированы. Я разослал всем авторам письма с предложением сделать дополнения и исправления. В итоге более чем в половине глав появились необходимые изменения.

В предисловии к третьему изданию размещена таблица, в которой приведено сравнение того, какие нормы были раньше и какие существуют сейчас, какие нормативные документы актуальны.

Ред.: *Вы сказали, что первый справочник был полностью раскуплен. А кто приобретает эту книгу, какая у нее аудитория?*

Р.М.: Широкая аудитория – начиная от студентов, хотя они предпочитают скачать пдф-файл и потом его распространять, а остальные покупают. Замечу, что это дорогая книга: второе издание, как только появилось в 2016 году, продавалось в Санкт-Петербурге за 4500 рублей.

Узкоспециализированная литература выпускается обычно небольшим тиражом (200–300 экземпляров), потом допечатывается, что сейчас не проблема. Количество экземпляров, как и вопрос цены, – исключительная компетенция торговых компаний.

Чаще всего сборник покупают строительные организации, особенно если у них нет штатных геотехников. Другие частые покупатели – специалисты, которые на данный момент решают геотехнические задачи и которым надо иметь под рукой справочное пособие, отвечающее на их основные вопросы, в том числе какой фундамент возводить на каком основании и так далее.

Ред.: *Я верно поняла, что справочник может компенсировать отсутствие штатного геотехника?*

Р.М.: Геотехника – очень узкая область. Многие инженеры хорошо ориентируются в бетонных, металлических конструкциях, строительной механике, а геотехнику знают не очень хорошо, даже побаиваются, ведь здесь надо много знать, видеть и учитывать.

В чистом виде геотехников у нас не так уж и много. Потребности скорее имеются не в штатных специалистах, а в геотехнических компетенциях, ведь фундамент – главная часть любого сооружения, и его все равно надо проектировать. Справочник в данном случае – хорошее подспорье.

Ред.: *А сколько вообще геотехников, есть ли такие цифры?*

Р.М.: Если взять, к примеру, нашу «Ассоциацию механики грунтов и оснований фундаментов», то в ней состоят и платят взносы 200 человек. Среди них есть и узкие, и комплексные специалисты (по наземной части, технологиям), которые на уровне институтских знаний ориентируются в механике грунтов и оснований фундаментов.

Помимо нашего университета в Санкт-Петербурге геотехников готовят в вузах Москвы, Казани. Если у нас есть кафедра геотехники, то в других учебных заведениях чаще всего имеется кафедра конструкций, которая включает в себя специалистов всех профилей.

Мы выпускам не просто геотехников, а геотехников с определенными спе-

циализациями, например такими как «уникальные здания и сооружения», «подземные сооружения». Все наши студенты находят работу еще до окончания вуза, потому что на них большой спрос.

Ред.: *Насколько велика кадровая потребность в таких специалистах?*

Р.М.: Все зависит от региона – от того, есть ли там просадочные грунты, склоновые процессы и так далее.

В Санкт-Петербурге инженерно-геологические условия являются сложными, поэтому специалисты требуются. А в центральной части страны таких проблем нет – проектирование ведется по обычным нормативам.

Ред.: *Вы сказали, что в новом издании актуализированы нормативные материалы. По вашему мнению, каких правовых документов по геотехнике хватает и не хватает?*

Р.М.: Мне кажется, что сейчас документов излишнее количество. Если в советское время строительные правила были обязательными, продуманными и нетолстыми – 12–15 страниц, то сейчас много того, что особо не проверяется, но принимается, а объемы большие – по 100 страниц.

Имеет место погоня за нормотворчеством. Количество, увы, бывает важнее качества, и потому в нормах порой встречается то, что научно не обосновано. Когда нормы были обязательными, то и подход был более серьезным.

Сейчас документы, не относящиеся к безопасности жизнедеятельности, являются рекомендательными, а не обязательными, потому и качество их оставляет желать лучшего.

Ред.: *Какие новые решения и методы расчетов нашли отражение в справочнике?*

Р.М.: Конечно же, новые современные ситуации подсказывают нам и новые решения. Например, раньше мы не строили подземные сооружения с большой глубиной заложения и использовали сваи до 25 метров.

Сейчас возводятся другие объекты. Высотное здание «Лахта-центр» в Санкт-Петербурге построено на сваях длиной 65 метров. Потребовались новые методы расчетов на такие большие нагрузки и для свай такого большого диаметра и такой большой длины.

Подземные пространства теперь также строят большего, чем раньше, объема – от 12 до 15 метров в глубину, и необходимо знать, как разрабатывать котлованы для них, какие есть новые конструкции и технологии.

Новые методы расчетов появляются вслед за потребностями, например так появился метод строительства глубоких котлованов «сверху вниз» («топ-даун», top-down), когда разработка грунта ведется с одновременным возведением надземной части здания.

Следующая задача, с которой постоянно сталкиваются специалисты, – как вести работы в районах уплотненной застройки таким образом, чтобы соседние здания не пострадали, не получили осадки больше предельно допустимых. В данном случае необходимо постоянно разрабатывать новые методы так называемых техногенных воздействий на фундаменты существующих зданий.

Сейчас мы используем новые численные методы – метод конечных элементов, современные программы, которые постоянно совершенствуются и позволяют комплексно решать все вопросы (с составами строительных материалов, грунтами, большими подземными объемами, нагрузками).

Ничто сейчас не остается неизменным. Старые методы расчетов постоянно совершенствуются, новые разрабатываются.

Ред.: *Существуют ли инженерно-геотехнические изыскания?*

Р.М.: Да, появился новый вид изысканий – инженерно-геотехнические. Отдельные инженерно-геотехнические работы необходимы, когда проектируется новое сооружение. Уже на самой ранней стадии важно позаботиться о сохранности окружающей застройки.

Специалист должен так продумать технологии и конструкции, дать такие предварительные расчеты, чтобы осадки существующих зданий не превысили предельно допустимые показатели. А чтобы так и было, надо использовать соответствующие геотехнические расчеты.

В геотехническую модель, которая, как правило, делается численными методами, надо закладывать не только конструкцию строящегося здания, но и характеристики грунтов и конструкций окружающих зданий.

Замечу, что данные не всегда есть, как, например, в Санкт-Петербурге, где имеются здания 17–18 веков. В таком случае обследуется не только наземная, но и подземная часть строений: в каком состоянии фундамент, каковы его конструктивные параметры, какой грунт и какие характеристики находятся под подошвой фундамента.

После того как все это собрано и заложено в геотехническую модель, делается прогнозный расчет. Если результат не подходит и осадка получается больше допустимой, мы предлагаем какие-то мероприятия по усилению фундаментов существующих зданий.

Вся эта работа (обследование, составление модели, проведение геотехнических расчетов) и относится к геотехническому обоснованию.

Мы делаем геотехническое обоснование не только для нового строительства, но и в целях сохранения окружающей застройки.

Ред.: *Какое вы используете программное обеспечение? Как отразился на вашей работе уход из России западных компаний? Пришлось ли столкнуться с трудностями, как и другим пользователям BIM-технологий, которые лишились доступа даже к платному облачному хранилищу?*

Р.М.: Проблема программного обеспечения существует, ведь мы используем известную общеевропейскую программу для геотехнических расчетов – PLAXIS. Организации, которые закупили лицензионную версию, продолжают с ней работать, но доступа к обновлениям они лишены. Существуют отечественные аналоги – «Лира» и другие, но наиболее продвинутая геотехническая программа – все-таки PLAXIS.

На мой взгляд, все происходящее надо воспринимать как сигналы и возможности самим усовершенствовать эту программу, чем сейчас и занимаются наши аспиранты. Таким образом, мы вносим свой вклад в импортозамещение.

Облачное хранилище как BIM нам не нужно, и потому проблем с доступом у нас нет и не было. У нас есть конкретная программа, в которую мы вводим характеристики грунтов, слагающих реальную площадку, информацию о конструкциях проектируемого здания и окружающей существующей застройки.

При этом BIM-технологии при проектировании оснований зданий почти не используются. Там вся информация изначально закладывается в машину, которая сама все делает. У нас же присутствие специалиста должно быть постоянным, этим проектирование фундаментов и подземной части зданий и отличается от проектирования и строительства наземных конструкций.

Беседовала Людмила Дьяченко
Interviewed by Lyudmila Dyachenko

EngGeo
инженерно-геологические изыскания
8 (499) 110-06-51

Программный комплекс EngGeo
Обработка и хранение результатов инженерно-геологических изысканий

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- полный комплекс лабораторных испытаний грунтов и вод;
- полевые испытания грунтов;
- статистическая обработка результатов испытаний;
- выходные ведомости и таблицы в форматах Word и Exel;
- использование сетевой или локальной базы данных объектов работ;
- построение колонок скважин и разрезов в графической среде AutoCAD *(AutoCAD LT является отдельной линейкой продуктов и не поддерживается),* nanoCAD или MicroStation;

По вопросам приобретения или обновления Вы можете написать на **sales@enggeo.net**

Обратиться в поддержку можно по адресу **support@enggeo.net**

Или обратиться по телефону **+7 (499) 110-06-51**

WWW.ENGGEO.RU

Источник фото: pixabay.com

ДРОНЫ МОГУТ УСКОРИТЬ РАБОТУ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ В 200 РАЗ: ПОЧЕМУ ОНИ МАССОВО НЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ, И ЧТО ДЛЯ ЭТОГО НЕОБХОДИМО

ДЬЯЧЕНКО ЛЮДМИЛА
Специальный корреспондент

АННОТАЦИЯ

Беспилотные летательные аппараты (дроны, коптеры) давно применяются в гражданских целях, но они никогда не оказывались в центре общественного внимания так, как в прошлом году. Федеральные СМИ разрекламировали возможности летающих машин в боевых условиях, и у многих граждан возник вопрос, а что еще они умеют.

Редакция журнала «ГеоИнфо» расспросила экспертов, как на фоне информационного ажиотажа изменилось отношение к беспилотникам в сфере инженерных изысканий, много ли желающих их использовать и для каких целей.

Опрошенные специалисты подтвердили, что популярность беспилотных авиационных систем (БАС) действительно выросла, но при этом пояснили, почему они пока эксплуатируются не так широко, как хотелось бы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

беспилотный летательный аппарат (БПЛА); беспилотная авиационная система (БАС); беспилотное воздушное судно (БВС); дрон; коптер; изыскания; исследования; обследование; мониторинг; съемка; геодезия; ограничения; конструкторские компетенции; серийный выпуск.

DRONES CAN SPEED UP THE WORK OF ENGINEERING SURVEYORS BY 200 TIMES. WHY ARE THEY NOT MAINSTREAMLY USED, AND WHAT IS NEEDED FOR THIS?

LYUDMILA D'YACHENKO
Special correspondent

ABSTRACT

Unmanned aerial vehicles (drones, copters) have long been used for civilian purposes, but they have never been in the center of public attention as much as in the last year. The federal media advertised the capabilities of such sort of flying machines in combat conditions, and many citizens had a question: what else can they do.

The editors of the GeoInfo journal asked some experts the next questions. How specialists in the field of engineering surveys have changed their attitude towards drones in the conditions of the informational agiotage. How many of them want to use copters and for what purposes.

The interviewed experts have confirmed that the popularity of unmanned aerial systems (UAS) has indeed grown, but at the same time they explained why drones have not been used as widely as we would like yet.

KEYWORDS:

unmanned aerial vehicle (UAV); unmanned aircraft system (UAS); unmanned aircraft (UA); drone; copter; surveys; investigation; exploration; monitoring; surveying; geodesy; restrictions; design competencies; serial production.

Предлагать надо тем, кому надо, а не всем

За последний год в интернете появилось много красивых сайтов с фотографиями беспилотников, описанием их возможностей и предложением услуг.

Предполагаемые заказчики, судя по всему, – любые проектные и строительные организации. Чьи-то надежды не оправдались. Владелец одного лендинга посетовал, что отклика нет, отказался от интервью и выразил желание общаться на другие темы, в отношении которых у него больше успешного опыта.

Инженер-геодезист ООО «ЗВ Групп» Андрей Новиков из Ростова-на-Дону уточнил, что услуги с дронами надо предлагать не тем, кто строит и проектирует, а тем, кто проводит исследования.

Заказчику, которому нужны готовые результаты изысканий, важно качество работы и не важно, как она сделана – с коптером или вручную, хотя отчет с описанием того, какие приборы были использованы, он получает в обязательном порядке.

«Я постоянно работаю с дроном, – рассказал Новиков. – Беспилотник ускоряет работу. Аппарат можно поднять в воздух на 120 метров, даже оставаясь в машине, и за несколько минут охватить территорию размером 10 гектаров. За последние годы клиенты заметили, что сроки выполнения работ стали короче, и хотят получать результаты все быстрее и быстрее. Например, если когда-то условный объем работ выполнялся за месяц, то теперь такой же – за неделю».

Другой пример привел заместитель генерального директора ООО «АГМ Системы» Владимир Брусило. Обычная полевая пешая группа за день выполняет съемку трех-четырех гектаров тайги. Самый дешевый беспилотник справится с площадью 500–800 гектаров за такое же время.

«Иногда процесс ускоряется в 200 раз, – подчеркнул Брусило. – Как-то к нам обратилась компания и приобрела сразу четыре коптера. Ни одного из 400 специалистов не сократила – наоборот, нарастила объем работы. С покупкой аппаратов люди никуда не деваются, они сидят в офисе и занимаются дешифрированием собранной информации».

«Если собственник или директор фирмы понимает, что дрон в разы увеличивает прибыль, решение о покупке принимается очень быстро, хотя в целом сейчас компании неохотно вкладываются в оборудование и долго думают», – отметил также этот эксперт.

Наигрались, пора и серьезным делом заняться

Минувший год многих убедил, что беспилотник – «не модная игрушка», как уверен директор административного департамента ЮРГПУ (НПИ) Роман Зайцев из Новочеркасска.

Беспилотные авиационные системы (БАС) стали восприниматься всерьез. На них обратили внимание представители консервативных военных и промышленных структур. Кое-кто был удивлен, что дроны могут применяться для решения различных задач.

«Как ни странно, широко используются не специально разработанные по требованиям военного заказчика беспилотники, а самые обычные комплексы бытового уровня – отечественные и зарубежные», – констатировал заместитель директора по стратегическим проектам ГК «Геоскан» Андрей Грудев.

«В целом мы имеем дело с быстро растущим многогранным рынком беспилотных воздушных судов, на котором появляются новые и новые участники. Технологии развиваются в сторону миниатюризации, повышения энергоэффективности и безопасности. К сожалению, законодательство в сфере беспилотной авиации пока выступает в роли догоняющего», – продолжил Вла-

димир Брусило. В каждой отрасли, по его мнению, есть инерционность, годами применяются какие-то хорошо зарекомендовавшие себя технологии и запрещено использовать то, чего нет в нынешних нормативных документах.

Хорошие примеры описаний того, как применять беспилотники, есть, но мало в каких организациях. В открытом доступе удалось найти инструкцию, которая была разработана в 2021 году Федеральным дорожным агентством (Росавтодором). Она называется: «Методические рекомендации по производству аэрофототопографических работ с использованием беспилотных летательных аппаратов при изысканиях в целях строительства и реконструкции автомобильных дорог».

Одним из первых объектов, где проводились экспериментальные съемки силами ООО «Автодор-Инжиниринг», был реконструируемый участок на трассе М-4 «Дон». Сейчас беспилотники используются на всем протяжении строящейся дороги М-12 «Москва – Казань» для инженерно-геодезических изысканий и строительного контроля.

«Джентльменский набор» разрешений на работу с дроном

Директор административного департамента ЮРГПУ (НПИ) Роман Зайцев разделил рынок услуг с применением дронов на два сегмента – индустриальный и массовый. К индустриальному относятся геодезия, обследование зданий и сооружений, мониторинг территорий и объектов, к массовому – бытовая съемка и развлечения.

Индустриальные услуги стабильно растут, но характер их роста является умеренным, что связано с высокой капиталоемкостью сегмента, кадровыми требованиями, ограничениями, вводимыми в отдельных регионах, высокой волатильностью массового рынка.

«В целом наблюдается рост интереса как со стороны заказчиков, так и со стороны поставщиков услуг. Это разгоняет рынок и способствует широкому проникновению новых технологий в традиционные отрасли, например в геодезию и строительство», – считает Р. Зайцев.

Аналогичными наблюдениями поделился и Владимир Брусило: «Рынок гражданских БВС [беспилотных воздушных судов] стабильно рос последние пять лет. Более 90% объема приходится на работы по дистанционному зондированию земли, в том числе для целей инженерно-геодезических изысканий».

Появилась недобросовестная конкуренция, простимулированная всеобщим интересом к БАС. Таких участников рынка можно вычислить.

Например, если некая малоизвестная компания сообщила о начале разработки коптера и планах по его серийному производству «уже в этом году», это значит, что покупателям будет предлагаться нечто, «собранное из конструктора с AliExpress».

В действительности, чтобы организовать серийный выпуск даже небольших дронов, требуется не менее года-двух. Быстрее не получится. Трудности неизбежны: финансовые, организационные, логистические (при закупке импортных комплектующих), как сказал Андрей Грудев.

А вот каковы отличительные признаки законопослушного исполнителя услуг по аэросъемке и дистанционному зондированию земли. Он имеет лицензию ФСБ на работы, связанные с использованием сведений, составляющих государственную тайну. Его беспилотник поставлен на учет в Росавиации. В зависимости от проекта имеется либо допуск СРО на выполнение инженерных изысканий и кадастровых работ, либо лицензия на геодезические или маркшейдерские работы. Получено разрешение Министерства обороны на выполнение аэросъемки, а также разрешение на использование воздушного пространства от главного, зонального или районного центра ЕС ОРВД.

«Наличие у потенциального подрядчика этого “джентльменского набора” допусков серьезно сокращает риски заказчика», – отметил Владимир Брусило.

Делиться или не делиться знаниями и прибылью?

Сейчас в России нет единого набора знаний по беспилотникам, и компании не спешат раскрывать свои тайны, потому что это связано с конкурентными преимуществами и соответствующим зарабатыванием денег.

Данная особенность отечественного рынка сосуществует с противоположным трендом – необходимостью распространять знания, иначе покупатель не будет знать, что делать с дронами, которые ему настойчиво предлагает продавец.

Группа компаний «АГМ Системы» с 2012 года применяет беспилотные воздушные суда для целей аэросъемки в сфере инженерных изысканий в строительстве и с 2017 года производит приборы воздушного лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки для беспилотников. За эти годы было сформировано новое направление рынка, а в бесплатных семинарах этой группы компаний приняли участие более 4000 человек из России и ближнего зарубежья.

В таком же количестве проводит образовательные мероприятия (конференции, семинары, вебинары) и ГК «Геоскан».

Регулярное взаимодействие производителей аппаратов и пользователей – тоже образовательный процесс, ведь компании обмениваются знаниями. Любой желающий может привезти свой коптер на испытания в «АГМ Системы» и посмотреть, как он работает с тем или иным прикрепленным оборудованием.

«Дрон – всего лишь носитель программы или прибора, который решает какую-то задачу – будь то видеомониторинг, фотография, кадастр, геодезия, лесоустройство, градостроительные вопросы, мониторинг экологических процессов», – прокомментировал Владимир Брусило.

Понимание среди клиентов того, что умеют дроны, – залог стабильного спроса на соответствующие услуги. До прошлой весны общий объем заказов ежегодно прирастал на 15–20%. Сейчас таких показателей не может быть, потому что в 25 регионах России небо закрыто для гражданских полетов.

Группа компаний «Геоскан» за 10 лет работы обросла постоянными заказчиками, для которых применение БАС давно стало обычным делом.

Запросы поступают на мониторинг объектов линейной инфраструктуры (трубопроводов, ЛЭП, автодорог и др.), карьеров, крупных строительных объектов, лесов и полей, на выполнение геодезических, картографических, проектных, геологоразведочных работ. Выполнялась съемка регионов России, тайги, исследовались ледники Антарктиды.

Все более популярной становится аренда оборудования, и выбор есть. ГК «Геоскан», разработчик и производитель целой линейки БАС различного гражданского назначения, имеет большой беспилотный воздушный флот – более 5000 аппаратов.

Чтобы хорошо летать, надо учиться

Вслед за информационным ажиотажем вокруг дронов в СМИ вырос спрос на соответствующие образовательные услуги. В Ростове-на-Дону на курсах операторов беспилотников осенью прошлого года был аншлаг, тем более что обучение организовывалось бесплатное.

Коммерческие курсы быстро отреагировали и зазывают учиться онлайн на оператора и программиста беспилотных аппаратов. Государственные учебные заведения пересмотрели свои программы с учетом нового запроса.

Южно-Российский политехнический госуниверситет (Новочеркасский политехнический институт) развивает комплекс образовательных услуг, связанных с эксплуатацией и пилотированием дронов. Тут можно получить дополнительное профессиональное образование, попрактиковаться на разработанных в университете тренажерах. В этом вузе реализуется программа концентрации конструкторских компетенций по созданию БАС.

«Многие энтузиасты сейчас предлагают свои варианты гражданских беспилотников. Мы внимательно изучаем доступную информацию о предлагаемых решениях, формируем и систематизируем банк конструкторских решений, элементов и систем. Изучаем потенциал импортозамещения компонентов», – отметил Роман Зайцев.

Развитие массового производства и применения дронов в России тормозится зависимостью от импортных комплектующих, сложны условия сертификации техники. Законодатели хотят уменьшить административные барьеры в сфере производства и эксплуатации БАС.

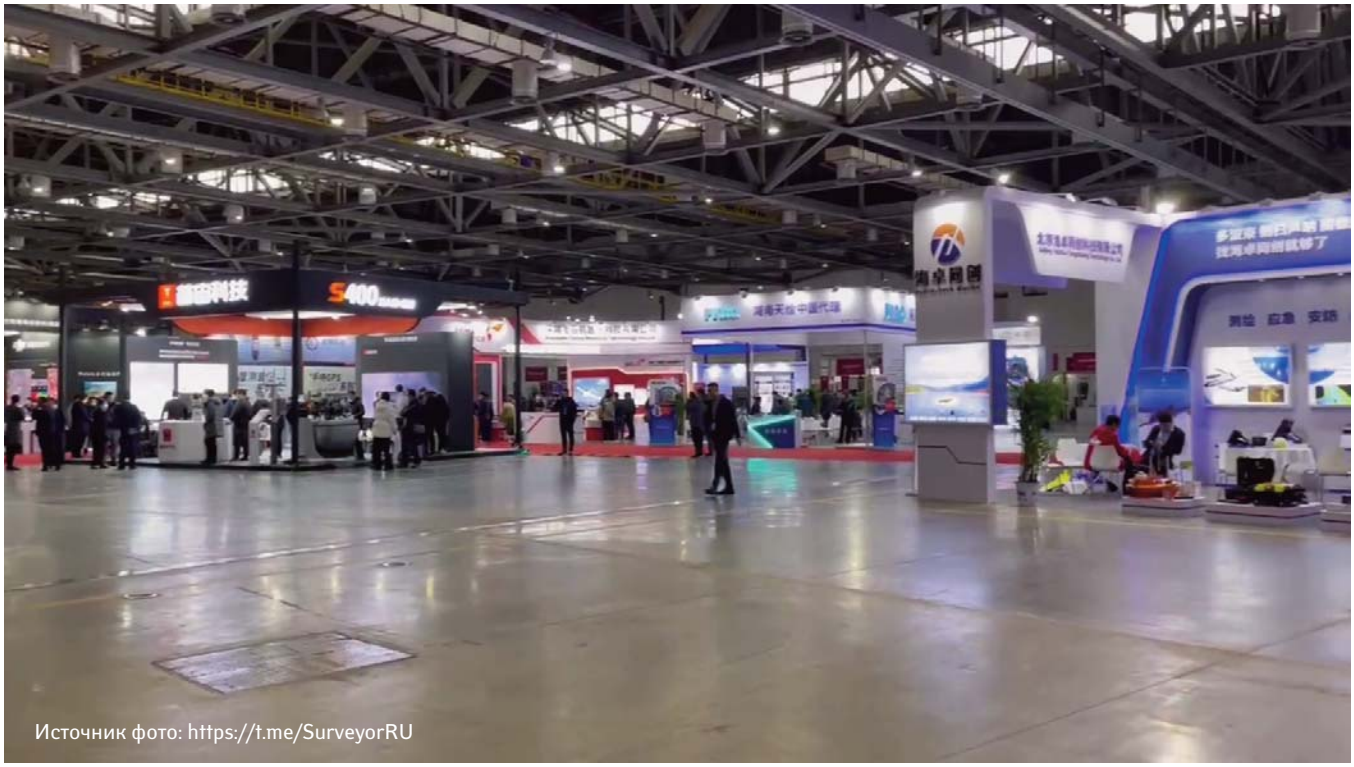
Создана правительственная комиссия по вопросам развития беспилотных авиационных систем. В ее компетенцию входят правовые вопросы по специальному регулированию коммерческой деятельности малой авиации, в том числе беспилотной.

Есть предложения, например, дать российским производителям максимальные льготы, привлекать инвестиции в научные разработки и серийное производство беспилотных воздушных судов и компонентов.

Заместитель председателя Госдумы РФ Владислав Даванков сказал «Парламентской газете», что малый и средний бизнес надо активнее подключать к выполнению государственных задач. Предприниматели быстрее внедряют новые технологии, хорошо разбираются в рыночных трендах. Конкуренция будет нарастать и ускорит развитие отрасли, в том числе масштаб применения беспилотников.

Кстати, большая конференция по применению БАС состоится в Москве 20 апреля в рамках выставки журнала «ГеоИнфо». Модератором выступит Владимир Брусило.

Источник фото: https://loon.site


Источник фото: https://t.me/SurveyorRU

ВЫСТАВКА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В НАНКИНЕ (КИТАЙ): **ВПЕЧАТЛЕНИЯ ПОЛЕВЫХ ГЕОДЕЗИСТОВ**

ШУМИХИН ИГОРЬ ВЛАДИМИРОВИЧ
Ведущий инженер-геодезист ГК «Стройтрансгаз» (ГК «СТГ») и ООО «Дорожно-мостовое управление» (ООО «ДМУ»)

АННОТАЦИЯ

Перед проектно-изыскательскими и строительными компаниями всегда стоит вопрос правильного выбора геодезического оборудования – чтобы оно по максимуму обеспечивало объем и качество работ при минимальных затратах и достаточно быстро окупалось, начиная приносить доход. Сегодня на рынке геодезического оборудования побеждают цифровые технологии. На переднем фронте этого рынка – электронные тахеометры и геодезические GNSS-приемники, работа которых выполняется в режиме реального времени RTK на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС, GNSS). Современные геодезические приборы производятся более чем в 50 компаниях мира. Лидерами среди них считаются: Trimble (США), Leica (Швейцария), ProMark (Германия), Geotonics (Швеция), Sersel (Франция), Topcon (Япония), Sokkia (Япония) и др. Но им уже «наступают на пятки» китайские производители (прежде всего компания South, но и многие другие). Недавно в городе Нанкин проходила Ежегодная китайская выставка геодезических и картографических информационных технологий и оборудования, на которой главным образом были представлены модели, разработанные и произведенные в компаниях Китая. В связи с этим представляем краткий обзор впечатлений полевых геодезистов, посетивших эту выставку.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

геодезическое оборудование; электронные тахеометры; геодезические GNSS-приемники; китайские производители; выставка.

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Шумихин И.В. Выставка геодезического оборудования в Нанкине (Китай): впечатления полевых геодезистов // Геоинфо. 2023. № 2. С. ...–.... doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-...-....

EXHIBITION OF GEODETIC EQUIPMENT IN NANJING (CHINA): **IMPRESSIONS OF FIELD GEODESISTS**

IGOR' V. SHUMIHIN
Leading engineer-geodesist, Group of Companies "Stroytransgaz"
(GK "STG") and Limited Liability Company "Dorozhno-mostovoye upravleniye"
(LLC "DMU")

ABSTRACT

Design-survey and construction companies are always faced with the question of the right choice of geodetic equipment, so that it will ensure the maximal volume and quality of work at minimal cost and will pay off quickly enough, starting to generate income. Today, digital technologies are winning in the market of geodetic equipment. At the forefront of this market are total stations and geodetic GNSS receivers, which work in the mode of Real Time Kinematic (RTK) on the basis of the use of global navigation satellite systems (GNSS). Modern geodetic instruments are produced by more than 50 companies in the world. The leaders among them are: Trimble (USA), Leica (Switzerland), ProMark (Germany), Geotonics (Sweden), Sersel (France), Topcon (Japan), Sokkia (Japan), etc. But Chinese manufacturers (primarily the South company, but many others, too) are already "on the heels" of them. Recently, the China Annual Exhibition of Geodetic and Mapping Information Technology and Equipment was held in Nanjing, where models developed and manufactured by Chinese companies were mainly presented. In this regard, we present a brief overview of the impressions of field geodesists who visited this exhibition.

KEYWORDS:

geodetic equipment; total stations; geodetic GNSS receivers; Chinese manufacturers; exhibition.

FOR CITATION:

Shumihin I.V. Vystavka geodezicheskogo oborudovaniya v Nankine (Kitay): vpechatleniya polevyh geodezistov [Exhibition of geodetic equipment in Nanjing (China): impressions of field geodesists]. GeoInfo. 2023. 2: ...–.... doi:10.58339/2949-0677-2023-5-1-...-... (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ ►

Лет 20–25 назад китайские проектно-изыскательские и строительные организации приобретали для геодезических измерений оборудование из других стран, например очень дорогие на то время электронные тахеометры производства японской корпорации Topcon. Теперь эти тахеометры значительно подешевели – и их в состоянии купить даже небогатые компании. Современные электронные тахеометры швейцарской компании Leica Geosystems или американской компании Trimble до сих пор стоят очень дорого, но отличаются высоким качеством и удобством в работе, поэтому многие более богатые китайские компании до сих пор их приобретают и используют для геодезических измерений. То же можно было бы сказать и о другом геодезическом оборудовании из США, европейских стран и Японии.

И все же, глядя на изобилие, которое было недавно представлено на Ежегодной китайской выставке геодезических и картографических информационных технологий и оборудования, проходившей на этот раз в городе Нанкин, геодезисты, представлявшие различные проектно-изыскательские и строительные организации, задавались вопросом выбора между оборудованием из указанных стран и приборами китайских производителей. Китайские электронные тахеометры и GNSS-приемники RTK сделали огромный шаг вперед: они стали меньше, легче, надежнее и при этом остались достаточно простыми в эксплуатации. Более того, из-за появления на мировом рынке китайских брендов в рассматриваемой отрасли зарубежные бренды намного подешевели.

О НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЯХ ТАХЕОМЕТРОВ, ЗАИНТЕРЕСОВАВШИХ ГЕОДЕЗИСТОВ НА ВЫСТАВКЕ ►

Тахеометр South NTS 591R10 (Китай) ►

Основные параметры и особенности:

- точность угловых измерений: 1»;
- точность измерения расстояний: 1 мм + 1 ppm;
- дальность автоматического распознавания цели: 1200 м;
- дальность измерения расстояний без призмы: до 1000 м;
- скорость вращения: 50 град./с (как и у Leica TS16);
- установлена программа измерений/регулировки;
- поддержка САПР;
- операционная система: Android;
- имеется такая опция, как система измерений параметров тоннеля;
- стандартные для всех приборов настройки.

Основные преимущества:

- разумный дизайн прибора;
- отличный дизайн меню, что очень важно для быстрого поиска нужной функции;
- легкость обучения работе на этом приборе;
- намного больше функций по сравнению, например, с тахеометром Zhongwei ZOOM75 , также представленным на этой выставке.

Тахеометр South NTS 591R10 (Китай)

Тахеометр Zhongwei ZOOM75 (Китай)

Тахеометр Haida ATS-800 (Китай)

Тахеометр Suguang RTS-005D (Китай)

Основной минус:

- при случайном прикосновении к сенсорному экрану прибор может начать выдавать ошибки, поэтому, например при сильном дожде, было бы разумнее пользоваться обычными кнопками, а не сенсорным экраном (представители фирмы South приняли эту претензию и пообещали создать группу экспертов по техническим связям с общественностью, учесть сообщения об ошибках, сделать выводы и доработать прибор и его программное обеспечение).

Тахеометр Zhongwei ZOOM75 (Китай) ▶

Основные параметры:

- точность угловых измерений: 1»;
- точность измерения расстояний: 1 мм + 1,5 ppm;
- дальность автоматического распознавания цели: 1000 м;
- дальность измерения расстояний без призмы: до 1000 м;
- скорость вращения: 50 град./с (как и у швейцарского прибора Leica TS16, а основные параметры – как у Leica TS15, то есть немного ниже, чем у Leica TS16).

Основные преимущества:

- удобный импорт данных;
- удобное физическое распределение кнопок (в основном – как у Leica TS15).

Основной минус:

- используемая операционная система на основе Windows неудобна, медленна, еще не доработана (программное обеспечение у Leica TS16 и Leica TS15 является более разумным).

Тахеометр Haida ATS-800 (Китай) ▶

Основные параметры:

- точность угловых измерений: 0,5»;
- точность измерения расстояний: 1 мм + 1 ppm;
- дальность автоматического распознавания цели: 600 м.

Основные преимущества:

- простая и понятная система работы с прибором;
- адекватная цена, соответствующая спросу (если нужен недорогой обычный роботизированный тахеометр с автоматическим распознаванием цели и автоматическим самонаведением без лишних «наворотов», то следует обратить внимание на эту модель).

Основные минусы:
- нет возможности загрузить для работы больше программ;
- меню и проч. на экране прибора – в черно-белом варианте.

Тахеометр Suguang RTS-005D (Китай) ▶

Основные параметры и преимущества:
- точность угловых измерений: 0,5»;
- вращение быстрое, тихое и плавное, по скорости – второе после роботизированных тахеометров Leica серий TS30, TS50, TS60 и лучшее среди китайских роботизированных тахеометров на этой выставке;
- очевидные преимущества в том, что касается контрольных измерений и контроля деформаций.

Основные недостатки:
- система работы с прибором не очень разумна;
- сложность и большие затраты на обучение работе с этим прибором;
- при ежедневной работе настройка функциональных клавиш очень нерациональна и сложна при запуске, поэтому эта модель нуждается в доработке (с этим согласились представлявшие ее специалисты, добавив, что намерение сделать прибор лучше для удовлетворения пожеланий пользователей у производителя действительно имеется).

Тахеометр Sokkia IX-1201 (Япония) ▶

Основные параметры:
- точность угловых измерений: 1»;
- точность измерения расстояний с призмой: 1 мм + 2 ppm;
- дальность автоматического распознавания цели: 1000 м;
- дальность измерения расстояний без отражателя: до 800 м.

Основные преимущества:
- стабильная операционная система;
- удобная настройка меню;
- несложный запуск измерений;
- возможность загрузки различного программного обеспечения для измерений;
- удобная передача данных (экспорт и импопрт);
- надежность и производительность;
- точность юстировки оптической базы – лучше, чем у тахеометров Leica;
- скорость вращения – почти на том же уровне, что у Leica TS60;
- узнаваемость этого бренда уступает только брендам Leica и Topcon (Sokkia IX-1201 является продуктом доработки предыдущей модели Sokkia IX-1001, которую использовали многие геодезисты с 2019 года и которая до сих пор не потеряла свою актуальность).

Основные недостатки:
- логика настройки автоматического распознавания цели не так хороша, как у тахеометров Leica;
- высокая стоимость;

НЕМНОГО О БПЛА ▶

Что касается беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), или дронов, применяемых в геодезии и картографии для установки аппаратуры, то производящая их китайская компания DJI (SZ DJI Technology Co., Ltd.) уже лидирует в мире. Так, самым компактным и точным в мире дроном для создания карт, работающим на небольших высотах, в последние 4 года был квадрокоптер DJI Phantom 4 RTK. А недавно появился еще более совершенный дрон той же компании – Mavic 3 Enterprise (Mavic 3E, M3E), который был представлен на выставке. Эти высокотехнологичные продукты пользуются большим успехом, и другим брендам их будет очень трудно превзойти, по крайней мере по легкости и дальности полета БПЛА.

НЕМНОГО ОБ RTK ▶

Что касается геодезических GNSS-приемников, работа которых выполняется в режиме реального времени (RTK) на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС, GNSS), то на выставке прежде всего бросился в глаза очень маленький (размером с кулак) геодезический GNSS-приемник от китайской компании Alpha, которая является профессиональным производителем полного спектра геодезических инструментов. Заряда данного приемника в режиме ожидания хватит на 16 часов, у него есть профессиональная антенна. Многие посетители выставки интересовались маркой этого прибора. Но рекламной информации о нем было недостаточно. Видимо, у производителя не хватило технического персонала для участия во внедрении данного продукта. Очевидно, такие хорошие и перспективные продукты должны «раскручиваться» и внедряться с участием государства.

НЕМНОГО О РЫНОЧНОЙ КОНКУРЕНЦИИ ▶

Между такими быстро развивающимися приборами, как электронные тахеометры и GNSS-приемники, от разных производителей конкуренция на рынке будет всегда.

Из представленных на выставке роботизированных тахеометров были целые группы, попадавшие в одинаковые ценовые диапазоны, поэтому они, естественно, будут конкурировать между собой. Для геодезистов это хорошо, так как у них будет больше выбора. К тому же цена на приборы в условиях конкуренции будет снижаться.

Успех продаж будет зависеть от рекомендаций, которые дают дилеры, от их понимания особенностей реализуемых моделей, профессионализма по продажам и закупкам. В настоящее время, во всяком случае в Китае, основной проблемой является нехватка профессиональных региональных агентов и межрегиональных дилеров, в результате чего геодезисты, заинтересованные в новых приборах, не всегда получают о них нужную информацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ▶

Выставка геодезических информационных технологий и оборудования, недавно проходившая в Нанкине, изменила предубеждение некоторых посетивших ее полевых геодезистов против китайских приборов, оставив у них следующее общее впечатление. Китайские инструменты стали гораздо лучше. И, без сомнения, производители будут продолжать работу по их совершенствованию, в результате чего очень скоро, возможно через пару лет, геодезическое оборудование от китайских компаний станет наиболее популярным в мире.

С точки зрения точности и стабильности работы роботизированные тахеометры китайских брендов Nanfang, Zhonghaida и Suguang в течение пары лет скорее всего очень сильно потеснят на рынке (если не вытеснят) такие бренды, как Leica (Швейцария) и Sokkia (Япония). Уже сегодня, если нужен обычный дешевый тахеометр для мониторинга, можно купить Alpha T, а если есть возможность приобрести более совершенное и, соответственно, более дорогое оборудование, то можно могу купить китайские Nanfang, Suguang или Zhonghaida. Некоторые их недостатки можно преодолеть с помощью профессионализма и опыта пользователя.

Интересно, что при поддержке китайского правительства уже разрабатываются геодезические приборы для съемки поверхности Луны с целью ее последующего освоения. На рассматриваемой выставке даже был небольшой стенд, посвященный космической геодезии, но пока речь там шла только о прототипах будущих приборов.

Основное пожелание посетивших выставку полевых геодезистов в адрес производителей касалось усовершенствования дизайна приборов и их операционных систем, чтобы пользователи не тратили слишком много времени, сил и денег на обучение работе с ними.

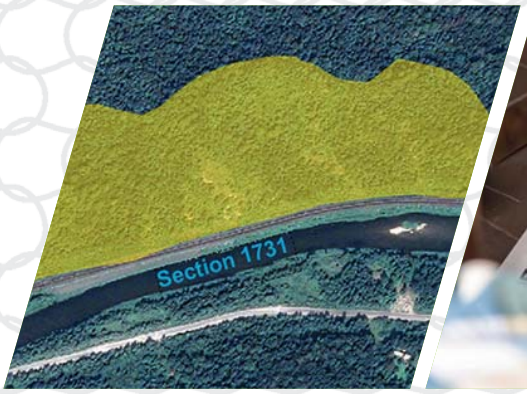
Источник фото: https://ru.freepik.com

Источник фото: https://ru.freepik.com

Mountain
Risk
Consultancy

ЗАЩИТА ОТ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И СНИЖЕНИЕ РИСКОВ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФ

- РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ
- КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ
- ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
- РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И МОНИТОРИНГ



Skype: Mountain Risk Consultancy
E-Mail: office@mountain-risk.ru
https://www.mountain-risk.ru

TRUMER
Schutzbauten

www.trumer.cc

Россия:
ООО «РТ Трумер»
119002, г. Москва, переулок Сивцев Вражек,
дом 29/16

Тел.: +7 915 022 75 17
E-Mail: info@trumer.su

ЗАЩИТА ОТ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

TRUMER Schutzbauten — ваш компетентный и опытный партнер в области обеспечения эффективной защиты от природных опасностей:

- камнепадов,
- оползней,
- селей,
- обвалов,
- лавин,
- береговой эрозии.

Следуя девизу

«БЕЗОПАСНОСТЬ, ОБЕСПЕЧЕННАЯ ПРОФЕССИОНАЛАМИ, — БЕЗОПАСНОСТЬ БЕЗ КОМПРОМИССОВ»,

компания ТРУМЕР разрабатывает и реализует надежные, эффективные и экономичные решения.