

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

МАРКШЕЙДЕРИЯ И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

№ 2, март-апрель 2024 г.

www.n-gn.ru

«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»

90 ЛЕТ

КАФЕДРЕ «МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА И ГЕОДЕЗИИ»

КазНТУ имени К.И. Сатпаева



СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Уважаемые преподаватели, сотрудники, студенты и выпускники!



Примите сердечные поздравления по случаю 90-летнего юбилея со дня основания Казахского национального исследовательского технического университета имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) и в том числе кафедры маркшейдерского дела и геодезии!

Основанный в далеком 1934 году К. И. Сатпаевым, вуз по праву считается первым в Казахстане высшим техническим заведением и носит гордое имя — Казахский горно-металлургический институт. Это было время активного освоения первых месторождений полезных ископаемых, развития металлургической промышленности.

Страна остро нуждалась в высококвалифицированных специалистах-геологах, горных инженерах и маркшейдерах.

Он не прекращал работать даже в тяжелые военные годы, выпуская квалифицированных специалистов, востребованных в самых разных отраслях промышленности.

С тех пор вузом пройден долгий путь становления и развития. Главное достижение вуза — выпускники, многие из которых являются высококвалифицированными специалистами, учеными, общественными деятелями, талантливыми педагогами и успешно работают не только в Республике Казахстан, но и за ее пределами.

Знаменитый вуз не раз менял название (КазГМИ, КазПТИ, КазНТУ, КазНИТУ имени К. И. Сатпаева), но всегда оставался верен лучшим традициям технической науки и высшего профессионального образования. Сегодня Satbayev University, как и прежде, остается символом высококачественного образования.

Благодарю редакцию журнала «Маркшейдерия и недропользование» за предоставленную возможность опубликовать ряд научных статей наших ученых и выпускников. В работах педагоги и молодые ученые кафедры представят результаты своих исследований в области маркшейдерии и геодезии, поделятся опытом в сфере прикладных исследований.

От всей души поздравляю педагогов с юбилеем университета и кафедры. Желаю счастья, здоровья, бодрости духа, вдохновения и успехов в педагогической и научной деятельности. Выражаю искреннюю благодарность ветеранам вуза, посвятившим многие годы его развитию и процветанию.

С уважением,
директор горно-металлургического института
Satbayev University,
профессор

К. Б. Рысбеков



№2(130)

март-апрель 2024 г.



Учредитель журнала
Общество с ограниченной
ответственностью
«Издательский дом
«Недропользование и горные науки»

Редакционный совет

Г. И. Айнбиндер – ООО «АГЭЦ», Москва
И. И. Айнбиндер – ИПКОН РАН, Москва
А. А. Барях – ПФИЦ УрО РАН, Пермь
В. М. Вернигор – АО «Технологии контроля безопасности», Москва
В. И. Голик – ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)», Владикавказ
В. А. Гордеев – ООО «Союз маркшейдеров России», Москва
В. В. Грицков – ООО «Союз маркшейдеров России», Москва
В. А. Дрибан – РАНИМИ, Донецк
А. А. Добрынин – ИПКОН РАН, Москва
В. Н. Захаров – ИПКОН РАН, Москва
В. А. Игнаткина – НИТУ «МИСиС», Москва
Г. В. Калабин – ИПКОН РАН, Москва
Д. Р. Каплунов – ИПКОН РАН, Москва
Н. М. Качурин – ТулГУ, Тула
Р. В. Ключев – СКГМИ (ГТУ), Владикавказ
С. Б. Кулибаба – ИПКОН РАН, Москва
В. В. Куликов – МГРИ, Москва
Л. Ш. Махмудова – ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллион-шикова», Грозный
Н. В. Милетенко – Минприроды РФ, Москва
М. Б. Носырев – Екатеринбург
В. Н. Одинцев – ИПКОН РАН, Москва
В. Д. Пропп – ФГБОУ ВО «УГТУ», Екатеринбург
И. А. Пыталев – МГТУ им. Г.И. Носова, Магнитогорск
Х. Э. Таймасханов – ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллион-шикова», Грозный
К. Н. Трубецкой – ИПКОН РАН, Москва
М. А. Тюленев – КузГТУ, Кемерово
А. А. Хорешок – КузГТУ, Кемерово
В. А. Чантурия – ИПКОН РАН, Москва

Издатель:

ООО «Издательский дом «Недропользование и горные науки»
Адрес редакции и издателя:
117647, ул. Академика Капицы, д. 26, 1.
Тел.: +7(915) 111 0386
E-mail: office@n-gn.ru, articles@n-gn.ru
http://www.n-gn.ru

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-83630 от 26.07.2022 г.

По решению ВАК журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых могут быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук по разработке месторождений полезных ископаемых и по наукам о Земле

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ и в Российский индекс научного цитирования.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory»

© Маркшейдерия и недропользование

**В ЭТОМ НОМЕРЕ:**

90 ЛЕТ КАФЕДРЕ «МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА И ГЕОДЕЗИИ» КазНИТУ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Журнал издается с 2001 года

Редакция:

Главный редактор
Ю. В. Дмитрак
Заместитель главного редактора
В. Н. Хетагуров
Ведущий редактор
Н. А. Федотенко
Ученый секретарь
Н. А. Милетенко
Верстка и дизайн
Н. Р. Алкснитис
Помощник главного редактора
Б. Н. Пашичев

Подписной индекс издания
в каталоге «Урал-Пресс»,
в объединенном каталоге **АРЗИ**
«Пресса России» – **88016**

В течение года можно произвести
подписку на журнал непосредственно в редакции

За точность приведенных сведений
и содержание данных, не подлежащих открытой публикации,
несут ответственность авторы

При перепечатке ссылка на журнал
«Маркшейдерия и недропользование» обязательна

Журнал отпечатан в типографии
«CLUB PRINT»
тел.: +7(495) 669 5009

ISSN 2079-3332



24 00 2





№2(130)

march-april 2024



Founder of the magazine
Publishing House
Minerals Management
and Mining Sciences,
Limited liability company

Editorial Council

G. I. Ainbinder – LLC «AGETS», Moscow
I. I. Ainbinder – ICEMR RAS, Moscow
A. A. Baryakh – PFRC UB RAS, Perm
V. M. Vernigor – JSC «Security Control Technologies», Moscow
V. I. Golik – NCIMM (STU), Vladikavkaz
V. A. Gordeev – LLC «Union of Surveyors of Russia», Moscow
V. V. Gritskov – LLC «Union of Surveyors of Russia», Moscow
V. A. Driban – RANIMI, Doneck
A. A. Dobrynin – ICEMR RAS, Moscow
V. N. Zakharov – ICEMR RAS, Moscow
V. A. Ignatkina – NUST MISIS, Moscow
G. V. Kalabin – ICEMR RAS, Moscow
D. R. Kaplunov – ICEMR RAS, Moscow
N. M. Kachurin – TulSU, Tula
R. V. Klyuev – SKGMI (GTU), Vladikavkaz
S. B. Kulibaba – IPKON RAN, Moskva
V. V. Kulikov – MGRI, Moscow
L. Sh. Makhmudova – FGBOU VO «GGNTU named after M.D. Milionshchikov», Grozny
N. V. Miletchenko – Ministry of Natural Resources RF, Moscow
M. B. Nosyrev – Ekaterinburg
V. N. Odintsev – IPKON RAS, Moscow
V. D. Propp – URSMU, Ekaterinburg
I. A. Pytalev – FSBEIHE NMST, Magnitogorsk
Kh. E. Taymaskhanov – FGBOU VO «GGNTU named after M.D. Milionshchikov», Grozny
K. N. Trubetskoy – ICEMR RAS, Moscow
M. A. Tyulenev – KuzSTU, Kemerovo
A. A. Horeshok – KuzSTU, Kemerovo
V. A. Chanturia – ICEMR RAS, Moscow

Publisher:

Publishing House Minerals Management and Mining Sciences, LLC
Address of the editorial office and publisher:
117647, Akademika Kapitsa st., 26, 1.
Phone: +7(915) 111 0386
E-mail: office@n-gn.ru, articles@n-gn.ru
http://www.n-gn.ru

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Mass communications, communication and protection of cultural heritage
Registration certificate PI No. FS 77-83630 dated July 26, 2022

By decision of the Higher Attestation Commission, the journal is included in the List of leading peer-reviewed scientific journals and publications in which the main scientific results can be published dissertations for the degree of candidate and doctor of science in the development mineral deposits and geosciences

*The journal is included in the Abstract Journal and Databases of VINITI and in the Russian science citation index
Information about the journal is published annually in the international reference system in the periodicals and continuing editions of Ulrich's Periodicals Directory*

© Mine Surveying and Subsoil Use



IN THIS ISSUE:

90 YEARS OF THE DEPARTMENT OF MINE SURVEYING
AND GEODESY OF KazNRTU NAMED
AFTER K. I. SATBAYEV
OUR ANNIVERSARIES

The journal has been published since 2001

Edition:

Chief editor
Y. V. Dmitrak
Deputy Editor-in-Chief
V. N. Khetagurov
Lead Editor
N. A. Fedotenko
Scientific secretary
N. A. Miletchenko
Layout and design by
N. R. Alksnitits
Assistant Editor-in-Chief
B. N. Pashichev

*Subscription index of the publication
in the Ural-Press catalog, in the unified catalog ARZI
«Press of Russia» – 88016*

During the year, you can subscribe to the journal directly
in the editorial office

For the accuracy of the information provided and the content
of data not subject to open publications are the responsibility
of the authors

When reprinting a link to the journal
«Mine Surveying and Subsoil Use» required

The magazine was printed in the printing house
«CLUB PRINT»
phone: +7(495) 669 5009

ISSN 2079-3332



24 00 2



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

**90 лет кафедре «Маркшейдерского дела и геодезии»
КазНУТУ имени К. И. Сатпаева**

**90 years of the Department of Mine Surveying and Geodesy of
KazNRTU named after K. I. Satpayev**

<i>М. М. Бегентаев</i> Семь великих свершений Сатпаева <i>M. M. Begentayev</i> Seven great things Satpayev	4
<i>М. Б. Нурпеисова</i> Во всех сферах деятельности кафедры — космическая точность <i>M. B. Nurpeisova</i> In all fields of activity of the department — cosmic precision	7
<i>К. Б. Рысбеков, С. Б. Касенова, К. Б. Ауесхан, А. Б. Тойшы</i> Составление карты динамики растительного покрова по данным дистанционного зондирования Земли <i>K. B. Rysbekov, S. B. Kasenova, K. B. Aueskhan, A. B. Toishy</i> Drawing up a map of vegetation dynamics based on Earth remote sensing data	10
<i>Т. Б. Нурпеисова, А. Е. Орманбекова, Т. С. Сагит, М. Е. Бертис</i> Обработка результатов GPS-мониторинга при интенсивных движениях земной коры в сейсмоактивных регионах Казахстана <i>T. B. Nurpeisova, A. E. Ormanbekova, T. S. Sagit, M. E. Bertis</i> Processing of GPS-monitoring results during intensive movements of the earth's crust in seismically active regions of Kazakhstan	14
<i>М. Б. Нурпеисова, Г. С. Сердалина, И. М. Бородин, Ф. А. Калабаев</i> Инновационные методы маркшейдерских съемок при освоении хромитовых месторождений <i>M. B. Nurpeisova, G. S. Serdalina, I. M. Borodina, F. A. Kalabaev</i> Innovative methods of surveying surveys during the development of chromite deposits	20
<i>Г. М. Кыргызбаева, М. Д. Исагазы, Д. М. Кыргызбаева,</i> <i>А. Ж. Санатова</i> Исследование физико-механических свойств горного массива при освоении недр <i>G. M. Kyrgyzbayeva, M. D. Isagazy, D. M. Kirgizbaeva,</i> <i>A. Zh. Sanatova</i> Investigation of the physical and mechanical properties of the mountain massif during the development of the subsoil	29
<i>М. Б. Нурпеисова, Ж. М. Нукарбекова, Н. Д. Торехан,</i> <i>Б. А. Елеусинова</i> Совершенствование геодезических методов мониторинга земной поверхности при освоении недр <i>M. B. Nurpeissova, Zh. M. Nukarbekova, N. D. Torekhan,</i> <i>B. A. Eleusinova</i> Improvement of geodesic methods monitoring the earth's surface during subsoil development	35

<i>С. Т. Солтабаева, А. М. Абдыбек, Н. Б. Ахмет, А. Н. Амангелди</i> Мониторинг подземных рельсовых путей Алматинского метрополитена <i>S. T. Soltabaeva, A. M. Abdybek, N. B. Akhmet, A. N. Amangeldi</i> Monitoring of underground rail tracks of the Almaty metro	40
<i>А. Т. Салкынов</i> Знание, опыт, ответственность за порученное дело — залог успеха работы компании <i>A. T. Salkynov</i> Knowledge, experience, responsibility for the assigned task is the key to the success of the company's work	46
<i>Г. С. Мадимарова, Т. Нурланкызы, Д. Н. Сулейменова,</i> <i>Ш. А. Жантуева</i> Изучение физико-механических свойств пород месторождения бассейна Каратау <i>G. S. Madimarova, T. Nurlankyzy, D. N. Suleimenova,</i> <i>Sh. A. Zhanтуева</i> Study of physical and mechanical properties of rocks of deposits of the Karatau basin	50
<i>Х. М. Касымканова, С. Б. Юсупов, О. Байтурбай,</i> <i>М. М. Оразымбет</i> Наблюдения за деформациями сооружений в зоне строительства метрополитена г. Алматы <i>Kh. M. Kasymkanova, S. B. Yusupov, O. Baiturbay,</i> <i>M. M. Orazymbet</i> Observations of deformations of structures in the Almaty metro construction zone	56
<i>Ш. К. Айтказинова, Ж. Д. Байгулин, Ж. Г. Адилев,</i> <i>А. Б. Бергенгалиев</i> Геодинамический мониторинг на месторождении Кенкияк (Республика Казахстан) <i>Sh. K. Aitkazynova, Zh. D. Baigurin, J. G. Adilov, A. B. Bergengaliev</i> Geodynamic monitoring on Kenkiyak field (Republic of Kazakhstan)	62
<i>А. А. Мамытов, А. А. Токтаров, С. С. Абдыгалиева, О. Байтурбай</i> Применение дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем в обеспечении цифровизации сельского хозяйства Республики Казахстан <i>A. A. Mamylov, A. A. Toktarov, S. S. Abdygalieva, O. Baiturbai</i> The use of remote sensing and GIS to ensuring digitalization agriculture of the Republic of Kazakhstan	69
<i>М. Д. Исагазы</i> Состояние и перспективы маркшейдерских работ на руднике «Жыланды» <i>M. D. Isagazy</i> The state and prospects of surveying at the «Zhylandy» mine ..	75

Наши юбилеи Our anniversaries

50 лет Мейраму Мухаметрахимовичу Бегентаеву 50 years of Meiram Mukhametovich Begentaev	80
Поздравляем Маржан Байсановну Нурпеисову с Днем рождения 87 years of Marzhan Baysanovna Nurpeisova	81
«Лучший преподаватель вуза 2023» «The best university teacher 2023»	82

ГЛАВНАЯ

НОВОСТИ

ОБЗОРЫ

СТАТЬИ

ВЫПУСК ЖУРНАЛА

ИНФОРМАЦИЯ

О ЖУРНАЛЕ

КОНТАКТЫ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

№ 1 (129) 2024 г

№ 2 (130) 2024 г

№ 3 (131) 2024 г

№ 4 (132) 2024 г

(915) 111-03-86

НА НАШЕМ САЙТЕ:

краткий обзор статей, анонс профильных мероприятий, новости недропользования, памятные даты и многое другое

www.n-gn.ru

СЕМЬ ВЕЛИКИХ СВЕРШЕНИЙ САТПАЕВА

М. М. Бегентаев,

Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: Статья посвящена памяти выдающегося ученого с мировым именем, государственного деятеля и защитника братства народов К. И. Сатпаева.

Ключевые слова: горный инженер-геолог, академик, президент академии наук.

Для цитирования: Бегентаев М. М. Семь великих свершений Сатпаева // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 4-6. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_4_6.

SEVEN GREAT THINGS SATPAYEV

М. М. Begentayev,

Satpayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract: The article is dedicated to the memory of an outstanding scientist with a worldwide reputation, a statesman and a champion of the brotherhood of nations, K. I. Satpayev.

Keywords: mining engineer-geologist, academician, president of the Academy of Sciences.

For citation: Begentayev M. M. Seven great things Satpayev. Surveying and subsoil use. 2024;(2):4-6. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_4_6.

Н е было дня, чтобы мы не вспоминали К. И. Сатпаева, но вскоре предоставится особенный повод. В этом году 12 апреля исполняется 125 лет со дня рождения выдающегося ученого с мировым именем, крупного государственного деятеля и организатора науки в Казахстане, первого академика многонационального Казахстана, первого президента Казахской академии наук, лауреата Ленинской и Государственной премий академика Каныша Имантаевича Сатпаева, 100-летие которого было отмечено в рамках ЮНЕСКО.

Известно, каждый выдающийся ученый оставляет после себя след в истории. Огромен вклад академика К. И. Сатпаева в отечественную науку. Велики его заслуги перед страной.



Семь великих свершений Сатпаева:

Первое. Выявление подлинной ценности Жезказганского рудного поля, что, по существу, является подвигом всей жизни К. И. Сатпаева. «Благодаря поискам геолога Сатпаева Жезказганский регион с 1940-х годов был признан одной из трех уникальных медных мировых провинций, с тех пор этот край стал притягательным для людей, сюда пришла современная индустрия», — писал в 1965 году профессор геологии В. С. Коптев-Дворников.

Второе. Созданный им в 1941 году Институт геологических наук Каныш Имантаевич за короткий срок превратил в мощный научный центр геологической мысли, куда через 20 лет приезжали ученые не только из Москвы, Киева, Еревана, Тбилиси, Новосибирска и других городов Советского Союза, но и разных стран мира за советами и новыми идеями.

Третье. Академик Сатпаев был отцом, создателем и основателем Национальной академии наук Казахстана, хотя некоторые его современники этот факт оспорить, заявляя, что он был лишь первым президентом, а создателями академии наук были компартия и советское правительство. Да, это так. Но нельзя отрицать очевидного: именно благодаря неиссякаемой энергии и кипучей организаторской деятельности Каныш Имантаевича был создан казахстанский научный центр с многоотраслевыми академическими институтами. Плодотворная работа коллективов НИИ вскоре дала блестящие результаты: молодая академия была признана одной из ведущих в Советском Союзе. Казахстанскими учеными сделан ряд выдающихся открытий, и в этих успехах опять же громадная заслуга неугомого труженика и организатора

К. И. Сатпаева, первого президента Национальной академии наук Казахстана. Вклад его в формирование этого научного коллектива, объединившего блестящую плеяду ученых, огромен.

Четвертое. Неоценимый вклад К. И. Сатпаева в победу в годы Великой Отечественной войны. Являясь членом Всесоюзной комиссии по использованию ресурсов Сибири и Казахстана, а также руководителем АН и директором Института геологических наук, он все сделал, чтобы оборонная промышленность страны была обеспечена стратегическим сырьем. Все ведущие специалисты советской страны, находящиеся во время войны в Казахстане, были вовлечены в работу на оборону.

В воспоминаниях академик А. Ж. Машанов рассказывал о том, как в 1942 году была получена зашифрованная телеграмма за подписью И. В. Сталина, обязывающего геологов срочно найти месторождение марганца, требовавшегося для выпуска броневой стали. В тот же день в Дом правительства пригласили всех геологов и ученых, находившихся в Алматы, и дали срочно задание: «К утру следующего дня предоставить готовые предложения». Каково же было удивление, когда К. И. Сатпаев заявил, что нужная для фронта ферромарганцевая руда в достаточном количестве имеется в местечке Жезды, на расстоянии 45 км от станции Жезказган.

Из статистических данных времен войны известно, что треть всей меди, а также свинец на отливку каждых девяти пуль из десяти получали из Казахстана. Триллионы гильз для пуль и снарядов, выпущенных по врагу, были немыслимы без жезказганской руды, которая по предложению и личному указанию знатока этого месторождения К. И. Сатпаева ежедневно отгружалась на Балхашский медеплавильный завод-гигант.

С законной гордостью отмечаем величайшую заслугу Сатпаева в защите Отечества от немецко-фашистских оккупантов.

Пятое. Проложенный по инициативе К. И. Сатпаева канал Иртыш - Караганда, давший живительную влагу в знойной Сарыарке. Канал Иртыш - Караганда дал жизнь комбинатам-гигантам, большим и малым городам, населенным пунктам, позволил многократно увеличить энергетическую мощь Экибастуза. И эти дела будут жить вечно!

Шестое. Открытие колоссальных запасов нефти, газа и создание большого производства на полуострове Мангышлак. Документы свидетельствуют, что еще в 1949 году академик К. И. Сатпаев проводил выездную научную сессию АН КазССР в Гурьеве (нынешнем Атырау) и обратил внимание участников форума на громадные запасы жидкого топлива на полуострове Мангышлак.

Об этом в 1981 году при встрече с представителями Казахстана говорил министр среднего и тяжелого машиностроения СССР трижды Герой Социалистического Труда Е. П. Славский: «Мы сих пор не поняли величия Каныша Имантаевича, огромные заслуги его еще не оценены во всей полноте не только в Казахстане, но и в союзном масштабе. В нашем веке вряд ли это произойдет. Но время Сатпаева непременно наступит, вот увидите! Еще в 1950 году Каныш Сатпаев убедил меня, что нужно строить железную дорогу на полуостров Мангышлак, потому что регион богат колоссальными запасами нефти и газа». Повторяя слова Е. П. Славского, одного из истинных друзей и соратников

казахского ученого, можно сказать, что звездное время Сатпаева наступило!

Предвидение Каныша Имантаевича не связано с волшебством, как некоторым иногда казалось, оно было научным и основывалось на действительных фактах геологической разведки.

Седьмое. Создание школы металлогении в Казахстане. Эту новую отрасль в геологии до него разрабатывали многие видные русские и зарубежные ученые. Благодаря их исследованиям металлогения к 1960-м годам стала доминировать в разработках геологических школ и научных институтов. Еще в 1942 году в геологическом институте возникла идея составления металлогенических прогнозных карт полезных ископаемых Центрального Казахстана.

В 1952-м с группой ученых он начал составлять карты полезных ископаемых Казахстана. В 1954 году макет прогнозной карты был готов. В течение следующих четырех лет, с 1954 по 1958 год, карты подвергались проверке на точность и качество, на эту тему велись научные споры. Поистине выдающимся достижением, плодом многолетней напряженной работы научных и производственных коллективов стала разработка и подготовка прогнозных карт Центрального Казахстана, которые оказались лучше и достовернее, чем карты, составленные для этого же региона ленинградскими учеными. За их создание группа казахстанских ученых во главе с академиком К. И. Сатпаевым в 1958 году получила Ленинскую премию. По сей день сатпаевские карты по точности прогнозируемых месторождений остаются непревзойденными.

Заслуга Каныша Имантаевича заключается и в том, что, продолжая и углубляя исследования предшественников, он разработал и обосновал свою металлогению, на основе применения которой и добился поразительных практических результатов.

Важно подчеркнуть, что во многих научных геологических направлениях той поры роль К. И. Сатпаева была всегда значимой: он являлся или инициатором, или непосредственным исполнителем, или вдохновителем работ. В отличие от многих именитых руководителей, отличавшихся высокомерием и начальственным тоном, Каныш Имантаевич был работающим ученым, неутомимым исследователем недр, до конца своей жизни оставался, образно выражаясь, «оперирующим хирургом».

К. И. Сатпаев в первую очередь был и остается крупнейшим ученым в области горно-геологической науки. Создав прогнозную карту месторождений, он доказал, что от строения земной коры зависит и размещение месторождений полезных ископаемых. Работая по этой карте, геологи до сих пор продолжают открывать богатства недр нашей республики. К. И. Сатпаев был нашим Учителем не только на трудовой стезе, но и по жизни, заражая неиссякаемым великодушием и энтузиазмом. При этом мне хотелось бы отметить ту преемственность поколений, которая началась, когда сам Каныш Имантаевич учился у лучших светил России, а затем, обогатив золотой запас знаний своими открытиями, передал это по цепочке последователям. И теперь наш долг вручить весь ценный дар следующему поколению — надежде нашей страны.

Многие годы К. И. Сатпаев был в центре всеобщего внимания. Он неоднократно избирался депутатом в Вер-

ховные Советы страны и республики, удостоивался высоких наград. Орденом Ленина награждался четырежды! Ему присуждались Сталинская и Ленинская премии, избирался действительным членом союзной Академии наук, членом многих общественных организаций Советского Союза и мира.

Тысячи студентов оканчивают ежегодно Сатпаев-университет. Они уезжают трудиться в разные концы республи-

ки и за ее пределы. Хочется, чтобы наши потомки понимали: земля Казахстана богата не только нефтью, газом, металлами и другими ресурсами, она имеет более дорогие сокровища — выдающихся людей, среди которых особое место принадлежит Канышу Имантаевичу Сатпаеву. Новым поколениям он оставил в наследство не только бессмертные дела, в памяти благородных потомков он всегда будет примером бескорыстного служения своему народу. ■

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Бегентаев Мейрам Мухаметрахимович:
доктор экономических наук,
профессор,
ректор,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: m.begentayev@satbayev.university

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Begentayev Meiram Mukhametrakhimovich:
doctor of economics Sciences,
Professor,
Rector,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: m.begentayev@satbayev.university



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА

Свою непосредственную историю Губкинский университет ведет от нефтяного факультета Московской Горной Академии, созданной по Декрету ВСНХ от 4 сентября 1918 г. В 1920 г. на должность профессора Академии был принят Иван Михайлович Губкин, а в 1922 г. он стал ее ректором. За 20-е гг. им было приложено много сил для начала формирования в стенах Академии высшего нефтяного образования.

В конце 20-х гг., когда страна вступила в период форсированной индустриализации, возникла острая потребность нефтяной промышленности в квалифицированных кадрах. В связи с этим 17 апреля 1930 г. Президиумом ВСНХ было принято решение расформировать Московскую Горную Академию имени т. Сталина и на ее основе создать шесть высших технических учебных заведений, в том числе — Московский нефтяной институт. Учитывая огромные заслуги академика Губкина в деле организации высшей школы по подготовке кадров для нефтяной промышленности, институту было присвоено имя Ивана Михайловича Губкина, а сам он был назначен первым его директором.

Факультеты:

- ◆ Факультет геологии и геофизики нефти и газа,
- ◆ Факультет разработки нефтяных и газовых месторождений,
- ◆ Факультет проектирования, сооружения и эксплуатации систем трубопроводного транспорта,
- ◆ Факультет инженерной механики,
- ◆ Факультет химической технологии и экологии, и др.

Контакты : 119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1
+7 (499) 507-88-88
com@gubkin.ru



WWW.N-GN.RU

ВО ВСЕХ СФЕРАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАФЕДРЫ – КОСМИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ

М. Б. Нурпеисова,

*Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

IN ALL FIELDS OF ACTIVITY OF THE DEPARTMENT – COSMIC PRECISION

M. B. Nurpeisova,

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Кафедра МДиГ — одна из старейших в нашем университете. Она появилась в числе первых девяти кафедр Казахского горнометаллургического института, созданного постановлением Совета народных комиссаров в 1934 году. На заведование кафедрой был приглашен молодой ученый Московского горного института профессор П. А. Рыжов. По его инициативе в республике впервые началась подготовка горных инженеров-маркшейдеров. Первый выпуск состоялся в 1942 году.

С именем профессора П. А. Рыжова связано создание и становление научной школы маркшейдерии в Казахстане с 1934 года. Благодаря огромной энергии и настойчивости профессора П. А. Рыжова впервые в КазГМИ в 1939 году была открыта аспирантура, в которой началась подготовка кадров высшей квалификации. Первым аспирантом кафедры и института стал А. Ж. Машанов. В дальнейшем выпускники кафедры (аспиранты и инженеры) стали видными учеными: академики НАН РК Ж. С. Ержанов и А. К. Каюпов, член-корреспонденты НАН РК А. Ж. Машанов и Ж. М. Канлыбаева, доктора и профессора Н. П. Ерофеев (Красноярск), С. П. Кудряшев (Кривой Рог), В. Н. Попов, И. В. Милетенко (Москва), Г. Г. Поклад (Курск), Т. К. Калыбеков, Ж. Д. Байгурин, Л. С. Шамганова, Х. М. Касымканова, Т. П. Пентаев, (Алматы), Г. Ю. Абдугалиева, Т. Т. Ипалаков (Усть-Каменогорск) и многие другие.

Подготовка специалистов. Для народного хозяйства страны кафедрой подготовлено более 2 тысяч горных инженеров-маркшейдеров, которые успешно трудились в партийных органах и органах государственного управления, научно-исследовательских институтах, вузах и на горных предприятиях. Выпускников кафедры можно встретить во всех уголках территории бывшего СССР. Заместителями министра цветной металлургии КазССР стали Л. М. Катков, Л. А. Парамонов; генеральными директорами объединений и директорами горных предприятий — М. Г. Седлов, С. М. Мауленкулов, И. И. Думанов, Д. О. Ешпанов и др.

В настоящее время кафедра выпускает специалистов по направлениям: «Горная инженерия» (маркшейдерское дело) и «Геопрограммная цифровая инженерия» (геодезия, картография, Землеустройство, кадастр).

В 2024 году маркшейдерской школе в КазННТУ исполняется 90 лет.

Заслуга маркшейдерской школы КазННТУ заключается в подготовке специалистов в области геодезии и картографии, ведь маркшейдерия — одно из важных направлений прикладной геодезии. Ведется подготовка магистрантов по геодезии и картографии и PhD-докторов по специальности «Геодезия».

Материально-техническая база. Кафедра МДиГ располагает десятью учебными лабораториями, учебным геодезическим полигоном на берегу Капчагайского водохранилища. В Алматы на крупных производственных предприятиях открыто четыре ее филиала. Учебные лаборатории планомерно оснащаются программно-аппаратными комплексами компьютерных технологий обработки и представления пространственных данных, цифровыми и электронными геодезическими приборами, приборами глобальных навигационных спутниковых систем.

На кафедре создана учебная научно-исследовательская лаборатория «Инновационные технологии сбора и обработки геопрограммных данных для управления природными ресурсами», оснащенная компьютерами, видеопроектором и программными продуктами. Наличие на кафедре учебных и научных лабораторий, оснащенных современным оборудованием, позволяет в настоящее время вести подготовку специалистов горного и маркшейдерско-геодезического профиля на качественном новом уровне.

Востребованность геопрограммных данных на мировом рынке, связанная со всеобщей информатизацией, привела к революционным технологическим преобразованиям в геодезии и маркшейдерии. Прежде всего это глобальные навигационные спутниковые системы (GPS), космические системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), современные цифровые съемочные системы воздушного базирования, в том числе лазерные, ГИС-технологии, программные продукты по обработке материалов ДЗЗ и изготовлению картографической продукции в цифровом виде. На кафедре имеется компьютерный класс, оснащенный современными программно-аппаратными комплексами для полноценного учебного и научно-исследовательского процесса.

Резкое расширение спектра применения геопространственных данных привело к активному внедрению геодезических и картографических методов во многие научные дисциплины о Земле. Заметным стало использование терминологии, позаимствованной из англоязычной литературы или являющейся искаженным аналогом понятий классической геодезии, картографии, фотограмметрии.

В то же время появление таких новых дисциплин, как геоинформатика, дистанционное зондирование Земли, привело к расширению фотограмметрической составляющей в большинстве прикладных наук о Земле, особенно в части, касающейся технологии и методов обработки цифровых изображений.

Многообразие космических систем ДЗЗ, видов и режимов съемки, в том числе воздушного базирования, форматы представления данных стали главной причиной появления на рынке большого числа программно-аппаратных комплексов по обработке и представлению данных ДЗЗ.

Преподавательский состав. Высокий профессионализм преподавателей (пять докторов технических наук, шесть кандидатов наук, семь PhD-докторов) кафедры позволяет вести учебно-воспитательный процесс на высоком научно-методическом уровне. Показателем качества научно-педагогической работы кафедры является присвоение пяти преподавателям государственного гранта МНВО РК «Лучший преподаватель высшего образования»; медали А. Байтурсынова «Лучший автор» за написание учебников нового поколения, отвечающих современным стандартам образования, и двум профессорам — звания лауреата премии «Золотой Гефест» в номинации «Ученый-педагог года».

Кафедрой разработаны и выпущены учебно-методические комплексы (УМК) и SYLLABUSы на государственном и русском языках по всем предметам, а для иностранных студентов — на английском языке, ведется активная работа с молодежью. Для нас каждый первокурсник талантлив и заслуживает внимательного к себе отношения, индивидуального подхода со стороны эдвайзеров.

Учебная деятельность. В современном информационном обществе, где данные и технологии играют все более важную роль во всех сферах жизни, ГИС и ГНСС занимают особое место. Они предоставляют нам мощные инструменты для анализа и визуализации геопространственных данных, что

позволяет решать разнообразные задачи в различных областях, начиная от геодезии и картографии и заканчивая гражданской безопасностью и экологией. На базе кафедры МДиГ студенты уже со второго курса овладевают навыками работы с ГИС-программами, такими как ArcGIS PRO, QGIS и другими. Это обеспечивает им отличную основу для дальнейшего изучения специализированных дисциплин, включающих геоинформатику, web-картографию, дистанционное зондирование Земли, аэрокосмические методы съемки и цифровую фотограмметрию.

Одной из ключевых возможностей ГИС- и GPS-технологий является работа с космическими снимками. Студенты учатся загружать и обрабатывать эти снимки в специальных программных обеспечениях для решения различных задач. Применение ГИС- и космических технологий студентами кафедры МДиГ имеет широкий спектр, охватывающий не только город Алматы, но и всю республику в целом. Это связано с тем, что данные технологии предоставляют возможность решать актуальные и важные задачи в различных областях. ГИС- и космические технологии также играют важную роль в геоэкологической оценке и моделировании загрязнений урбанистических территорий. Студенты проводят анализ данных о выбросах и загрязнении воздуха, качестве почвы и водных ресурсов, а также других экологических показателях. Это позволяет определить места экологического риска и разработать стратегии по улучшению экологической обстановки в городе.

Таким образом, изучение ГИС и космических технологий на кафедре МДиГ предоставляет студентам ценные инструменты и знания для решения сложных геопространственных задач. И это позволяет им стать востребованными специалистами в сфере геопространственных технологий и вносить вклад в развитие общества и устойчивое использование ресурсов нашей планеты.

Научная деятельность. Можно с полной уверенностью утверждать, что кафедра маркшейдерского дела и геодезии развивалась и достигла определенного благополучия, прежде всего опираясь на научно-исследовательскую работу, являющуюся одним из важных приоритетов деятельности кафедры. И коллектив кафедры видит перспективы развития в тесных связях с производством, выполнении серьезных



исследовательских, проектных и изыскательских работ. На кафедре сложилась весьма работоспособная группа специалистов, сформировались научные направления, соответствующие реальным рыночным запросам горно-металлургического комплекса Республики Казахстан.

Сегодня кафедра сохранила лучшие традиции и направляет деятельность на практическое решение приоритетных задач, указанных в Послании Президента РК, связанных с разведкой, освоением, переработкой природных ресурсов и получением из них вторичного сырья – востребованных строительных материалов. В настоящее время на кафедре проводятся различные научные изыскания по таким проектам, как «Разработка прогнозно-поисковых решений для геологического картирования рудных залежей наземно-космическими методами», «Разработка высокоэффективной методики мониторинга за геотехническим состоянием горного массива для прогноза деформационных процессов при освоении месторождений», «Разработка технологии переработки отходов ГМК с получением востребованных строительных материалов», «Разработка модели геоида РК как основа единой государственной системы координат и высот», «Обеспечение промышленной экологической безопасности и полноты извлечения полезных ископаемых в условиях провалоопасности земной поверхности», «Интенсификация процесса рекультивации нарушенных земель при ведении открытых горных работ», общая сумма которых составляет более 3,0 миллиарда тенге (600,0 млн руб.).

Международные связи. Одним из ключевых показателей, характеризующих исследовательский университет, является его международный авторитет, узнаваемость в мировом образовательном пространстве. В этом направлении институт продолжает налаживать сотрудничество с вузами-партнерами и другими организациями зарубежных стран по совместным образовательным программам и научно-исследовательским проектам.

В рамках международного сотрудничества зарубежные ученые-маркшейдеры и геодезисты приезжают в КазНУТУ для чтения лекций по технологии маркшейдерско-геодезического производства и геомеханических исследований. В течение трех лет у нас побывали ученые из России, Швеции, Германии, Китая и США.

Кафедра имеет тесные научные, научно-методические связи с Московским, Санкт-Петербургским, Днепропетров-

ским, Уральским, Ташкентским техническими университетами, институтами РАН, а также научными центрами стран дальнего зарубежья. Преподаватели кафедры принимают активное участие в международных конференциях, симпозиумах, конгрессах.

Эти и ряд других факторов оправдывают более подробное освещение истории становления и развития кафедры маркшейдерского дела и геодезии Satbayev University, которая является ровесницей университета. Именно поэтому на традиционных «Сатпаевских чтениях – 2024» одна из секций «Роль геодезии и маркшейдерии в цифровом Казахстане» будет посвящена 90-летию кафедры маркшейдерского дела и геодезии.

В настоящее время кафедра готовит к выпуску юбилейную книгу «Маркшейдерская школа КазНУТУ за 90 лет». Этой книгой мы открываем цикл статей об истории кафедры, о ее педагогах, воспитавших не одно поколение горных инженеров, выпускников, добившихся больших успехов в труде. Книга должна стать ориентиром для новых поколений корпуса горных инженеров-маркшейдеров. Кафедра маркшейдерского дела и геодезии встречает 90-летие в расцвете творческих сил. Сотрудникам кафедры по плечу решение всех задач учебного процесса и многих задач горной и геодезической науки.

Мы дорожим учебно-педагогическим авторитетом и славной историей свершений нашей alma mater – Satbayev University, достижениями родной кафедры.

Как в науке имеет место преемственность знаний, так и на нашей кафедре МДиГ КазНУТУ им. К. И. Сатпаева существует преемственность кадров. Почти 90 % сотрудников кафедры – ученики и продолжатели идеи А. Ж. Машанова. Акжан Жаксыбекович прожил большую жизнь и оставил после себя огромное научное наследие. Ньютон говорил: «Если я видел дальше других, то потому, что стоял на плечах гигантов». Я уверена, что молодые ученые нынешнего тысячелетия будут стоять на плечах гигантов науки XX века, таких как К. И. Сатпаев, П. А. Рыжов, А. Ж. Машанов, О. А. Байконуров, Ж. С. Ержанов и др.

Коллектив нашей кафедры желает всем своим выпускникам и маркшейдерской общественности Республики Казахстан плодотворного труда, благополучия, дальнейшего подъема престижа профессии, а также расширения и развития сотрудничества. ■

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Нурпеисова Маржан Байсановна:
академик НАГН РК,
доктор технических наук,
профессор кафедры «Маркшейдерское дело
и геодезия»,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазНУТУ)
имени К. И. Сатпаева,
член Союза писателей Казахстана,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nurpeisova Marzhan Baysanovna:
academician of the National Academy of Mining
Sciences of Kazakhstan,
doctor of engineering sciences,
professor of the Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

*К. Б. Рысбеков, С. Б. Касенова, К. Б. Ауесхан, А. Б. Тойшы,
Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: Приведены предварительные результаты оценки характера и динамики изменения растительного покрова территории Алаколь на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Рассмотрена необходимость использования географических информационных систем (ГИС), отвечающая современному уровню развития науки и техники. Результаты свидетельствуют о восстановлении растительного покрова после завершения строительства пансионатов и множества баз отдыха. Отмечено хорошее восстановление травяного покрова.

Ключевые слова: озеро, побережье, зона отдыха, строительство, растительный покров, космические снимки, дешифрирование, геоинформационные системы.

Для цитирования: Рысбеков К. Б., Касенова С. Б., Ауесхан К. Б., Тойшы А. Б. Составление карты динамики растительного покрова по данным дистанционного зондирования Земли // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2.С. 10-13. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_10_13.

DRAWING UP A MAP OF VEGETATION DYNAMICS BASED ON EARTH REMOTE SENSING DATA

*K. B. Rysbekov, S. B. Kasenova, K. B. Aueskhan, A. B. Toishy,
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

Abstract: Preliminary results of assessing the nature and dynamics of changes in the vegetation cover of the Alakol territory based on Earth remote sensing (ERS) data are presented. The need to use geographic information systems (GIS) that meet the modern level of development of science and technology is considered. The results indicate the restoration of vegetation cover after the completion of the construction of boarding houses and many recreation centers. Good restoration of grass cover was noted.

Keywords: lake, coast, recreation area, construction, vegetation cover, satellite images, interpretation, geographic information systems.

For citation: Rysbekov K. B., Kasenova S. B., Aueskhan K. B., Toishy A. B. Drawing up a map of vegetation dynamics based on Earth remote sensing data. Surveying and subsoil use. 2024;(2):10-13. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_10_13.

Алаколь — горько-солёное бессточное озеро Казахстана, расположенное на Балхаш-Алакольской низменности, находится на границе Абайской и Жетысуской областей, в восточной части Балхаш-Алакольской котловины в юго-восточном Казахстане. Оно раскинулось в долине Джунгарского Алатау в окружении невысоких предгорий. Рассматриваемое озеро является вторым по величине среди водоемов Казахстана и единственным глубоководным среди бессточных озёр республики. Береговая линия озера Алаколь отличается большой изрезанностью, образует многочисленные полуострова, мысы, косы, заливы и бухты. Минерализованные воды обширного водоема, обилие целебных источников и впечатляющие ландшафты обусловили создание на берегах озера курортной зоны.

С 2020 года интенсивно начала развиваться инфраструктура озера Алаколь. Сегодня в этом удаленном от крупных городов регионе развивается туризм, строится огромное количество мест для отдыха: санатории, отели, пансионаты.

Любое строительство приводит к значительным изменениям естественных ландшафтов, а его эксплуатация несет в себе риски, которые могут привести к локальной или даже региональной экологической катастрофе. В условиях горного рельефа и обильных осадков высока интенсивность развития экзогенных геологических процессов (эрозия, оползни и др.) [1-3]. Поэтому крайне важно изучение поверхности космической системой — методом дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Дистанционное изучение земель широко используется в решении вопросов безопасности, обороны, энергетики, использования недр. Для наблюдения за Землей применяются дистанционные методы. На сегодняшний день данные дистанционного зондирования получают с искусственных спутников Земли [4, 5]. Благодаря высоте полета искусственный спутник Земли охватывает большое масштабное пространство, скорость полета и возможность транслировать несколько спектральных

зон позволяют получить ценные данные больших размеров [6-9].

Современные данные дистанционного зондирования дают быструю и достоверную информацию о растительном покрове на большой территории. Оно широко используется в изучении сельскохозяйственных угодий, природных и техногенных зон, рациональном использовании и рациональном планировании земель, организации различных сельскохозяйственных мероприятий. Процесс сбора данных дистанционного зондирования и их использование осуществляется в географических информационных системах (ГИС). Материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), структурная схема которого изображена на *рисунке 1*, являются частью большой системы сбора, переработки, регистрации и использования данных.

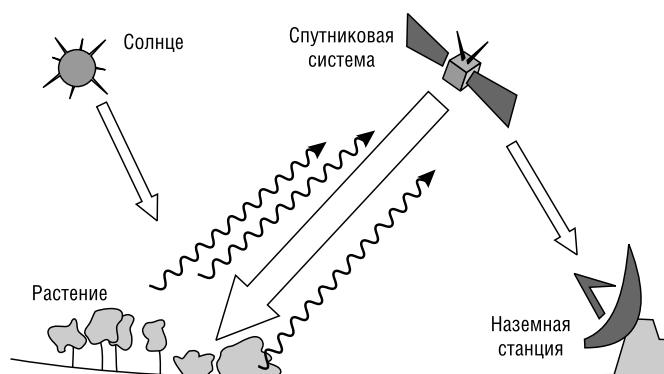


Рис. 1. Структурная схема системы дистанционного зондирования

Fig. 1. Block diagram of the remote sensing system

Цель работы: анализ изменения состояния растительного покрова, определяемого по количеству фотосинтетически активной биомассы (расчет NDVI) на основе данных ДЗЗ.

Методы исследования: дешифрирование и анализ снимков с космических аппаратов семейства Landsat и Sentinel-2 за период с 2000 по 2020 год, геоинформационное картографирование изменения состояния растительности на платформе Google earth engine.

В ходе исследования решались такие задачи, как [10-12]:

- ✦ подбор разновременных космических снимков среднего разрешения на район исследования;
- ✦ анализ хода изменений NDVI на территории озера Алаколь;
- ✦ выполнение работ для получения фактических результатов о современном состоянии растительного покрова изучаемого объекта.

Основными материалами послужили спутниковые снимки за 2000, 2010 и 2020 года, полученные с космических аппаратов семейства Landsat и Sentinel-2 (*рис. 2, 3, см. цветную вклейку стр. 25*).

Далее были рассчитаны индексы NDVI и SAVI для изображений, полученных Landsat-7 и Sentinel-2.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности т.е. простой количественный показатель количества фотосинтетической активной биомассы. Это один из наиболее распространенных и широко используемых индексов для решения задач показателей растительности, рассчитывается по следующей формуле

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (1)$$

где *NIR* – отражение растительности в инфракрасной области спектра; *RED* – отражение в красной области спектра.

SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index) – это индекс растительности, который пытается уменьшить влияние яркости почвы с помощью поправочного коэффициента яркости почвы. Его часто используют в пустынных районах, где мало растительности. Рассчитывают по следующей формуле, а результаты находятся в диапазоне от -1,0 до 1,0.

$$SAVI = ((NIR - Red) / (NIR + Red + L)) \times (1 + L), \quad (2)$$

где *NIR* – отражение в инфракрасном диапазоне спектра; *Red* – отражение в красной области спектра; *L* – ценность зеленой растительности.

Динамика изменения состояния растительности в результате воздействия интенсивного строительства зоны отдыха определена с помощью дешифрирования космических снимков на всей территории озера Алаколь [13, 14]. Основываясь на его изменениях, на наблюдаемой территории построены схемы, позволяющие оценить состояние растительного покрова в 2000, 2010 и 2020 годах соответственно (*рис. 4, 5, см. цветную вклейку стр. 26-27*).

По *рисункам* видно, что пространственное разрешение Sentinel выше, чем у Landsat. Пространственное разрешение Sentinel – 10-60 м, пространственное разрешение Landsat – 15-60 м. Поскольку Landsat был запущен 23 июля 1972 года, это позволяет нам получать снимки с 1972 года по настоящее время. А Sentinel запущен в 2015 году, поэтому мы можем наблюдать только снимки за последние 7-8 лет. То есть контролируемый диапазон у этого спутника меньше, чем у Landsat [15-17]. Таким образом, в этой работе с помощью Google earth engine были подсчитаны вегетационные индексы по спутникам Landsat и Sentinel-2 с 2000 по 2020 год, изучены изменения растительного покрова озера Алаколь.

Выводы

Использование вегетационного индекса, рассчитанного на основе периодических космических съемок, позволило наглядно представить состояние растительного покрова и динамику его восстановления на исследуемом объекте.

Отмечено хорошее восстановление растительного покрова на территории озера Алаколь после завершения строительства зоны отдыха. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Амиргалиев, Н. А. Ихтиофауна и экология Алакольской системы озер / Н. А. Амиргалиев, С. Р. Тимирханов, Ш. А. Альпейсов. - Алматы: Бастау, 2006. - 368 с.
2. Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана (Алаколь-Сасыккольская система озер). - Астана, 2007. - 271 с.

3. Бабкин, А. В. Поверочный и фактический прогноз уровня воды озера Алаколь на ближайшую перспективу / А. В. Бабкин, А. С. Мадиеков, К. А. Мусакулкызы. // Гидрогеология и экология. - 2017. - № 3. - С. 60-65.
4. Чурсин, И. Н. Деформационный спутниковый мониторинг нарушенных земель в районе Кузнецкого бассейна / И. Н. Чурсин // Маркшейдерия и недропользование. - 2021. - № 1 (111). - С. 50-55.
5. Мусихин, В. В. Оценка точности определения оседаний земной поверхности Риддерского ГОКа по результатам интерферометрической обработки данных космического радиолокационного зондирования / В. В. Мусихин, В. А. Тютюкова, Н. М. Харина // Маркшейдерия и недропользование. - 2023. - № 1 (123). - С. 57-63.
6. Охраняемые природные территории Средней Азии и Казахстана [Электронный ресурс]. - URL: <http://iucnca.net/inforeserve165> (дата обращения: 16.05.2022).
7. Нурпеисова, М. Б. Космическая геодезия: учебник / М. Б. Нурпеисова. - Алматы: КазННТУ, 2019. - 250 с.
8. Лурье, И. К. Теория и практика цифровой обработки изображений / И. К. Лурье, А. Г. Косиков // Дистанционное зондирование и географические информационные системы. - М.: Научный мир, 2003. - 166 с.
9. Баймаганбетова, Г. А. Данные дистанционного зондирования Земли для оценки состояния зеленых насаждений г. Астана / Г. А. Баймаганбетова, Е. И. Голубева, М. В. Зимин // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии: материалы 6-й Всероссийской (с международным участием) конференции / ИКИ РАН. - М., 2016. - С. 88-91.
10. Generating synthetic Landsat images based on all available Landsat data: Predicting Landsat surface reflectance at any given time / Z. Zhu et al. // Remote Sensing of Environment. - 2015. - Vol. 162. - P. 67-83.
11. Vanhellemont, Q. Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing: Examples from Landsat-8 / Q. Vanhellemont, K. Ruddick // Remote Sensing of Environment. - 2015. - Vol. 161. - P. 89-106.
12. Баширова, Ч. Ф. Индекс NDVI для дистанционного мониторинга растительности / Ч. Ф. Баширова // Молодой ученый. - 2019. - № 31 (269). - С. 30-31.
13. Баборыкин, М. Ю. Сходимость результатов дистанционного метода дешифрирования с полевыми работами на линейном объекте. На примере оползневого участка / М. Ю. Баборыкин // Изв. Томского политехнического ун-та. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - Т. 331, № 7. - С. 161-175.
14. Долгополов, Д. В. Использование данных дистанционного зондирования Земли при формировании геоинформационного пространства трубопроводного транспорта / Д. В. Долгополов // Вестник СГУГиТ. - 2020. - Т. 25, № 3. - С. 151-159.
15. Берлянт, А. М. Картографический метод исследования / А. М. Берлянт. - М.: МГУ, 1970. - 251 с.
16. Landsat Science (Website NASA (National Aeronautics and Space Administration) [Electronic resource]. - URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov> (accessed: 20 April, 2022).
17. Sentinel Missions. Website ESA (European Space Agency) [Electronic resource]. - URL: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2> (accessed: 20 April, 2022).

REFERENCES

1. Amirgaliev NA, Timirkhanov SR, Alpeisov ShA. Ichthyofauna and ecology of the Alakol lake system. Almaty: Bastau, 2006 (In Russ.).
2. Globally significant wetlands of Kazakhstan (Alakol-Sasykkol lake system). Astana, 2007 (In Russ.).
3. Babkin AV, Madibekov AS, Musakulkyzy KA. Verification and actual forecast of the water level of Lake Alakol in the near future. *Hydrogeology and ecology*. 2017;3:60-5 (In Russ.).
4. Chursin IN. Deformational satellite monitoring of disturbed lands in the Kuznetsk basin area. *Surveying and subsoil use*. 2021;1(111):50-5 (In Russ.).
5. Musikhin VV, Tyutyukova VA, Kharina NM. Assessment of the accuracy of determining the subsidence of the Earth's surface of the Riddersky GOK based on the results of interferometric processing of space radar sensing data. *Surveying and subsoil use*. 2023;1(123):57-63 (In Russ.).
6. Protected natural territories of Central Asia and Kazakhstan. Available from: <http://iucnca.net/inforeserve165> (In Russ.).
7. Nurpeisova MB. Space geodesy (textbook). Almaty: KazNITU, 2019 (In Russ.).
8. Lurie IK, Kosikov AG. Theory and practice of digital image processing. *Remote sensing and geographic information systems*. Moscow: Scientific World, 2003 (In Russ.).
9. Baimaganbetova GA, Golubeva EI, Zimin MV. Earth remote sensing data for assessing the state of green spaces in Astana. *Materials of the 6th All-Russian (with international participation) Conference «Aerospace methods and Geoinformation technologies in forest vision, Forestry and Ecology»*, ICI RAS. Moscow;2016:88-91 (In Russ.).
10. Zhu Z. et al. Generating synthetic Landsat images based on all available Landsat data: Predicting Landsat surface reflectance at any given time. *Remote Sensing of Environment*. 2015; 162:67-83.
11. Vanhellemont Q., Ruddick K. Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing: Examples from Landsat-8. *Remote Sensing of Environment*. 2015;161:89-106.
12. Bashirova ChF. NDVI index for remote monitoring of vegetation. *Young Scientist*. 2019;31 (269):30-1 (In Russ.).
13. Boborykin MYu. Convergence of the results of the remote decoding method with field work on a linear object. On the example of a landslide site. *Izv. Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering*. 2020;331(7):161-75 (In Russ.).
14. Dolgoplov DV. The use of Earth remote sensing data in the formation of the geoinformation space of pipeline transport. *Bulletin of SGUGiT*. 2020;25(3):151-59 (In Russ.).
15. Berlyant AM. Cartographic method of research. Moscow: Moscow State University, 1970 (In Russ.).
16. Landsat Science (Website NASA (National Aeronautics and Space Administration). Available from <https://landsat.gsfc.nasa.gov> (accessed 20 April, 2022).
17. Sentinel Missions. Website ESA (European Space Agency). Available from: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2> (accessed 20 April 2022).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Рысбеков Канай Бахытович:
кандидат технических наук,
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: K.Rysbekov@satbayev.university



Касенова Сая Бериккызы:
бакалавр технических наук,
магистрант
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: saya_kassenova@mail.ru,
<https://orcid.org/0009-0008-0962-4713>



Ауесхан Карлыгаш Бакыткызы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: karlygash.auyeskhan@gmail.com



Тойшы Аяулым Бегимбеткызы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail:
ayaulym.toyshy@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Rysbekov Kanai Bakhytovich:
Candidate of Technical Sciences,
Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: K.Rysbekov@satbayev.university

Kassenova Sая Berikkyzy:
Bachelor of Technical Sciences,
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: saya_kassenova@mail.ru,
<https://orcid.org/0009-0008-0962-4713>

Aueskhan Karlygash Bakytkyzy:
PhD doctoral student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: karlygash.auyeskhan@gmail.com

Toishy Ayaulym Begimbetkyzy:
PhD doctoral student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: ayaulym.toyshy@bk.ru

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»
был создан 3(16) июля 1914 г. в Екатеринбурге.

Факультеты: ГОРНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ГМФ),
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ГТФ),
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ИЭФ), ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ (ФГиг).

Контакты : +7 (343) 257-25-47, +7 (343) 283-06-06, e-mail: office@ursmu.ru; rector@ursmu.ru, <http://www.ursmu.ru/sveden/common>



WWW.N-GN.RU

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ GPS-МОНИТОРИНГА ПРИ ИНТЕНСИВНЫХ ДВИЖЕНИЯХ ЗЕМНОЙ КОРЫ В СЕЙСМОАКТИВНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА

*Т. Б. Нурпеисова, А. Е. Орманбекова, Т. С. Сагит, М. Е. Бертис,
Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: В статье приведены результаты исследований GPS-мониторинга в зоне основных тектонических разломов на территории г. Алматы. Установлено, что мониторинг движения земной коры необходим для понимания процессов, предшествующих землетрясениям, и в разработке моделей прогнозирования. Знание о движении земной коры важно для обеспечения безопасности инфраструктуры, такой как дороги, мосты и жилые здания. Результаты исследования могут быть полезны для проведения научных исследований (при мониторинге, анализе и прогнозировании сдвига земной коры в регионах с повышенной сейсмической активностью), связанных со структурой земной коры и тектоникой региона.

Ключевые слова: GPS-мониторинг, земная кора, прогнозирование, сейсмичность, безопасность.

Для цитирования: Нурпеисова Т. Б., Орманбекова А. Е., Сагит Т. С., Бертис М. Е. Обработка результатов GPS-мониторинга при интенсивных движениях земной коры в сейсмоактивных регионах Казахстана // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 14-19. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_14_19.

PROCESSING OF GPS-MONITORING RESULTS DURING INTENSIVE MOVEMENTS OF THE EARTH'S CRUST IN SEISMICALLY ACTIVE REGIONS OF KAZAKHSTAN

*T. B. Nurpeisova, A. E. Ormanbekova, T. S. Sagit, M. E. Bertis,
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

Abstract: The article presents the results of GPS-monitoring studies in the zone of major tectonic faults on the territory of Almaty. It has been established that monitoring the movement of the Earth's crust is necessary to understand the processes preceding earthquakes and to develop forecasting models. Knowledge of the movement of the Earth's crust is important to ensure the safety of infrastructure such as roads, bridges and residential buildings. The results of the study can be useful for conducting scientific research (when monitoring, analyzing and predicting the movement of the Earth's crust in regions with increased seismic activity) related to the structure of the Earth's crust and the tectonics of the region.

Keywords: GPS monitoring, earth's crust, forecasting, seismicity, safety.

For citation: Nurpeisova T. B., Ormanbekova A. E., Sagit T. S., Bertis M. E. Processing of GPS-monitoring results during intensive movements of the earth's crust in seismically active regions of Kazakhstan. Surveying and subsoil use. 2024;(2):14-19. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_14_19.00.

Методы геодезии — это количественные методы, позволяющие оценить движения земной поверхности (горизонтальные и вертикальные) в цифрах. Они являются частью комплексных наблюдений, выполняемых на локальных целесообразно выбранных территориях — геодинимических полигонах (ГДП), и включают в себя высокоточное нивелирование, GPS-наблюдения и линейно-угловые сети. В настоящий момент использование технологии GPS-наблюдений является наиболее распространенным методом космической геодезии.

Мегаполис Алматы характеризуется богатой сейсмической историей. Он неоднократно являлся ареной сильнейших землетрясений. Разрушительные Северо-Тяньшаньские землетрясения (Верненское, 9 июня 1887 г.), (Чиликское, 12 июля 1889 г.), (Кеминское, 4 января 1911 г.), вошедшие в число мировых катастроф, остаются самыми значительными событиями в сейсмической истории региона. Они примечательны не столько разрушительными последствиями, сколько тем, что произошли в пределах небольшого района всего за четверть века, что само по себе является редким явлением в мировой сейсмологической практике (рис. 1).



Рис. 1. Эпицентры и области распространения 8-9-балльных землетрясений на территории Заилийского и Кунгей-Алатау

Fig. 1. Epicenters and areas of distribution of 8-9-point concussions of the strongest earthquakes on the territory of Zailiysky and Kungei Alatau

Земная кора мегаполиса и сегодня неспокойна. Разбитая разломами на большие и малые блоки, она непрерывно деформируется, создавая своеобразный режим «сейсмической жизни» большого региона. Сейсмические станции ежегодно регистрируют большое количество слабых и микроземлетрясений, очаги которых распределены неравномерно. Они отмечаются как в зонах описанных выше сильных землетрясений, так и вне их [1, 2].

Сложная сейсмическая обстановка на юге Казахстана требует проведения широкого комплекса научно-практических исследований в области оценки сейсмической опасности и прогноза землетрясений. Главными структурообразующими активными разломами региона являются Алматинский, Заилийский (Байсорун-Чиликский) и Чилик-Кеминский.

Алматинский разлом прослеживается вдоль северного подножия предгорной ступени Заилийского Алатау, отделяя ее от прилегающей с севера одноименной впадины. На участке от Каскелена до г. Алматы он морфологически не выражен на поверхности вследствие перекрытия отложения конусов выноса. С Алматинским разломом связана серия слабых землетрясений, плотность эпицентров к юго-западу от Алматы достигает максимальное значение [3, 4]. По сейсмологическим данным на территории города Алматы можно выделить зоны риска и балльности в соответствии с рисунком 2.

Цель исследований

Ведение GPS-мониторинга в зоне основных тектонических разломов на территории г. Алматы для прогнозирования движения земной коры.

Объект исследований

В качестве исследуемых объектов выступают современные горизонтальные движения земной поверхности (СВДЗП) в зоне тектонических разломов.

Методы исследований

Методика регрессионного анализа временных рядов изменения положения станций GPS дает возможность прямой оценки деформационной составляющей движения станции к сейсмическим смещениям и постсейсмическим эффектам,

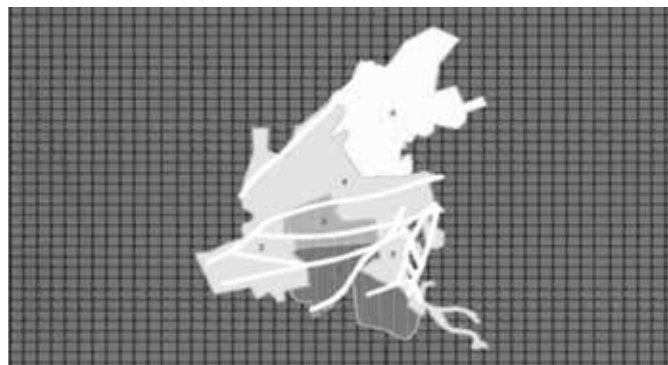
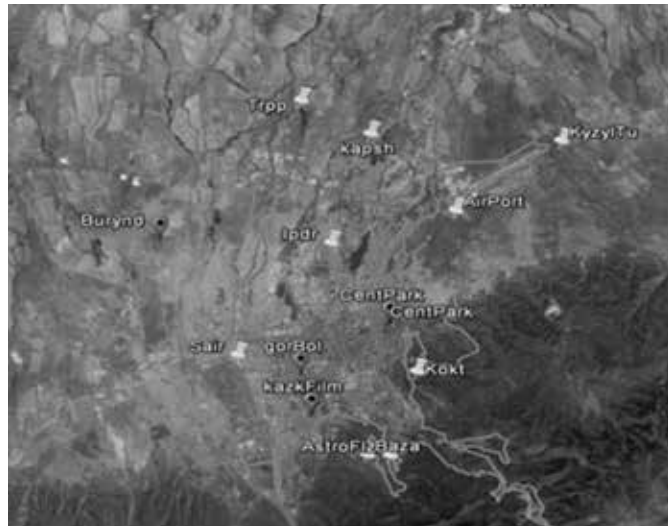


Рис. 2. Зоны риска Алматы

Fig. 2. Almaty risk zones

что в свою очередь позволяет применить данные GPS-наблюдений для исследования деформационных процессов [5]. Спутниковые технологии координатных определений имеют существенные преимущества перед традиционными. Им свойственны высокая точность, независимость от погоды и времени суток, оперативность, возможность определения координат при отсутствии взаимной видимости между пунктами. В рамках программы «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» с 2009 года проведены работы по созданию локальных сетей GPS-измерений вокруг г. Алматы. Локальная GPS-сеть для г. Алматы состоит из 14 пунктов, месторасположения которых приведены на рисунке 3 [6].



действующие GPS-пункты / active GPS-points;



GPS-пункты, выбывшие из сети / GPS-points that have dropped out of the network

Рис. 3. Расположение пунктов локальной GPS-сети для города Алматы

Fig. 3. Location of points of the local GPS network for the city of Almaty

Два геодезических четырехугольника сети расположены в эпицентральной зоне Верненского (1887 г.) землетрясения. В настоящее время в систему наблюдательных пунктов на Алматинском геодезическом полигоне входят и станции GPS-наблюдений. Выполнено около 50 циклов наблю-

дений. Спутниковые определения по программе статических измерений на полигоне начались с 2004 года приемниками GPS-1200. Одновременно велись линейные измерения в сети триангуляции 1-го класса светодальномером «Дистомат DI 3000S» с лазерным излучателем.

Комбинирование традиционных наземных и спутниковых измерений позволяет достаточно успешно решать задачи определения современных движений земной поверхности (СДЗП). Анализ значений разностей наклонных дальностей, измеренных между пунктами линейно-угловой сети, указывает на процесс горизонтального сжатия территории со скоростью -0,4 мм/год [13,14].

Эти методы и материал помогают обработать данные GPS-мониторинга и понять динамику движения земной коры в сейсмоактивных регионах Алматы, что может быть важным для сейсмологических и геологических исследований, а также разработки мер по управлению рисками сейсмических событий.

Основная задача GPS-мониторинга заключается в определении движения земной коры, изменения ее высоты и горизонтальных координат [15, 16]. Выявляются процессы тектонического поднятия, опускания и горизонтального сдвига, которые могут быть связаны с сейсмической активностью. Эта техника позволяет учесть ошибки и неточности в измерениях, что особенно важно при работе с данными GPS. Зафиксированные изменения в координатах станций могут быть использованы для построения карт деформации коры и определения скоростей движения.

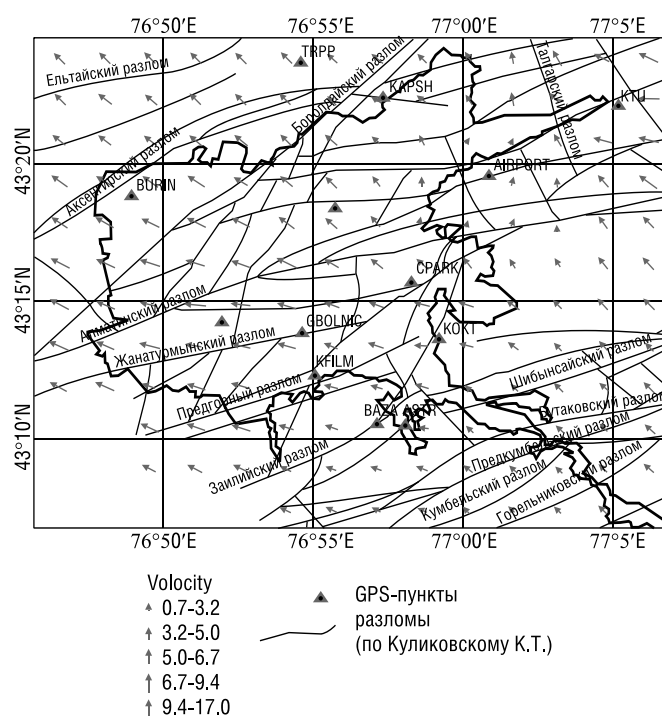


Рис. 4. Карта направления векторов скоростей опорных GPS-пунктов относительно Евразийского континента

Fig. 4. Map direction of velocity vectors of GPS reference points relative to the Eurasian continent

Таблица 1 / Table 1

Название и координаты пунктов локальной сети
Name and coordinates of local network points

№	Название пункта / Item name	Пункт / Point	Координаты / Coordinates		
			Y	X	H, м
1	База	Baza	43°10'37.1850	76°57'4.0122	1209.896
2	Астрофизика	Act2	43°10'35.7349	76°57'58.5639	1316.425
3	Коктобе	Kokt	43°13'40.7683	76°59'06.7640	925.288
4	Аэропорт	Aers	43°19'38.9931	77°0'46.2605	639.803
5	Сайран	Sair	43°14'17.5640	76°51'54.7307	757.792
6	Кызылту-4	Kzt4	43°22'13.5082	77°5'5.0653	634.481
7	Капчагайская трасса	Kpch	43°22'30.8869	76°57'20.5690	614.688
8	Байсерке	Bser	43°27'8.1595	77°2'46.2691	573.468
9	Первомайский пруд	Trpp	43°23'46.1461	76°54'32.1729	620.963
10	Ипподром	Ipdr	43°18'27.0849	76°55'42.3869	668.996
11	Бурундайское кладбище	Borl	43°18'56.6571	76°48'56.5204	727.569
12	12-я горбольница	Gorb	43°13'54.3048	76°54'36.2963	791.633
13	Казахфильм	Kazf	43°14'50.4854	76°54'15.9350	927.644
14	Центральный парк	Cprk	43°15'47.3451	76°58'12.4722	743.061
15	Узынагаш	Uzag	43°9'37.17	76°28'8	980.058

Результаты исследований

Для сбора данных при проведении мониторинга использовали станции GPS, размещенные в регионе. Эти станции непрерывно регистрировали данные о своем местоположении и времени. Результаты мониторинга GPS были использованы для оценки вероятности сейсмических событий и определения скорости и направления движения земной коры. Полученные результаты анализировались и интерпретировались

исследователями для определения возможных паттернов и тенденций в движении земной коры.

Заключение

Основные результаты мониторинга на основе GPS-наблюдений на территории Алматы показывают регулярные смещения в разных плоскостях, поэтому необходимо создание сетей непрерывных региональных и локальных наблюдений, а также организация системы обработки исходных данных [17].

Полученные результаты могут использоваться в качестве составной части поисковых исследований по прогнозу землетрясений, проводимых на Алматинском геодинамическом полигоне. Наиболее глубокое раскрытие причин смещений земной поверхности с теоретической и практической точки зрения можно произвести на основе дальнейших более продолжительных и детальных геодезических работ. Для достижения этой цели важно проводить регулярный мониторинг,

анализировать данные сетей GPS-станций, создавать модели сдвига земной коры и прогнозировать потенциальные сейсмические события. Это содействует улучшению безопасности и качества жизни в сейсмоактивных регионах Казахстана.

Результаты исследований могут быть использованы в строительстве и планировании городской инфраструктуры, а также в управлении чрезвычайными ситуациями. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Деформации земной коры Тянь-Шаня по данным GPS-измерений / В. Сутякин, А. Баяндина, Д. Тулегенов [и др.] // Журнал сейсмологии и сейсмостойкости. - 2018. - № 2. - С. 44-54.
2. Satellite observations of earth crust at Almaty geodynamic polygon / M. Nurpeissova, K.T. Menayakov., K.T. Kartbayeva, [et al.] // Izvestiya NAS RK. Series of Geology and Technical Sciences. - 2021. - Vol. 6, № 450. - P. 93-101.
3. Нурпеисова, М. Применение GPS мониторинга в оценке современных деформаций земной коры на Алматинском ГДП / М. Нурпеисова, Д. Хуаян, Ж. Т. Омиржанова // Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых: сборник 14-МНШ МУ и С. - М.: ИПКОН РАН, 2019. - С. 132-135.
4. Картаева, К. Т. Изучение геодинамических процессов на территории Средней Азии и Казахстана: монография / К. Т. Картаева, М. Б. Нурпеисова, Ж. Т. Омиржанова. - Lambert, 2020. - 125 с.
5. Мадиева, Р. Б. Оценка деформаций земной коры Тянь-Шаня по данным GPS / Р. Б. Мадиева, Т. В. Молодкина, А. Б. Алимбеков // В сети конференций E3S. - 2019. - № 97. - С. 04039
6. Касымов, О. А. Анализ новейших тектонических движений Казахского Алтая и Тянь-Шаня / О. А. Касымов, О. А. Ибадилдин, А. Абдыкадыров // Серия конференций IOP: Науки о Земле и окружающей среде. - 2017. - Т. 90, № 1. - С. 012035.
7. Заславский, А. Ф. Деформации земной коры в регионе Памиро-Гиндукуша по данным GPS-наблюдений / А. Ф. Заславский, Т. Б. Яновская, Д. К. Курбанова // Русская геология и геофизика. - 2016. - Т. 57, № 12. - С. 1682-1691.
8. Сутякин, В. В. GPS-мониторинг деформаций земной коры и его применение для оценки сейсмической опасности в Казахстане / В. В. Сутякин, А. Т. Баяндина, Д. А. Яндарбиев // Геодинамика и тектонофизика. - 2020. - Т. 11, № 2. - С. 283-294.
9. Современные методы, методики и технические средства мониторинга движений земной коры / Р. В. Шевчук, А. И. Маневич, Д. Ж. Акматов [и др.] // Горная промышленность. - 2022. - № 5. - С. 99-104.
10. Кафтан, В. И. Исследование движений и деформаций земной коры восточной Турции в связи с землетрясением Ван (23.10.2011 г., Mw = 7.2) с использованием данных GPS-наблюдений / В. И. Кафтан, И. Кафтан, Е. Гёк // Физика Земли. - 2021. - № 3. - С. 30-44.
11. Стеблов, Г. М. Взаимодействие тектонических плит в Северо-Восточной Азии / Г. М. Стеблов // Докл. Академии наук. - 2004. - Т. 394, № 5. - С. 689-692.
12. Caiya, Y. Present-day movement trends of the major tectonic faults in the Sichuan-Yunnan region based on the constraint of GPS velocity fields / Y. Caiya, Y. Qiang, K. T. Kartbayeva // Advances in Space Research (ASR). - 2021. - Vol. 68, № 4. - С. 1719-1731.
13. Космические исследования в Казахстане. - Алматы: Институт космических исследований, 2002. - 460 с.
14. Бек, А. Ш. Основы спутниковой геодезии: учебное пособие / А. Ш. Бек. - Алматы: КазНТУ, 2008. - 88 с.
15. Тютюкова, В. А. Определение оседаний земной поверхности по результатам совместной интерферометрической обработки данных космического радиолокационного зондирования Земли со спутников Sentinel-1a и Sentinel-1b / В. А. Тютюкова, Д. В. Голубничий, Д. Х. Гилязов // Маркшейдерия и недропользование. - 2023. - № 2(124). - С. 69-75.
16. Мусихин, В. В. Оценка точности определения оседаний земной поверхности Риддерского ГОКа по результатам интерферометрической обработки данных космического радиолокационного зондирования / В. В. Мусихин, В. А. Тютюкова, Н. М. Харина // Маркшейдерия и недропользование. - 2023. - № 1(123). - С. 57-63.
17. Тесленок, С. А. Цифровое моделирование рельефа Республики Мордовия / С. А. Тесленок, В. Ф. Манухов, К. С. Тесленок // Геодезия и картография. - 2019. - Т. 80, № 7. - С. 30-38.

REFERENCES

1. Sutyakin V, Bayandina A, Tulegenov D., et al. Deformation of the Earth's crust of the Tien Shan according to GPS measurements. *Journal of Seismology and Seismic Resistance*. 2018;20(2): 44-54 (In Russ.).
2. Nurpeissova M, Menayakov KT, Kartbayeva KT, et al. Satellite observations of earth crust at Almaty geodynamic polygon *Izvestiya NAS RK, Series of Geology and Technical Sciences*. 2021; 6(450):93-101.
3. Nurpeissova M., Huayan D, Omirzhanova ZhT. The use of GPS monitoring in assessing modern deformations of the Earth's crust at the Almaty GDP. Problems of subsoil development in the XXI century through the eyes of the young. Collection 14-MNSH MU and S. Moscow: IPKON RAS, 2019 (In Russ.).
4. Kartbayeva KT, Nurpeissova MB, Omirzhanova ZhT. The study of geodynamic processes in Central Asia and Kazakhstan (Monograph). Lambert, 2020 (In Russ.).
5. Madiyeva RB, Molodkina TV, Alimbekov AB. Assessment of deformations of the Earth's crust of the Tien Shan according to GPS data. *In the E3S Conference Network*. 2019;97:04039 (In Russ.).

6. Kasymov OA, Ibadildin OA, Abdikadyrov A. Analysis of the latest tectonic movements of the Kazakh Altai and Tien Shan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences*. 2017;90 (1):012035 (In Russ.).
7. Zaslavsky AF, Yanovskaya TB, Kurbanova DK. Deformations of the Earth's crust in the Pamir-Hindu Kush region according to GPS observations. *Russian Geology and Geophysics*. 2016;57(12):1682-691 (In Russ.).
8. Sutyakin VV, Bayandina AT, Yandarbiev DA. GPS monitoring of crustal deformations and its application to assess seismic hazard in Kazakhstan. *Geodynamics and tectonophysics*. 2020;11(2): 283-94 (In Russ.).
9. Shevchuk RV, Manevich AI, Akmatov DJ, et al. Modern methods, techniques and technical means of monitoring the movements of the Earth's crust. *Russian Federation Mining Industry*. 2022;5:99-104 (In Russ.).
10. Kaftan VI, Kaftan I, Gek E. Study of movements and deformations of the earth's crust of eastern Turkey in connection with the Van earthquake (23.10.2011, Mw = 7.2) using GPS observation data. *Physics of the Earth*. 2021;3:30-44 (In Russ.).
11. Steblov GM. Interaction of tectonic plates in Northeast Asia. *Dokl. Academy of Sciences*. 2004;394(5):689-92 (In Russ.).
12. Caiya Y, Qiang Y, Kartbayeva KT. Present-day movement trends of the major tectonic faults in the Sichuan-Yunnan region based on the constraint of GPS velocity fields. *Advances in Space Research (ASR)*. 2021;68(14):1719-731.
13. Space research in Kazakhstan. *Almaty*;2002 (In Russ.).
14. Beck AS. Fundamentals of satellite geodesy (textbook). *Imaty: KazNTU*; 2008 (In Russ.).
15. Tyutyukova VA, Golubnichy DV, Gilyazev DH. Determination of subsidence of the Earth's surface based on the results of joint interferometric processing of data from space radar sensing of the Earth from Sentinel-1a and Sentinel-1b satellites. *Surveying and subsoil use*. 2023;2(124):69-75 (In Russ.).
16. Musikhin VV, Tyutyukova VA, Kharina NM. Assessment of the accuracy of determining the subsidence of the Earth's surface of the Riddersky GOK based on the results of interferometric processing of space radar sensing data. *Surveying and subsoil use*. 2023;1(123):57-63 (In Russ.).
17. Teslenok SA, Manukhov VF, Teslenok KS. Digital modeling of the relief of the Republic of Mordovia. *Geodesy and cartography*. 2019;80(7):30-8. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Нурпеисова Толеужан Байболовна:
кандидат технических наук,
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: ntb_2009@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-9155-6332>



Орманбекова Азхар Ермековна:
старший преподаватель,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: ormambekovaazhar@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-2735-0257>



Сагит Талап Саматулы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: issabayev00@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nurpeisova Toleuzhan Bajbolovna:
Candidate of Technical Sciences,
Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: ntb_2009@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-9155-6332>

Ormambekova Azhar Ermekovna:
Senior Lecturer,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: ormambekovaazhar@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-2735-0257>

Sagit Talap Samatuly:
master's student,
Department of Surveying and Geodesy
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: issabayev00@gmail.com



Бертис Мирас Есилулы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: bertis.m7@mail.ru

Bertis Miras:
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: bertis.m7@mail.ru

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Информируем Вас

Санкт-Петербургский горный университет. Основан в 1773 году. Первое высшее техническое учебное заведение в России.

Факультеты:

- ◆ Геологоразведочный факультет,
- ◆ Горный факультет,
- ◆ Механико-машиностроительный факультет,
- ◆ Нефтегазовый факультет,
- ◆ Строительный факультет,
- ◆ Факультет переработки минерального сырья,
- ◆ Факультет фундаментальных и гуманитарных дисциплин,
- ◆ Экономический факультет,
- ◆ Энергетический факультет,
- ◆ Факультет аспирантуры и докторантуры.

Контакты : Санкт-Петербург, В.О., наб. Лейтенанта Шмидта, д. 45, Главный пост.

Тел.: 800 550 14 34; (812) 328 8201; (812) 328 89 02 e-mail: priem@mgri.ru, <https://www.mgri.ru/commission/poryadok-postupleniya/>

WWW.N-GN.RU

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МАРКШЕЙДЕРСКИХ СЪЕМОК ПРИ ОСВОЕНИИ ХРОМИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

М. Б. Нурпеисова, Г. С. Сердалина,

*Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан;*

И. М. Бородина, Ф. А. Калабаев,

Донской горно-обогатительный комбинат, г. Хромтау, Республика Казахстан

Аннотация: Рассмотрено применение современных приборов, в том числе лазерных сканеров при ведении наземных и подземных маркшейдерских работ. Приведены результаты определения объема товарной руды лазерным сканером. Полученные результаты использованы в диссертационных работах магистрантов и докторантов, а также в учебном процессе КазННТУ имени К. И. Сатпаева.

Ключевые слова: месторождения, склады, лазерный сканер, трехмерная модель, полезные ископаемые, маркшейдерские замеры, съемка.

Для цитирования: Нурпеисова М. Б., Сердалина Г. С., Бородина И. М., Калабаев Ф. А. Инновационные методы маркшейдерских съемок при освоении хромитовых месторождений // Маркшейдерия и недропользование. - 2024. - № 2. - С. 20-24. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_20_24.

INNOVATIVE METHODS OF SURVEYING SURVEYS DURING THE DEVELOPMENT OF CHROMITE DEPOSITS

M. B. Nurpeissova, G. S. Serdalina,

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan;

I. M. Borodina, F. A. Kalabaev,

Don Mining and Processing Plant, Khromtau, Republic of Kazakhstan

Abstract: The article discusses the use of modern devices, including laser scanners in the conduct of ground and underground surveying. The results of determining the volume of commercial ore by a laser scanner are presented. The results obtained were used in the dissertations of undergraduates and doctoral students, as well as in the educational process of Satbayev University.

Keywords: deposits, warehouses, laser scanner, three-dimensional model, minerals, surveying measurements, survey.

For citation: Nurpeissova M. B., Serdalina G. S., Borodina I. M., Kalabaev F. A. Innovative methods of surveying surveys during the development of chromite deposits. Surveying and subsoil use. 2024;(2):20-24. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_20_24.

В Донском ГОКе (Актюбинская область, Казахстан) от момента открытия месторождения до сегодняшнего дня решаются различные технологические вопросы, важнейшей задачей которых является маркшейдерское обеспечение ведения горных работ. В последние годы в маркшейдерско-геодезической практике работы шагнули далеко вперед. В связи с этим перед инженерно-техническим персоналом встал задача, связанная с внедрением в производство высокотехнологичных методов ведения маркшейдерских работ. Создание и внедрение в практику маркшейдерских работ современных цифровых, лазерных и GPS-приборов явилось значимым этапом развития инновационных технологий в маркшейдерии. Одним из реальных примеров является внедрение лазерного сканирования на рудниках Донского ГОКа при маркшейдерском контроле учета добычи [1].

При добыче полезных ископаемых производится контроль горных работ в соответствии с утвержденным проектом [2]. Способом такого контроля является производство ежемесячных замеров горных работ с последующим подсчетом объемов добычи, для чего проводится съемка складов полезного ископаемого и отвалов породы различными (тахеометрический, фототеодолитный, лазерный) способами (рис. 1).

Цель работы

Использование современных маркшейдерских технологий при определении объемов техногенных отвалов.

Объект исследования: хромитовые месторождения, разрабатываемые Донским горно-обогатительным комбинатом.

Методика

Лазерное сканирование является сегодня новейшей технологией несмотря на относительно небольшой срок сущес-



Рис. 1. Внешний вид отвалов и штабелей на рудниках Донского ГОК

Fig. 1. Appearance of dumps and stacks at the mines of the Donskoy GOK

тования. Этот метод съемки позволяет создавать цифровую модель окружающих объектов, которая представлена в виде «3D-облака точек» с координатами. Основной особенностью лазерного сканирования является высокая скорость измерений. Скорость съемки сканирования может достигать от 40 тысяч до 2 миллионов точек в секунду. Сканирование может производиться совместно с фотографированием, что позволяет более быстро и детально построить модель. Сканирование объектов ситуации выполняется со всех сторон для получения аналога цифровой модели. Путем 3D-сканирования получается облако точек с координатами высокой точности, по скану строится каркасная модель данного объекта, по которым можно быстро и оперативно рассчитать объемы и площади [3-6].

Мгновенная трехмерная визуализация, высокая точность и степень детализации, высокая производительность труда, комфортные условия полевых работ, получение результата при любых условиях освещения, обеспечение безопасности при съемке труднодоступных и опасных объектов — вот главные из многочисленных преимуществ метода перед тахеометрической съемкой и другими наземными видами съемки. На сегодняшний день имеются несколько видов лазерных сканеров (рис. 2).



Рис. 2. Виды 3D-лазерных сканеров: а - Faro Focus 3D; б - сканер MINEi; в - 3D-сканер 6DOF; г - процесс съемки

Fig. 2. Types of 3D laser scanners: а - Faro Focus 3D; б - MINI scanner; в - 6DOF 3D scanner; d - shooting process

Результаты

FARO Focus 3D X130 (США) (рис. 2а) — высокоскоростной 3D-сканер для детализированных измерений и документации. Focus использует лазерные технологии для создания превосходных трехмерных изображений окружающей среды и геометрии за несколько минут. Focus оснащен сенсорным экраном для управления функциями

и параметрами сканирования [7-9]. Получаемое изображение представляет из себя облако из миллионов 3D-точек в цветном формате, что обеспечивает точную цифровую репродукцию существующей обстановки. Небольшие размер и вес, а также сенсорное управление Focus позволяют легко работать с ним и сокращают на 50 % время сканирования по сравнению с традиционными сканерами. Снимаемый лазерным сканером Faro Focus 3D отвал на территории ДОФ-1 имел форму призмы.

Trimble RealWorks — это многофункциональное офисное ПО для обработки данных лазерного сканирования и создания 3D-модели (рис. 3, см. цветную вклейку стр. 28).

Результат вычислений площади поверхности и объема сразу отображается на экране в окошке сверху, где он показан красной стрелкой (рис. 3а, см. цветную вклейку стр. 28), а результат определения объема показан на рисунке 3б (см. цветную вклейку стр. 28) синим цветом [10-12].

Усовершенствованное управление данными и возможность визуализации в сочетании с высоким уровнем автоматизации позволяют быстро обрабатывать данные лазерного сканирования с высокой точностью. Trimble RealWorks предлагает эффективные инструменты для точного измерения сложных 3D-объектов, проведения специализированных проверок с возможностью создания подробных отчетов. Например, с помощью этой программы был получен объем 450,677 м³ (рис. 4, см. цветную вклейку стр. 28).

В настоящее время практически во всех отраслях применяются новые технологии для выполнения топографо-геодезических работ. При постоянном стремлении к повышению производительности и сокращению штата маркшейдерского отдела требования к скорости и качеству, а также безопасному ведению измерительных работ возрастают.

Одним из реальных примеров внедрения лазерного сканирования является опыт работы сканером CMS MINEi (Канада) при съемке подземных выработок. Система MINEi (рис. 2б) — это надежная быстрая беспроводная система, позволяющая проанализировать пустоты по вертикали или под уклоном. Система обеспечивает безопасность горняков и увеличение производительности горных работ [13-15].

Наземное лазерное сканирование — на сегодняшний день самый оперативный и производительный способ получения точной и наиболее полной информации о пространственном объекте. Для съемки пустот на руднике «Молодежный» используется портативный лазерный 3D-сканер BLK2Go производства Leica Geosystems. BLK2Go — это портативный беспроводной 3D-сканер с компактными габаритами, предназначенный для сканирования окружающего пространства

в режиме реального времени с шестью степенями свободы (6DOF).

Сканирование проводилось на руднике «Молодежный». Измерение осуществлялось со скоростью 1 тысяча измерений в секунду и более в зависимости от моделей. При проведении съемки специалист мог перемещаться по объекту без остановок, для качественного результата не требовалась стационарная установка или перерывы. Скорость работы Leica BLK2GO – 420 тысяч точек в секунду.

Результаты съемки были обработаны в Micromine, вывелись сканы в разрезе, и получалось четкое сканирование горных выработок (рис. 5). На рисунке хорошо видны уклоны/подъемы, целики, почва, т. е. маркшейдер может четко наблюдать за состоянием горных выработок [16].

Преимущества лазерного 3D-сканирования объектов горнодобывающей отрасли:

- ✦ обмерные работы проводятся без прямого контакта с оборудованием установки, что позволяет проводить сканирование подвижных или нагретых элементов без остановки производства;
- ✦ высокая скорость работ не зависит от их объема и трудоемкости;
- ✦ возможность проведения работ в любое время суток;
- ✦ получение более точных и полных данных, которые невозможно обеспечить тахеометрической съемкой;
- ✦ за счет снижения трудозатрат наземное лазерное сканирование позволяет сократить стоимость работ.



Рис. 5. Результаты сканирования рудника «Молодежный»

Fig. 5. Scan results of the Molodezhny mine

Выводы

Объем товарной руды с высокой точностью определен методом лазерного сканирования.

Технологии лазерного сканирования позволяют получать трехмерную модель объекта. Мгновенная трехмерная визуализация, высокая точность и степень детализации, высокая производительность труда, получение результата при любых условиях освещения, обеспечение безопасности при съемке труднодоступных объектов – вот главные из многочисленных преимуществ метода перед тахеометрической съемкой и другими наземными видами съемки. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы наземно-сканирующей съемки / В. Н. Гусев, А. И. Науменко, Е. М. Волохов [и др.]. - СПб., 2008. - 80 с.
2. Каплунов, Д. Р. Устойчивое развитие горнотехнических систем как переход от добычи полезных ископаемых к освоению георесурсов и сохранению недр / Д. Р. Каплунов, В. С. Федотенко // Горный журнал. - 2021. - № 8. - С. 4-7. DOI 10.17580/gzh.2021.08.01.
3. Середович, В. А. Наземное лазерное сканирование: монография / В. А. Середович - Новосибирск: СГГА, 2009. - 261 с.
4. Сайлыгараева, М. А. Космический мониторинг смещений высотных зданий на урбанизированных территориях / М. А. Сайлыгараева, Ж. Д. Байгулин, Н. А. Милетенко, Ж. Т. Кожаев // Маркшейдерия и недропользование. - 2022. - № 2(118). - С. 57-60.
5. Рыбеков, К. Б. Основы лазерного сканирования: учебник / К. Б. Рыбеков, М. Б. Нурпеисова. - Алматы: КазННТУ, 2021. - 248 с.
6. Середович, А. В. Применение программного продукта RISCAN PRO для регистрации сканов / А. В. Середович // Интерэкспо Гео-Сибирь. - 2011. - № 2.
7. Нурпеисова, М. Б. Инновационные методы съемки подземных полостей / М. Б. Нурпеисова, С. Т. Солтабаева, Ж. Т. Кожаев // Горный журнал Казахстана. - 2017. - № 7. - С. 25-30.
8. Низаметдинов, Н. Ф. Наземное лазерное сканирование / Н. Ф. Низаметдинов // Вестник ЕНУ им. Л. Н. Гумлева - 2012. - № 2. - С. 156-160.
9. Лазерный сканер RIEGL VZ-400 [Электронный ресурс]. - URL: <https://gd-geo.ru/katalog/3d-skanery/riegl-vz-400> (режим доступа: 21.02. 2024).
10. Leica TPS400 Series Easy, quick, reliable and powerful [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.leica-geosystems.com/common/shared/downloads/inc/downloader.asp?id=2226> (режим доступа: 13.02. 2024).
11. Хмырова, Е. Н. Мониторинг технического состояния уникальных сооружений в г. Астана с использованием инновационных методов / Е. Н. Хмырова, О. К. Кошеров // Вестник ЕНУ им. Л. Н. Гумлева. - 2012. - № 2. - С. 163-167.
12. Гусев, В. Н. Методические подходы к съёмке карьеров лазерно-сканирующими системами / В. Н. Гусев // Маркшейдерский вестник. - 2009. - № 4. - С. 19-24.
13. Nurpeissova, M. B. Innovative ways to capture of solid violations and processing of result / M. B. Nurpeissova, D. Kirgizbayeva, K. Kopzhasaruly // Bulletin of the DSU. - 2016. - Vol. 2. - P. 5-18.
14. Азаров, Б. Ф. Современные методы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений / Б. Ф. Азаров // Ползуновский вестник. - 2011. - № 1. - С. 19-29.
15. Geodetic monitoring methods of high-rise Constructions deformations with modern Technologies application / M. Kuttykadamov, K. Rysbekov, I. Milev, [et al.] // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. - 2016. - Vol. 93, № 1. - P. 24-31.
16. Овчаренко, А. В. Сканирование подземных пустот и полостей / А. В. Овчаренко // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей. - Пермь, 2015. - С. 161-163.

REFERENCES

1. Gusev VN, Naumenko AI, Volokhov EM, et al. The basics of ground-scanning photography. St. Petersburg: 2008 (In Russ.).
2. Kaplunov DR, Fedotenko VS. Sustainable development of mining engineering systems as a transition from mining to the development of georesources and conservation of mineral resources. *Gornyj zhurnal*. 2021;8:4-7. DOI 10.17580/gzh.2021.08.01. (In Russ.).
3. Seredovich VA. Ground laser scanning: A monograph. Novosibirsk: SGGA, 2009 (In Russ.).
4. Sailygaraeva MA, Baigurin JD, Miletchenko NA, et al. Space monitoring of displacements of high-rise buildings in urbanized territories. *Surveying and subsoil use*. 2022;2(118):57-60 (In Russ.).
5. Rysbekov KB, Nurpeisova MB. Fundamentals of laser scanning (textbook). Almaty: KazNITU; 2021. (In Russ.).
6. Seredovich AV. Application of the RISCAN PRO software product for registration of scans. *Interexpo Geo-Siberia*. 2011;(2) (In Russ.).
7. Nurpeisova MB, Soltabayeva ST, Kozhaev ZhT. Innovative methods of surveying underground cavities. *Mining Journal of Kazakhstan*. 2017;(8):25-30 (In Russ.).
8. Nizametdinov NF. Ground-based laser scanning. *Bulletin of the L.N.Gumilev ENU*. 2012;(2):156-60 (In Russ.).
9. RIEGL VZ-400 laser scanner. Available from: <https://gd-geo.ru/katalog/3d-skanery/riegl-vz-400>.
10. Leica TPS400 Series Easy, quick, reliable and powerful. Available from: <http://www.leica-geosystems.com/common/shared/downloads/inc/downloader.asp?id=2226>.
11. Khmyrova EN, Kosherov OK. Monitoring of the technical condition of unique structures in Astana using innovative methods. *Bulletin of L.N. Gumilyov ENU*. 2012;(2):163-67 (In Russ.).
12. Gusev VN. Methodological approaches to shooting quarries of laser-scanning systems. *Surveying Bulletin*. 2009;(4):19-24 (In Russ.).
13. Nurpeisova MB, Kirgizbayeva D, Kopzhasaruly K. Innovative ways to capture of solid violations and processing of result. *Bulletin of the DSU*. 2016;(2):5-18.
14. Azarov B. F. Modern methods of geodetic observations of deformations of engineering structures. *Polzunovsky vestnik*. 2011;(1):19-29 (In Russ.).
15. Kuttykadamov M, Rysbekov K, Milev I, et al. Geodetic monitoring methods of high-rise Constructions deformations with modern Technologies application. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2016;93(1):24-31.
16. Ovcharenko AV. Scanning of underground voids and cavities. *Questions of theory and practice of geological interpretation of geophysical fields*. Perm, 2015:161-63 (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Нурпеисова Маржан Байсановна:
доктор технических наук,
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>



Сердалина Гульдана Саматовна:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: SerdalinaGuldana87@gmail.com,
Guldana.Serdalina@erg.kz



Бородин Ирина Михайловна:
главный маркшейдер,
ДГОК филиал «АО «ТНК Казхром»,
г. Хромтау, Республика Казахстан,
e-mail: Irina.Borodina@erg.kz

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nurpeisova Marzhan Baysanovna:
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>

Serdalina Guldana Samatovna:
PhD doctoral student:
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: SerdalinaGuldana87@gmail.com,
Guldana.Serdalina@erg.kz

Borodina Irina Mikhailovna:
chief surveyor,
DGOK branch of «JSC «TNK KazChrom»,
Khromtau, Republic of Kazakhstan,
e-mail: Irina.Borodina@erg.kz



Калабаев Фархат Ахметович:
маркшейдер,
шахта «10-летия НК» ДГОК филиал «АО «ТНК
Казхром»,
г. Хромтау, Республика Казахстан,
e-mail: Farkhat.Kalabaeyv@erg.kz

Kalabayev Farkhat Akhmetovich:
surveyor,
«10th anniversary of NK» DGOK branch of «JSC «TNK
KazChrom»,
Khromtau, Republic of Kazakhstan,
e-mail: Farkhat.Kalabaeyv@erg.kz

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Императорский Томский университет был основан в 1878 году – первым на территории Сибири и Дальнего Востока. Сегодня Томский государственный университет – ведущий классический университет исследовательского типа, признанный центр науки, образования и инноваций. Он входит в топ-300 ведущих университетов мира по рейтингу QS (272 место в мире и 4 среди российских вузов), в Золотую лигу Round University Ranking (в тройке лучших вузов РФ).

Годом рождения ГГФ считается 1933-й, когда в ТГУ был организован геолого-почвенно-географический факультет, но при этом подготовка геологов и географов в университете началась в 1917 году на естественном (геолого-географическом) отделении физмата, параллельно с ТТИ (сейчас Томский политехнический университет). А это значит, что Томский Государственный Университет занимается обучением высококласных специалистов уже больше 100 лет.

Сегодня факультет готовит профессиональных геологов, географов, гидрологов, метеорологов, природопользователей, геоэкологов, деятельность которых основана на использовании всей совокупности знаний, накопленных человечеством, и является базой мировоззренческих наук о Земле.

В 2008 году учёные Геолого-географического факультета открыли новый род динозавров — сибиротитан (Sibirotitan), длина которого могла достигать 20 метров, а вес 50 тонн.

Специалисты геолого-географического факультета ТГУ совместно с коллегами из Карлтонского университета (Канада) составляют детальные карты фрагментов поверхности Венеры.

Сотрудниками кафедры минералогии и геохимии в 2014 году открыты новые минералы: ферро-педрисит и россковскийит.

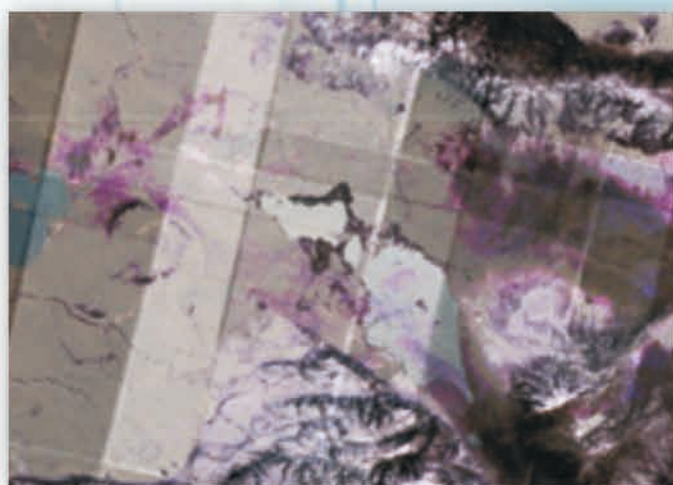
Адрес: 634050, Томск, пр.Ленина 36, ауд. 128;
телефоны: 8 (3822) 529-772;
e-mail: pk@mail.tsu.ru



WWW.N-GN.RU



а (а)



б (b)



в (c)

Рис. 2. Космические снимки, полученные с Landsat-7:
а – 2000 г.; б – 2010 г.; в – 2020 г.

Fig. 2. Satellite images obtained via Landsat 7:
а – 2000 year, б – 2010 year, в – 2020 year



а (a)



б (b)



в (c)

Рис. 3. Космические снимки, полученные с Sentinel-2:
а – 2000 г.; б – 2010 г.; в – 2020 г.

Fig. 3. Satellite images obtained via Sentinel 2:
а – 2000 year, б – 2010 year, в – 2020 year

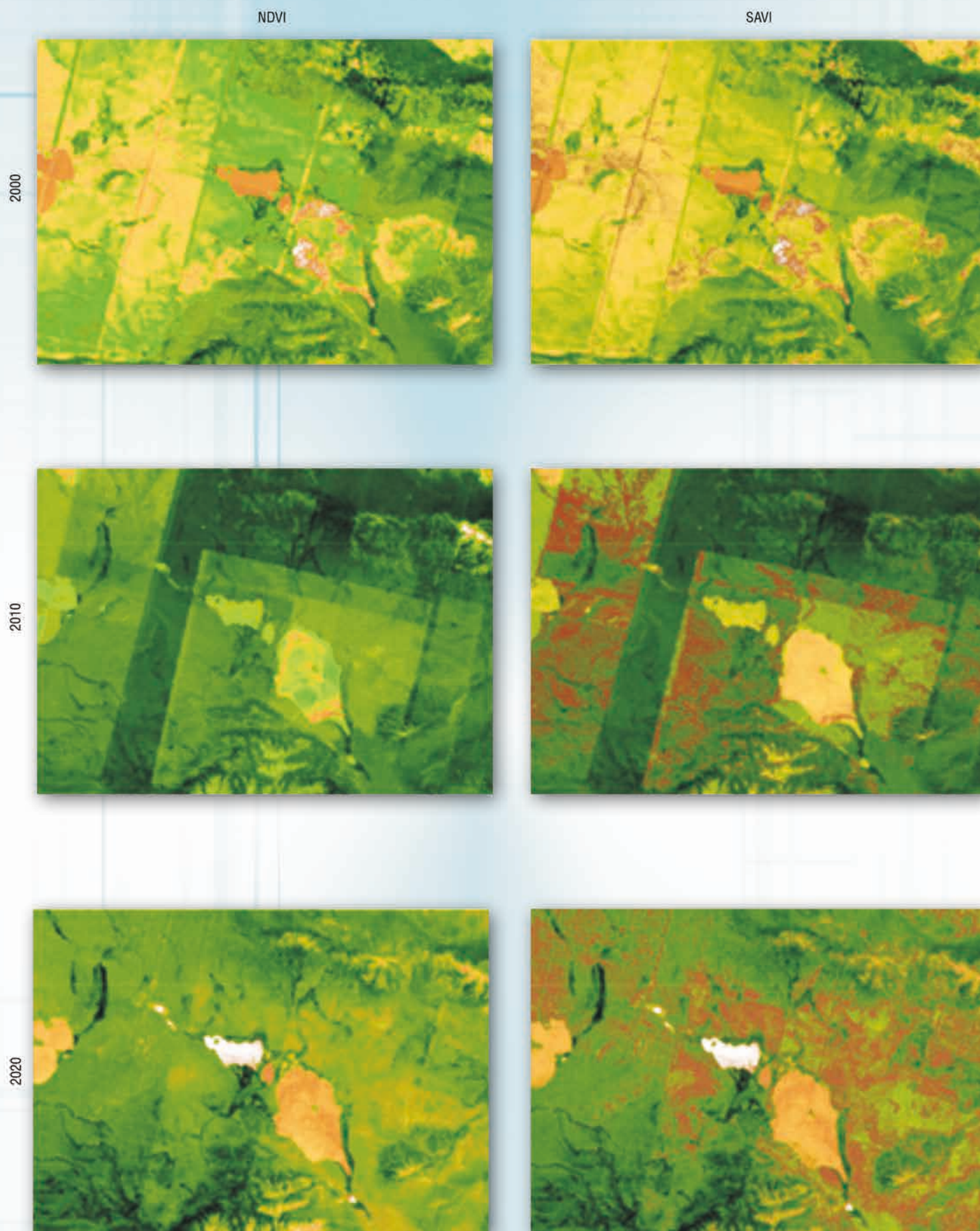


Рис. 4. Результаты расчета индексов вегетации на основе данных Landsat-7
 Fig. 4. Results of calculation of vegetation indices based on Landsat 7 data

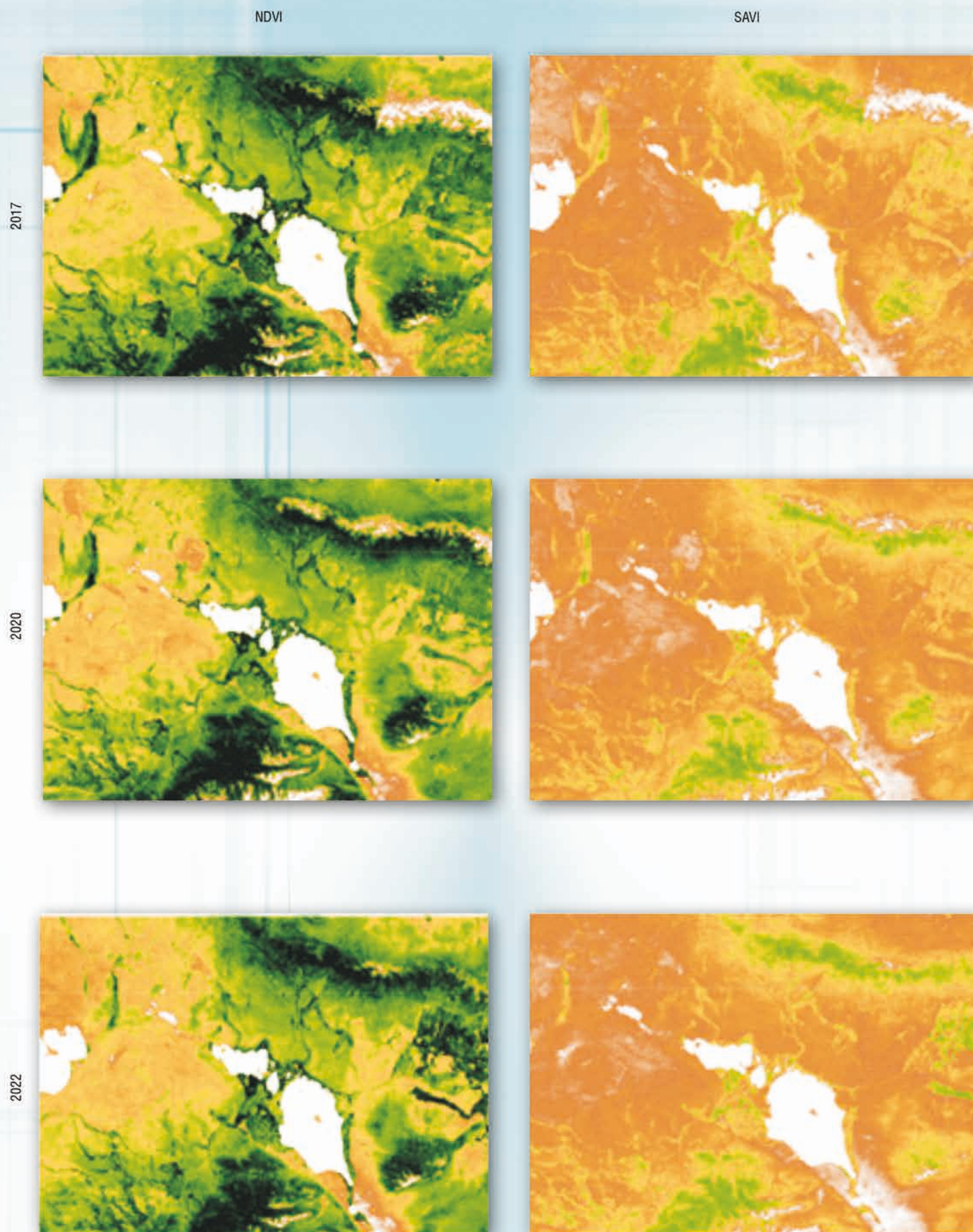
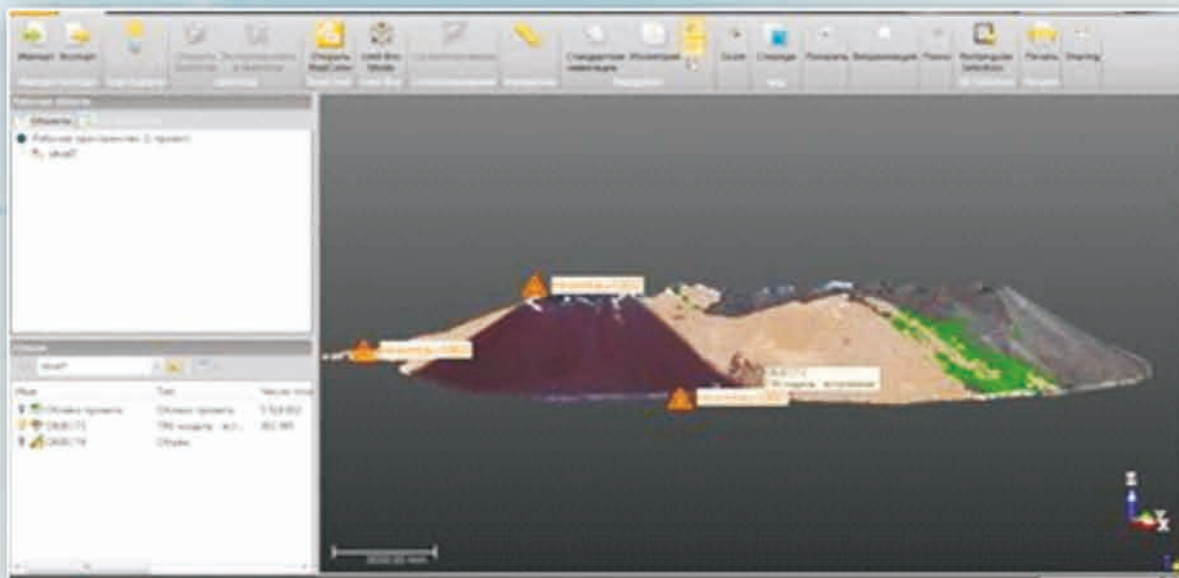
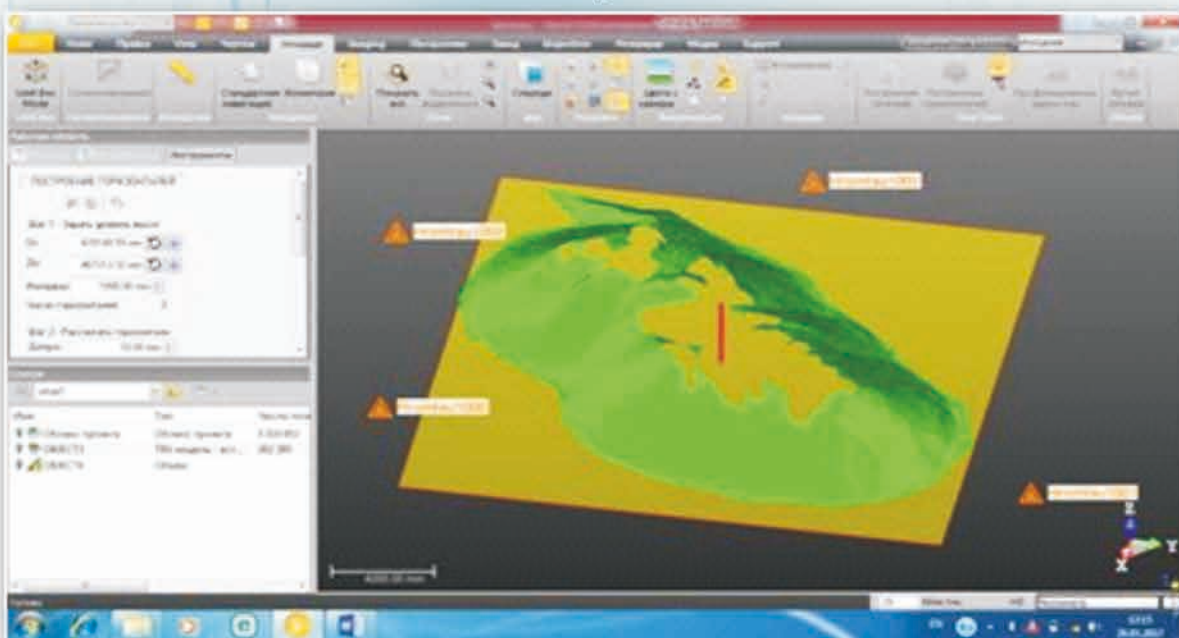


Рис. 5. Результаты расчета индексов вегетации на основе данных Sentinel-2
 Fig. 5. Results of calculation of vegetation indices based on Sentinel 2 data



a)



b)

Рис. 3. 3D-модели отсканированного объекта
Fig. 3. 3D models of the scanned object

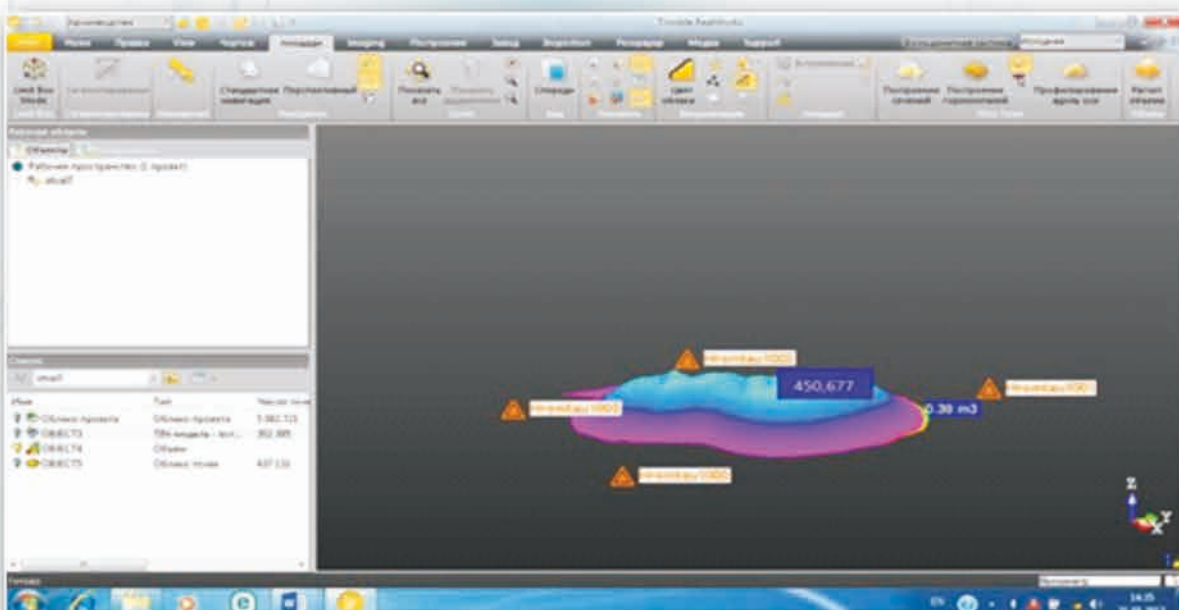


Рис. 4. Результат подсчета объема объекта
Fig. 4. The result of calculating the volume of the object

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНОГО МАССИВА ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР

Г. М. Кыргызбаева,

Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан;

М. Д. Исагазы, Жиландинский рудник, г. Сатпаев, Республика Казахстан;

Д. М. Кыргызбаева, А. Ж. Санатова,

Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: В статье приведены результаты изучения прочностных свойств горных пород Жиландинских групп месторождений. Методы математической статистики и корреляционного анализа дали возможность обобщить данные физико-механические свойства горных пород и получить графоаналитические зависимости между прочностными свойствами горных пород и глубиной их залегания в недрах. Научно обоснована возможность прогнозирования прочностных свойств пород.

Ключевые слова: месторождение, структура, устойчивость бортов карьера, глубина карьеров, промышленная безопасность.

Для цитирования: Кыргызбаева Г. М., Исагазы М. Д., Кыргызбаева Д. М., Санатова А. Ж. Исследование физико-механических свойств горного массива при освоении недр // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 29-34. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_29_34.

INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE MOUNTAIN MASSIF DURING THE DEVELOPMENT OF THE SUBSOIL

G. M. Kyrgyzbayeva, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan;

M. D. Isagazy, Zhylandinsky mine, Satbayev, Republic of Kazakhstan;

D. M. Kirgizbaeva, A. Zh. Sanatova, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract: The article presents the results of studying the strength properties of rocks of the Zhilandinsky groups of deposits. The methods of mathematical statistics and correlation analysis made it possible to generalize the data of the physical and mechanical properties of rocks and to obtain graph-analytical dependences between the strength properties of rocks and the depth of their occurrence in the subsurface. The possibility of predicting the strength properties of rocks is scientifically substantiated.

Keywords: deposit, structure, stability of quarry sides, depth of quarries, industrial safety.

For citation: Kyrgyzbayeva G.M., Isagazy M.D., Kirgizbaeva D.M., Sanatova A.Zh. Investigation of the physical and mechanical properties of the mountain massif during the development of the subsoil. Surveying and subsoil use. 2024;(2):29-34. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_29_34.

Для современного этапа развития открытых разработок месторождений полезных ископаемых характерны увеличение глубины карьеров, сроков службы откосов уступов и бортов карьеров, рост объемов вскрыши, интенсификация и концентрация горных работ, сложность инженерных, геологических и гидрогеологических условий разработки месторождений, низкое содержание полезных компонентов в руде [1-3].

Современные карьеры требуют углубленного изучения и надежного обоснования параметров устойчивых откосов уступов и бортов, ведения заоткосных работ на проектных контурах, а также постоянного инструментального контроля происходящих в прибортовых массивах геомеханических

процессов с целью своевременного прогноза различного рода деформаций. Увеличение глубины и объемов ведения открытых горных работ, ухудшение геологических и горнотехнических условий разработки месторождений определяют качественно новый подход к обеспечению устойчивости карьерных откосов [4-7].

Цель исследования: комплексный мониторинг состояния горных пород, обеспечивающий промышленную и экологическую безопасность в регионе Центрального Казахстана.

Объект исследований

В настоящее время самыми перспективными зонами являются Жаман-Айбат и Жиландинская группа месторождений (рис. 1).



Рис. 1. Обзорная карта района Жиландинской группы месторождений
Fig. 1. Overview map of the area of the Zhilandsinskaya group of deposits

В Жиландинскую группу входят месторождения: Итауз, Сарыоба, Кипшакпай, Карашошак, расположенные вдоль северного борта Жезказганской синклинали, разрабатываются Жиландинским рудником ТОО «Корпорация Казакмыс» [4-7].

Мощность промышленных руд колеблется от 0,1 до 20 м и в среднем составляет для месторождения Восточная Сарыоба (также и Западная Сарыоба, и Кипшакпай) 3-8 м. В рудном поле выявлено 11 рудных залежей, в составе которых разведано 109 рудных тел. Наиболее крупные залежи при-

Месторождение Сарыоба расположено в Улытауской области в 30-35 км к северу от рудника Жезказган. Оно включает два месторождения: Восточная и Западная Сарыоба (ВСО и ЗСО). Рудное поле месторождения ВСО имеет широтное распространение с протяженностью: по простиранию рудных тел — более 3,5 км, по падению — до 3,0 км. Направление падения рудных тел — юго-западное по азимуту около 215°, углы падения — от 0 до 25° в центре и северо-восточной части месторождения с глубиной залегания до 430 метров, до 40-80° — в юго-западной и в южной части месторождения с глубиной залегания до 786 м.

Рудные тела на месторождении Восточная Сарыоба (как и всех месторождений Жиландинской группы) представлены пластовыми, округлыми и ленточными залежами с весьма изменчивой мощностью и неравномерным распределением полезных компонентов.

Таблица 1 / Table 1

Классификация инженерно-геологических комплексов горных пород по условию устойчивости бортов карьеров Казахстана на основе положений ВНИИМ

Classification of engineering-geological complexes of rocks according to the condition of stability of the sides of quarries in Kazakhstan based on the provisions of VNIMI

Группа	Характеристика комплексов по условиям сложности залегания пород		
	1-я подгруппа (простые)	2-я подгруппа (средней сложности)	3-я подгруппа (сложные)
I группа (комплексы крепких скальных пород, прочность в образце $\sigma_{сж} > 80$ МПа)	Горизонтальное, пологое и наклонное залегание; выдержанность пород по мощности и простиранию; разрывные нарушения	Наклонное и крутое залегание; серия зон дробления и разрывных нарушений, иногда со значительным перемещением пород	Наклонное и крутое залегание, интенсивная складчатость; развитие дизъюнктивных нарушений, значительное количество тектонических трещин большого протяжения
	Месторождения: Саякское меднорудное; Атасуйское железорудное	Месторождения: меднорудные Коунрадское, Николаевское; Железорудное Кентобе	Месторождения: меднорудные Жезказганское, Шемонаихинское; Золоторудное Васильковское
II группа (комплексы измененных скальных и полускальных пород со средней прочностью в образце $\sigma_{сж} > 8-80$ МПа)	Спокойное горизонтальное или пологое залегание, слабая изменчивость пород и секущая трещиноватость	Горизонтальное, пологое, наклонное и крутое залегание, осложненное рядом пликтивных и дизъюнктивных нарушений	Наклонное и крутое залегание, частое чередование пород, широкое развитие сплошных трещин
	Месторождение: меднорудное Каратасское	Месторождения: меднорудные Космурын, Акбастау; золоторудное Варваринское; железорудное Соколовское, Сарбайское	Месторождения: Марганцевое Ушкатын; золоторудные Пустынское, полиметаллические Акжальское, Чиганакское; железорудное Качарское; меднорудное Итауз
III группа (комплексы слабых пород, прочность в образце $\sigma_{сж} < 8$ МПа)	Горизонтальное и пологое залегание, слабая фациальная изменчивость пород, простые гидрогеологические условия	Горизонтальное и пологое залегание, значительная фациальная изменчивость, довольно сложные гидрогеологические условия	Горизонтальное, пологое и крутое залегание, сильная фациальная изменчивость, развитие дизъюнктивных нарушений, сложные гидрогеологические условия
	Месторождения: золоторудное Абыз; Акжальское полиметаллическое; Угольные: Шубаркольское, Экибастузское	Месторождения: марганцевые Камыс, Тур; угольные: Куучекинское, Молодежное, Каражиринское, Майкубенское; нерудное Алексеевское	Месторождения: меднорудное Итауз

урочены к таскудукскому горизонту. Простираение их северо-восточное, протяженность — до 3 200 м, мощность — от 0,5 до 17 м, размер по падению — до 1 400 м [7-9].

Приведенный выше анализ геологического строения месторождений полезных ископаемых Казахстана, а их более 40 наименований, по их основным показателям:

- ✧ типы слагающих пород;
- ✧ происхождение (генезис);
- ✧ пределы прочности пород;
- ✧ наличие крупных тектонических нарушений;
- ✧ мощность рыхлых отложений;
- ✧ мощность коры выветривания;
- ✧ мощность рудного тела и обводненность.

Сотрудниками ВНИМИ [10] разработана классификация горных пород по их устойчивости в бортах карьеров, осно-

ванная на учете прочности пород в образце, характера и степени трещиноватости, выветриваемости (стойкости) и растворимости, склонности к разуплотнению и набуханию, а также к пластическим деформациям (ползучести). В этой классификации в зависимости от прочностных свойств все горные породы разделены на группы. При этом границей между крепкими и средней крепости породами принято $G_{сж}$ в образце, равное 80 МПа (табл. 1).

Это объясняется тем, что если у пород $G_{сж} > 80$ МПа, то углы наклона бортов при их средней глубине 200-300 м зависят только от залегания элементов поверхностей ослаблений и не зависят от прочности пород в образце. Границы между породами полускальными (средней прочности) и связанными глинистыми (слабыми) приняты $G_{сж} = 8$ МПа из тех соображений, что породы меньшей прочности имеют

Таблица 2 / Table 2

Физико-механические свойства горных пород месторождения Сарыоба
Physical and mechanical properties of rocks of the Sary oba deposit

Глубина залегания пород, м	Наименование породы	Прочность, МПа		Плотность γ , г/мм ³	Сцепление МПа	Угол внутреннего трения ρ , град.	Крепость пород, f
		сжатие, $\sigma_{сж}$	растяжение, σ_r				
51,0	Массив известняка	110	13,0	2,60	25	30	7,6
53,0	Серые песчаники	112	13,6	2,60	27	30	7,8
53,5	Алевриты	126	14,0	2,62	30,4	30	7,7
54,0	Известняки	128	14,2	2,62	36,5	30	7,9
84,0	Известняки	135	14,3	2,67	36,8	31	8,3
112,0	Песчаники	135	2,68	38,8	31	32	8,6
115,6	Красные известняки	137	16,8	2,65	42,7	32	8,2
153,0	Массив известняка	139	15,5	2,71	34	31	8,2
155,0	Серые известняки	174,0	16,0	2,67	46,8	31	8,8
170,8	Массив известняка	143	15,8	2,72	34,8	31	9,0
201,0	Серые известняки	151,3	16,2	2,69	40,0	32	9,1
221,0	Известняки	158,1	16,5	2,69	42,0	32	9,1
248,1	Серо-красные известняки	154,5	12,3	2,70	43,5	33	9,2
258,5	Алевриты	157,6	14,0	2,70	45,0	33	9,1
260,8	Алевриты	163,1	14,5	2,71	45,2	34	9,0
265,3	Песчаники	166,1	15,2	2,71	46,0	34	9,0
310,5	Конгломераты	173,1	17,2	2,72	46,0	34	9,1
315,8	Известняки	172,6	17,0	2,73	47,2	35	9,1
345,2	Алевриты	170,0	16,0	2,73	47,5	35	9,1
345,5	Известняки	171,4	16,8	2,71	47,0	36	9,2
355,0	Известняки	172,1	17,0	2,72	47,5	35	9,4
355,4	Песчаники	173,5	17,2	2,72	48,5	36	9,3
425,1	Красные известняки	174,5	17,3	2,73	48,8	36	9,5
425,7	Массив известняка	175,1	17,5	2,73	48,7	37	9,6
505,2	Серые известняки	178,0	16,4	2,73	49,2	37	9,8
505,6	Массив известняка	180,1	16,5	2,74	49,5	38	9,9
545,0	Серые известняки	171,4	16,8	2,74	49,8	38	10,0
545,5	Известняки	175,1	17,0	2,74	50,0	39	10,1
550,1	Серо-красные известняки	186,1	17,5	2,75	50,5	38	10,0
550,5	Известняки	183,4	17,2	2,75	50,0	38	10,2

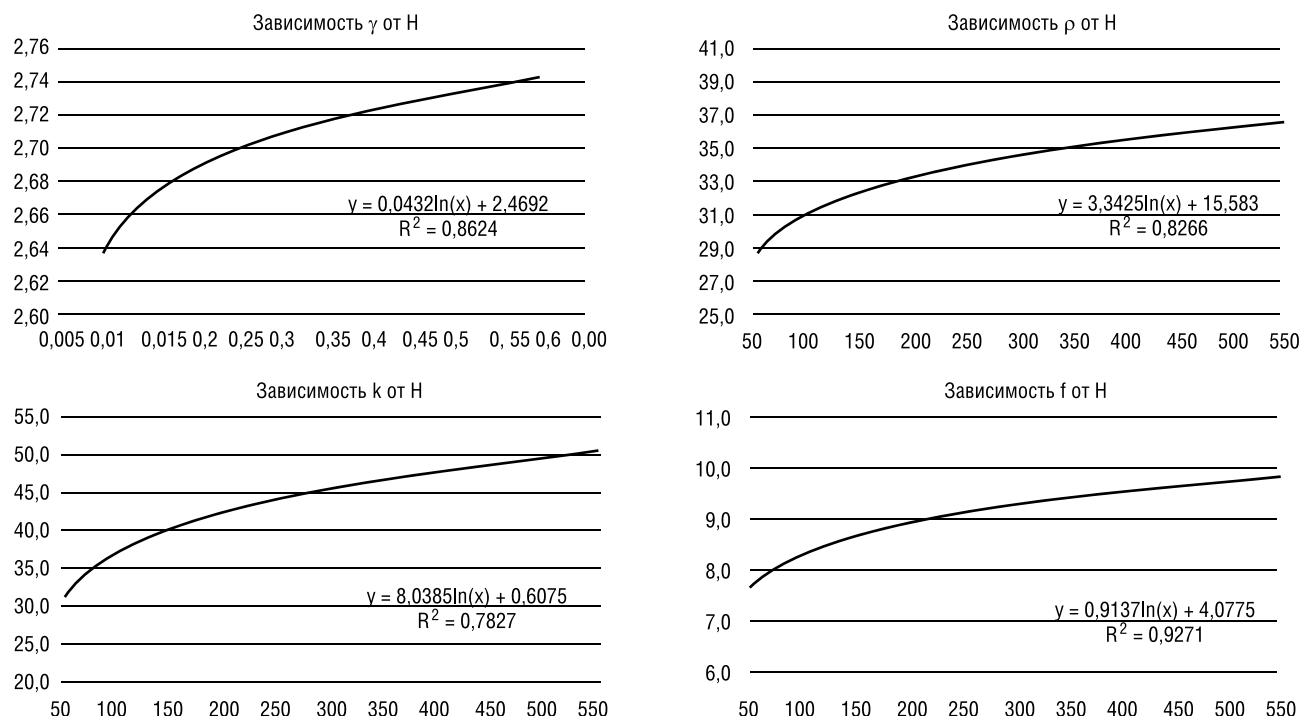


Рис. 2. Зависимость прочностных свойств массивных известняков с глубиной их залегания
Fig. 2. Dependence of the strength properties of massive limestones with the depth of their occurrence

заметную склонность к набуханию при снижении в них напряжений и наличии подтока воды и подвергаются пластическим деформациям при глубине карьеров более 200 м. На основании наших ранних исследований прочностных свойств горных пород по месторождениям Казахстана обобщены результаты по их физико-механическим свойствам [11-13].

Материал и методы исследований

Отбор проб горных пород, в том числе и полезного ископаемого, производился с целью лабораторного определения показателей физико-механических свойств, существенно влияющих на процесс сдвижения. На практике в основном используется лабораторный способ исследований физико-механических свойств горных пород на образцах, изготовленных из кернов геологоразведочных скважин, а при наличии горных выработок (канавы, шурфы, стволы, квершлаг и т. д.) пробы отбирают из пород в виде монолитов.

Испытания физико-механических свойств горных пород проводились в лаборатории Satbayev University, результаты приведены в таблице 2 [14-16].

Результаты исследований

Анализ результатов изучения ФМС пород позволил установить графоаналитические зависимости прочностных свойств пород массива с глубиной их залегания и оператив-

но вносить изменения в погоризонтные расчеты устойчивости горных выработок (рис. 2).

Кривые изменения свойств пород проведены по усредненным показателям по глубине через 50 м. Анализ данных также показывает, что прочностные свойства пород с глубиной их залегания заметно меняются. Оценка и надежность определения зависимостей произведены по формулам математической статистики [17]. На основе проведенных исследований получено свидетельство на производство науки «Прогнозирование ФМС горных пород» [18].

Выводы

1. В статье приведены результаты научных исследований состояний устойчивости откосов в ряде карьеров Казахстана.
2. Приведены основные сведения об объектах исследований в виде краткой горно-геологической характеристики месторождений, выполнена классификация горных пород по их устойчивости в бортах карьеров.
3. Методы математической статистики и корреляционно-го анализа позволили обобщить данные физико-механических свойств горных пород и получить графоаналитические зависимости между прочностными свойствами горных пород и глубиной их залегания в недрах. Научно обоснована возможность прогнозирования прочностных свойств горных пород. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. К обоснованию условий и параметров формирования горнотехнических систем при строительстве и эксплуатации комплекса циклично-поточной геотехнологии в глубоких карьерах / В. С. Федотенко, А. В. Власов, С. Я. Кливер, А. Г. Шадронов // Горная промышленность. - 2020. - № 5. - С. 102-107. - DOI: 10.30686/1609-9192-2020-5-102-107.
2. Рыльникова, М. В. Влияние фактора распределения ценных компонентов в массиве месторождения «Светлинское» на структуру производственной мощности золотодобывающего предприятия АО «ЮЖУРАЛЗОЛОТО» / М. В. Рыльникова, К. И. Струков, Н. А. Федотенко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2022. - № 2. - С. 375-387. - DOI: 10.46689/2218-5194-2022-2-1-375-386.

3. Касымканова, Х. М. Изучение структурных особенностей массива горных пород / Х. М. Касымканова, Д. М. Киргизбаева, Н. А. Федотенко // Маркшейдерия и недропользование. - 2022. - № 1(117). - С. 8-11.
4. Отработка месторождения Восточная Сары-Оба производительностью 2 млн. тонн в год: Проект, фонды ГПИ. - Жезказган, 2004.
5. Горный отвод Жиландинской группы месторождений: Проект, заказ П 17-01/19, фонды ГПИ. - Жезказган, 2018.
6. Геолого-геофизические поисковые критерии выявления медного оруденения Жезказганского типа в Центральном Казахстане: Проект. - Жезказган, 2018 г.
7. Рыльникова, М. В. Восполнение выбывающих мощностей рудников на стадии доработки балансовых запасов месторождения — условие экологически сбалансированного развития Жезказганского региона / М. В. Рыльникова, А. Б. Юн, И. В. Терентьева // Маркшейдерский вестник. - 2016. - № 5. - С. 6-10.
8. Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region / M. B. Nurpeisova, M. Zh. Bitimbayev, K. B. Rysbekov, R. Shults // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of Geology and Technical Sciences. - 2020. - Vol. 6. - P. 194-202.
9. Кульдеев, Е. И. Освоение недр и экологическая безопасность / Е. И. Кульдеев, Г. М. Киргизбаева, М. Б. Нурпеисова. - Дюссельдорф: LAP Lambert Academic Publishing House, 2021. - 233 с.
10. Фисенко, Г. Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов / Г. Л. Фисенко. - М.: Недра, 1965. - 378 с.
11. Напряжения и деформации в массивах горных пород при разработке полезных ископаемых / К. Н. Трубецкой. А. Т. Айруни [и др.]. - М.: ИПКОН РАН, 1998. - 188 с.
12. Киргизбаева, Г. М. Комплексный мониторинг деформационных процессов земной поверхности при освоении недр / Г. М. Киргизбаева. - Алматы: КазНУТУ, 2023. - 250 с.
13. Михайлова, Н. Н. Тектонические и техногенные землетрясения в Центральном Казахстане / Н. Н. Михайлова, А. Н. Узбекиев // Известия НАН РК. Серия «Геология и технические науки». - 2018. - № 3. - С. 137-145.
14. Highly efficient monitoring procedure for deformation prediction in copper ore mining / M. Nurpeisova, A. M. Abenov, N. A. Miletchenko, G. Zh. Dosetova // Eurasian mining. - 2023. - № 1. - P. 19-24.
15. «Green» economy in mining. New Developments in Mining Engineering 2015 / S. Bektassarov, S. Soltabaeva, A. Daurenbekova, A. Ormanbekova // Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. - 2015. - P. 431-434.
16. Бек, А. А. Изучение прочностных свойств горных пород на руднике Акжал с целью укрепления ослабленных участков / А. А. Бек, Н. С. Доненбаева, М. Б. Нурпеисова // Молодой ученый. - 2020. - № 33 (323). - С. 20-25.
17. Рыжов, П. А. Математическая статистика в горном деле / П. А. Рыжов. - М.: Высшая школа, 1993. - 286 с.
18. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 19300 на произведение науки от 12 июля 2021 г. Авторы: Киргизбаева Г. М. и Нурпеисова М. Б.

REFERENCES

1. Fedotenko VS, Vlasov AV, Kliver SYa, Shadrinov AG. To substantiate the conditions and parameters of the formation of mining engineering systems during the construction and operation of a complex of cyclic flow geotechnology in deep quarries. *Mining Industry*. 2020;5:102-107. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-5-102-107 (In Russ.).
2. Rylnikova MV, Strukov KI, Fedotenko NA. The influence of the distribution factor of valuable components in the Svetlinskoye deposit array on the structure of the production capacity of the YUZHURALZOLOTO gold mining enterprise. *Proceedings of Tula State University. Earth Sciences*. 2022;2:375-387. DOI: 10.46689/2218-5194-2022-2-1-375-386 (In Russ.).
3. Kasymkanova HM, Kirgizbayeva DM, Fedotenko NA. The study of structural features of the rock mass. *Surveying and subsoil use*. 2022;1(117):8-11 (In Russ.).
4. Project «Development of the Vostochnaya Sary-Oba deposit with a capacity of 2 million tons per year», funds of the GPI. Zhezkazgan;2004 (In Russ.).
5. «Mining branch of the Zhilandsky group of deposits», order P 17-01/19, funds of the GPI. Zhezkazgan;2018 (In Russ.).
6. Project «Geological and geophysical search criteria for identifying copper mineralization of the Zhezkazgan type in Central Kazakhstan». Zhezkazgan; 2018 (In Russ.).
7. Rylnikova MV, Yun AB, Terentyeva IV. Replenishment of the retiring capacities of mines at the stage of completion of the balance reserves of the deposit — a condition for the ecologically balanced development of the Zhezkazgan region. *Surveying Bulletin*. 2016;5:6-10 (In Russ.).
8. Nurpeisova MB, Bitimbayev MZh, Rysbekov KB, et al. Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of Geology and Technical Sciences*. 2020;6:194-202.
9. Kuldeev EI, Kirgizbaeva GM, Nurpeisova MB. Subsoil development and environmental safety. Dyussel'dorf: LAP Lambert Academic Publishing House;2021 (In Russ.).
10. Fisenko GL. Stability of the sides of quarries and dumps. Moscow;1965 (In Russ.).
11. Trubetskoy KN, Ayruni AT, et al. Stresses and deformations in rock massifs during the development of minerals. Moscow;1998 (In Russ.).
12. Kirgizbaeva GM. Comprehensive monitoring of deformation processes of the Earth's surface during the development of the subsoil. Almaty:KazNITU, 2023 (In Russ.).
13. Mikhailova NN, Uzbekov AN. Tectonic and technogenic earthquakes in Central Kazakhstan. *News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. A series of geology and technical sciences*. 2018;3:137-45 (In Russ.).
14. Nurpeisova M, Abenov AM, Miletchenko NA, et al. Highly efficient monitoring procedure for deformation prediction in copper ore mining. *Eurasian mining*. 2023;1:19-24.
15. Bektassarov S, Soltabaeva S, Daurenbekova A, et al. (2015). «Green» economy in mining. New Developments in Mining Engineering 2015. *Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining*;2015:431-434.

16. Bek AA, Donenbayeva NS, Nurpeisova MB. Studying the strength properties of rocks at the Akzhal mine in order to strengthen weakened areas. *Young Scientist*. 2020;33 (323):20-5 (In Russ.).
17. Ryzhov PA. Mathematical statistics in mining. Moscow;1993 (In Russ.).
18. Certificate of entry into the State register of rights to objects protected by copyright No. 19300 for a work of science dated July 12, 2021. Authors: G. M. Kyrgyzbayeva and M. B. Nurpeisova (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Кыргызбаева Гүлдана Мейрамбековна:
кандидат технических наук,
ассоциированный профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: g.kyrgyzbayeva@satbayev.university,
<https://orcid.org/0000-0002-4869-0587>



Киргизбаева Динара Мейрамбековна:
доктор PhD,
ассоциированный профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-8869-5497>



Исагазы Мадияр Дуисенбекулы:
начальник технического отдела,
Жыландиский рудник,
г. Сатпаев, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0009-0002-1748-8834>



Санатова Алия Жолгасовна:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/009-0009-0904-3991>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kyrgyzbayeva Guldana Meirambekovna:
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: g.kyrgyzbayeva@satbayev.university,
<https://orcid.org/0000-0002-4869-0587>

Kirgizbaeva Dinara Meirambekovna:
PhD,
Associate Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-8869-5497>

Isagazy Madiyar Duysenbekuly:
Head of the Technical Department,
Zhylandisky mine,
Satbayev, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0009-0002-1748-8834>

Sanatova Aliya Jolgasovna:
master's student,
Department Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/009-0009-0904-3991>

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР

*М. Б. Нурпеисова, Ж. М. Нукарбекова, Н. Д. Торехан, Б. А. Елеусинова,
Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: Представлены геодезические методы и средства, отвечающие современному уровню развития геотехники. Отмечается важность совершенствования геодезических методов и средств обеспечения горных предприятий и мониторинга деформационного состояния земной поверхности. Особое внимание обращено на использование спутниковой технологии при освоении урановых месторождений.

Ключевые слова: месторождение, освоение, мониторинг, земная поверхность, методы, геодезические приборы, спутниковые технологии, обработка результатов, модели местности.

Для цитирования: Нурпеисова М. Б., Нукарбекова Ж. М., Торехан Н. Д., Елеусинова Б. А. Совершенствование геодезических методов мониторинга земной поверхности при освоении недр // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 35–39. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_35_39.

IMPROVEMENT OF GEODESIC METHODS MONITORING THE EARTH'S SURFACE DURING SUBSOIL DEVELOPMENT

*M. B. Nurpeissova, Zh. M. Nukarbekova, N. D. Torekhan, B. A. Eleusinova,
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

Abstract: Geodetic methods and tools that meet the modern level of geotechnical development are presented. The importance of improving geodetic methods and means of providing mining enterprises and monitoring the deformation state of the Earth's surface is noted. Special attention is paid to the use of satellite technology in the development of uranium deposits.

Keywords: deposit, development, monitoring, Earth's surface, methods, geodetic instruments, satellite technologies, results processing, terrain models.

For citation: Nurpeissova M. B., Nukarbekova Zh. M., Torekhan N. D., Eleusinova B. A. Improvement of geodesic methods monitoring the earth's surface during subsoil development. Surveying and subsoil use. 2024;(2):35–39. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_35_39.

Основным богатством Республики Казахстан являются полезные ископаемые. По оценке ученых ведущих стран, Казахстан занимает шестое место в мире по запасам природных ресурсов. Свидетельством богатых природных ресурсов Казахстана является то, что из 110 элементов таблицы Менделеева в его недрах выявлены 99, разведаны 70, но пока извлекаются и используются 60 элементов. Казахстан – мировой лидер на рынке природного урана. Особенностью запасов урана в Казахстане является то, что около 80 % из них сосредоточено в месторождениях песчаникового типа, в водонасыщенных проницаемых породах. Этот тип месторождений может разрабатываться наиболее экологически предпочтительным методом подземного скважинного выщелачивания, обеспечивающим низкий уровень себестоимости добычи и минимальный ущерб окружающей среде [1].

Основное содержание. Подземное скважинное выщелачивание (ПСВ) является способом разработки рудных месторождений песчаникового типа, осуществляемым без подня-

тия руды на поверхность путем избирательного перевода ионов природного урана в продуктивный раствор непосредственно в недрах. При этом урансодержащая руда остается под землей в отличие от традиционных методов добычи (шахтного и карьерного). Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) признает данную технологию самым экологически чистым и безопасным способом отработки месторождений, не требующим значительных затрат на рекультивацию [2, 3]. Тем не менее освоение недр опирается на использование достижения науки и техники, и это требует средств и упорного труда.

Одним из таких предприятий, входящих в состав Харасанского рудного поля и имеющих многолетний опыт добычи урана подземным скважинным выщелачиванием, является месторождение «Байкен-У» [4, 5].

Развитие горных работ на предприятии ТОО «Байкен-У» можно представить по расположению скважин на полигоне (рис. 1).



Рис. 1. Скважины на полигоне месторождения «Байкен-У»

Fig. 1. Wells in the landfill of the field «Bayken-U»

Цель исследований

Ведение мониторинга за деформационными процессами с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), обработка и анализ полученных результатов для обеспечения промышленной безопасности и экономической эффективности разработки урановых месторождений.

Методология исследований

При освоении любых месторождений одним из главных аспектов является правильное воплощение проектных решений и контроль состояния горных выработок или их составных элементов. Соблюдение этих обстоятельств, главным образом, обеспечивается нормативными методиками маркшейдерско-геодезических работ. Все маркшейдерско-геодезические работы опираются на плоскую (X, Y) и высотную (H) систему координат, определенную с высокой точностью. Эта система координат состоит из определенных точек, которые называются опорными точками [6-8].

В статье обращается внимание на состояние и пути совершенствования маркшейдерско-геодезических методик в области создания опорной маркшейдерско-геодезической сети и ведения мониторинга деформационных процессов. Два этапа взаимосвязаны и могут рассматриваться в единой системе координат. Это важно при рассмотрении горнотехнического объекта как единой системы.

Развитие способов построения маркшейдерской опорной сети, несомненно, определяется использованием спутниковых технологий измерений. Фактически глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) составили альтернативу, а в ряде случаев заменили собой плановое и высотное обоснование при передаче координат на съемочные пункты (сгущении координатной сети). Технология спутниковых определений [9] включает использование базовых станций.

При разработке урановых месторождений выполняется большой комплекс геодезических и маркшейдерских работ. Очевидно, что такой большой объем работ зачастую требует применения передовых технологий. К таким технологиям на современном этапе развития геодезии и маркшейдерии относятся аэрокосмические съемки, воздушное и наземное лазерное сканирование, метод глобального позиционирования определения координат, тахеометрический метод с использованием электронных тахеометров, нивелирование с использованием цифровых нивелиров [10, 11].

Второй этап исследований связан с одной из актуальных проблем при интенсивном ведении добычи полезных ископаемых — организацией наблюдений за деформационными процессами земной поверхности, а также с обработкой и анализом поступающей информации [12]. При разработке месторождений полезных ископаемых наблюдения напрямую увязаны с геодинамическими процессами [13-15]. В настоящее время наблюдениям за сдвижением земной поверхности уделяется повышенное внимание [16, 17], т. к. ни один вопрос безопасного и эффективного ведения горных работ не решается без знания параметров сдвижения горного массива и земной поверхности.

Результаты исследований

Схема расположения пунктов геодезического полигона приведена на рисунке 2.

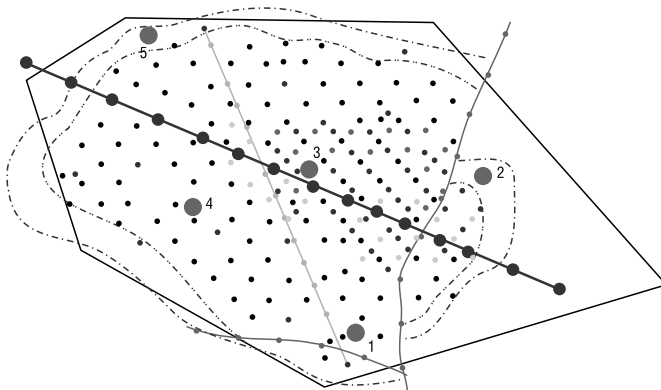


Рис. 2. Схема расположения пунктов полигона на территории разрабатываемого месторождения: черные кружки – нивелирные пункты, серые кружки – GPS-пункты

Fig. 2. The scheme of the design location of points on the territory of the developed field: black circles are leveling points, grey circles are GPS points

В соответствии с Программой работ по проведению наблюдения за деформационными процессами был выполнен очередной цикл нивелирования II класса повышенной точности и продолжено выполнение высокоточных GPS-измерений на территории месторождения. Измерения выполнялись на четырех GPS-пунктах (одном опорном пункте GPS-5 и трех рядовых) внутри контура залежи. Для выполнения GPS-измерений были использованы четыре комплекта GPS оборудования: двухчастотные приемники типа «Leica-1200».

Контрольные измерения выполнены на трех пунктах. Среднеквадратическая ошибка единичного определения координат составила $\pm 0,8$ мм, высот — $\pm 1,3$ мм. Эти результаты показали высокую точность работ, выполненных в период третьего цикла GPS-измерений, что позволило использовать эти результаты для сопоставления с результатами предыдущего цикла измерений [18].

Полученные в 2023 году координаты GPS-пунктов помогли в расчете векторов горизонтальной и вертикальной составляющих движений GPS-пунктов на месторождении. В свою очередь это позволило составить схемы площадного распределения вертикальной и горизонтальной компоненты движений GPS-пунктов за годовой интервал времени, схема которых приведена на рисунке 3.

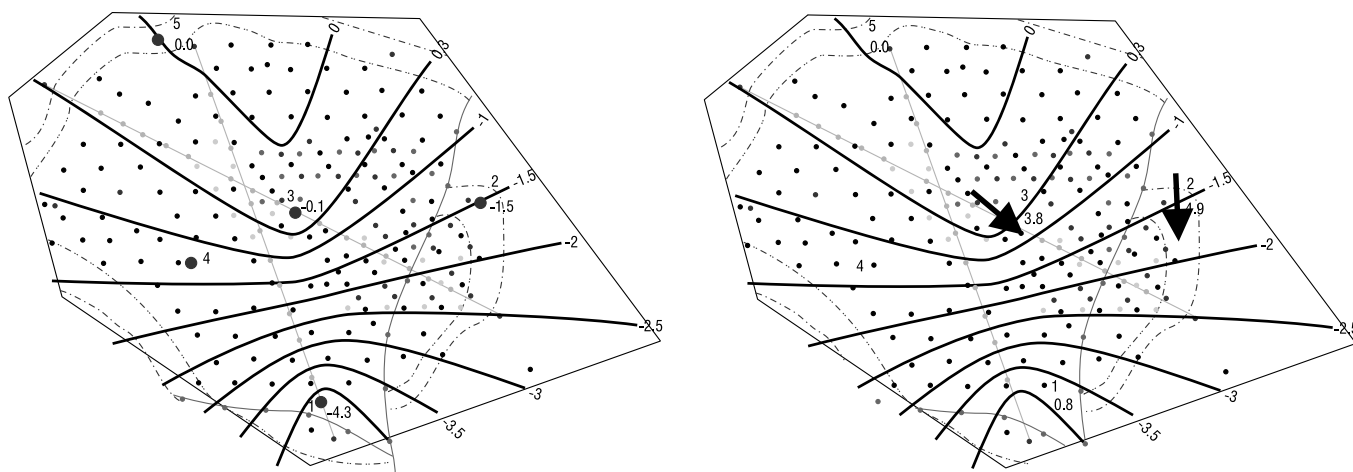


Рис. 3. Схема площадного распределения вертикальной компоненты движения GPS-пунктов (изолинии) (а); схема сопоставления площадного распределения вертикальной и горизонтальной компонент движений GPS-пунктов на территории месторождения по данным повторных GPS-измерений (б)
 Fig. 3. Diagram of the areal distribution of the vertical component of the movement of GPS points (isolines) (a); diagram of the comparison of the areal distribution of the vertical and horizontal components of the movements of GPS points on the territory of the field according to repeated GPS measurement (b)

Заключение

На основании анализа этих схем были установлены следующие предварительные закономерности:

- ✧ практически вся территория месторождения характеризуется отрицательными значениями вертикальной компоненты движения GPS-пунктов. Среднее значение величин вертикальной компоненты движения GPS-пунктов для территории месторождения составляет -2,0 мм. Эта величина находится в области ошибок измерений. Максимальные отрицательные значения вертикальной компоненты движений за период в один год достигают -4,3 мм (рис. 3а) и превосходят ошибки измерений;
- ✧ полученные результаты сравнения первого и второго циклов GPS-измерений указывают на проседание земной поверхности в центральной и юго-восточной части месторождения. В этом отношении результаты повторных GPS-измерений качественно совпадают с результатами повторного нивелирования, которые также

указывают на процесс проседания земной поверхности территории месторождения;

- ✧ площадное распределение горизонтальной компоненты движений GPS-пунктов характеризуется в основном их направленным движением в юго-восточную часть месторождения (рис. 3б). Среднее значение горизонтальной компоненты составляет 3,2 мм. Максимальные значения горизонтальной компоненты движений GPS-пунктов достигают 4,9 мм (GPS-2). Эта величина движений превышает ошибки измерений и ее следует считать значимой.

Выводы

Усовершенствована методика проведения повторных наблюдений пунктов ГДП, включающая комплексные геодезические наблюдения: высокоточное цифровое нивелирование, применение электронных тахеометров и GPS-технологий, что позволит повысить точность и оперативность определения оседаний земной поверхности, а также эффективность мониторинга за счет компьютеризации полевых и камеральных геодезических работ. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Урановые месторождения Казахстана (эндогенные) / Н. Н. Петров, Б. Р. Берикболов, В. Г. Языков [и др.]. - Алматы, 2000. - 530 с.
2. Месторождения урана Казахстана: справочник. - Алматы, 2000. - 220 с.
3. Забазнов, В. Л. Технология выщелачивания урана на месторождениях Казахстана / В. Л. Забазнов, Н. Н. Петров, А. Е. Рогов. - Алматы: Эверон, 2001. - 442 с.
4. Аксёнов, А. В. Кучное выщелачивание меди из окисленных руд. Особенности процесса применительно к российским климатическим условиям / А. В. Аксёнов, А. А. Васильев, А. Г. Никитенко // ВЕСТНИК ИрГТУ. - 2014. - №1 (84). - С.72-75.
5. Каирбеков, Ж. К. Геотехнология в процессе выщелачивания жезказганских медистых песчаников / Ж. К. Каирбеков, Е. А. Аубакиров, Н. Жалгасулы // Промышленность Казахстана. - 2017. - № 1. - С. 64-68.
6. Жаркимбаев, Б. М. Маркшейдерия при разработке месторождений нефти и газа / Б. М. Жаркимбаев, Т. К. Калыбков, К. Б. Рысбеков. - Алматы, 2005. - 225 с.
7. Панжин, А. А. Наблюдения за сдвижением земной поверхности на горных предприятиях с использованием GPS / А. А. Панжин // Горный журнал. - 2000. - № 11. - С. 196-203.
8. Юнес, Ж. А. Создание опорной маркшейдерской сети с использованием технологии спутникового позиционирования / Ж. А. Юнес, М. Г. Мустафин, В. Д. Морозова // Маркшейдерский вестник. - 2017. - № 2 (117). - С. 25-28.
9. Параметрическая сходимость результатов съемки беспилотных воздушных аппаратов Геоскан 40 и GNSS при выполнении маркшейдерских работ на месторождении «Наталка» Магаданской области / В. В. Курбатова, Н. Е. Ломакина, И. Ю. Гарифулина [и др.] // Маркшейдерия и недропользование. - 2023. - № 2 (124). - С. 76-80.

10. Рысбеков, К. Б. Основы лазерного сканирования: учебник / К. Б. Рысбеков, М. Б. Нурпеисова // Алматы: КазННТУ, 2021. - 248 с.
11. Monitoring deformation processes on ground surface and at construction facilities in the territory of oil fields / М. В. Nurpeisova, В. Zh. Burkhanov, S. B. Kulibaba, B. Myngzhasarov // Eurasian mining. - 2021. - Vol. 2, № 36. - P. 86-91.
12. Одинцев, В. Н. Влияние геодинамических условий на взаимодействие техногенных геомеханических и гидрогеологических процессов при разработке месторождений твердых полезных ископаемых / В. Н. Одинцев, Н. А. Милетенко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2015. - № 1. - С. 247-259.
13. Иофис, М. А. Управление состоянием массива горных пород при подработке водных объектов / М. А. Иофис, Н. А. Милетенко, Н. А. Митишова // Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: материалы XXVII Международной научной школы, Алушта, 18-24 сентября 2017 года / КФУ им. В. И. Вернадского; ИПКОН РАН. - Алушта: Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, 2017. - С. 101-105.
14. Геодинамическое районирование в угольной шахте / С. А. Прохвятилов, В. А. Еременко, С. Г. Никитин [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2013. - № 9. - С. 27-38.
15. Волков, О. В. Результаты мониторинга современных деформационных процессов методами высокоточной геодезии на Ямбургском геодинамическом полигоне / О. В. Волков, Ю. В. Васильев, Д. П. Иноземцев // Маркшейдерия и недропользование. - 2023. - № 3 (125). - С. 53-59.
16. Отчет по теме «Проведение геодинамического мониторинга на месторождении Кумколь». - Кызылорда, 2010. - 34 с.
17. Современное маркшейдерско-геодезическое обеспечение эксплуатации горных предприятий / М. Г. Мустафин, Е. Н. Гришенкова, Ж. А. Юнес, Г. И. Худяков. - Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2017. - № 4. - С. 190-203.
18. Geodynamic Processes Modeling On Oil-Gas Deposits / M. Nurpeisova, A. Kenesbayeva, E. Levin, [et al.] // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. - 2019. - Vol. 11, № 8. - P. 2075-2083.

REFERENCES

1. Petrov NN, Berikbolov BR, Yazykov VG, et al. Uranium deposits of Kazakhstan (endogenous). Almaty;2000 (In Russ.).
2. Uranium deposits of Kazakhstan: Handbook. Almaty;2000 (In Russ.).
3. Zabaznov VL, Petrov NN, Rogov AE. Technology of uranium leaching at the deposits of Kazakhstanaogiyasy. Almaty; 2001 (In Russ.).
4. AV Aksenov, AA Vasiliev, AG Nikitenko. Heap leaching of copper from oxidized ores. features of the process in relation to Russian climatic conditions. *Bulletin of IrSTU*. 2014;1(84):72-5 (In Russ.).
5. Kairbekov ZhK, Aubakirov EA, Zhalgasuly N. Geotechnology in the process of leaching Zhezkazgan copper sandstones. *Industry of Kazakhstan*. 2017;1:64-8 (In Russ.).
6. Zharkimbayev BM, Kalybkov TK, Rysbekov KB. Surveying in the development of oil and gas fields. Almaty;2005 (In Russ.).
7. Panzhin AA. Observations of the movement of the Earth's surface at mining enterprises using GPS. *Izvestia of Higher educational Institutions. Mining Journal*. 2000;11:196-203 (In Russ.).
8. Younes JA, Mustafin MG, Morozova VD. Creation of a reference surveying network using satellite positioning technology. *The Surveyor's Bulletin*. 2017;2(117):25-8 (In Russ.).
9. Kurbatova VV, Lomakina NE, Garifulina IY, et al. Parametric convergence of the survey results of unmanned aerial vehicles Geoscan 40 and GNSS when performing surveying work at the Natalka field in the Magadan region. *Surveying and subsoil use*. 2023;2(124):76-80 (In Russ.).
10. Rysbekov KB, Nurpeisova MB. Fundamentals of laser scanning (textbook). Almaty: KazNITU; 2021 (In Russ.).
11. Nurpeisova M. B., Burkhanov BZh, Kulibaba SB, Myngzhasarov B. Monitoring deformation processes on ground surface and at construction facilities in the territory of oil fields // Eurasian mining, 2021;2 (36):86-91.
12. Odincev VN, Miletchenko NA. The influence of geodynamic conditions on the interaction of technogenic geomechanical and hydrogeological processes in the development of deposits of solid minerals. *Mining information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2015;1:247-59 (In Russ.).
13. Iofis MA, Miletchenko NA, Mitishova NA. Management of the state of the rock mass during the mining of water bodies. *Deformation and destruction of materials with defects and dynamic phenomena in rocks and workings: Materials of the XXVII International Scientific School, Alushta, September 18-24, 2017 / V.I. Vernadsky KFU; IPKON RAS. Alushta: V.I. Vernadsky Crimean Federal University;2017 (In Russ.).*
14. Prokhvatilov SA, Eremenko VA, Nikitin SG, et al. Geodynamic zoning in a coal mine. *Mining information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2013;9:27-38 (In Russ.).
15. Volkov OV, Vasiliev YuV, Inozemtsev DP. Results of monitoring modern deformation processes by methods of high-precision geodesy at the Yamburg geodynamic polygon. *Surveying and subsoil use*. 2023;3(125):53-9 (In Russ.).
16. Report on the topic «Geodynamic monitoring at the Kumkol deposit». Kyzylorda;2010 (In Russ.).
17. Mustafin MG, Grishenkova EN, Younes JA, Khudyakov G.I. Modern mine and geodetic surveying support for exploitation of mining enterprises. *Izvestiya TulGU. Earth Sciences*. 2017;4:190-203 (In Russ.).
18. Nurpeisova M, Kenesbayeva A, Levin E, Baltiyeva A., Nizamova M. Geodynamic Processes Modeling On Oil-Gas Deposits. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2019:2075-083.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Нурпеисова Маржан Байсановна:
доктор технических наук,
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>



Нукарбекова Жупар Мухаметкаримовна:
лектор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-1605-8907>,
e-mail: z.nukarbekova@satbayev.university



Торехан Нурбакыт Дарханулы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: ntorekhan11@gmail.com



Елеусинова Баян Амангалиевна:
магистр,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: veleussinovab02@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nurpeisova Marzhan Baysanovna:
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>

Nukarbekova Zhupar Mukhametkarimovna:
Lecturer,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan.
<https://orcid.org/0000-0002-1605-8907>,
e-mail: z.nukarbekova@satbayev.university

Torehan Nurbakyt Darkhanuly:
Master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: ntorekhan11@gmail.com

Yleussinova Bayan Amangaliyevna:
Master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan.
e-mail: veleussinovab02@gmail.com

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ «ПЛАНЕТА»

Минералогический Музей «Планета» это первый и единственный
в России музей частных коллекций.

Залы: Зал 1. "Минералы Урала"
Зал 2. "Минералы России и мира"
Зал 3. "Минералы России и мира"
Зал 4. Флюоресцирующие минералы
Зал 5. Зал палеонтологии
Зал 6. Комната ценностей

Контакты: Екатеринбург, ул. Чернышевского, 7. +7 (343) 287-71-10
СР-ВС: 11:00-19:00 | ПН-ВТ: ВЫХОДНОЙ

WWW.N-GN.RU



МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПУТЕЙ АЛМАТИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

С. Т. Солтабаева, А. М. Абдыбек, Н. Б. Ахмет, А. Н. Амангелди,

Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: В статье рассматривается важность мониторинга путей Алматинского метрополитена, используемые методы и технологии, а также общее влияние на общественный городской транспорт. Особое внимание обращено на маркшейдерское обеспечение строительства рельсовых путей метрополитена. Описаны выполненные работы маркшейдера и используемые технологии и инструменты.

Ключевые слова: метро, мониторинг, инновационные методы, геодезические приборы, электронный тахеометр, обработка результатов, оценка состояния рельсов.

Для цитирования: Солтабаева С. Т., Абдыбек А. М., Ахмет Н. Б., Амангелди А. Н. Мониторинг подземных рельсовых путей алматинского метрополитена // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 40-49. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_40_49.

MONITORING OF UNDERGROUND RAIL TRACKS OF THE ALMATY METRO

S. T. Soltabaeva, A. M. Abdybek, N. B. Akhmet, A. N. Amangeldi,

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract: The article discusses the importance of monitoring the tracks of the Almaty metro, the methods and technologies used, as well as the overall impact on public urban transport. Special attention is paid to the surveying support for the construction of metro rail tracks. The work performed by the surveyor and the technologies and tools used are described.

Keywords: metro, monitoring, innovative methods, geodetic instruments, electronic tacheometer, processing of results, assessment of the condition of rails, geospatial data.

For citation: Soltabaeva S.T., Abdybek A.M., Akhmet N.B., Amangeldi A.N. Monitoring of underground rail tracks of the almaty metro. Surveying and subsoil use. 2024;(2):40-49. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_40_49.

Алматинский метрополитен — одна из самых важных транспортных систем Казахстана, играет решающую роль в повседневной жизни жителей и гостей города. Эта сеть подземных железных дорог, обслуживающих город Алматы, является свидетельством современного городского планирования и эффективного общественного транспорта. Для обеспечения безопасности, надежности и бесперебойной работы Алматинского метрополитена необходим регулярный мониторинг его подземных железнодорожных путей.

Системы метро являются источником жизни для многих современных городов мира и представляют собой быстрый и эффективный вид городского транспорта, который ежедневно обслуживает миллионы пассажиров. Метро известно своей способностью сокращать заторы, сокращать выбросы и улучшать мобильность городов. По мере того, как растут города и сталкиваются с проблемами урбанизации, важность подземных метро как устойчивого и эффективного транспортного варианта становится все более очевидной.

Роль подземных метрополитенов выходит за рамки обычного транспорта. Они улучшают транспортное сообщение, облегчают экономическую деятельность, снижают воздей-

ствие на окружающую среду и способствуют общему качеству жизни в городах. Метро предлагает надежный вид транспорта, особенно в густонаселенных городских районах, где пробки могут стать серьезной проблемой. Оно играет ключевую роль в сокращении времени в пути, расширении доступности и обеспечении связи людей с основными районами города, включая деловые районы, образовательные учреждения и жилые районы.

Первая линия алматинского метро, второго пускового комплекса (две станции), введена в эксплуатацию в 2022 году [1-3].

Цель работы

Мониторинг подземных рельсовых путей алматинского метрополитена.

Методы исследований

Для мониторинга деформаций на станции метрополитена использовались современные приборы, которые обеспечивают безопасность и долгосрочность эксплуатации инфраструктуры метрополитена.

На рисунке 1 приведена схема рельсовых путей между станциями «Москва» и «Сарыарка».



Рис. 1. Схема расположения станции
Fig. 1. The layout of the station

Железнодорожный путь в тоннелях сооружается согласно утвержденному укладочному плану, профилю пути и геометрической схеме трассы, а при отсутствии этих документов укладывается по рабочему профилю железнодорожного пути. Эти основные документы составляются проектной организацией. Перед тем как приступить к разбивке мест установки путевых реперов в тоннеле проверяют проектные данные укладочной схемы. На укладочном плане и профиле пути показывают величины и протяженность уклонов, отметки реперов, условный профиль рельсовых ниток, длины ходовых рельсов, контррельсов и типы стыков, пикетаж путевых реперов, геометрические элементы осей пути.

Маркшейдерской основой для установки и определения удаления путевых реперов по оси пути служат знаки подземной полигонометрии, окончательно увязанной после

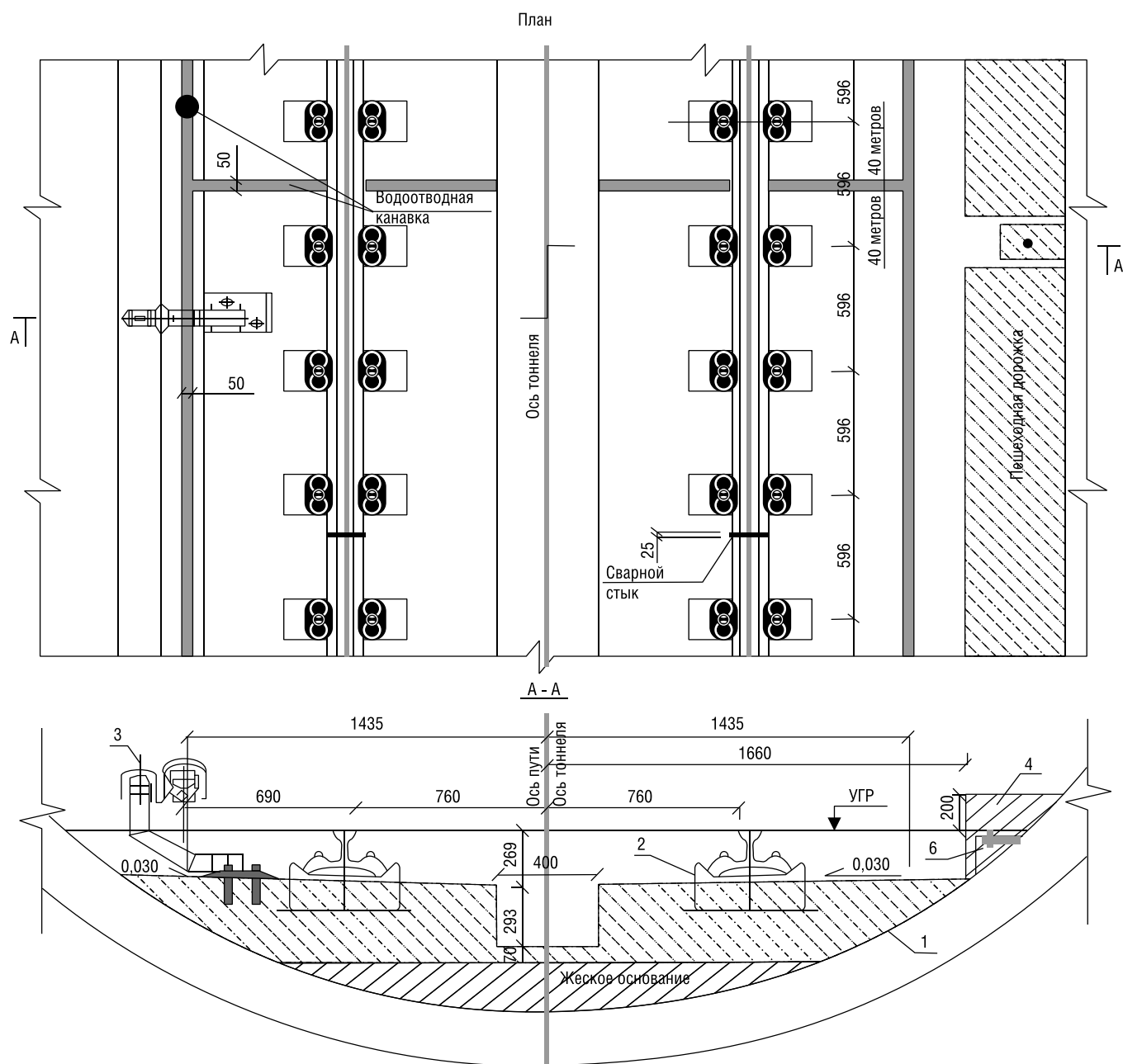


Рис. 2. Схема элементов верхнего строения пути: 1 - путевой бетон, 2 - UTS-блоки, 3 - контактный рельс, 4 - пешеходная дорожка, 5 - путевой репер
Fig. 2. Diagram of the elements of the upper structure of the path: 1 - track concrete, 2 - UTS blocks, 3 - pin rail, 4 - footpath, 5 - track reference

сбойки встречных тоннелей. Путьские реперы на прямых участках трассы устанавливаются с интервалом 20 м с правой стороны по ходу поезда, а на кривых — по внешней стороне кривой, т. е. со стороны возвышения рельса, с интервалом 5 м. Схема элементов верхнего строения пути приведена на рисунке 2.

После укладки путевых реперов укладывается путевой бетон, а также UTS-блоки, и на них устанавливаются рельсы. Уровень головки рельса должен быть на отметке путевого репера. Как только все рельсы будут установле-

ны, начинается мониторинг подземных рельсов после обкатки пути для того, чтобы анализировать характеристику рельсов [4–6].

Съемка фактического высотного положения пути после обкатки дает нам информацию о положении рельсовых нитей в профиле и плане, а также о возвышении наружного рельса.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты съемки планового положения и ширины колеи после обкатки пути приведены в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Анализ исполнительных съемок фактического планового положения пути после обкатки от 10.06.2023 и 12.06.2023
Executive survey of the actual planned position of the track after running-in from 10.06.2023 and 12.06.2023

№ пут. реп. / № кольца	Пикет		Проектная отм. ближайшего рельса к путевому реперу	Отметка путевого репера	Отчеты по рейке			Допуск		Отклонения от проектных положений рельс в профиле (Допуск ± 3 мм)		Возвышение наружного рельса над внутренним, мм (Допуск ± 3 мм)	
					На репере	На ближайший рельс	На дальний рельс	Ближайший рельс	Дальний рельс	Ближайший рельс к путевому реперу	Дальний рельс от путевого репера	Проектное	Фактическое
28	114+	10,886	813,465	813,464	1,337	1,336	1,337	813,465	813,464	0	-1	0	1
29	114+	20,032	813,492	813,492	1,309	1,310	1,309	813,491	813,492	-1	0	0	-1
		25,032	813,507			1,294	1,294	813,507	813,507	0	0	0	0
		30,032	813,522			1,279	1,279	813,522	813,522	0	0	0	0
		35,032	813,537			1,263	1,266	813,538	813,535	1	-2	0	3
30	114+	40,058	813,552	813,549	1,252	1,249	1,248	813,552	813,553	0	1	0	-1
		45,058	813,567			1,234	1,233	813,567	813,568	0	1	0	-1
		50,058	813,582			1,218	1,217	813,583	813,584	1	2	0	-1
		55,058	813,597			1,203	1,204	813,598	813,597	1	0	0	1
31	114+	60,021	813,612	813,611	1,3795	1,376	1,377	813,614	813,613	2	1	0	1
		65,021	813,627			1,365	1,365	813,625	813,625	-2	-2	0	0
		70,021	813,642			1,349	1,348	813,641	813,642	-1	0	0	-1
		75,021	813,657			1,333	1,333	813,657	813,657	0	0	0	0
32	114+	80,085	813,672	813,670	1,320	1,318	1,318	813,672	813,672	0	0	0	0
		85,085	813,687			1,303	1,302	813,687	813,688	0	1	0	-1
		90,085	813,702			1,287	1,288	813,703	813,702	1	0	0	1
		95,085	813,717			1,272	1,274	813,718	813,716	1	-1	0	2
33	114+	99,982	813,732	813,733	1,257	1,257	1,257	813,733	813,733	1	1	0	0
	115+	4,982	813,747			1,242	1,243	813,748	813,747	1	0	0	1
	115+	9,982	813,762			1,228	1,228	813,762	813,762	0	0	0	0
		14,943	813,777			1,332	1,330	813,776	813,778	-1	1	0	-2
34	115+	19,943	813,792	813,790	1,318	1,317	1,316	813,791	813,792	-1	0	0	-1
		24,943	813,807			1,302	1,302	813,806	813,806	-1	-1	0	0
		29,943	813,822			1,288	1,288	813,820	813,820	-2	-2	0	0
		34,943	813,837			1,272	1,272	813,836	813,836	-1	-1	0	0
35	115+	40,162	813,853	813,851	1,257	1,254	1,256	813,854	813,852	1	-1	0	2
		45,162	813,868			1,240	1,240	813,868	813,868	0	0	0	0
		50,024	813,882			1,290	1,287	813,879	813,882	-3	0	0	-3
		55,024	813,897			1,271	1,272	813,898	813,897	1	0	0	1
36	115+	60,024	813,912	813,911	1,258	1,258	1,258	813,911	813,911	-1	-1	0	0
		65,024	813,927			1,241	1,241	813,928	813,928	1	1	0	0
		70,024	813,942			1,226	1,226	813,943	813,943	1	1	0	0
		75,024	813,957			1,212	1,212	813,957	813,957	0	0	0	0
37	115+	80,028	813,972	813,976	1,193	1,196	1,197	813,973	813,972	1	0	0	1
		85,028	813,987			1,182	1,183	813,987	813,986	0	-1	0	1
		90,028	814,002			1,166	1,166	814,003	814,003	1	1	0	0
		95,028	814,017			1,151	1,151	814,018	814,018	1	1	0	0
38	116+	0,018	814,032	814,030	1,139	1,137	1,138	814,032	814,031	0	-1	0	1



Рис. 3. Высокоточный тахеометр TS09plus. Электронный нивелир Sokkia sdl1x

Fig. 3. High-precision total station TS09plus. Sokkia sdl1x Electronic leveler

Весь этот комплекс работ выполнен высокоточным тахеометром TS09plus (1") и электронным нивелиром Sokkia sdl1x. Тахеометр с угловой точностью 1" и дальностью измерений до 500 метров в безотражательном режиме сочетает передовые технологии коммуникации и измерений для получения самого точного, быстрого и надежного результата работы [7-10].

Высокую производительность прибора обеспечивают сенсорный экран, высокоточный дальномер и полный пакет встроенного ПО FlexField plus с большим набором прикладных программ. Прецизионный цифровой нивелир Sokkia sdl1x Standard разработан для производства высокоточных измерений с использованием штрихкодowych реек. Точность SDLIX Standard составляет 0,3 мм на 1 км двойного хода, что делает его незаменимым помощником в любых приложениях, где требуется наивысшая точность определения отметок. Применение цифрового нивелира позволяет повысить скорость работы и снизить вероятность ошибок исполнителя [11, 12].

По данным мониторинга технического состояния подземных рельсовых путей можно сделать вывод, что работа по строительству метрополитена проводится согласно СП РК 3.03-117-2013 «Метрополитен» [13], а также другим ГОСТам и Инструкциям [1, 10], и все отклонения не превышают установленных допусков, которые приведены в таблице 2.

Заключение

Постоянный мониторинг подземных рельсов необходим для обеспечения бесперебойной работы этих жизненно важных городских транспортных систем. Пути метро подвергаются различным суровым условиям и нагрузкам. Поезда, каждый из которых весит тонны, ходят по этим рельсам каждый день, что приводит к их износу. Рельсы также подвержены изменениям температуры, колебаниям и возможным движениям почвы из-за геологических условий. Эти факторы могут среди прочего привести к дефор-

Таблица 2 / Table 2

Допуски по установке пути в тоннеле согласно
СП РК 3.03-117-2013 «Метрополитен»
Tolerances for installing a track in a tunnel according
to the SP RK 3.03-117-2013 «Metros»

Название допусков и стандартов	Погрешность, мм
Путейский репер по пикетажу, мм	±30
Отметка путейского репера	±2
Концы участка рельсового пути длиной 5 м:	
В плане (не должен носить систематический характер)	±2
По высоте, то же	±2
Отклонение в плане и профиле	±3
Уширение колеи	±4
Сужение колеи	±2
Длиной 20 м	±3
Длиной 10 м	±2
Отклонение рельсовых нитей в плане и профиле на участке длиной 5 м (на соседних хордах не должны иметь разных знаков)	±2

мации рельсов, структурным дефектам и угрозам безопасности [14, 15].

Без надлежащего мониторинга проблемы могут остаться незамеченными и привести к сбоям в обслуживании и в худшем случае к авариям. Последствия пренебрежения обслуживанием рельсов могут быть серьезными как с точки зрения безопасности, так и с точки зрения экономики. Профилактическое обслуживание, обеспечиваемое постоянным мониторингом, имеет решающее значение для раннего выявления и устранения потенциальных проблем, тем самым предотвращая серьезные повреждения [16].

Выводы

1. Мониторинг подземных рельсовых путей в Алматинском метрополитене является важнейшим аспектом обеспечения безопасности, эффективности и надежности системы метрополитена.

2. Внедрение передовых технологий мониторинга играет ключевую роль в выявлении и устранении потенциальных проблем до их обострения, тем самым сводя к минимуму риск сбоев и обеспечивая бесперебойную работу сети метрополитена.

3. Постоянно отслеживая различные параметры, такие как состояние путей, износ и потенциальные конструктивные недостатки, сотрудники метрополитена могут заблаговременно планировать и выполнять мероприятия по техническому обслуживанию.

4. Такой упреждающий подход не только повышает общую безопасность системы метрополитена, но и способствует долговечности инфраструктуры, снижая вероятность неожиданных поломок и обеспечивая надежное и пунктуальное обслуживание пассажиров. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей ВСН 160-69 [Электронный ресурс] / В. Г. Афанасьев, Б. И. Гойдышев, И. Ф. Демьянчик [и др.]. - М.: Минтрансстрой, 1970. - С. 7-9.
2. Andex Geo [Сайт]. - URL: <https://andexgeo.ru/katalog/niveliry/elektronnye/sokkia-sdl1x-advanced> (дата обращения: 24.03.2024).

3. Geo optic. Ru [Сайт]. - URL: <https://www.geo optic.ru/catalog/leica-ts09-rus> (дата обращения: 24.03.2024).
4. Лебедев, Н. Н. Инженерная геодезия: ч. VI / Н. Н. Лебедев. - М.: Геодезиздат, 1959.
5. Дурново, П. С. Организация ремонта и содержания пути / П. С. Дурново. - М.: Трансжелдориздат, 1945.
6. Геодезия в железнодорожном тоннеле / А. Ф. Лютиц, В. П. Сорокин, Т. С. Финковская [и др.]. - М., Геодезиздат, 1962. - 95 с.
7. Абдуллаев, Б. А. Технический отчет о контрольных геодезическо-маркшейдерских работах на объектах: «Строительство первой очереди алматинского метрополитена» / главный маркшейдер ОАО «Алматыметрокурлыс» Абдуллаев Б. А. - Алматы, 2008. - С. 4-49.
8. Пупоревич, А. А. Исследование точности автоматического визирования роботизированным тахеометром на коротких расстояниях / А. А. Пупоревич, М. Г. Выстрчил, А. Г. Апарин // Маркшейдерия и недропользование. - 2022. - № 2(118). - С. 41-45.
9. Горайнов, И. В. Исследования точности определения координат станции обратной линейно-угловой засечки при измерениях в узких горных выработках / И. В. Горайнов // Маркшейдерия и недропользование. - 2022. - № 6(122). - С. 59-66. - DOI 10.56195/20793332_2022_6_59_66.
10. ГОСТ РФ 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. - М.: Стандартинформ, 2010.
11. Шутенков, Г. С. Маркшейдерское дело / Г. С. Шутенков. - М.: Гостехиздат, 1957.
12. Гришаев, В. И. Железнодорожные тоннели / В. И. Гришаев. - М.: Гостехиздат, 1957.
13. СП РК 3.03-117-2013 «Метрополитен». Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. - Алматы: Метрополитен, 2007.
14. Monitoring of deformations of structures in the metro construction zone / K. Pernebek, A. Abdibek, S. Soltabayeva, M. Nurpeisova // The scientific heritage. - 2022. - Vol. 89. - P. 141-145.
15. Абдыбек, А. М. Маркшейдерское обеспечение строительства железнодорожной трассы метрополитена / А. М. Абдыбек // Труды МНП конференции, посвящ. 115-летию А. Ж. Машанева «Инновационные техноогии в геопроостранственной цифровой инженерии». - Алматы: КазННТУ, 2022. - С. 144-151.
16. Геоинструкции для геодезического, строительного и контрольно-измерительного оборудования [Сайт]. - URL: <https://geoinstrukcii.ru/manual/tsifrovye-niveliry/sokkia/sokkia-sdl1x-pdf2> (дата обращения: 24.03.2024).

REFERENCES

1. Afanasyev VG, Goidyshev BI, Demyanchik IF et al. Instructions for geodetic and surveying work in the construction of transport tunnels VSN 160-69. Moscow; Ministry of Transport, 1970. (In Russ.)
2. Andex Geo. Available from: <https://andexgeo.ru/katalog/niveliry/elektronnye/sokkia-sdl1x-advanced> (In Russ.)
3. Geo optic. Ru. Available from: <https://www.geo optic.ru/catalog/leica-ts09-rus> (In Russ.)
4. Lebedev NN. Engineering geodesy, part VI. Moscow, Geodesizdat, 1959 (In Russ.)
5. Durnovo PS. Organization of repair and maintenance of the way. Moscow; Transzheldorizdat, 1945 (In Russ.)
6. Lutz AF, Sorokin VP, Finkovskaya TS. Geodesy in a railway tunnel. Moscow; Geodesizdat, 1962 (In Russ.)
7. Abdullaev BA. Technical report on control geodetic and surveying works on objects: «Construction of the first stage of the Almaty metro». Almaty;2008: 4-49 (In Russ.)
8. Puparevich AA., Vystrechil MG., Aparin AG. Investigation of the accuracy of automatic sighting by a robotic total station at short distances. *Surveying and subsoil use*. 2022;2(118):41-45.
9. Goryainov IV. Studies of the accuracy of determining the coordinates of the inverse linear-angular serif station during measurements in narrow mine workings. *Surveying and subsoil use*. 2022;6(122):59-66. DOI 10.56195/20793332_2022_6_59_66.
10. GOST R 53778-2010 Buildings and structures. Rules 10. Shutenkov G. S. Surveying. Moscow; Gostekhizdat, 2010 (In Russ.)
11. Shutenkov GS. Surveying. Moscow;1957 (In Russ.)
12. Grishaev VI. Railway tunnels. Moscow;1957 (In Russ.)
13. Joint Venture OF the Republic of Kazakhstan 3.03-117-2013 «Metropolitan» Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition. Almaty; 2007 (In Russ.)
14. Pernebek K, Abdibek A, Soltabayeva S, Nurpeisova M. Monitoring of deformations of structures in the metro construction zone. *The scientific heritage*. 2022;89:141-45.
15. Abdybek AM. Surveying support for the construction of the metro railway route. *Proceedings of the MNP confer. dedicated on the 115th anniversary of A.J.Mashanov «Innovative technologies in geospatial digital engineering»*. Almaty;2022:144-51 (In Russ.)
16. Geo instructions for geodetic, construction and control and measuring equipment. Available from: <https://geoinstrukcii.ru/manual/tsifrovye-niveliry/sokkia/sokkia-sdl1x-pdf2> (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Солтабаева Сауле Темирбулатовна:
ассоциированный профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: saule_soltabayeva@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Soltabayeva Saule Temirbulatovna:
Associate Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: saule_soltabayeva@mail.ru

СТАЛКЕР 80-24, 15-24

КОМПЛЕКС ТРАССОПОИСКОВЫЙ

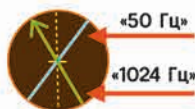
ПРИЕМНИК ПТ-24

- GPS-выноска подземных трасс с последующим наложением на карту;
- встроенный GPS/ГЛОНАСС модуль;
- высокоточное позиционирование (до 1 см.) совместно с RTK-планшетом PrinCe LT700H;
- использование смартфона вместо внешнего GPS-трекера.

ФУНКЦИЯ «КОМПАС» С РЕЖИМОМ «ВТОРАЯ ЛИНИЯ»

Одновременное схематическое отображение на дисплее искомой коммуникации и трассы с протекающим током 50, 100 или 300 Гц.

- Время работы – до 20 часов;
- увеличенный, сверхяркий цветной дисплей;
- диапазон рабочих температур: от -30 до +55 °С.



ГЕНЕРАТОР ГТ-80

- Мощность и ток до 80 Вт, 12 А;
- фиксированные частоты генератора: 273, 526, 1024, 8928, 32768 Гц;
- выбор произвольной частоты от 300 до 10000 Гц для работы с приемниками других производителей;
- дистанционное управление генератором через сеть GSM;
- отложенный старт;
- встроенный индуктор обеспечивает наведение сигнала 33 кГц в линию с поверхности земли;
- бесконтактная подача сигнала при помощи передающих клещей КИ-50 или КИ-100;
- встроенный аккумулятор;
- совместим со всеми приемниками серии «Сталкер».

ГЕНЕРАТОР ГТ-15

- мощность 10 Вт;
- встроенный индуктор для бесконтактной подачи сигнала в коммуникацию.



Локализация и диагностика подземных коммуникаций

RTK планшет



РАДИО-СЕРВИС

426000, г. Ижевск, а/я 10047, ул. Пушкинская, 268; тел.: (3412) 43-91-44
факс: (3412) 43-92-63, e-mail: office@radio-service.ru, www.radio-service.ru

на правах
рекламы



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ (МГРИ)

Информируем Вас

Университет берет свое начало с геологоразведочного факультета Московской горной академии, созданной в сентябре 1918 г.

Факультеты:

- ◆ Геологоразведочный факультет,
- ◆ Факультет технологии разведки и разработки,
- ◆ Факультет геологии и геофизики нефти и газа,
- ◆ Гидрогеологический факультет,
- ◆ Факультет экономики и управления,
- ◆ Экологический факультет

Контакты : 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23; +7(495)255-40-20 10:00-18:00 e-mail: priem@mgri.ru,
<https://www.mgri.ru/commission/poryadok-postupleniya/>



WWW.N-GN.RU

ЗНАНИЕ, ОПЫТ, ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПОРУЧЕННОЕ ДЕЛО – ЗАЛОГ УСПЕХА РАБОТЫ КОМПАНИИ



Горнодобывающие предприятия требуют постоянного и качественного научно-технического сопровождения на всех этапах своей деятельности, а это может быть достигнуто эффективной работой специалистов из институтов горного профиля, крупных научно-исследовательских и производственных центров, к числу которых, в полной мере, можно отнести ТОО НПК «АлГеоРитм».

Сегодняшний наш собеседник Арнат Турсынбекович Салкынов – генеральный директор научно-производственной компании «АлГеоРитм», выпускник Satbayev University 1999г., горный инженер-маркшейдер, который начал свой трудовой путь участковым маркшейдером и за 10 лет работы стал главным маркшейдером, а затем за 10 лет вырос до должности главного маркшейдера ТОО «Корпорации «Казахмыс». Арнат Турсынбекович также является Мастером делового администрирования (МВА), он окончил российскую академию народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. Главным критерием трудовой деятельности А. Т. Салкынова можно назвать ответственность за порученное дело, которому он отдает всего себя без остатка, и требует этого от других.

– Вначале хотелось бы узнать о вашей компании, каковы основные задачи, которые Вы решаете?

– Проработав и накопив богатый опыт, профессиональные навыки и знания в ТОО «Корпорации «Казахмыс», в 2012 году я принял решение о создании своей компании.

На заре создания компании штат нового игрока на рынке геологоразведки составлял всего три человека. За 10 лет наша команда сумела объединить в единый организм действительно лучших из лучших. На данный момент в компании работает более ста человек.

В настоящее время компания «АлГеоРитм» – научно-производственная компания, специализирующаяся на выполнении проектно-изыскательских, геолого-маркшейдерских работ в сфере недропользования, промышленного строительства, а также на проведении научно-исследовательских работ. Осуществляя свою деятельность с 2012 года, «АлГеоРитм» завоевала признание и доверие ведущих специалистов в горнодобывающей и промышленной отраслях. Компания имеет государственные лицензии на изыскательскую деятельность, эксплуатацию и проектирование горных и химических производств, строительномонтажные работы, проектную деятельность, свидетельство об аккредитации в качестве субъекта научной и научно-технической деятельности, аттестаты на право проведения работ в области экологии и промышленной безопасности. Кроме того, по моей инициативе и нашей компании был создан «Союз маркшейдеров» РК, где на сегодняшний день я являюсь вице-президентом и членом Центрального Совета.

– Какой состав специалистов вашей компании, уровень их квалификации?

– Успех сопутствует профессионалам, причем первоклассным. Большинство специалистов имеют практический и научный опыт от 5 до 30 лет. Так, на сегодняшний день ТОО «АлГеоРитм» представляют три члена «Профессионального объединения независимых экспертов недр», кандидат технических наук, полный кавалер знака «Шахтерской славы», кавалеры знака «Шахтерской славы» 3 степени, почетный работник угольной промышленности, кавалеры медалей «За профессиональный вклад» и «Гордость отрасли», кавалер медали «Лучший по профессии» национального бизнес-рейтинга РК и так далее.

Высокая квалификация и компетенция специалистов, ориентированность на эффективное удовлетворение потребностей клиента и инвестирование в самые последние научные разработки и технологические решения позволяют компании беспрепятственно наращивать профессиональные и технические возможности, что не остается незамеченным на рынке.

– Как Вы подбираете кадры, по какому принципу?

– Большое внимание уделяю образованию своих сотрудников, а также созданию комфортных условий для работы. На обучение и повышение квалификации ТОО ежегодно выделяется в среднем миллион тенге. В зоне особого внимания и поддержки всегда находятся молодые специалисты. Система наставничества и поддержки помогает новым кадрам оперативно осваивать сложности непростых профильных специальностей. В 2022 году компания подписала меморандумы с ведущими техническими вузами страны по подготовке специалистов для отрасли, взяв на себя организацию профессиональной практики и стажировки студентов на безвозмездной основе.

– Хотелось бы подробнее узнать о технической базе вашей компании, ее применении.

– Компания является официальным представителем H+E Logistik GmbH немецкого ведущего разработчика и поставщика конвейерных систем и отвалообразователей, применяемых в горном деле, тоннелестроении и других отраслях. Также, «АлГеоРитм» представляет интересы концерна BMS, который разрабатывает комплексные решения для добывающих предприятий по всему миру, систем автоматизации, оборудования механизированных комплексов, транспортных систем, комму-

никационных технологий в промышленности. Это сотрудничество позволяет компании на шаг опережать конкурентов, буквально из первых рук получая информацию о новинках. «АлГеоРитм» также является постоянным участником профильных международных конференций и выставок, что также приносит свои плоды. Так, НПК «АлГеоРитм» стал первым заказчиком уникальной разработки Иркутского национального исследовательского технического университета – автоматизированной станции для профилирования вертикальных шахтных стволов «ЛИС-1».

Профилирование необходимо проводить на рудниках минимум раз в три года – это важнейшее условие обеспечения безопасности. За счет лазерного сканирования станция позволяет создать трехмерную модель шахтного ствола и определить опасные точки. Это прогрессивное решение, которое в мировой маркшейдерской практике является передовой инновацией в оборудовании, не имеющих аналогов в Казахстане.

Еще одной особенностью станции «ЛИС-1» является компактность и бесшумность. Если ранее маркшейдерам приходилось отправлять крупногабаритную станцию отдельным транспортом до места проведения работ, то теперь они могут спокойно провезти весь комплект оборудования весом 35 кг буквально в одном чемодане.

Впрочем, если говорить об уникальности, то практически все оборудование компании для Казахстана является уникальным. Поскольку постоянные инвестиции, а это порядка 40% прибыли ежегодно, направлены на улучшение материально-технической базы и закупку оборудования. На данный момент компания обладает современным оборудованием для проведения любых профильных работ, включая те виды, которые попадают под категорию сложных и редких. Это позволяет компании предлагать полный спектр услуг по проектной деятельности «под ключ», то есть от изыскания до согласования в уполномоченных государственных органах.

– **Как Вы считаете, что обеспечивает высокий имидж вашей компании?**

– Сочетание грамотного руководства, профессионального коллектива и используемых технологий позволило ТОО НПК «АлГеоРитм» прочно закрепить за собой имидж надежного партнера. Это подтверждается фактами. За 10 лет на рынке реализовано более 300 проектов, в том числе, и крупных. С каждым годом количество контрактов только растет. Заказчиками «АлГеоРитма» являются ТОО «Корпорация «Казахмыс», ТОО «Казцинк», ERG Corporate, ТОО «Алтай Полиметаллы», АО AltynEx Company, ТОО «Восход-ORIEL», ТОО «KAZ Minerals», АО «Алтыналмас», ТОО «Nova Цинк», АО «Самрук-Казына» – то есть те, кто к выбору поставщика услуг предъявляет крайне высокие и жесткие требования. Многолетнее сотрудничество с крупнейшими представителями бизнеса только подтверждает, что качество выполняемых работ ТОО НПК «АлГеоРитм» находится на высоком уровне. В настоящее время ТОО НПК «АлГеоРитм» является добросовестным деловым партнером, ответственно и качественно выполняющим принятые на себя обязательства в Казахстане.

– **И еще личный вопрос – что вдохновляет Вас в вашей работе и в жизни?**

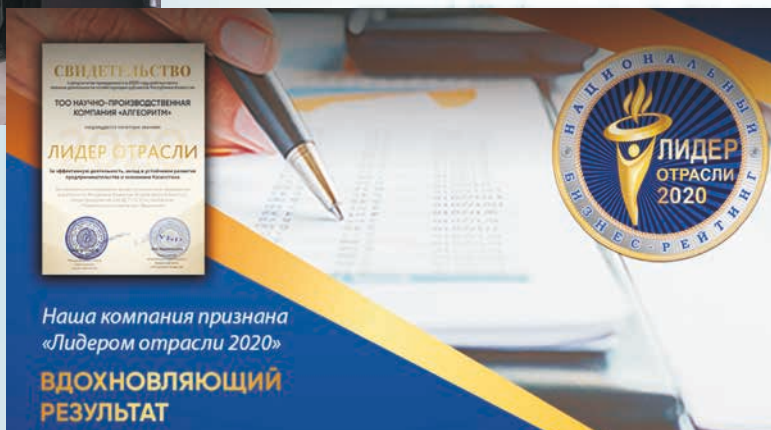
– Меня вдохновляет прекрасный коллектив специалистов, который сложился за эти годы, возможность созидания и пользы не только с точки зрения дальнейшего роста материального благополучия компании, но и пользы для Республики Казахстан.

Беседовала Наталья Александровна Милетенко



Караганда. НПК «АлГеоРитм»
тел. +7 (7212) 25-23-45

E-mail: info@algeoritm.kz



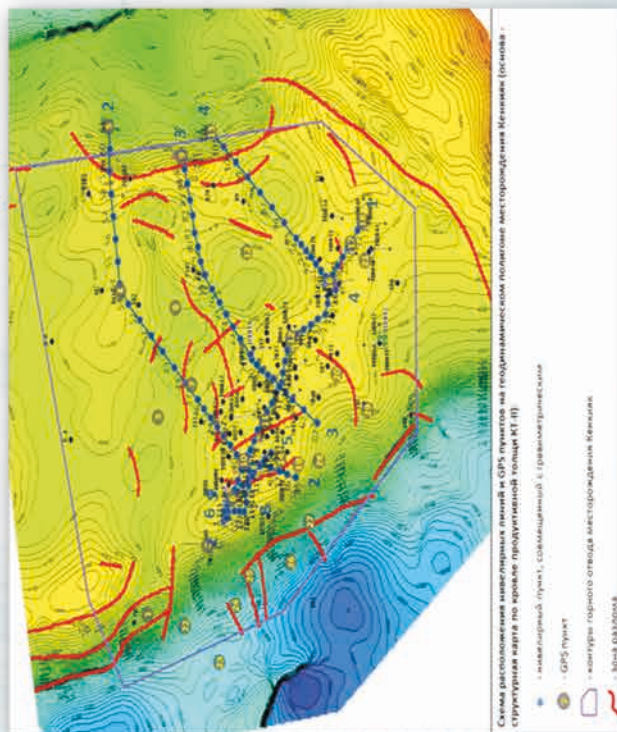


Рис. 1. Схема геодинамического полигона
Fig. 1. Geodynamic polygon diagram

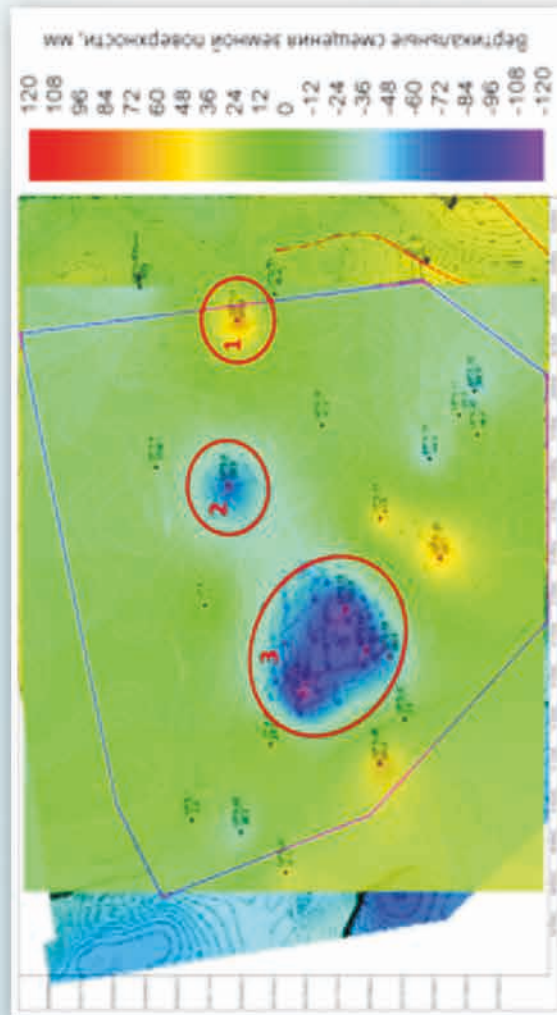


Рис. 4. Результаты вертикальной компоненты движений земной поверхности
GPS-наблюдений за 2010–2022 года с выделением трех деформационных участков
Fig. 4. The results of the vertical component of the movements of the Earth's surface
of GPS observations for the period 2010–2022 with the allocation of three deformation sites

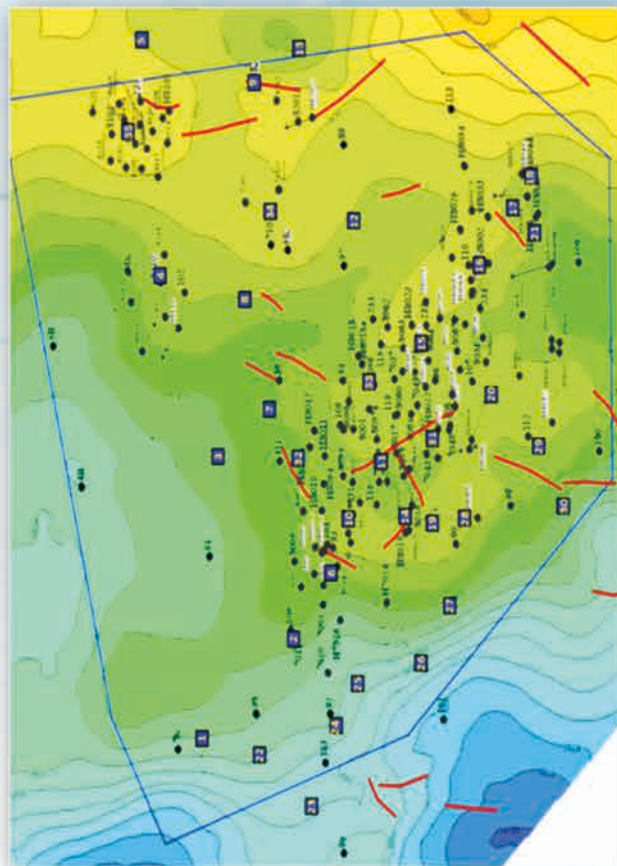


Рис. 3. Схема размещения сети пунктов повторных GPS-измерений на территории месторождения Кенкиак
Fig. 3. The layout of the network of repeated GPS measurement points on the territory of the Kenkiyak field

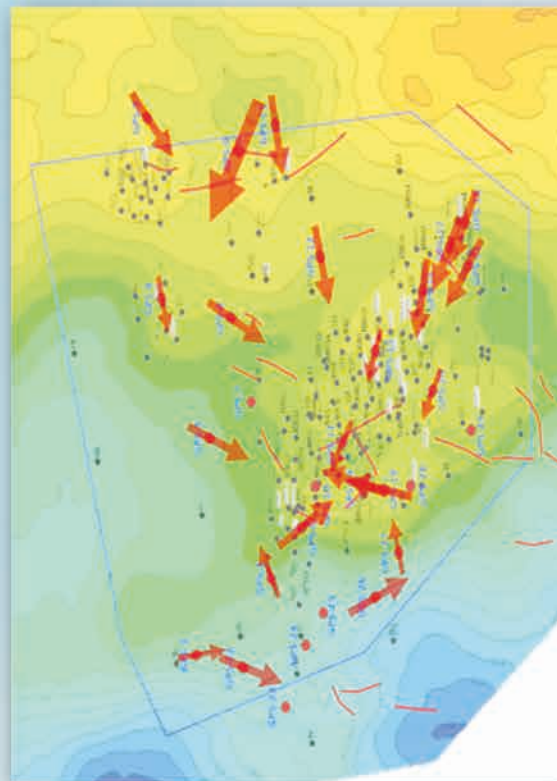


Рис. 5. Результаты горизонтальной компоненты движений земной поверхности
GPS-наблюдений в цикле 14 (июль 2022 г.) – 1 (июль 2010 г.)
Fig. 5. The results of the horizontal component of the movements of the Earth's surface
of GPS observations in cycle 14 (July 2022) – 1 (July 2010)



Абдыбек Аружан:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: a.abdybek@mail.ru

Abdybek Aruzhan:
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: a.abdybek@mail.ru



Ахмет Нуркасым Бахытулы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail:
akhmet.nurkassym@gmail.com

Akhmet Nurkassym Bahytuly:
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: akhmet.nurkassym@gmail.com



Амангелди Анеля Нурланқызы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: anelya.amangeldy@gmail.com

Amangeldi Anelya Nurlanqyzy:
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: anelya.amangeldy@gmail.com

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ



Геологический факультет МГУ — всемирно известный учебно-научный центр России. Хотя датой основания факультета считается 1938 г., минералогия в Московском Университете преподаётся уже более двух столетий. На кафедрах и в лабораториях факультета работают ученые с мировым именем, талантливая молодежь. Среди наших профессоров — 7 академиков и 6 членов-корреспондентов РАН, 18 членов Академии естественных наук РФ. Вся деятельность сотрудников факультета направлена на развитие геологической науки, образования и культуры — необходимых условий экономического и духовного возрождения России.

Контакты : Москва, Ленинские горы, д.1, МГУ имени М.В.Ломоносова, геологический факультет
Телефон:
+7 (495) 939-2970
Email:
dean@geol.msu.ru



WWW.N-GN.RU

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАСЕЙНА КАРАТАУ

Г. С. Мадимарова, Т. Нурланкызы,

*Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан;*

Д. Н. Сулейменова,

КазНУ имени Аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан;

Ш. А. Жантуева,

*Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: Приводятся результаты исследований структурных особенностей массива и прочностных свойств горных пород фосфоритовых месторождений Каратау. Рассмотрена общая закономерность изменчивости прочностных свойств пород в массиве методом математической статистики и корреляционного анализа, а также обобщены данные свойств пород по месторождениям бассейна Каратау, где установлена устойчивая связь между средней плотностью, крепостью, сцеплением, сопротивлением и глубиной их залегания. Определены напряженно-деформационное состояние массива методом разгрузки и корреляционная зависимость горизонтальных напряжений от глубины залегания. Проведена оценка степени прочности, упругости, пластичности пород и их способность к разрушению или деформации при различных нагрузках. Выявлены закономерности и параметры процесса сдвижения породных массивов, аналогичных по геологической и тектонической структуре, для прогнозирования свойств горных пород по месторождениям бассейна. Результаты исследований могут быть полезными при решении ряда технических задач на карьерах и подземных рудниках в оценке устойчивости уступов и бортов карьеров, в прогнозировании угловых параметров сдвижения, при расчете целиков и предельных пролетов потолочины.

Ключевые слова: фосфоритовые месторождения, физико-механические свойства, геомеханика, карьер, устойчивость, геомониторинг, анализ.

Для цитирования: Мадимарова Г. С., Нурланкызы Т., Сулейменова Д. Н., Жантуева Ш. А. Изучение физико-механических свойств пород месторождения бассейна Каратау // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 50-55. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_50_55.

STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ROCKS OF DEPOSITS OF THE KARATAU BASIN

G. S. Madimarova, T. Nurlankyzy, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan;

D. N. Suleimenova, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan;

Sh. A. Zhantueva, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract: The article presents the results of studies of the structural features of the massif and the strength properties of rocks of the Karatau phosphorite deposits. The general pattern of variability of the strength properties of rocks in the massif was considered by the method of mathematical statistics and correlation analysis, as well as data on rock properties for deposits in the Karatau basin, where a stable relationship between average density, strength, adhesion, resistance and depth of their occurrence was established. The stress-strain state of the massif was determined by the unloading method and the correlation dependence of horizontal stresses on the depth of occurrence, as well as an assessment of the degree of strength, elasticity, plasticity of rocks and their ability to fracture or deformation under various loads. The regularities and parameters of the process of displacement of rock massifs similar in geological and tectonic structure for predicting the properties of rocks in the deposits of the basin are revealed. The results of the research can be useful in solving a number of technical problems in quarries and underground mines in assessing the stability of ledges and sides of quarries, in predicting angular displacement parameters, in calculating targets and ceiling spans.

Keywords: phosphorite deposits, physical and mechanical properties, geomechanics, quarry, stability, geomonitoring, analysis.

For citation: Madimarova G. S., Nurlankyzy T., Suleimenova D. N., Zhantueva Sh. A. Study of physical and mechanical properties of rocks of deposits of the Karatau basin. Surveying and subsoil use. 2024;(2):50-55. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_50_55.

В отечественной и зарубежной практике разработки месторождений полезных ископаемых все большее применение находит комбинированная разработка, предусматривающая ведение на одном месторождении открытых и подземных горных работ. При этом обеспечивается более полное извлечение запасов минерального сырья и улучшение технико-экономических показателей.

Современная горная наука определяет комбинированную технологию как освоение запасов месторождения различными способами при единой схеме вскрытия и подготовки, классифицирует способы разработки следующим образом: при проектировании, строительстве и эксплуатации горнодобывающих предприятий с комбинированной разработкой месторождений должны учитывать основные факторы, представляющие опасность при ведении горных работ, такие как изменение механических свойств массива горных пород при эксплуатации месторождения и процессы сдвига и деформации горных пород в зоне влияния подземной разработки с образованием зон сдвига земной поверхности, трещин, воронок и провалов [1-3].

Главной общей особенностью структуры скальных пород, которыми представлена основная масса рудных месторождений, является наличие трещин и расслоений. Систематические наблюдения за состоянием земной поверхности и расположенных на ней горнотехнических объектов при открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых являются обязательным условием обеспечения безопасности и технико-экономической эффективности горного производства.

В современной практике на горных предприятиях мониторинг деформаций земной поверхности и горнотехнических объектов производится с использованием различных маркшейдерско-геодезических методов, включая традиционные оптические, перспективные фотограмметрические (наземные, аэрофотосъемка с БПЛА) и радиолокационные наблюдения.

Изучение геомеханических процессов, происходящих внедрях Земли, выходит за географические пределы одного месторождения и требует соответствующих обобщений, выявления закономерностей и параметров процесса сдвига породных массивов, аналогичных по геологической и тектонической структуре месторождений бассейна или региона. Поэтому на начальном этапе важнейшей задачей явилось установление для пород массива основных геомеханических закономерностей и их связи со структурами месторождений и крупными тектоническими разрывами, в пределах которых размещены изучаемые месторождения.

Цель исследований

Изучение физико-механических свойств пород месторождения бассейна Каратау, направленное на повышение эффективности добычи полезных ископаемых, обеспечение безопасности работников и окружающей среды, а также оптимизацию процессов горных работ и добычи.

Объект исследований

Каратауский фосфоритоносный бассейн расположен в Жамбылской и Чимкентской областях. Запасы фосфоритов залегают в недрах хребта Малый Каратау, вытянутого на северо-запад параллельно хребту Большой Каратау и входящего в единую складчатую систему, характеризующуюся общностью тектонической структуры стратигра-

фического разреза позднего докембрия и нижнего палеозоя. В Малом Каратау насчитывается более 45 месторождений [4-6].

Методология исследований

Большую работу по развитию и совершенствованию методологии натурных геомеханических исследований выполнили ученые: С. А. Авершин, М. И. Агошков, И. Т. Айталиев, И. М. Бахурин, В. И. Борщ-Компаниец, Ж. С. Ержанов, Г. И. Кузнецов, М. А. Кузнецов, А. Ж. Машанов, Р. П. Окатов, М. Е. Певзнер, В. Н. Попов, В. Р. Рахимов, К. Н. Трубецкой, И. А. Турчанинов, Г. Л. Фисенко, Г. И. Черный, М. Б. Нурпеисова и др. [7-9]. Более детально рассмотрены работы, выполненные в последние годы для рудных месторождений ВНИМИ и его филиалами, а также существующие по этому вопросу нормативные документы [10, 11].

Г. И. Черный доказал наличие взаимосвязи между напряженным состоянием массива горных пород в зоне, прилегающей к карьере и подземным выработкам, и конфигурацией фронтов горных работ на обоих объектах [12]. В 1967-2019 годах профессор М. Б. Нурпеисова проводила маркшейдерские наблюдения бортов карьеров Каратауского рудоуправления. К моменту первой съемки карьер был уже отработан и под ним начались подземные работы, которые продолжаются до сих пор. Как указывает автор, сдвигание скально-трещиноватых массивов и земной поверхности при открыто-подземной разработке месторождений происходит в виде отделения от массива блоков пород в момент массовых взрывов и последующего их обрушения в сторону выработанного пространства с образованием провалов (воронок) на дне карьера [13, 14].

Как указывают исследования автора М. Б. Нурпеисовой, выполаживание бортов карьеров месторождений бассейна Каратау происходило в результате сдвига горных пород под влиянием подземных разработок, а также выветривания.

Анализ состояния методологии проведения маркшейдерско-геодезических наблюдений на территории разрабатываемого месторождения в первую очередь связан с отсутствием эффективных методов определения величин деформаций. Это диктует необходимость совершенствования методологии маркшейдерско-геодезических наблюдений за деформациями горных пород с использованием современных приборов. Маркшейдерско-геодезические наблюдения позволяют выявить массовые деформации, что важно для оценки геомеханической ситуации в районе полевых работ. Но они не дают полной картины деформационных процессов с течением времени. Это может быть выполнено только при использовании предложенной комплексной методики проведения гео-мониторинга состояния придонных массивов.

Геологоразведочными работами выявлено два основных продольных нарушения, по которым происходит сдвигание фосфоритного горизонта [15]. Нарушения параллельны между собой, расстояние между ними в горизонтальной плоскости — 50 м. Падение нарушений юго-западное — близко к поверхности, составляет 60-80°, с выполаживанием на глубину до 35-400 м. Причем по одному из разломов (Р-35) сдвигание происходит в северо-западной части месторождения между профилями 1-6, по-другому (Р-36) — в центральной части между разведочными профилями 3-11, что придает тектоническому строению этого участка кулисообразный характер. В профилях 3, 5 и 6 отмечается и утроевание фосфорит-

ного горизонта, так как в этих профилях вскрыты скважинами и канавами оба продольных нарушения (Р-35 и Р-36). Продольные разрывные нарушения взбросо-надвигового характера привели к образованию в тектонических блоках трех основных рудных тел: Южного, Северного первого и Северного второго. Суммарная протяженность рудных тел – 6 км, протяженность месторождения – 4,2 км.

Результаты исследований

Механические свойства горных пород и руды месторождений Каратауского бассейна изучались совместно с сотрудниками ГИГХСа. Результаты этих исследований сведены в *таблицах 1 и 2* [16].

Таблица 1 / Table 1

Прочностные свойства пород месторождения Чулактау Strength properties of rocks of the Chulakta deposit

Показатель	Кремний	Фосфориты	Доломиты	Глинисто-кремниевые сланцы
Твердость по Шору	96,7	81	54	84
Коэффициент крепости, f	10	10	8,7	6
Условный предел текучести, кг/см ²	40	12,5	15,0	-
Коэффициент пластичности	1,5	4,1	2,8	1,5
Коэффициент Пуассона	0,20	0,25	0,18	0,15
Коэффициент уплотнения, %	11,8	28,5	20,6	10,1

Таблица 2 / Table 2

Прочностные свойства пород месторождения Аксай Strength properties of rocks of the Aksai deposit

Показатель	Кремний	Фосфориты	Доломитизированные известняки	Глинисто-кремниевые сланцы
Твердость по Шору	98	74	56	83,8
Коэффициент крепости, f	7,8	7,5	9,8	7,5
Твердость по штампу, кг/см ²	425	395	258	-
Условный предел текучести, кг/см ²	30,0	-	-	-
Коэффициент пластичности	1,6	5,2	2,6	1,0
Коэффициент Пуассона	0,20	0,20	0,17	0,17
Коэффициент уплотнения, %	11,7	31,8	21,3	10,1

К важнейшим факторам, определяющим состояние устойчивости или сдвижения горных пород и земной поверхности при разработке полезных ископаемых, относятся физико-механические свойства вмещающих пород. Основными параметрами физико-механических свойств пород, необходимыми для решения вопросов устойчивости породных массивов, являются плотность, сопротивление сжатию и разрыву, сцепление и угол внутреннего трения. Практикой установлено, что такой важный параметр, как сцепление пород, может быть в несколько раз меньше в горном массиве, чем в монолитном куске, и, в свою очередь, по поверхностям ослаблений меньше, чем в массиве. Особенно это различие четко проявляется в скально-трещиноватых породных массивах [17].

Лабораторный способ определения свойств горных пород, а тем более натурные испытания в производственных условиях весьма трудоемки. Многолетними исследованиями установлено, что для приближенной оценки некоторых свойств горных пород можно воспользоваться величиной $\sigma_{сж.}$, которая в сравнении с другими параметрами определяется проще.

Анализ изучения физико-механических свойств пород исследуемых месторождений показывает, что прочностные свойства пород с глубиной горных работ заметно меняются. Получены графоаналитические зависимости структурных особенностей и прочностных свойств пород от глубины их залегания (*табл. 3*).

Плотность пород определена на 90 образцах, крепость – на 50, сопротивление пород на одноосное сжатие и разрыв – на 170, сцепление – на 30 и т. д. С целью определения общих закономерностей изменчивости прочностных свойств пород в массиве методом математической статистики и корреляционного анализа обобщены данные свойств пород по месторождениям бассейна Каратау (*рис. 1*).

Исследованиями установлено, что существует устойчивая связь между средней плотностью, крепостью, сцеплением, сопротивлением и глубиной их залегания, то есть γ , f , c , $\sigma_{сж.} = f(H)$ [18].

Заключение

Таким образом, при известных одних показателях использование графиков открывает пути прогнозирования свойств горных пород по месторождениям бассейна. Исходными данными для этого являются наименование пород, глубина их залегания и отдельные характеристики, как, например, плотность пород и другое, для определения которых не требуется трудоемких лабораторных исследований.

Таблица 3 / Table 3

Уравнения связей свойств доломитов месторождения Чулактау с глубиной их залегания Equations of relations of the properties of the dolomites of the Chulakta deposit with their depth

Свойство пород	Уравнение связей	Коэффициент корреляции	Предел действия, Н
Сцепление, к МПа	$K = 28,1 + 1,8 H - 0,05 H^2$	$r = 0,82$	$225 > H > 25$
Крепость, f	$f = 85,0 + 0,04 H - 0,01 H^2$	$r = 0,67$	$175 > H > 25$
Плотность, γ , г/см ³	$\gamma = 2,35 + 0,06 H - 0,002 H^2$	$r = 0,69$	$175 > H > 25$
Сопротивление на сжатие	$\sigma_{сж.} = 80,93 + 7,95 H - 0,18 H^2$	$r = 0,68$	$225 > H > 25$

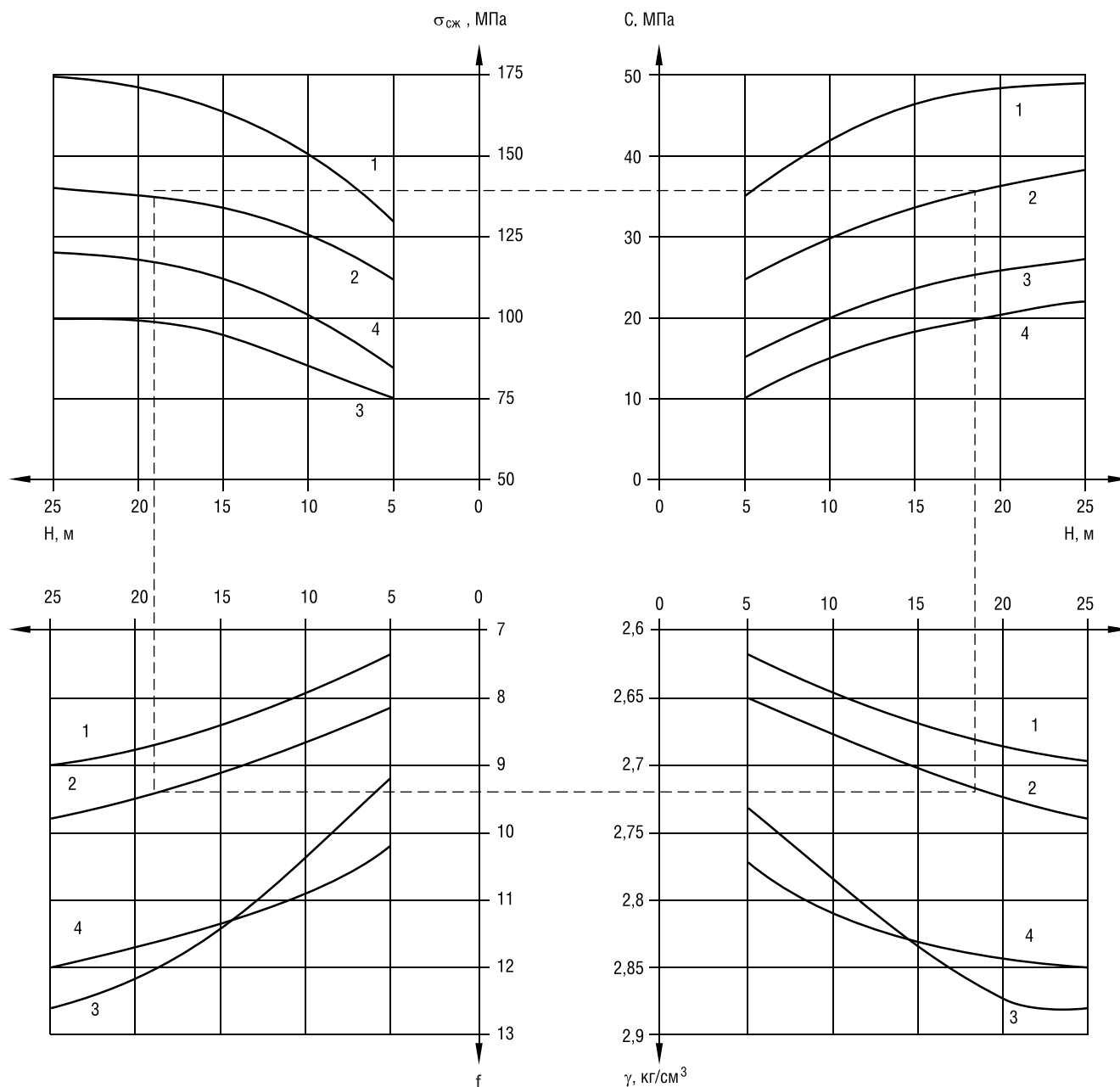


Рис. 1. Взаимосвязь между свойствами пород и глубиной их залегания: 1 - доломиты (Чулактау), 2 - кремний (Акса́й), 3 - доломитизированные известняки (Акса́й), 4 - диориты (Акбака́й)

Fig. 1. The relationship between the properties of rocks and their depth: 1 - dolomites (Chulaktaу), 2 - silicon (Aksai), 3 - dolomitized limestones (Aksai), 4 - diorites (Akbaikai)

Полученные характеристики могут быть использованы при решении ряда технических задач на карьерах и подземных рудниках в оценке устойчивости уступов и бортов карьеров,

в прогнозировании угловых параметров сдвижения расчетных целиков и предельных пролетов потолочины, для обобщения результатов инструментальных наблюдений. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Каплунов, Д. Р. Устойчивое развитие горнотехнических систем как переход от добычи полезных ископаемых к освоению георесурсов и сохранению недр / Д. Р. Каплунов, В. С. Федотенко // Горный журнал. - 2021. - № 8. - С. 4-7. - DOI 10.17580/gzh.2021.08.01.
2. Касымканова, Х. М. Изучение структурных особенностей массива горных пород / Х. М. Касымканова, Д. М. Киргизбаева, Н. А. Федотенко // Маркшейдерия и недропользование. - 2022. - № 1(117). - С. 8-11.
3. Express-assessment of geomechanic condition of the rock massive and development methods of its strengthening and reinforcing for safe ecological developing of the fields of mineral resources in hard mountain-geological and mining engineering conditions / Kh. Kassymkanova, G. Jangulova, R. Bekseitova [et al.] // News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2018. - Vol. 5. № 431. - Pp. 37-46. DOI: 10.32014/2018.2518-170X.33.

4. Табылдиев, К. Т. Каратауский фосфоритный бассейн / К. Т. Табылдиев, Ю. А. Киперман, А. И. Тимченко. - Алма-Ата, 1970. - 210 с.
5. Кривошеина, М. И. Свойства горных пород Каратауского фосфоритоносного бассейна / М. И. Кривошеина, М. Б. Нурпеисова // Свойства пород месторождений горно-химического сырья / под ред. М. Е. Певзнера. - М.: ГИГХС, 1971. - С. 87-104.
6. Нурпеисова, М. Б. Учет трещиноватости при исследовании деформации и сдвижения горных пород / М. Б. Нурпеисова, Ш. С. Бекбасаров // Горное дело: Сб. МВЦССО КазССР. - Алма-Ата, 1975. - № II. - С. 134-137.
7. Фисенко, Г. Л. Методы количественной оценки структурных ослаблений массива горных пород в связи с анализом их устойчивости / Г. Л. Фисенко // Современные проблемы механики горных пород: мат-лы IV Всесоюз. конф. по механике горных пород. - Л.: Наука, 1972. - С. 21-29.
8. Машанов, А. Ж. Устойчивость бортов карьеров бассейна Каратау / А. Ж. Машанов, М. Е. Певзнер, Ш. С. Бекбасаров. - Алма-Ата: Наука, 1981. - 120 с.
9. Прогнозирование трещиноватости породного массива по глубине на рудниках Средней Азии / В. Р. Рахимов [и др.]. - Ташкент, 1983. - 158 с.
10. Методические указания по постановке исследований сдвижения горных пород на моделях. - Л.: Изд. ВНИМИ, 1974. - 65 с.
11. Временные правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок на рудных месторождениях с неизученным процессом сдвижения горных пород. - Л.: ВНИМИ, 1988. - 48 с.
12. Черный, А. Д. Комплексная открыто-подземная разработка прибортовых и подкарьерных запасов рудных месторождений / А. Д. Черный, В. И. Терентьев. - М.: ИПКОН АН СССР, 1988. - 244 с.
13. Нурпеисова, М. Б. Геомеханика рудных месторождений Казахстана: монография / М. Б. Нурпеисова. - Алматы: КазНТУ, 2012. - 324 с.
14. Экологическая и промышленная безопасность освоения недр / под общей редакцией М. Б. Нурпеисовой. - Алматы: КазНУТУ, 2013. - 434 с.
15. Управление устойчивостью техногенных горных сооружений: монография / Под общей редакцией Ф. К. Низаметдинова. - Караганда: Изд-во Казахстано-Российского университета, 2014. - 656 с.
16. Безруков, П. Л. Геологическое строение фосфоритоносного бассейна Каратау и основные результаты геолого-поисковых работ / П. Л. Безруков // Фосфориты Каратау. - Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1954. - С. 3-66.
17. Использование индекса NDVI при мониторинге земель фосфоритовых месторождений / Э. А. Мурсалимова, А. А. Шаймерденова, Г. С. Мадимарова [и др.] // Вестник ВКТУ им. Д. Серикбаева. - 2023. - № 3. - С. 88-96.
18. Мадимарова, Г. С. Геодезические методы мониторинга техногенных систем месторождения Акбакай II / Г. С. Мадимарова, Ш. А. Жантуева, Ж. А. Танкаман // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых: Межд. науч.-практ. конф. / Донбасский государственный технический институт. - Алчевск, 2021. - С. 95-97.
19. Тилегенов, И. С. Системный анализ технологических процессов производств промышленной зоны «Каратау» и их влияние на экологическое состояние региона / И. С. Тилегенов, А. И. Агошков, Н. И. Тилегенов // Вестник МАНЭБ. - 2021. - Том 26, № 2.

REFERENCES

1. Kaplunov DR, Fedotenko VS. Sustainable development of mining engineering systems as a transition from mining to the development of georesources and conservation of mineral resources. *Mining Journal*. 2021;8:4-7. DOI 10.17580/gzh.2021.08.01 (In Russ.).
2. Kasymkanova HM, Kirgizbayeva DM, Fedotenko NA. The study of structural features of the rock mass. *Surveying and subsoil use*. 2022;1(117):8-11 (In Russ.).
3. Kassymkanova Kh., Jangulova G., Bekseitova R, et al. Express-assessment of geomechanic condition of the rock massive and development methods of its strengthening and reinforcing for safe ecological developing of the fields of mineral resorces in hard mountain-geological and mining engineering conditions. *News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. 2018;5(431):37-46. DOI: 10.32014/2018.2518-170X.33.
4. Tabyldiev KT, Kiperman YuA, Timchenko AI. Karatau phosphorite basin. Alma-Ata, 1970 (In Russ.).
5. Krivosheina MI, Nurpeisova MB. Properties of rocks Karatau phosphorite-bearing basin. In the book. *Properties of rocks of deposits of mining and chemical raw materials*. Edited by M.E.Pevzner. Moscow, 1971 (In Russ.).
6. Nurpeisova MB, Bekbasarov ShS. Accounting for fracturing in the study of deformation and displacement of rocks. *Mining*. Alma-Ata, 1975 (In Russ.).
7. Fisenko GL. Methods of quantitative assessment of structural weakening of the rock mass in connection with the analysis of their stability. *Modern Problems of Rock mechanics. Materials of the IV All-Union Conference on Rock Mechanics*. Leningrad: Nauka, 1972 (In Russ.).
8. Mashanov AZh, Pevzner ME, Bekbasarov ShS. Stability of the sides of quarries of the Karatau basin. Alma-Ata: Nauka, 1981 (In Russ.).
9. Rakhimov VR, et al. Prediction of fracturing of rock mass by depth in the mines of Central Asia. Tashkent, 1983 (In Russ.).
10. Methodological guidelines for setting up studies of rock movement on models. Leningrad, 1974 (In Russ.).
11. Temporary rules for the protection of structures and natural objects from the harmful effects of underground mining in ore deposits with an unexplored process of rock movement. Leningrad, 1988 (In Russ.).
12. Cherny AD, Terentyev VI. Complex open-underground development of instrument and sub-barrier reserves of ore deposits. Moscow: IPKON ANSSOR, 1988 (In Russ.).
13. Nurpeisova MB. Geomechanics of ore deposits of Kazakhstan (monograph). Almaty: KazNTU, 2012 (In Russ.).
14. Ecological and industrial safety of subsoil development / Under the general editorship of M. B. Nurpeisova. Almaty: KazNITU, 2013 (In Russ.).
15. Sustainability management of man-made mining structures (monograph). Under the general editorship of F. K. Nizametdinov. Karaganda: Publishing House of the Kazakh-Russian University, 2014 (In Russ.).
16. Bezrukov PL. Geological structure of the phosphorite-bearing Karatau basin and the main results of geological prospecting works. *Phosphorites of Karatau*. Alma-Ata: Publishing House of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, 1954 (In Russ.).

17. Mursalimova EA, Shaimerdenova AA, Madimarova GS, et al. The use of the NDVI index in monitoring the lands of phosphorite deposits. *Bulletin of D. Serikbayev EKTU*. 2023;3:88-96 (In Russ.).
18. Madimarova GS, Zhantueva ShA, Tankaman ZhA. Geodetic methods of monitoring technogenic systems of the Akbakai deposit II International Scientific and Practical Conference. *Actual problems of modern science: the view of young scientists*. Alchevsk, 2021 (In Russ.).
19. Tilegenov IS, Agoshkov AI, Tilegenov NI. System analysis of technological processes of production of the Karatau industrial zone and their impact on the ecological state of the region. *Vestnik MANEB*. 2021;26(2).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Мадимарова Гулмира Сурабалдиевна:
кандидат технических наук,
ассоциированный профессор,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-9155-6332>,
e-mail: madimarovagulmira69@gmail.com



Нурланкызы Тогжан:
магистрант,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: togzhan.21@mail.ru



Сулейменова Диана Нурбакытовна:
старший преподаватель,
Казахский национальный университет
имени Аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0003-1880-0615>,
Scopus Author ID: 57221086862,
e-mail: suleymenovad81@gmail.com



Жантүева Шинаркуль Абековна:
старший преподаватель,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: shnar19610408@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Madimarova Gulmira:
candidate of technical sciences,
associate professor,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-9155-6332>,
e-mail: madimarovagulmira69@gmail.com

Nurlankyzy Tokzhan:
master's student,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: togzhan.21@mail.ru

Suleimenova Diana:
senior lecturer,
Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0003-1880-0615>,
Scopus Author ID: 57221086862,
e-mail: suleymenovad81@gmail.com

Zhantueva Shinarkyl:
senior lecturer,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: shnar19610408@gmail.com

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ СООРУЖЕНИЙ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНА Г. АЛМАТЫ

Х. М. Касымканова, С. Б. Юсупов, О. Байтурбай,

*Казахский национальный исследовательский технический университет (КазНУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан;*

М. М. Оразымбет, КазНУ имени Аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: В статье приведены результаты мониторинга состояния зданий и сооружений при строительстве и эксплуатации метрополитена г. Алматы, находящихся в радиусе 80 метров. Показано, что проведение геодезического мониторинга и наблюдений за деформациями инженерных сооружений с помощью современных геодезических приборов, таких как глобальные навигационные спутниковые системы, электронные тахеометры, лазерные нивелиры, позволит получить информацию о протекающих деформационных процессах в зданиях и сооружениях, находящихся в непосредственной близости от строящегося или эксплуатируемого метрополитена, с высокой степенью точности, что обеспечит своевременное принятие управленческих решений для длительной и безопасной эксплуатации.

Ключевые слова: метрополитен, здания, сооружения, деформации, трещины, геодезический мониторинг, электронный тахеометр, нивелир, лазерный сканер.

Для цитирования: Касымканова Х. М., Юсупов С. Б., Байтурбай О., Оразымбет М. М. Наблюдения за деформациями сооружений в зоне строительства метрополитена г. Алматы // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 56-61. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_56_61.

OBSERVATIONS OF DEFORMATIONS OF STRUCTURES IN THE ALMATY METRO CONSTRUCTION ZONE

Kh. M. Kasymkanova, S. B. Yusupov, O. Baiturbay,

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan;

M. M. Orazymbet, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract: The article presents the results of monitoring the condition of surface buildings and structures during the construction and operation of the Almaty metro located within a radius of 80 meters. In such a situation, the problem of managing geodynamic processes during the construction and operation of the subway can be solved on the basis of the methodology of conducting geodetic monitoring of the condition of engineering structures considered in this article. It is shown that when conducting geodetic monitoring and monitoring of deformations of engineering structures using modern geodetic instruments such as global navigation satellite systems, electronic total stations, laser levels, it will allow obtaining information about the ongoing deformation processes of buildings and structures located in close proximity to the metro under construction and in operation with a high degree of accuracy, which will ensure timely management decisions solutions for long-term and safe operation.

Keywords: structures, deformation, types of deformations, cracks, geodetic monitoring, electronic tachymeter, levels, laser scanners.

For citation: Kasymkanova Kh.M., Yusupov S.B., Baiturbay O., Orazymbet M.M. Observations of deformations of structures in the Almaty metro construction zone. Surveying and subsoil use. 2024;(2):56-61. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_56_61.

Алматы — город, расположенный на юго-востоке Республики Казахстан, в самом центре Евразийского континента, географические координаты которого: 43° N (северной широты) и 77° E (восточной долготы), на северном хребте Тянь-Шаньских гор Заилийского Алатау. Как и все горные системы, Тянь-Шаньские горы имеют широтное простираение.

Особенность строительства метрополитена в городе Алматы заключается в том, что имеется ряд сложных геотехнических факторов:

1. Сейсмическая активность в городе очень высока и достигает 9-10 баллов по шкале MSK-64.
2. Рельеф является наклонным, так как находится в районе межгорной впадины.
3. Состав грунтов - разнообразный и слабоустойчивый, галечники имеют включения валунов почти до 3 метров в диаметре.
4. Глубины заложения станционных тоннелей и перегонных станций разнообразны, есть районы мелкого заложения от 11 метров и глубокие, составляющие 60 метров [1-3].

Несмотря на такие трудные условия, в настоящее время высоким темпом ведется строительство первой ветви метрополитена.

Обзорная карта района ведения метрополитена приведена на рисунке 1.

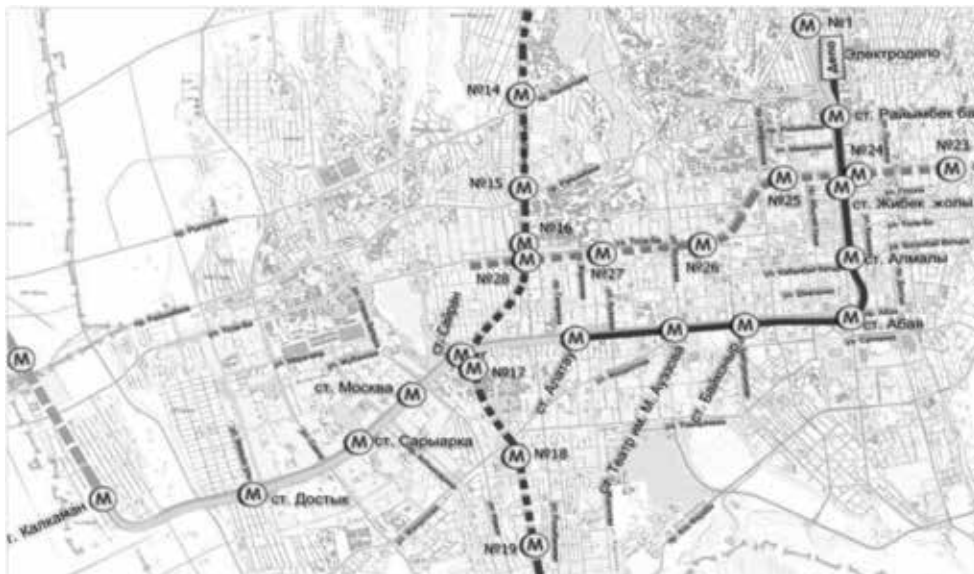


Рис. 1. Линии метрополитена г. Алматы

Fig. 1. Almaty metro lines

Основное содержание

По генеральному плану развития города в Алматинском метрополитене планируется построить 24 станции, 11 из которых по состоянию на 2023 год находятся в эксплуатации. Станция метро «Абай» — одна из остановок, которые составляют первую линию алматинского метрополитена. Эта линия, включающая в себя первые семь станций, была сдана в эксплуатацию в 2011 году после долгих лет строительства, задержек и сложных технических условий.

Станция «Абай» получила имя в честь Абая Кунанбаева, известного казахского поэта, писателя и общественного деятеля. Имя Абая Кунанбаева олицетворяет культурное наследие Казахстана, и его личность считается символом национальной культуры.

Таким образом, станция метро «Абай» в Алматы является частью важной инфраструктуры города, она подвергалась тщательным геодезическим мониторинговым наблюдениям для обеспечения безопасности и надежности.

Целью мониторинга является описание работ по длительному наблюдению близлежащих в районе 80 метров зданий, сооружений и коммуникаций при строительстве и эксплуатации метрополитена в городе Алматы [4, 5].

Для мониторинга деформаций на станции и в ее окрестностях использовались современные приборы, включая роботизированные электронные тахеометры Leica Geosystems, так как надежное и точное геодезическое обеспечение имеет важное значение для безопасности и долгосрочной эксплуатации инфраструктуры метрополитена.

Путем проведения прямых наблюдений с использованием геодезических методов мы получили достоверную информацию о деформациях, наклонах и смещениях инженерных сооружений на месте. По мере совершенствования точности

и оперативности геодезических измерений расширяются области проблем, где современная геодезия может внести значительный вклад. Одним из таких вопросов является мониторинг состояния сооружений с применением современных геодезических инструментов [6].

В настоящее время в связи с разработкой и внедрением в производство новых геодезических приборов становятся широко распространенными автоматизированные информационные системы для обеспечения геодезической поддержки уникальных инженерных комплексов. Кафедра маркшейдерского дела и геодезии Сатпаев-университета активно работает над обеспечением надежности наземных и подземных сооружений метро с использованием современных геодезических приборов (рис. 2).

В связи с разработкой и внедрением в производство новых геодезических приборов нового поколения автоматизированные информационные системы для



Рис. 2. Станция метро «Абай» (а); здания на земной поверхности станции (б)
Fig. 2. The metro station Abai (a); the building on the Earth's surface of the station (b)

обеспечения геодезической поддержки уникальных инженерных комплексов стали широко распространенными. Среди современных методов и средств исследования смещений и деформаций земной поверхности особенно эффективными оказались технологии спутниковой системы, такие как GPS (глобальное позиционирование). Спутниковые системы GPS играют важную роль в создании основы для расчета деформаций и геоинформационных систем, которые способны прогнозировать параметры деформационных процессов. Помимо GPS-технологий, проводятся систематические наблюдения за инженерными сооружениями с использованием электронных тахеометров и нивелиров [7-9].

Основной целью мониторинга прогнозирования деформаций является оценка будущего состояния сооружения с учетом его надежности, долговечности и безопасности в эксплуатации. Кроме того, прогноз позволяет разработать разумное расписание работ по ремонту и реставрации. С точки зрения геодезических задач прогноз также позволяет определить точность измерений и частоту наблюдений за деформациями [10, 11].

Материал и методы исследований

Прогнозирование осадок на стадии проектирования обычно выполняется методами строительной механики и механики грунтов, но из-за сложности получения расчет-

ных параметров, разнообразных свойств грунтов и воздействия различных внешних факторов такие расчеты могут значительно отличаться от практических данных. Только непосредственные геодезические наблюдения могут успешно решить задачу прогнозирования, поскольку геодезический метод позволяет вести натурное наблюдение за деформациями сооружения.

При мониторинге деформаций в подземных выработках, таких как станция «Абай» городского метрополитена в г. Алматы, в качестве датчиков использовались роботизированные электронные тахеометры от Leica Geosystems. Проведены наблюдения за состоянием нескольких уникальных сооружений в городе Алматы с помощью электронных тахеометров фирмы Leica моделей TS110 и TS120. Обработка данных спутниковых наблюдений осуществлялась с использованием стандартной программы SKI от фирмы Leica в Швейцарии, которая входит в комплект GPS-приемников [12-14].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате обработки данных спутниковых наблюдений были получены плановые координаты для всех точек в сети в местной системе координат и высотные отметки реперов станции «Абай», результаты приведены в таблице 1 и на рисунке 3.

Таблица 1 / Table 1

Результаты высотного мониторинга точек зданий и сооружений
Results of high-altitude monitoring of points of buildings and structures

Каталог высот мониторинговых точек							
№ точки	27.10.2017 (исходная дата съёмки)	19.04. 2021 (текущая дата съёмки)	26.10. 2021 (текущая дата съёмки)	28.04. 2022 (текущая дата съёмки)	28.10. 2022 (текущая дата съёмки)	29.05. 2023 (текущая дата съёмки)	05.12. 2023 (текущая дата съёмки)
F1	350.127	350.125	350.122	350.122	350.123	350.124	350.124
F2	350.349	350.348	350.343	350.346	350.347	350.344	350.346
F3	350.34	350.337	350.334	350.338	350.34	350.336	350.339
F4	350.317	350.318	350.31	350.314	350.313	350.314	350.309
F5	350.348	350.349	350.341	350.346	350.343	350.343	350.345
F6	350.966	350.965	350.958	350.964	350.961	350.962	350.96
F1 Ev/P	348.927	348.93	348.923	348.923	348.924	348.923	348.925
F2 Ev/P	348.996	348.995	348.99	348.99	348.992	348.993	348.992
F1Ev/P	347.192	347.196	347.197	347.188	347.188	347.194	347.196
V/P-p1	345.298	345.302	345.295	345.298	345.299	345.291	345.298
V/P-p2	345.021	345.022	345.017	345.022	345.02	345.016	345.019

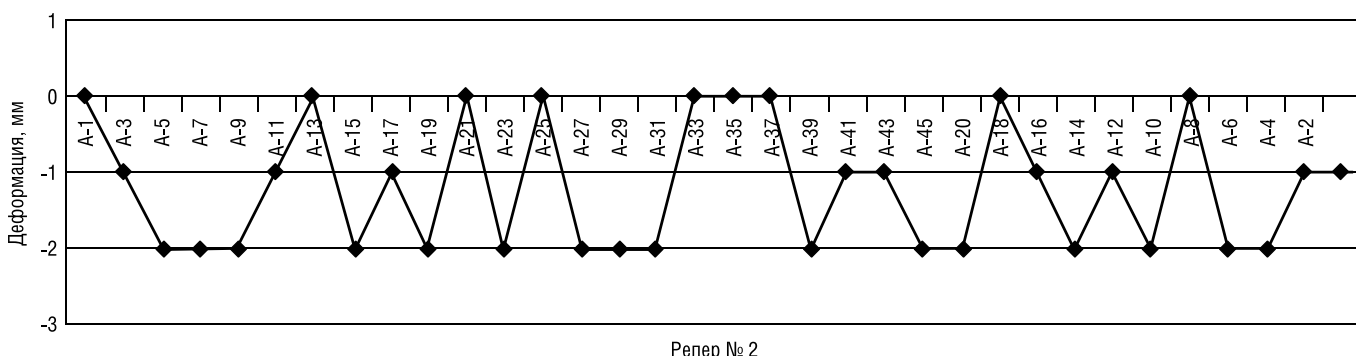


Рис. 3. График деформации реперов на территории станции метро "Абай"

Fig. 3. Graph of the deformation of the reference points on the territory of the metro station Abaya

Поскольку целью всех геомеханических исследований являлось обеспечение промышленной безопасности, было необходимо принимать меры по укреплению и усилению пород для поддержания безопасности подземных и наземных инженерных сооружений. Эффективными методами снижения сейсмической опасности в горных выработках являлись меры, предусмотренные в Инструкции [15].

Современная практика строительства подземных сооружений показывает, что скорость проведения горных выработок зависит от типа и материала крепи, технологии его возведения. А это в свою очередь влияет на стоимость объекта и сроки введения в эксплуатацию. Основным методом крепления горных выработок при проходке метрополитена г. Алматы является набрызгбетонное крепление, а также метод химической цементации, включающий бесшовную гидроизоляцию кровли, полов, стен и другие действия для укрепления и герметизации при проникновении воды и газа.

Выводы

Несмотря на сложные геологические и гидрогеологические условия залегания, а также на высоко сейсмические условия в городе Алматы, строительство метрополитена продвигается быстрыми темпами. Это привело к необходимости проведения геодезического мониторинга данного участка работ. По данным мониторинга можно заявить, что сдвиги и просадки зданий имеют незначительные отклонения — на 8-10 мм в плане и до 8 мм по высотным отметкам. Вновь построенные здания были исключены из результатов мониторинга, так как здания в первые годы постройки имеют естественные осадочные явления и составляют до 20 мм по высотным отметкам. В дальнейшем эти здания прекратили естественную осадку, но за недостаточностью проведенных циклов были исключены из результатов геодезического мониторинга. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев, Б. А. Технический отчет о контрольных геодезическо-маркшейдерских работах на объектах «Строительство первой очереди Алматинского метрополитена» / Главный маркшейдер ОАО «Алматыметрокурлыс» Б. А. Абдуллаев. - Алматы, 2008. - 49 с.
2. Марфенко, С. В. Геодезические работы по наблюдению за деформациями сооружений / С. В. Марфенко: уч. пособие. - М.: МИИГАиК, 2014. - 198 с.
3. Орманбекова, А. Е. Мониторинг деформаций сооружений в зоне строительства метрополитена / А. Е. Орманбекова, Ш. К. Айтказинова, Ж. М. Нукарбекова // Маркшейдерия и недропользование. - 2019. - № 2(100). - С. 39-41.
4. Нурпеисова, М. Б. Геодезические приборы: учебник для вузов / М. Б. Нурпеисова, К. Б. Рысбеков. - Алматы: КазНТУ, 2010. - 244 с.
5. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах / Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. - М.: Недра, 1991. - 16 с.
6. Нурпеисова, М. Б. Геодезические наблюдения за креном инженерных сооружений / М. Б. Нурпеисова, О. С. Курманбаев, Э. Рубинов // 13th International scientific conference 19th January 2017. - Austria, Vienna; 2017. - С. 16-20.
7. Алматы-Метрополитен: отчет по производственной практике. - Алматы, 2022. - 20 с.
8. ГОСТ Р 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. - М.: Стандартинформ, 2010.
9. Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений. МДС 13-22.2009. - М.: ООО «Тектоплан», 2010. - 76 с.
10. Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей ВСН 160-69 / В. Г. Афанасьев, Б. И. Гойдышев, И. Ф. Демьянчик [и др.]. - М.: Минтрансстрой, 1970.
11. ВСН 160-69 Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей. М., 1970. - С. 7-9.
12. Захаров, Е. М. Научное обеспечение в строительстве подземных сооружений в Ленинграде / Е. М. Захаров // Подземное и шахтное строительство. - 1991. - № 1. - С. 12-14.
13. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов [Электронный ресурс]. - М.: Российская академия архитектуры и строительных наук, 2014. - URL: http://snipov.net/c_4646_snip_108686.html (режим доступа: 24.03.2024).
14. Орманбеков, Е. Ж. Методы геодезических наблюдений за деформациями сооружений в зоне строительства метрополитена / Е. Ж. Орманбеков, А. Е. Орманбекова, М. Б. Нурпеисова // Горный журнал Казахстана. - 2020. - № 6. - С. 27-32.
15. РД 06-329-99. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства, подземных сооружениях, склонных к горным ударам / УТВЕРЖДЕНО Госгортехнадзором СССР 13.07.89 г. [Электронный ресурс]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001151> (режим доступа: 24.03.2024).

REFERENCES

1. Abdullaev BA. Technical report on control geodetic and surveying works at the facilities: «Construction of the first stage of the Almaty metro». Chief surveyor of JSC «Almatymetrokurylys» Abdullaev B.A. Almaty;2008 (In Russ.).
2. Marfenko SV. Geodetic work on the observation of deformations of structures. Study guide. Moscow:MIIGAiK,2014 (In Russ.).
3. Ormanbekova AE, Aitkazanova ShK, Nukarbekova ZhM. Monitoring of deformations of structures in the metro construction zone. *Surveying and sub-soil use*. 2019;2(100):39-41. (In Russ.).
4. Nurpeisova MB, Rysbekov KB. Geodetic instruments (textbook for universities). Almaty: KazNTU,2010. (In Russ.).
5. Safety regulations for topographic and geodetic works Main Directorate of Geodesy and Cartography at the Council of Ministers of the USSR. Moscow: Nedra,1991 (In Russ.).
6. Nurpeisova MB, Kurmanbaev OS, Rubinov E. Geodetic observations of the roll of engineering structures. 13th International scientific conference 19th January 2017. Vienna;2017 (In Russ.).
7. «Almaty Metro» Report on Industrial Practice. Almaty;2022 (In Russ.).

8. GOST R 53778-2010 Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition. Moscow: Standartinform, 2010 (In Russ.).
9. MDS 13-22.2009 Methodology of geodetic monitoring of the technical condition of high-rise and unique buildings and structures. Moscow;2010 (In Russ.).
10. Afanasyev VG, Goidyshev BI, Demyanchik IF, et al. Instructions for geodetic and surveying work in the construction of transport tunnels VSN 160-69. Moscow;1970 (In Russ.).
11. VSN 160-69 Instructions for geodetic and surveying work in the construction of transport tunnels. Moscow;1970 (In Russ.).
12. Zakharov EM. Scientific support in the construction of underground structures in Leningrad // *Underground and mine construction*. 1991;1:12-4 (In Russ.).
13. Guide to the complex development of underground space of large cities. - Moscow; 2014. Available from: http://snipov.net/c_4646_snip_108686.html (In Russ.).
14. Ormanbekov EZh, Ormanbekova AE, Nurpeisova MB. Methods of geodetic observations of deformations of structures in the metro construction zone. *Mining Journal of Kazakhstan*. 2020;6:27-32 (In Russ.).
15. РД 06-329-99 «Instruction for safe mining operations at ore and non-metallic deposits, construction sites, underground structures prone to mountain impacts». APPROVED BY Gosgortekhnadzor of the USSR ON 07/13/189. VNIMI:1990 Available from: <https://docs.cntd.ru/document/1200001151>(In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Касымканова Хайни-Камаль Михайловна:
доктор технических наук,
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-9590-2079>,
e-mail: k.kassymkanova@satbayev.university



Юсупов Санжар Бахытович:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0009-0001-1361-0006>,
e-mail: sanjar2309@gmail.com



Байтурбай Орынбасар:
магистр наук,
ассистент,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-7654-2610>,
e-mail: baiturbay@satbayev.University



Оразымбет Муслим Муратжанулы:
магистрант,
Казахский национальный университет
имени Аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: gruch2610@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kassymkanova Khaini-Kamal Mikhailovna:
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-9590-2079>,
e-mail: k.kassymkanova@satbayev.university

Yussupov Sanzhar Bakhytovich:
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0009-0001-1361-0006>,
e-mail: sanjar2309@gmail.com

Baiturbay Orynbasar:
Master of Science.
assistant,
Department of Mine Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-7654-2610>,
e-mail: baiturbay@satbayev.University

Orazymbet Muslim Muratjanuly:
master's student
Al Farabi Kazakh National University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: gruch2610@gmail.com

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ

**SATBAYEV**
UNIVERSITY

SATBAYEV UNIVERSITY — крупнейший в Казахстане научно-методический центр, разрабатывающий специальные программы подготовки специалистов для нужд промышленности, сложных проектов и создания команд профессионалов мирового уровня.

БАКАЛАВРИАТ	МАГИСТРАТУРА	ДОКТОРАНТУРА
◆ 56 образовательных программ	◆ 47 образовательных программ	◆ 37 образовательных программ
◆ Ежегодные гранты от ректора	◆ 11 образовательных программ профильной магистратуры	◆ Активная исследовательская работа
◆ Более 2000 государственных грантов ежегодно	◆ Трудоустройство за границей благодаря программам «двойного диплома»	◆ Взаимодействие с зарубежными вузами-партнерами
◆ Кредитная система обучения	◆ Ежегодные гранты от ректора	◆ Два научных консультанта (отечественный и зарубежный)
◆ Учеба на казахском, русском, английском	◆ Гранты с трудоустройством в «Казатомпром»	
◆ Участие в научных исследованиях		

Контакты:
Бакалавриат: +7 (700) 219 47 29, +7 (727) 292 73 01, +7 (727) 292 77 79, +7 (727) 292 67 03, +7 (727) 292 57 34, UNDGRAD@SATBAYEV.UNIVERSITY
Магистратура: +7 (700) 219 47 29, +7 (727) 292 73 01, +7 (727) 292 77 79, +7 (727) 320 41 12, GRAD@SATBAYEV.UNIVERSITY
Докторантура: +7 (700) 219 47 29, +7 (727) 292 73 01, +7 (727) 292 77 79, +7 (727) 320 41 12, +7 (727) 320 41 23, PHD@SATBAYEV.UNIVERSITY
Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова: IGNGD@SATBAYEV.UNIVERSITY, Приемная +7 (727) 292 79 62
Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова: IMPI@SATBAYEV.UNIVERSITY, Приемная +7 (727) 320 40 45
Центр поддержки обучающихся: +7 (727) 320 41 16, OR-HELP@SATBAYEV.UNIVERSITY
Дистанционное обучение: +7 (700) 219 47 29, +7 (727) 320 40 51
Центр по связям с общественностью: +7 (777) 377 00 29

WWW.N-GN.RU



КАЗАНСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Информируем Вас

Подготовка студентов в Институте геологии и нефтегазовых технологий ведется по 2-м направлениям:
05.03.01 Геология и 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Контакты : 420008, Казань, Кремлевская 4/5,
Институт геологии нефтегазовых технологий
Тел/факс: (843) 233-71-61. E-mai: geofak@kpfu.ru



WWW.N-GN.RU

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КЕНКИЯК (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

Ш. К. Айтказинова, Ж. Д. Байгурун, Ж. Г. Адилев, А. Б. Бергенгалиев,
Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: Работа направлена на создание комплексной системы геодинамического мониторинга с целью контроля современных деформаций земной поверхности, которые могут возникнуть как под воздействием природных явлений, так и в результате технологических процессов на Кенкиякском нефтегазовом месторождении. Данный мониторинг также помогает предсказать потенциальные негативные последствия и обеспечить промышленную и экологическую безопасность при добыче полезных ископаемых.

Ключевые слова: месторождение, деформационные процессы, мониторинг, нивелирование, GNSS-измерения, прогноз, InSAR, дистанционное зондирование.

Для цитирования: Айтказинова Ш. К., Байгурун Ж. Д., Адилев Ж. Г., Бергенгалиев А. Б. Геодинамический мониторинг на месторождении Кенкияк (Республика Казахстан) // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 62-68. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_62_68.

GEODYNAMIC MONITORING ON KENKIYAK FIELD (REPUBLIC OF KAZAKHSTAN)

Sh. K. Aitkazanova, Zh. D. Baigurin, J. G. Adilov, A. B. Bergengaliyev,
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract: The work is aimed at creating an integrated geodynamic monitoring system in order to control modern deformations of the earth's surface, which can occur both under the influence of natural phenomena and as a result of technological processes at the Kenkiyak oil and gas field. This monitoring also helps to predict potential negative consequences and ensure the industrial and environmental safety of mining.

Keywords: deposit, deformation processes, monitoring, leveling, GNSS measurements, forecast, InSAR, remote sensing.

For citation: Aitkazanova Sh. K., Baigurin Zh. D., Adilov J. G., Bergengaliyev A. B. Geodynamic monitoring on Kenkiyak field (Republic of Kazakhstan). Surveying and subsoil use. 2024;(2):62-68. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_62_68.

Целью данного исследования является обеспечение комплексной безопасности систем и объектов на месторождении Кенкияк (Республика Казахстан). Безопасность охватывает не только аспекты промышленности, но также относится к экологическим и геодинамическим аспектам. Для достижения этой цели предлагается использовать многофункциональный мониторинг природных и природно-технологических сейсмических и деформационных процессов [1].

В рамках комплексного контроля геодинамического состояния недр на месторождении Кенкияк выделяются такие задачи, как:

- ♦ организация и периодический мониторинг текущих деформационных процессов в геологической среде, что включает в себя наблюдение за изменениями в структуре и состоянии недр;
- ♦ своевременное обнаружение аномальных геодинамических процессов, которые могут иметь природное

(тектоническое) происхождение, а также техногенное происхождение. Это важно для предупреждения потенциальных рисков и минимизации их негативных последствий [2];

- ♦ разработка и внедрение мероприятий, направленных на устранение факторов, воздействующих на геодинамическое состояние, с целью снижения риска и минимизации возможных негативных последствий. Эти мероприятия могут включать в себя изменения в технологических процессах и методах добычи [3];
- ♦ систематический сбор, обработка и долгосрочное хранение данных о геодинамическом состоянии компонентов геологической среды. Это важно для анализа и прогнозирования изменений в будущем;
- ♦ оценка недр и условий недропользования, что включает в себя оценку резервов, геологических условий и параметров месторождения [4].

Важно отметить, что перспективные и текущие задачи решаются в определенной последовательности и с учетом изменений в месторождении и геологических условиях. Это может включать в себя корректировки параметров, такие как бурение новых скважин, изменение пластового давления, объемов добычи и реагирование на деформированное состояние массива недр. Такой подход обеспечивает эффективное управление месторождением с учетом изменяющихся условий [5].

Материал и методы

Результаты комплексного геодинамического мониторинга служат фундаментом для разработки и применения различных методов, которые обеспечивают точное выявление и отслеживание ключевых геодинамических процессов.

Этот комплекс методов включает в себя:

- ✦ высокоточное нивелирование второго класса, способное обнаруживать интенсивные деформации в зонах разломов и изменения в высоте земной поверхности вдоль линий смещения;
- ✦ результаты высокоточных GPS-измерений, которые позволяют отслеживать вертикальное и горизонтальное перемещение горных массивов и следить за развитием процессов опускания и поднятия земной поверхности.

С 2010 года на территории месторождения Кенкияк проводятся исследования, направленные на оценку уровня и масштабов деформационных процессов природного и техногенного происхождения. Для этой цели применяются многократные высокоточные геодезические и геофизические измерения, проводимые на специально оборудованных точках геодинамического полигона, созданного на территории месторождения Кенкияк. С 2010 по 2022 год было проведено 14 циклов комплексного геодинамического мониторинга, а также использованы методы InSAR для дополнительной оценки динамики изменений на данной территории.

Результаты и обсуждение

Основные приоритетные результаты реализации программ комплексного геодинамического мониторинга недр на территории месторождения Кенкияк осуществлялись совместно с ТОО «Жаназол Мунай Сервис» с 2010 по 2022 год. Анализ организации геодинамического мониторинга недр на территории месторождения Кенкияк в целях обеспечения промышленной безопасности при использовании месторождения и предотвращения возможных геодинамических процессов с использованием полученной информации о текущем состоянии месторождения и возможной разработке геодинамических процессов в горных породах в виде вертикальных и горизонтальных смещений и деформаций позволяет осуществлять прогнозирование.

Для решения поставленной задачи была применена методика нивелирования II класса повышенной точности. Данная методика надежно выявляет существенные локальные аномалии современных вертикальных движений земной поверхности с амплитудами от 3–5 мм и выше. Также в относительной степени ускоряется процесс проведения нивелирования по профилям и полигонам. Такая методика обеспечивает высокую точность наблюдений. Средние квадратические случайные ошибки нивелирования – порядка плюс или минус 1,2–1,5 мм/км [6, 7].

Нивелирные наблюдения на месторождении Кенкияк организованы в форме шести профилей. Профили 1-1, 2-2, 3-3 и 4-4 пересекают все основные особенности карбонатного массива месторождения Кенкияк, в том числе они проходят по простиранию, а также вкост простиранию месторождения. Характерно то, что профили проложены через области максимальной добычи. Это позволяет оценивать аномальные деформации земной поверхности, обусловленные процессами разработки. На рисунке 1 (см. цветную вклейку на стр. 48) показано местоположение всех разломных зон по залежам месторождения и расположение наблюдательных пунктов.

Нивелирный профиль 1-1 проходит непосредственно по простиранию структуры Кенкияк-подсолевой (рис. 2). С северо-запада на юго-восток профиль 1-1 проходит через скважины № 105, 7001, 7031, 8057А, 8061, 8022, 8067А, 234, 8002, 8045. Общая протяженность профиля 1-1 составляет 10 км.

Как следует из анализа кривой нивелирования в период между осенью 2010 года и осенью 2011 года, временной интервал между измерениями составляет практически 1 год. Этот факт позволяет провести естественную селекцию возможных сезонных (зима – лето) деформаций земной поверхности и полагать, что данный фактор-помеха исключен из дальнейшего анализа. Морфологический анализ кривых показывает, что имеет место три аномалии типа γ в форме локального пикообразного оседания земной поверхности.

Первая аномалия (GN-27) типа γ имеет амплитуду порядка 14 мм и ширину 0,5 км. Среднегодовая относительная деформация составляет величину порядка $5,6 \times 10^{-5}$.

Вторая аномалия – с центром в районе репера GN-31. Эта аномалия типа γ с амплитудой порядка 17 мм и шириной 0,5 км. Величина среднегодовой относительной деформаций равна $6,8 \times 10^{-5}$.

Третья по порядку γ аномалия (GN-33) имеет амплитуду 40 мм и ширину около 0,6 км. Среднегодовая относительная деформация для данной аномалии чрезвычайно высока – $1,3 \times 10^{-4}$.

В период между осенью 2013 года и осенью 2014 года появляется еще одна аномалия типа γ (№ 4) – с центром в районе репера GN-17. Ее амплитуда составляет 18 мм, а ширина – порядка 0,6 км. Среднегодовая величина относительной деформации составляет 6×10^{-5} .

Кроме того, в период между осенью 2015 года и летом 2016 года появляются еще три аномалии типа γ : № 5, 6 и 7.

Пятая аномалия – с центром в районе репера GN-5 – имеет амплитуду порядка 60 мм и ширину около 0,9 км. Среднегодовая относительная деформация составляет величину порядка $1,3 \times 10^{-4}$.

Шестая по счету аномалия (GN-9) имеет амплитуду порядка 30 мм и ширину примерно 0,6 км. Среднегодовая относительная деформация составляет величину $1,0 \times 10^{-4}$.

Седьмая аномалия (GN-25) типа γ имеет амплитуду порядка 28 мм и ширину 0,6 км. Величина относительной деформации равна $\sim 1,0 \times 10^{-4}$.

И, наконец, восьмая по счету аномалия (GN-2) проявлялась между циклами осень 2019 года – лето 2020 года. Данная аномалия имеет амплитуду порядка 68 мм и ширину примерно 0,6 км. Среднегодовая относительная деформация этой

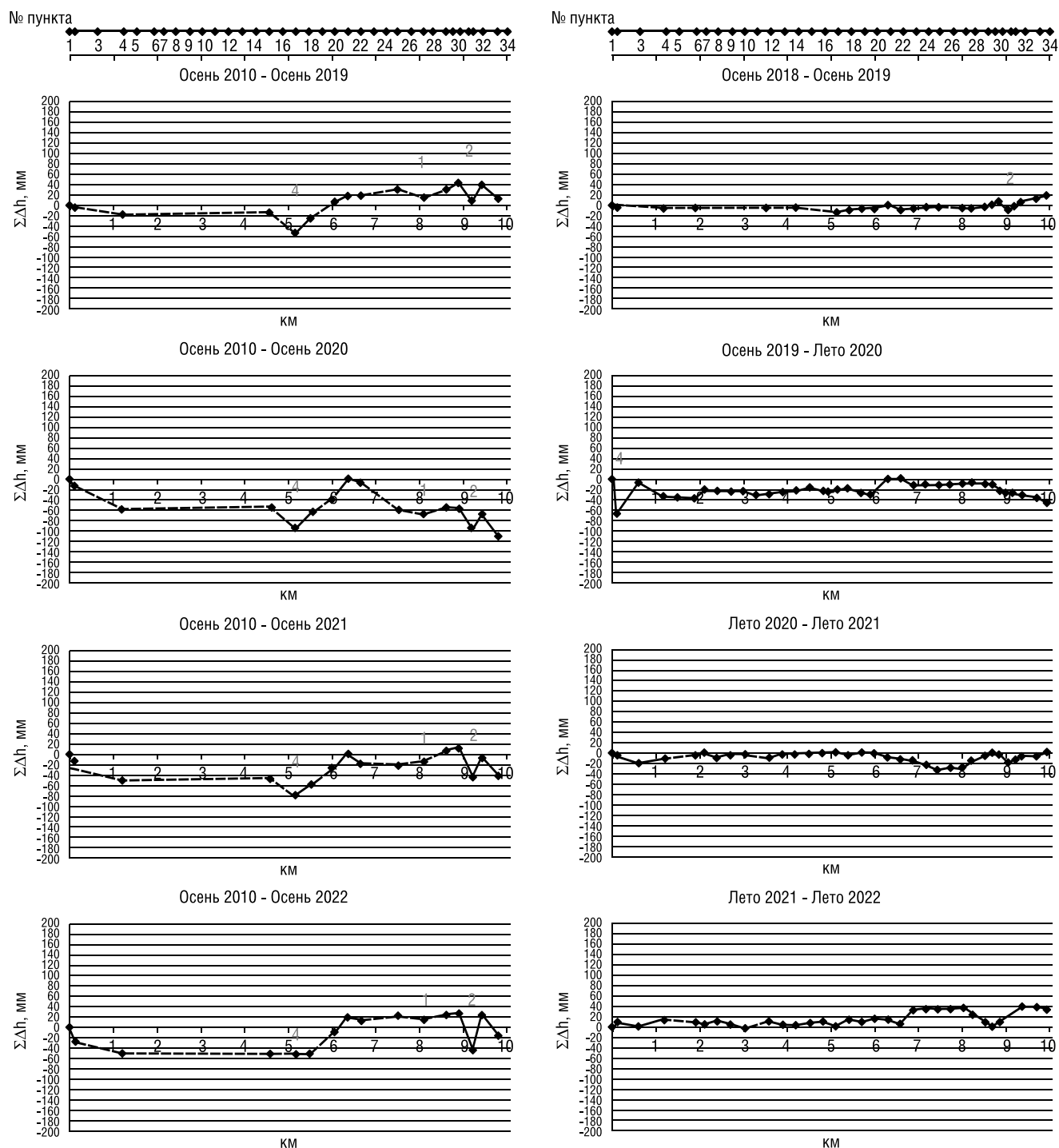


Рис. 2. Результаты повторных нивелирных наблюдений на профиле 1-1, представленные в «эволюционной» (слева) и «пульсационной» (справа) форме
Fig. 2. The results of repeated leveling observations on profile 1-1, presented in the «evolutionary» (left) and «pulsation» (right) forms

аномалии чрезвычайно высока и составляет величину порядка $2,2 \times 10^{-4}$.

Существенно важную информацию для оценки развития аномалий во времени имеют «пульсационные» кривые. Совместный анализ кривых в циклах 2011-2012 годов, 2012-2013 годов, 2013-2014 годов, 2014-2015 годов, 2015-2016 годов, 2016-2017 годов, 2017-2018 годов и 2018-2019 годов указывает на то, что активно развивается во времени только аномалия № 1 (GN-27), № 2 (GN-31) и № 4 (GN-17). При этом видно, что в цикле 2016-2017 годов вновь продолжает развитие аномалия № 1. К 2017 году наблюдений амплитуда

аномалии № 1 (GN-27) составила 126 мм. Величина накопленной относительной деформации для данной аномалии высока — $5,0 \times 10^{-4}$. К 2019 году наблюдений амплитуды аномалий № 2 (GN-31) и № 4 (GN-17) составили 31 мм и 61 мм соответственно.

Результаты GPS-наблюдений

GPS-мониторинг проводится для оценки современного деформационного состояния недр месторождения Кенкияк. Для достижения высокой точности GPS-измерения осуществляются только относительным методом. Этот метод базируется на измерении направленного отрезка (вектора)

между фазовыми центрами антенн двух приемников, на основе набора сигналов, принятых от одного и того же набора спутников в течение интервала наблюдений. Применение относительного метода позволяет измерять линии с миллиметровой точностью. При этом используются только двухчастотные типы приемников, обеспечивающие возможность приема сигналов спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS (L1/L2/L5) и высокоточные антенны с горизонтальным отражателем для подавления многолучевости [8, 9].

GPS-наблюдения были выполнены на 35 пунктах, из них 3 — опорных пункта (GPS-5, GPS-18 и GPS-24), 32 — рядовых пункта. На *рисунке 3* (см. *цветную вклейку на стр. 48*) представлена схема фактического размещения GPS-пунктов на территории месторождения Кенкияк. Основная часть GPS-пунктов сосредоточена в пределах сводовой части месторождения с повышенными величинами эффективных нефтенасыщенных толщин. Часть GPS-пунктов размещена рядом с нивелирными пунктами, совмещенными с гравиметрическими.

По аналогии с анализом результатов повторного точного нивелирования были проанализированы графики изменения высот GPS-пунктов, полученные за период между циклом 1 (2010 г.) и циклом 14 (2022 г.). При построении графиков высот были использованы высоты GPS-пунктов, в наблюдениях участвовали 29 GPS-пунктов. Выполненный анализ изменения высот по 29 GPS-пунктам показал, что графики нескольких GPS-пунктов могут быть разделены на отдельные деформационные участки [10]. Особый интерес представляют GPS-пункты, расположенные на трех участках с интенсивными проседаниями и поднятиями земной поверхности, развивающимися во времени (*рис. 4*, см. *цветную вклейку на стр. 48*).

Повторные высокоточные GPS-измерения позволяют вычислять и горизонтальную компоненту движений GPS-пунктов (*рис. 5*, см. *цветную вклейку на стр. 48*). Векторы горизонтального смещения большинства пунктов ориентированы в сторону намечившегося проседания земной поверхности, в сторону центральной части месторождения: территория Кенкияк-надсолевое и северо-западная часть первого блока по толще КТ-II.

Из анализа *рисунка 5* следует вполне закономерное площадное распределение векторов горизонтальной компоненты по площади месторождения. Все стрелки векторов горизонтального смещения за период 2010–2022 годов направлены в центральную часть месторождения, в зону максимального оседания земной поверхности. При этом длина векторов закономерно уменьшается ближе к зоне максимального оседания. И это понятно, так как движение векторов при приближении к зоне проседания сдерживается встречным движением массивов горных пород с противоположной стороны.

Ниже приведены результаты космического мониторинга вертикальных смещений земной поверхности месторождения Кенкияк по данным космических радарных съемок. Модель вертикальных смещений земной поверхности на территории месторождения за период наблюдений с мая 2017 года по октябрь 2022 года была получена путем автоматизированной обработки радарных снимков по методу интерферометрии Persistent Scatterers [11, 12]. Этот вариант радарной интерферометрии характеризуется точностью оценки сме-

щений 2–4 мм в год. Поскольку площадь месторождения Кенкияк значительно меньше размеров кадра съемки Sentinel-1, была сделана вырезка из всех снимков, оконтуривающая с незначительным буфером территорию месторождения (*рис. 6*). После этого дальнейшая обработка выполнялась только на территории этой вырезки.



Рис. 6. Территория месторождения Кенкияк для анализа данных радиолокационных съемок на оптическом космоснимке

Fig. 6. The territory of the Kenkiyak deposit for the analysis of radar survey data on an optical satellite image

Ограниченность применения КРИ из-за потери точности, связанной с влиянием атмосферных помех в интерферометрическую фазу [13–15], купируется разработанным методом прямого исключения атмосферного сдвига и фазы каждого радиолокационного сигнала интерферометрической пары. При этом точность повышается на 20 % и более.

Заключение

Комплексный анализ и интерпретация результатов геодинимического мониторинга на территории месторождения Кенкияк, полученных в 2010–2022 годах, позволил сформулировать следующие выводы:

1. По результатам анализа нивелирных наблюдений на месторождении Кенкияк выявлены локальные деформации современных движений земной поверхности типа γ , которые приурочены к зонам разломов и областям повышенной трещиноватости.
2. Установлено, что основные аномальные изменения вертикальных смещений земной поверхности типа γ в зонах разломов коррелируются со значимыми аномальными вариациями силы тяжести и происходят синхронно.
3. За весь период проведения повторных GPS-измерений на территории месторождения Кенкияк наблюдался процесс проседания земной поверхности во времени преимущественно в зонах максимальных отборов жидкостей по продуктивным горизонтам.
4. Горизонтальное смещение большинства GPS-пунктов ориентированы в сторону намечившегося проседания земной поверхности в сторону центральной части месторождения: территория Кенкияк-надсолевое и северо-западная часть первого блока по толще КТ-II.
5. Все стрелки векторов горизонтального смещения за период 2010–2022 годов направлены в центральную часть

месторождения, в зону максимального оседания земной поверхности. При этом длина векторов закономерно уменьшается ближе к зоне максимального оседания. И это понятно, так как движение векторов при приближении к зоне проседания сдерживается встречным движением массивов горных пород с противоположной стороны. Смещение массивов горных пород по всей территории месторождения продолжается активное развитие и в настоящее время.

6. По данным повторных высокоточных гравиметрических измерений за 12 лет мониторинга выявлен закономерный характер пространственно-временного изменения вариаций силы тяжести. Изменения силы тяжести дифференцированы по площади, и зоны относительного увеличения силы тяжести соответствуют областям максимальных просадок земной поверхности, которые, в свою очередь, сосредоточены в зонах

большого скопления добывающих скважин, что позволяет сделать вывод о связи изменений силы тяжести с процессами разработки месторождения.

В то же время количество годовых циклов контроля от 6 до 8 по этим линиям профиля недостаточно для повышения достоверности прогнозирования рисков условий. Кроме того, традиционные методы высокоточного нивелирования по линиям профиля имеют некоторые недостатки, связанные с тем, что системы глобального позиционирования (GPS) не могут полностью контролировать зоны наблюдения. В отличие от них методы радиолокационной интерферометрии (РИИ) космического базирования позволяют одновременно охватить всю территорию спутниковым изображением, поэтому их следует широко использовать при мониторинге. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по проведению комплексного геомониторинга состояния недр месторождения Кенкияк. - Актобе, 2022.
2. Копылов, И. С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов / И. С. Копылов. - Пермь, 2014. - 48 с.
3. Панжин, А. А. Мониторинг геодинамических процессов на горных предприятиях и урбанизированных территориях / А. А. Панжин, Н. А. Панжина // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2007. - № 3. - С. 171-183.
4. Melnikov, N. N. Geodynamic aspects of the development of offshore oil and gas deposits: Case study of Barents region / N. N. Melnikov, A. I. Kalashnik // Water Resources. - 2011. - № 38. - С. 896-905.
5. Геодезическое обеспечение геодинамического мониторинга объектов недропользования / А. А. Панжин [и др.] // Вестник СГУГиТ. - 2016. - Т. 4, № 36. - С. 26-39.
6. The methodology of monitoring the earth surface displacements during the development of the subsoil / M. G. Nurpeisova, M. Kyrgyzbaeva, O. A. Sarybaev, Sh. K. Aitkazinova // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. - 2015. - Т. 4, № 412. - С. 95-100.
7. Новый подход к повышению точности измерения деформаций земной поверхности методами космической радиолокационной интерферометрии / Б. Б. Имансакипова, Э. О. Орынбасарова, О. О. Сдвижкова, Д. А. Шоганбекова // Сатпаевские чтения - 2022. Тренды современных научных исследований: труды Межд. науч.-практ. конф. - Алматы, 2022. - С. 88-94.
8. Кузьмин, Ю. О. Современная геодинамика опасных разломов / Ю. О. Кузьмин // Современная геодинамика Центральной Азии и опасные природные процессы: результаты исследования на количественной основе. - Иркутск: ИЗК СО РАН, 2012. - Т. 1. - С. 42-46.
9. Кузьмин, Ю. О. Актуальные проблемы оценки геодинамической опасности объектов нефтегазового комплекса / Ю. О. Кузьмин // Современная геодинамика недр и эколого-промышленная безопасность объектов нефтегазового комплекса: мат-лы Всерос. конф. - М.: ТиРу, 2013. - С. 100-113.
10. Сидоров, В. А. Прогноз и контроль геодинамической обстановки в регионах Каспийского моря в связи с развитием нефтегазового потенциала / В. А. Сидоров. - М.: Научный мир, 2010. - 148 с.
11. Сидоров, В. А. Аналитический обзор случаев возникновения и развития сейсмодеоформационных и других событий, связанных с разработкой месторождения нефти и газа / В. А. Сидоров; НИЦ геодинамики и экологии. - М., 2014. - 103 с.
12. Кенесбаева, А. К. Комплексный мониторинг на нефтегазовых месторождениях Казахстана: монография / А. К. Кенесбаева, М. Б. Нурпеисова, Э. О. Орынбасарова. - Дюссельдорф: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020. - 125 с.
13. Land Subsidence Related to Coal Mining in China Revealed by L-band InSAR Analysis / L. Zheng, L. Zhu, W. Wang, [et al.] // International journal of environmental research and public health. - 2020. - Vol. 17, № 4. - P. 1170.
14. Zuev, P. Zoning of town on undermined territory using GIS software / P. Zuev, A. Vedernikov // E3S Web of Conferences. - 2020. - Vol. 177. - 7 p.
15. The Detection of Active Sinkholes by Airborne Differential LiDAR DEMs and InSAR Cloud Computing Tools / J. Guerrero, J. Sevil, G. Desir, [et al.] // Remote Sens. - 2021 - Vol. 13, № 16. - P. 3261.

REFERENCES

1. Report on the implementation of complex geomonitoring of the state of the subsoil of the Kenkiyak deposit. Aktobe, 2022 (In Russ.).
2. Kopylov IS. Scientific and methodological foundations of geoecological studies of oil and gas-bearing regions and assessment of geological safety of cities and objects using remote methods. Perm, 2014 (In Russ.).
3. Panzhin AA, Panzhina NA. Monitoring of geodynamic processes at mining enterprises and urbanized territories. *Mining information and Analytical bulletin*. 2007;3:171-183 (In Russ.).
4. Melnikov NN, Kalashnik AI. Geodynamic aspects of the development of offshore oil and gas fields: on the example of the Barents region. *Water resources*. 2011;38:896-905.
5. Panzhin AA et al. Geodetic support of geodynamic monitoring of subsurface use objects. *Bulletin of SGUGiT* (Siberian State University of Geosystems and Technologies). 2016;4(36):26-39 (In Russ.).

6. Nurpeisova MG, Kyrgyzbaeva M, Sarybaev OA, et al. Methodology of monitoring of displacements of the Earth's surface during the development of subsurface resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2015;4(412):95-100.
7. Imansakipova BB, Orynbasarova EO, Sdvizhkova OO, et al. A new approach to improving the accuracy of measuring deformations of the Earth's surface by methods of space radar interferometry. *Proceedings of the international scientific and practical conference «Satpayev readings - 2022. Trends in modern scientific research»*. Almaty, 2022 (In Russ.).
8. Kuzmin YuO. Modern geodynamics of dangerous faults. *Modern geodynamics of Central Asia and dangerous natural processes: results of a quantitative study*. Vol. 1. Irkutsk;2012 (In Russ.).
9. Kuzmin YuO. Actual problems of geodynamic hazard assessment of oil and gas facilities. Materials of the All-Russian conference. *Modern geodynamics of subsurface resources and ecological and industrial safety of oil and gas complex facilities*. Moscow; 2013. (In Russ.).
10. Sidorov VA. Forecast and control of the geodynamic situation in the regions of the Caspian Sea in connection with the development of oil and gas potential. Moscow;2010 (In Russ.).
11. Sidorov VA. Analytical review of the occurrence and development of seismodeforms and other events related to the development of oil and gas fields. Moscow;2014 (In Russ.).
12. Kenesbaeva AK, Nurpeisova MB, Orynbasarova EO. Integrated monitoring in the oil and gas fields of Kazakhstan (Monograph). Dusseldorf;2020 (In Russ.).
13. Zheng L, Zhu L, Wang W, et al. Land Subsidence Related to Coal Mining in China Revealed by L-band InSAR Analysis. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(4):1170.
14. Zuev P, Vedernikov A. Zoning of town on undermined territory using GIS software. *E3S Web of Conferences*. 2020;177:7.
15. Guerrero J, Sevil J, Desir G, et al. The Detection of Active Sinkholes by Airborne Differential LiDAR DEMs and InSAR Cloud Computing Tools. *Remote Sens*. 2021;13(16):3261.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Айтказинова Шинар Касымкановна:
доктор Ph.D,
ассоциированный профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-0964-3008>,
e-mail: sh.aitkazanova@satbayev.university

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aitkazanova Shynar Kasymkanovna:
Doctor Ph.D,
Associate Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-0964-3008>,
e-mail: sh.aitkazanova@satbayev.university



Байгури́н Жа́ксыбек Джа́купбекович:
доктор технических наук,
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>,
e-mail: baygurin@mail.ru

Baygurin Zhaksybek Dzhabupbekovich:
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>,
e-mail: baygurin@mail.ru



Адилов Жаслан Галымжанович:
бакалавр технических наук,
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0009-0009-8361-8044>, e-mail: zhas-0101@mail.ru

Adilov Zhaslan Galymzhanovich:
Bachelor of Technical Sciences,
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0009-0009-8361-8044>, e-mail: zhas-0101@mail.ru



Бергенгалиев Акежан Бериктасович:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: akezhan.beresov@gmail.com

Bergengaliyev Akezhan Beriktasovich:
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: akezhan.beresov@gmail.com

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Информируем Вас

Факультет Инженерная академия специальность Геология

Целью обучения является подготовка квалифицированных специалистов в области геологии, способных разрабатывать инновационные методы решения производственных задач в области поиска и разведки месторождений нефти, газа и твердых полезных ископаемых.

Во время обучения студенты получают знания, формируют навыки и умения в области анализа современного состояния и актуальных проблем геологической науки, поиска и изучения геологической, геофизической, геохимической информации и космических снимков, применения методов комплексных геолого-геофизических исследований, создания трехмерных геологических моделей, приобретают опыт самостоятельной научно-исследовательской, прикладной и педагогической работы. Задачи обучения направлены на привитие навыков ориентирования в аналоговых и цифровых геологических данных, формирование представлений о назначении инновационных методов геолого-геофизических исследований и обработки информации, развитие навыков применения инновационных методов прогноза месторождений полезных ископаемых и ориентирования в специализированных программах при эффективном использовании их возможностей.

Контакты : 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6. Приемная комиссия (Граждане РФ) +7 (495) 433-95-88, +7 (495) 787-38-27 доп.: 1214. priem@rudn.ru. КОНТАКТ-ЦЕНТР: +7 (499) 936-87-87. information@rudn.ru



WWW.N-GN.RU



МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г. И. НОСОВА

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова – один из крупнейших многопрофильных вузов страны, в котором обучается более девяти тысяч студентов и работает около двух тысяч преподавателей и сотрудников.

Институты, факультеты, кафедры

Институт металлургии, машиностроения и материаловедения

Институт горного дела и транспорта

Институт энергетики и автоматизированных систем

Институт дополнительного профессионального образования и кадрового инжиниринга МГТУ «Горизонт»

Проектная школа

Контакты : единый контакт-центр: +7 800 100 1934, e-mail: mgty@magtu.ru; приемная комиссия: +7 3519 33 09 39, e-mail: priem@magtu.ru



WWW.N-GN.RU

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

*А. А. Мамытов, А. А. Токтаров, С. С. Абдыгалиева, О. Байтурбай,
Казахский национальный исследовательский технический университет (КазНУТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: Рассматривается применение дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и географических информационных систем (ГИС) в процессе цифровизации сельского хозяйства Республики Казахстан. Исследуется вопрос уровня внедрения и эффективного использования ГИС на казахстанских и зарубежных агропредприятиях. Описаны возможности геоинформационных технологий для формирования точного земледелия высокого уровня с существенным повышением производительности труда. Установлены главные сдерживающие факторы и возможности полноценной реализации потенциала ГИС в сельском хозяйстве Казахстана.

Ключевые слова: дистанционное зондирование земли, географические информационные системы, цифровизация, точное земледелие, сельское хозяйство.

Для цитирования: Мамытов А. А., Токтаров А. А., Абдыгалиева С. С., Батурбай О. Применение дистанционного зондирования земли и геоинформационных систем в обеспечении цифровизации сельского хозяйства Республики Казахстан // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 69-74. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_69_74.

THE USE OF REMOTE SENSING AND GIS TO ENSURING DIGITALIZATION AGRICULTURE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

*A. A. Mamytov, A. A. Toktarov, S. S. Abdygalieva, O. Baiturbai,
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

Abstract: The article considers the application of and remote sensing of the earth (RS) and geographic information systems (GIS) in the process of digitalization of agriculture in the Republic of Kazakhstan. The question of the level of implementation and effective use of GIS in Kazakhstan and foreign agroenterprises is investigated. The possibilities of geoinformation technologies for the formation of precision farming of high level, with a significant increase in labor productivity are described. The main constraints and possibilities of full realization of GIS potential in agriculture of Kazakhstan are established.

Keywords: remote sensing of Earth, geographic information system, digitalization, precision farming, agriculture.

For citation: Mamytov A. A., Toktarov A. A., Abdygalieva S. S., Baiturbai O. The use of remote sensing and GIS to ensuring digitalization agriculture of the Republic OF Kazakhstan. Surveying and subsoil use. 2024;(2):69-74. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_69_74.

Цифровизация сельского хозяйства является одним из ключевых трендов технологической модернизации агропромышленного комплекса (АПК) Казахстана, позволяющих кардинально повысить его производительность и конкурентоспособность. Одним из важнейших направлений цифровизации сельского хозяйства является точное земледелие. Точное земледелие — это комплексная высокотехнологичная система сельскохозяйственного менеджмента.

По госпрограмме «Цифровой Казахстан», уровень цифровизации отрасли к 2025 году достигнет 50 %, при этом показатель насыщения продуктом сельскохозяйственной

отрасли республики будет на отметке 80 %. Так, 75 %, или 205,4 млн га, сельскохозяйственных земель уже оцифрованы, нанесены на карту, ставшей доступной в 2024 году [1, 2].

Согласно Государственной программе развития АПК в 2023 году прирост ВВП — более 3 трлн тенге. При этом доля ВВП от цифровизации сельского хозяйства составляет 30 %, около 1 трлн тенге [1-3].

Одним из ключевых инструментов цифровой трансформации агропромышленного комплекса являются ГИС-технологии. По данным Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленно-

сти Республики Казахстан, в 2018-2023 годах произошел взрывной рост использования ГИС-технологий в республике: с 20 % в 2018 году до 30 % в 2020-м, а далее до 50 % в 2023-м [4-6].

Цель исследований

Эффективность применения географических информационных систем (ГИС) и дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) в обеспечении цифровизации сельского хозяйства Республики Казахстан.

Применение ГИС-технологий в агропромышленном комплексе Казахстана

В 2023 году ГИС-технологии стремительно используются предпринимателями сельскохозяйственной отрасли Казахстана в рамках концепции точного земледелия, основанного на применении больших данных (Big Data), а также цифровых технологий (Digital Technology) с целью решения таких задач, как:

- ✦ использование технологии дистанционного мониторинга с последующей тематической обработкой собранных данных: их векторизация; создание ортофотопланов полей, 3D-моделей местности и высот рельефа; дешифрирование проблемных участков позволяет повысить уровень урожайности на 7-25 %, уменьшить количество применяемых удобрений на 40 % и минимизировать потери из-за заболеваний на 70 %, а использование БПЛА сокращает использование ГСМ на 20-30 % за счет уменьшения объемов полевых работ на местности [7, 8];
- ✦ отслеживание в режиме реального времени местоположения и текущих параметров работы всех единиц сельскохозяйственной техники с использованием высокоточных навигационных систем (GPS, ГЛОНАСС, BeiDou), что позволяет сэкономить на 1 га участка 5,4 % затрат на единицу техники в относительном выражении [6];
- ✦ анализ вегетативных индексов и карты продуктивности поля, полученных с помощью совместного использования ГИС и ДЗЗ, дистанционно определяет такой показатель, как качество почвы и продуктивность. Это позволит перейти к реализации технологий точного земледелия, сэкономить затраты и улучшить состояние почвы [9, 10].

Успешный опыт комплексной цифровизации на основе внедрения геоинформационных систем и технологий продемонстрировали компании Казахстана, такие как Terra Point, «Олжа Агро», «Атамекен-Агро».

На одном из крупнейших хозяйств в Карагандинской области внедрили 5 поливочных машин кругового типа с GPS-позиционированием, а также мониторингом маршрута, затем приступили к выращиванию картофеля на площади в 500 га, исключив зависимость урожайности от осадков и летних засух. Анализ грунта, точечная подкормка способствовали повышению урожайности до 400 центнеров с гектара, в два раза превышая обычный показатель по области [11, 12].

Методология оценки состояния почвы сельскохозяйственного поля

Оценка производится дистанционно с использованием геоинформационных и облачных платформ, таких как Google Earth Engine и EOASDA Crop Monitoring. Google

Earth Engine — это облачная платформа для анализа геопространственных данных. EOASDA Crop Monitoring — веб-инструмент для комплексного мониторинга сельского хозяйства.

Для оценки состояния почвы рассматривается поле, находящееся в Каргалинском районе Актыубинской области (рис. 1).

Площадь поля составляет 100,1 га земли.

Вид угодия: пашня.

Подвид угодия: посев.

Тип урожая: яровые.

Тип класса культуры: пшеница.

Класс культуры: зерновые.

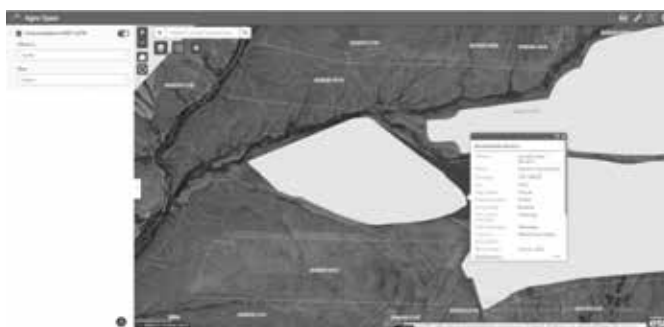


Рис. 1. Поле и информация о нем на геопортале Agro Open

Fig. 1. The field and its information on the Agro Open geoportals

Оценка состояния почвы поля осуществлена с применением средств получения определенных индексов в Crop Monitoring и анализа графика NDVI в разрезе 2016 по 2021 год. Индексы в Crop Monitoring — NDVI, NDRE, MSAVI, RECI и NDMI.

Определение индексов:

- ✦ NDVI (нормализованный вегетационный индекс) — показатель отражения и поглощения солнечной радиации на разных длинах волн,
- ✦ NDRE (нормализованный разностный индекс красного края) — показатель фотосинтетической активности растительного покрова. Применяется при плотном растительном покрове,
- ✦ MSAVI (модифицированный почвенный вегетационный индекс) — показатель определения наличия растительности на ранних стадиях всходов. Применяется для дифференцированного внесения удобрений и минимизирует влияние оголенной почвы,
- ✦ RECI (индекс фотосинтетической растительности) — показатель содержания хлорофилла в листьях,
- ✦ NDMI (нормализованный индекс разницы влажности) — показатель уровня водного стресса культуры.

Полученные результаты

С использованием EOASDA Crop Monitoring были получены индексы NDVI, NDRE, MSAVI, RECI и NDMI. Индексы приведены в таблице 1.

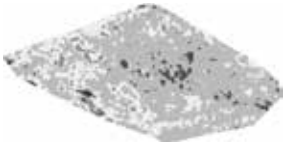
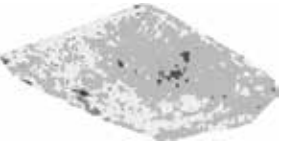
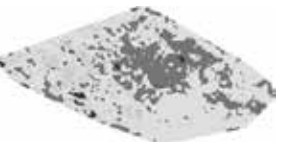
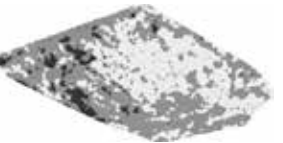
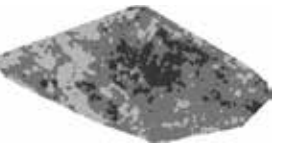
Анализ изменения NDVI в период 2016-2021 годов:

Средний NDVI = $(0,639 + 0,607 + 0,592 + 0,568 + 0,542 + 0,522) / 6 \approx 0,581$.

Стандартное отклонение NDVI = $\sqrt{((0,639 - 0,581)^2 + (0,607 - 0,581)^2 + (0,592 - 0,581)^2 + (0,568 - 0,581)^2 + (0,542 - 0,581)^2 + (0,522 - 0,581)^2) / 6} \approx 0,040$.

Таблица 1 / Table 1

Анализ исполнительных съемок фактического планового положения пути после обкатки от 10.06.2023 и 12.06.2023
 Executive survey of the actual planned position of the track after running-in from 10.06.2023 and 12.06.2023

Индекс	Результат	Значение
NDVI		Высокий уровень вегетации - 0,683-0,778 (4 %). Средний уровень вегетации - 0,5 до 0,683 (92 %). Низкий уровень вегетации - 0,4 до 0,499 (4 %)
NDRE		Высокий уровень вегетации - 0,444-0,516 (3 %). Средний уровень вегетации - 0,302-0,444 (94 %). Низкий уровень вегетации - 0,23-0,302 (3 %)
MSAVI		Высокий уровень вегетации - 0,485-0,569 (0 %). Средний уровень вегетации - 0,317-0,485 (87 %). Низкий уровень вегетации - 0,15-0,317 (13 %)
RECI		Высокий уровень вегетации - 5,78-7,008 (0 %). Средний уровень вегетации - 3,326-5,78 (43 %). Низкий уровень вегетации - 0,871-3,326 (57 %)
NDMI		Высокий уровень влажности - 0,169-0,25 (17 %). Средний уровень вегетации - 0,088-0,169 (58 %). Низкий уровень вегетации - 0-0,088 (25 %)

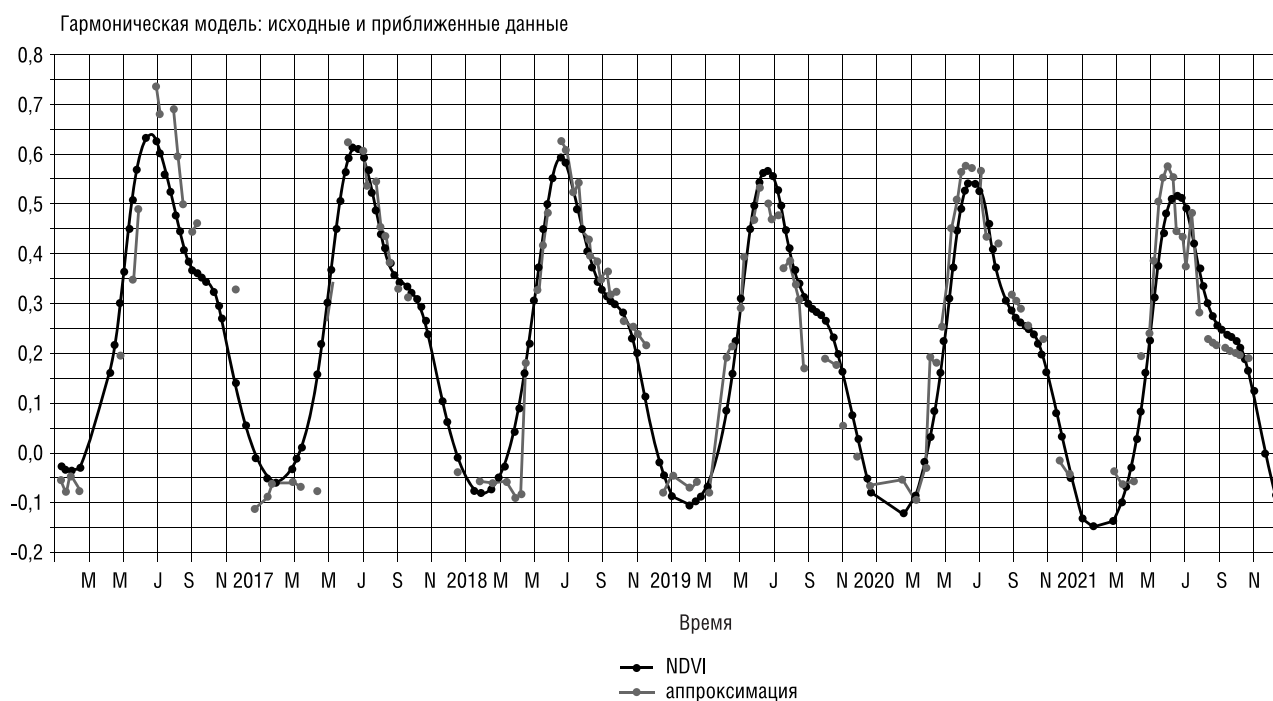


Рис. 2. Гармоническая модель NDVI в период 2016-2021 годов

Fig. 2. The harmonic model of NDVI in the period 2016-2021

Уменьшение NDVI в 2017 году = $(0,607 - 0,639) \times 100 \approx -3,2 \%$.

Уменьшение NDVI в 2018 году = $(0,592 - 0,607) \times 100 \approx 1,5 \%$.

Уменьшение NDVI в 2019 году = $(0,568 - 0,592) \times 100 \approx -2,4 \%$.

Уменьшение NDVI в 2020 году = $(0,542 - 0,568) \times 100 \approx -2,6 \%$.

Уменьшение NDVI в 2021 году = $(0,522 - 0,542) \times 100 \approx -2 \%$.

Описание результатов каждого индекса дано в процентном соотношении ко всему полю (рис. 2) (график аппроксимации значений NDVI, полученных благодаря Google Earth Engine) [13].

Полученные индексы позволяют заключить, что поле имеет участки с дикорастущими растениями, а также критически нуждается в азотном удобрении. Низкий уровень NDVI может говорить о болезнях или вредителях. Влажность поля — неоднородная. Присутствуют участки, нуждающиеся в дополнительном поливе.

Среднее значение NDVI, равное примерно 0,581, говорит о среднем уровне вегетационной активности на изучаемой территории. Более высокие значения обычно свидетельствуют о более здоровой и развитой растительности. Стандартное отклонение показывает стабильность в уменьшении NDVI в период 2016–2021 годов. Уменьшение NDVI может быть показателем плохих условий, таких как заболевания растений, вредители или другие факторы, влияющие на рост и развитие растений.

Благодаря данному анализу можно получить информацию о динамике растительности и затем использовать для принятия более обоснованных решений в сельском хозяйстве. Совокупность индексов NDVI, NDRE, MSAVI дает полное понятие о здоровье, плотности и тенденции развития растительности. Индекс RECI наглядно показывает содержание хлорофилла в растениях, что тесно связано с уровнем азота. Это помогает определить участки, нуждающиеся в дополнительном внесении удобрения. Индекс NDMI предоставляет информацию о водном стрессе культуры. Благодаря водному индексу можно определить проблемы, связанные с поливом и его объемами. Все это в совокупности является эффективным инструментом для оценки состояния сельскохозяйственных земель в целом и поля в частности [14, 15].

Выводы

Успешный международный опыт демонстрирует огромные возможности ГИС-технологий для перевода агропромышленного комплекса на новый технологический уровень на основе принципов точного земледелия и резкого роста производительности труда в отрасли.

Реализация этого огромного потенциала ГИС-технологий в сельском хозяйстве Казахстана потребует совместных усилий государства и бизнес-сектора по преодолению существующих преград для широкого использования передовых геоинформационных технологий на агропредприятиях страны.

Успешная цифровая трансформация на основе ГИС-технологий может вывести сельское хозяйство Казахстана на новый уровень развития и обеспечить продовольственную безопасность страны. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа «Цифровой Казахстан». Утверждена Указом Президента РК от 12 декабря 2017 г. [Электронный ресурс]. - URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827> (режим доступа: 22.12.2021).
2. Қазақстанның ауыл шаруашылығы жерлерінің шамамен 75% немесе 205,4 млн га цифрландырылып, картада көрсетілген // Федоров ауданының өкімдігі. 08.08.2023 [Электрондық ресурс]. - URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/kostanay-fedorov/press/news/details/502100>.
3. Задворнева, Е. П. Цифровизация сельского хозяйства Казахстана как вектор инновационного развития инфраструктуры отрасли / Е. П. Задворнева // Региональные проблемы преобразования экономики: интеграционные процессы и механизмы формирования и социально-экономическая политика региона: Материалы IX Международной научно-практической конференции, Махачкала, 05-06 декабря 2018 года. - Махачкала: ФГБУН Институт социально-экономических исследований Дагестанского научного центра РАН, 2018. - С. 348-351.
4. Қазақстан Республикасы Цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігі [Электрондық ресурс]. - URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mdai>.
5. Интегрированная система точного земледелия с использованием беспилотных летательных аппаратов / С. Чижик, С. Антошук, Е. Галушко [и др.] // Наука и инновации. - 2020. - № 10(212). - С. 63-67.
6. Ненайденко, А. С. Повышение эффективности работы колесного машинно-тракторного агрегата на основе использования спутниковых радионавигационных систем: дис. ... канд. техн. наук / А. С. Ненайденко. - М., 2020. - 144 с.
7. Никонорова, И. В. Оценка состояния плодородия почв сельскохозяйственных угодий с использованием ГИС-технологий / И. В. Никонорова, А. Е. Гуменюк, И. А. Пивоваров // Успехи современного естествознания. - 2021. - № 12. - С. 173-178.
8. Terra Point «Цифровой Казахстан» — планы цифровизации сельского хозяйства. [Сайт]. - URL: https://terrapoint.kz/news/section/tsifrovoy_kazakhstan_plany_tsifrovizatsii_selskogo_khozyaystva (режим доступа: 13.05.2022).
9. Матасова, О. Секретом успеха поделился лидер цифровизации Казахстана [Электронный ресурс] / О. Матасова. - URL: <https://atameken-agro.com/ru/czifrovizatsiya-agrarnogo-biznesa-ao-atameken-agro> (режим доступа: 28.07.2022).
10. Афанасьева, Е. П. Цифровизация сельского хозяйства как драйвер экономического роста / Е. П. Афанасьева, А. В. Щуцкая // Вестник Самарского государственного экономического университета. - 2019. - Т. 5, № 175. - С. 34-40.
11. Умбеткалиев, Н. М. Перспективы геоинформационного обеспечения системы "точного земледелия" в Республике Казахстан / Н. М. Умбеткалиев, А. М. Портнов // Пространственные данные: наука и технологии. - 2019. - № 10-2. - С. 112-117.
12. Даюб, Н. Развитие цифровизации сельского хозяйства в России и зарубежных странах / Н. Даюб // Экономика и управление народным хозяйством. - 2022. - С. 199-206.

13. Tutorials contributed by the Earth Engine developer community are not part of the official Earth Engine product documentation. Time Series Modeling | Google Earth Engine | Google for Developers. - URL: <https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/community/time-series-modeling>.
14. Руководство пользователя по EOSDA Crop Monitoring. [Электронный ресурс]. - URL: <https://eos.com/ru/user-guide/crop-monitoring/> (период доступа: 13.03.2022).
15. Клюкин, А. Д. Современное развитие цифровизации АПК: отечественный и зарубежный опыт / А. Д. Клюкин // Аграрная экономика. - 2022. - № 12. - С. 72-86.

ЛИТЕРАТУРА

1. State Program «Digital Kazakhstan». Approved by the Decree of the President of the Republic of Kazakhstan on December 12, 2017. Available from: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827> (In Russ.).
2. About 75% of Kazakhstan's agricultural land, or 205.4 million hectares, has been digitized and mapped. Akimat of Fedorovskiy District, Press Center. 08.08.2023. Available from: <https://www.gov.kz/memleket/entities/kostanay-fedorov/press/news/details/502100>.
3. Zadvorneva EP. Digitalization of Agriculture in Kazakhstan as a Vector for Innovative Development of the Industry's Infrastructure. Dagestan; 2018 (In Russ.).
4. Ministry of Digital Development, Innovation and Aerospace Industry of the Republic of Kazakhstan. Available from: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mdai>
5. Chizhik S, Antoshuk S, Galushko E. [et al.] Integrated precision farming system using unmanned aerial vehicles. *Science and Innovation*. 2020;10(212):63-67 (In Russ.).
6. Nenaydenko AS. Improving the Efficiency of Wheel Machine-Tractor Units Based on the Use of Satellite Radio Navigation Systems. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow;2020 (In Russ.).
7. Nikonorova IV, Gumenyuk AE, Pivovarov IA. Assessment of Soil Fertility of Agricultural Lands Using GIS Technologies. *Advances in Modern Natural Sciences*. 2021;12:173-78 (In Russ.).
8. Terra Point «Digital Kazakhstan» – Plans for the Digitalization of Agriculture. Available from: [https://terrapoint.kz/news/section/tsifrovoy_kazakhstan_plany_tsifrovizatsii_selskogo_khozyaystva/\(In Russ.\)](https://terrapoint.kz/news/section/tsifrovoy_kazakhstan_plany_tsifrovizatsii_selskogo_khozyaystva/(In Russ.)).
9. Matasova O. Leader of Kazakhstan's Digitalization Shares the Secret of Success. Available from: <https://atameken-agro.com/ru/czifrovizatsiya-agrarnogo-biznesa-ao-atameken-agro> (In Russ.).
10. Afanaseva EP, Schutskaya AV. Digitalization of Agriculture as a Driver of Economic Growth. *Samara State University of Economics*. 2019;5(175):34-40 (In Russ.).
11. Umbetkaliyev NM, Portnov AM. Prospects of Geoinformation Support for the 'Precision Farming' System in the Republic of Kazakhstan. *Spatial Data: Science and Technology*. 2019;10-2:112-17 (In Russ.).
12. Dayoub N. Development of Digitalization of Agricultural in Russia and Foreign Countries. *Economics and Management of the National Economy*. 2022:199-206 (In Russ.).
13. Tutorials contributed by the Earth Engine developer community are not part of the official Earth Engine product documentation. Time Series Modeling | Google Earth Engine | Google for Developers. Available from: <https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/community/time-series-modeling>.
14. EOSDA Crop Monitoring User Guide. [Online resource]. Available from: <https://eos.com/en/user-guide/crop-monitoring/> (In Russ.).
15. Kliukin AD. Modern development of digitalization of the agroindustrial complex: domestic and foreign experience. *Agrarian Economics*. 2022;(12):72-86 (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Мамытов Аянбек Артурович:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазНУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0009-0006-2782-997X>,
e-mail: ayansgood777@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mamytov Ayanbek Arturovich:
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0009-0006-2782-997X>,
e-mail: ayansgood777@gmail.com



Токтаров Аян Аскарвич:
ассоциированный профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазНУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0003-2578-8642>,
e-mail: a.toktarov@satbayev.university

Toktarov Ayan Askarovich:
Ph.D.,
Associate Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0003-2578-8642>, e-mail:
a.toktarov@satbayev.university



Абдыгалиева Слушаш Сейлбековна:
старший преподаватель,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0009-0000-5402-6140>,
e-mail: slushash.abdygalieva@gmail.com

Abdygalieva Slushash Seylbekovna:
Senior Lecturer,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0009-0000-5402-6140>,
e-mail: slushash.abdygalieva@gmail.com



Байтурбай Орынбасар:
ассистент,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-7654-2610>

Baiturbai Orynbasar:
assistant,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-7654-2610>

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Начало подготовки геологических кадров в городе Иркутске относится к 1919 году, когда был открыт кабинет геологии. Самостоятельно геологический факультет был открыт в 1949 г. Выпускники факультета работают в геологических организациях, вузах и академических институтах, выполняя обязанности начальников геологических управлений, главных геологов, начальников отделов, экспедиций и партий, директоров, руководителей секторов и лабораторий научно-исследовательских институтов. Студенты факультета имеют возможность посещать спортивные залы, участвовать в общественной жизни, заниматься искусством, принимать участие в конкурсах, олимпиадах, КВН, студенческих вечерах отдыха.

КАФЕДРЫ • динамической геологии
• полезных ископаемых
• геологии нефти и газа

ЛАБОРАТОРИИ • нефтегазопроисковой геохимии
• геоинформационных технологий
• физики нефтяного и газового пласта
• учебная лаборатория бурения скважин
• камнерезная мастерская
• петрографический кабинет
• современных лабораторных методов исследований в динамической и инженерной геологии



Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. К.Маркса, 1, Иркутский государственный университет Геологический факультет.
Приёмная комиссия: тел. (3952) 521-564, e-mail: masha-po2010@mail.ru

WWW.N-GN.RU

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ НА РУДНИКЕ «ЖЫЛАНДЫ»

*М. Д. Исагазы,
Рудник «Жыланды», г. Сатпаев, Республика Казахстан*

Аннотация: В статье рассмотрены состояние и перспективы развития маркшейдерской службы нового Жыландинского рудника Корпорации «Казахмыс». Опыт работы молодого коллектива рудника может быть полезен специалистам в области маркшейдерии и геомеханики на горнодобывающих предприятиях.

Ключевые слова: месторождение, освоение, маркшейдерская служба, современные приборы, научные работы.

Для цитирования: Исагазы М. Д. Состояние и перспективы маркшейдерских работ на руднике «Жыланды» // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 75-79. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_75_79.

THE STATE AND PROSPECTS OF SURVEYING AT THE «ZHYLANDY» MINE

*M. D. Isagazy,
«Zhylandy» mine, Satbayev, Republic of Kazakhstan*

Abstract: The article considers the state and prospects of development of the surveying service of the new Zhylandinsky mine of Kazakhmys Corporation. The experience of the mine's young staff can be useful to specialists in the field of surveying and geomechanics at mining enterprises.

Keywords: deposit, development, surveying service, modern devices, scientific works.

For citation: Isagazy M. D. The state and prospects of surveying at the «Zhylandy» mine. Surveying and subsoil use. 2024;(2):75-79. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_75_79.

Благоприятная конъюнктура цен на мировом рынке металлов открывает новые возможности для горнорудной промышленности Казахстана. Ведущий игрок сектора — Корпорация «Казахмыс» запускает масштабные проекты по модернизации новых предприятий, внедряет в производство передовые технологии, совершенствует политику управления человеческим капиталом, обеспечения промышленной и экологической безопасности региона. Поскольку разведанные запасы медной руды Жезказганского месторождения постепенно дорабатываются, на современном этапе сложилась необходимость выявления запасов руды для продления жизни этого месторождения еще на 40-50 лет, а также разработки новых месторождений вблизи городов Жезказгана и Сатпаева. В настоящее время создаются условия для расширения минерально-сырьевой базы Центрального Казахстана, осваивается Жыландинская группа (Восточная, Западная Сарыоба, Кипшапай, Краршошак и Итауыз) месторождений [1, 2].

Основное содержание. На сегодня завершен очередной этап реализации самого масштабного проекта «Казахмыса» последних лет — строительство Жыландинского рудника. В 35 километрах от города Сатпаева вырос ультрасовременный, инновационный административно-бытовой комплекс — сердце нового рудника «Жыланды», и состоялось торжественное открытие административно-бытового комплекса рудника, в котором созданы комфортные условия для труда сотен людей (рис. 1).



*Рис. 1. Административно-бытовой комплекс рудника «Жыланды»
Fig. 1. The new building of the administrative and household complex of the Zhylandy mine*

Рудник «Жыланды», как другие предприятия вне зависимости от своих масштабов, имеет маркшейдерскую службу, представленную самостоятельным производственным отделом. Наличие этой службы связано с необходимостью квалифицированного решения сложных и ответственных задач горного производства. В настоящее время в маркшейдерской службе рудника Жыланды работает 20 человек, которая обеспечивает необходимыми работами карьер и подземный участок. В штате предусмотрено еще две единицы маркшейдер-

ских рабочих. Маркшейдерское обслуживание организовано 8-часовым рабочим днем шесть дней в неделю.

Так как рудник «Жыланды» молодой, то и состав маркшейдерской службы молодой. Маркшейдерской службой рудника руководит энергичный главный маркшейдер ЖР Канат Муратович Аккошкар, с опытом работы. Коллектив ОГР возглавляет старший маркшейдер ЖР Улту Мукажановна Меркибекова, отработавшая на ОГР более 20 лет.

Служба ОГР укомплектована и использует современные маркшейдерские приборы, в основном швейцарского производства: фирмы Leica Geosystems. Кроме этого, имеются тахеометры Trimble M3, Nikon Nivo 1C, сканеры 4400 HDS, нивелиры (рис. 2).



Рис. 2. Техническая оснащенность маркшейдерского отдела

Fig. 2. Technical equipment of the surveying department

Маркшейдерский замер производится еженедельно, съемка рудных забоев — ежедневно, результаты передаются рудному контролю.

Тщательно осуществляется обслуживание буровзрывных работ. Перед составлением проекта на обустройство блока производится топографическая съемка предполагаемого блока, и цифровая модель передается для составления проекта бурения. В натуру выносятся каждая скважина, отмеча-

ется вешкой, на которую наклеивается лейбл с номером и глубиной бурения скважины для осуществления бурения. После этого проводится съемка обуренного блока, составляется паспорт на взрыв.

Основным видом маркшейдерских работ при подземном способе разработки месторождения является подземная маркшейдерская съемка, результаты которой служат основой для составления маркшейдерско-геологической документации месторождения, используемой при решении горнотехнических задач, возникающих перед горным предприятием [3, 4]. Эту ответственную задачу эффективного и безопасного ведения подземных горных работ выполняют участковые маркшейдеры подземного рудника К. А. Шалкаров, Д. С. Мухаметкарим, Ж. М. Совет (рис. 3).

В условиях рыночной экономики научно-технический прогресс в горнодобывающей промышленности во многом связан с автоматизацией геолого-маркшейдерского информационного обеспечения горных работ на всех стадиях промышленного освоения месторождения [5-7]. Активное использование компьютерных технологий в практике маркшейдерской службы предприятия началось с первого дня работы рудника. Графическое моделирование — способ обобщения геологоразведочных, маркшейдерских и технологических данных для планирования горных работ. Маркшейдерская служба предприятия использует программное обеспечение AutoCAD, Micromine. Маркшейдерские планы, составленные в цифровом формате, являются основным носителем информации о пространственном расположении горных выработок в недрах, геологической среде, связанных с ними технологических объектах [8].

На предприятии ведется мониторинг смещений бортов карьеров. Это довольно сложный и ресурсоемкий процесс, требующий участия группы высококвалифицированных специалистов. В настоящее время развитие подземных горных работ характеризуется значительными геомеханическими процессами, связанными с изменением напряженного состояния, деформированием горных пород и проявлением горного давления. Эти процессы создают условия



Рис. 3. Участковые маркшейдеры обслуживают подземные рудники

Fig. 3. Precinct surveyors maintain underground mines

неопределенности при разработке месторождений и могут вызывать крайне неблагоприятные технологические и экономические последствия [9–11]. В связи с этим для обеспечения промышленной безопасности при ведении подземных горных работ геотехнические исследования состояния массива горных пород выполняются специалистами Satbayev University под научным руководством профессора М. Б. Нурпейсовой. Кафедрой маркшейдерского дела и геодезии Satbayev University заложен геодинамический полигон (ГДП) и ведется постоянный мониторинг под руководством профессора Г. М. Кыргызбаевой. В проведении исследовании принимают активное участие работники геомеханической и маркшейдерской службы рудника «Жыланды» (рис. 4) [12, 13].



Рис. 4. Закладка пунктов геодинамического полигона совместно работниками геомеханической службы (а); ведение геомониторинга совместно с маркшейдерской службой рудника, 2022 г. (б)

Fig. 4. Laying of GDP points jointly by employees of the geomechanical service (a); conducting geomonitoring together with the mine surveying service, 2022 (b)

Отличительной особенностью проводимых работ является высокая точность измерений. Результаты зависят от горно-геологических условий, наличия трещиноватости, крепости, обводненности пород массива. В настоящее время наблюдения за развитием деформаций ведутся в реальном времени и обеспечивается безопасность ведения горных работ на участке деформаций [14, 15]. В 2023 году кафедрой маркшейдерского дела и геодезии Satbayev University выполнена серия наблюдений на профильных линиях геодинами-

ческого полигона высокоточным геодезическим оборудованием на участках горного массива, склонных к обрушению и прилегающей земной поверхности в пределах земельного и горного отводов (рис. 5).



Рис. 5. Ведение мониторинга на объектах рудника "Жыланды" в 2023 году
Fig. 5. Monitoring at the facilities of the Zhylandy mine in 2023

Результаты каждого цикла наблюдений обсуждаются в техническом отделе в присутствии руководства рудника (рис. 6).



Рис. 6. Обсуждение результатов работы на руднике
Fig. 6. Discussion of the results of work at the mine

Выводы

Современные методы ведения горных работ требуют новейшего технологического маркшейдерского обеспечения.

Использование системы GPS, лазерных и автоматизированных тахеометров, современного комплекса программно-

го обеспечения позволяет выполнять маркшейдерские работы качественно и быстро с экономией времени и средств. По мере развития подземных горных работ потребность в мониторинговых исследованиях будет только повышаться.

В канун 90-летнего юбилея поздравляем коллектив кафедры маркшейдерского дела и геодезии Satbayev University, желаем дальнейших успехов в подготовке специалистов для работы на производстве и совместной работы с нами! ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Горный отвод Жиландинской группы месторождений / ГПИ. - Жезказган, 2018.
2. Рыльникова, М. В. Восполнение выбывающих мощностей рудников на стадии доработки балансовых запасов месторождения - условие экологически сбалансированного развития Жезказганского региона / М. В. Рыльникова, А. Б. Юн, И. В. Терентьева // Маркшейдерский вестник. - 2016. - № 5. - С. 6-10.
3. Хайков, В. Т. Развитие маркшейдерской службы ТОО«Altyntau Kokshetau» / В. Т. Хайков // Маркшейдерия и недропользование. - 2019. - № 2 (100). - С. 13-14.
4. Милетенко, Н. А. К вопросу моделирования взаимодействия геомеханических и гидрогеологических процессов в подработанном массиве пород / Н. А. Милетенко, В. Н. Одинцев, Е. В. Федоров // Маркшейдерия и недропользование. - 2022. - № 5 (121). - С. 52-58.
5. Методика ведения мониторинга с использованием спутниковых систем и обработки его результатов / Г. М. Кыргызбаева, А. Кенесбаева, Б. Б. Садыков [и др.] // Маркшейдерия и недропользование. - 2022. - № 1 (117). - С. 52-54.
6. Курбатова, В. В. Витальность аэрофотосъемки и GNSS съемки рудных складов / В. В. Курбатова // Маркшейдерия и недропользование. - 2021. - № 4 (114). - С. 45-48.
7. Шоломицкий, А. А. Автоматизация предрасчета точности сбойки горных выработок / А. А. Шоломицкий, Б. И. Филипчук, С. В. Володин // Маркшейдерия и недропользование. - 2020. - № 6 (110). - С. 53-56.
8. Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region / M. B. Nurpeisova, M. Zh. Bitimbayev, K. B. Rysbekov, R. Shults // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakh-stan-Series of Geology and Technical Sciences. - 2020. - Vol. 6. - P. 194-202.
9. Отчет НИР по проекту «Комплексный мониторинг медленных деформационных процессов земной поверхности при крупномасштабном освоении рудных месторождений Центрального Казахстана». 2019-2022.
10. Отчет НИР по проекту «Исследование и разработка высокоэффективной методики за геотехническим состоянием массива для оценки и прогноза деформационных процессов при освоении месторождений», 2022-2023.
11. Способ прогнозирования ФМС и НДС массива. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 19300 от 12 июля 2021 г. / Кыргызбаева Г. М. и Нурпеисова М. Б.
12. Новый подход к созданию ГДП. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 19300 от 12 июля 2021 г. / Кыргызбаева Г. М. и Нурпеисова М. Б.
13. Патент РК № 35798 от 11.03.2021 г. «Наземный постоянный геодезический пункт принудительного центрирования приборов» / Нурпеисова М. Б., Рысбеков К. Б., Айтказинова Ш. К., Доненбаева Н. С., Нукарбекова Ж. М.; МЮ РК. - Астана, 12.03.2021.
14. Мониторинг медленных движений земной коры в Центральном Казахстане / М. Б. Нурпеисова, Г. М. Кыргызбаева, Н. А. Милетенко, А. М. Абеннов // Фундаментальные и прикладные вопросы горных ИГД СО РАН. - 2022. - Т. 9, № 3. - С. 285-290.
15. Highly efficient monitoring procedure for deformation prediction in copper ore mining Senior Researcher, Candidate of Engineering Sciences / M. B. Nurpeisova, A. M. Abenov, N. A. Miletenko, G. Zh. Dosetova // Eurasian mining. - 2023. - Vol. 1. - P. 19-24.

REFERENCES

1. «Mining branch of the Zhilandsky group of deposits», order P 17-01/19, funds of the GPI. Zhezkazgan, 2018 (In Russ.).
2. Rylnikova MV, Yun AB, Terentyeva IV. Replenishment of the retiring capacities of mines at the stage of completion of the balance reserves of the deposit - a condition for the ecologically balanced development of the Zhezkazgan region. *Surveying Bulletin*. 2016;5:6-10 (In Russ.).
3. Gaikov VT. Development of the surveying service of Altyntau Kokshetau LLP. *Surveying and subsoil use*. 2019;2(100):13-4 (In Russ.).
4. Miletenko NA, Odintsovo VN, Fedorov EV. On the issue of modeling the interaction of geomechanical and hydrogeological processes in an under-worked rock mass. *Surveying and subsoil use*. 2022;5(121):52-8 (In Russ.).
5. Kyrgyzbayeva GM, Kenesbayeva A, Sadykov BB, et al. Methodology of monitoring using satellite systems and processing of its results. *Surveying and subsoil use*. 2022;1(117):52-4 (In Russ.).
6. Kurbatova VV. Vitality of aerial photography and GNSS surveys of ore warehouses. *Surveying and subsoil use*. 2021;4(114):45-8 (In Russ.).
7. Sholomitsky AA., Filipchuk BI, Volodin SV. Automation of precalculation of the accuracy of mining failures. *Surveying and subsoil use*. 2020;6(110):53-6 (In Russ.).
8. Nurpeisova MB, Bitimbayev MZh, Rysbekov KB, et al. Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakh-stan-Series of Geology and Technical Sciences*. 2020;6:194-202.
9. Research report on the Project «Integrated monitoring of slow deformation processes of the Earth's surface during large-scale development of ore deposits in Central Kazakhstan». 2019-2022 (In Russ.).
10. Research report on the Project «Research and development of a highly effective technique for monitoring the geotechnical state of the massif for assessing and predicting deformation processes during field development», 2022-2023 (In Russ.).
11. The method of forecasting the FMS and VAT of the array. Certificate of entry into the State register of rights to copyrighted objects No. 19300 dated July 12, 2021. Authors: G.M. Kyrgyzbayeva and M.B. Nurpeisova (In Russ.).
12. A new approach to the creation of GDPs. Certificate of entry into the State register of rights to copyrighted objects No. 19300 dated July 12, 2021. Authors: G.M. Kyrgyzbayeva and M.B. Nurpeisova (In Russ.).

13. Patent of the Republic of Kazakhstan No. 35798 dated 03/11/2021. «Ground-based permanent geodetic point of forced centering of instruments» (authors: Nurpeisova M.B., Rysbekov K.B., Aitkazinova Sh. K., Donenbayeva N.S., Nukarbekova Zh.M.) of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan. Astana, 03/12/2021 (In Russ.).
14. Nurpeisova MB, Kyrgyzbayeva GM, Miletenko NA et al. Monitoring of slow movements of the Earth's crust in Central Kazakhstan. *Fundamental and applied issues of mining IGD SB RAS*. 2022;9(3):285-90 (In Russ.).
15. Nurpeisova MB, Abenov AM, Miletenko NA et al. Highly efficient monitoring procedure for deformation prediction in copper ore mining Senior Researcher, Candidate of Engineering Sciences. *Eurasian mining*. 2023;1:19-24.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Исагазы Мадияр Дуйсенбекулы:
начальник технического отдела,
Жыландиский рудник,
г. Сатпаев, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0009-0002-1748-8834>,
e-mail: Madiyar.Isagazy@kazakhmys.kz

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Isagazy Madiyar Duysenbekuly:
Head of the Technical Department,
Zhylandisky mine,
Satbayev, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0009-0002-1748-8834>,
e-mail: Madiyar.Isagazy@kazakhmys.kz



МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Минералогический музей был основан в 1785 году и ведет свое начало от Кабинета естественной истории Учительской семинарии. Музей обладает старейшей минералогической коллекцией в России. В формировании эталонной коллекции минералов принимали участие знаменитые ученые: Д.И. Менделеев, Э.К. Гофман и другие.

Фонды музея насчитывают более 30 тысяч образцов (870 минеральных видов), составляющих следующие коллекции: систематическая (по минеральным видам), мемориальные коллекции (Д. И. Менделеева, Э.К. Гофмана, архиепископа Нила и других), коллекция метеоритов, фотоиллюстративный фонд, фонд рукописных и полевых материалов, фонд справочной и вспомогательной литературы.

В музее хранятся минералы, из которых Д.И. Менделеевым и последующими учеными были получены новые химические элементы. Коллекция алмазов и сопутствующих минералов из Кимберли, ЮАР, приобретенная Э.К. Гофманом в XIX веке, позволила в стенах кафедры минералогии ЛГУ создать метод поиска алмазов по сопутствующим минералам. С помощью этого метода было открыто первое коренное месторождение алмазов в СССР.

Адрес:
г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9
spbu.ru, excursions@spbu.ru
+7 (812) 328-94-81, +7 (931) 007-79-01

Часы работы
Прием посетителей организован по сеансам в группах до 10 человек с экскурсионным обслуживанием
Время проведения сеансов
вт – 12:00, чт – 16:00; время проведения сеансов с экскурсионным обслуживанием для организованных групп по предварительной записи
Последний четверг каждого месяца – санитарный день



WWW.N-GN.RU



50 лет

**Мейраму Мухаметрахимовичу
БЕГЕНТАЕВУ,
ректору КазННТУ
имени К. И. Сатпаева**

1 мая 2024 года исполняется 50 лет доктору экономических наук, академику Академии наук Республики Казахстан, ректору-председателю правления Казахского национального исследовательского технического университета Мейраму Мухаметрахимовичу Бегентаеву.

Мейрам Мухаметрахимович в 1991-1999 годах обучался в Павлодарском государственном университете по специальности инженер-механик, здесь же изучал правоведение. Со студенческих лет принимал активное участие в политической деятельности, избирался депутатом Павлодарского городского маслихата III-IV созывов, возглавлял постоянную комиссию по социальной политике. Проработав на разных должностях почти 10 лет, стал первым проректором своей альма-матер. В 2012 году избран депутатом Парламента Республики Казахстан V созыва, руководил рабочей группой по разработке проекта Закона Республики Казахстан «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты по вопросам государственной молодежной политики», инициировал и подготовил закон «О волонтерской деятельности».

В 2016 году вернулся в Павлодарскую область в должности заместителя акима региона, где спустя три года возглавил родной вуз. В 2021 году Мейрам Бегентаев назначен ректором-председателем правления НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева».

Сегодня университет стоит на пороге больших перемен. За короткий период благодаря накопленному опыту в сфере высшего образования, законодательной деятельности и государственного управления Мейраму Бегентаеву удалось объединить знания и опыт старшего поколения первого технического вуза Казахстана с энергией и энтузиазмом молодых ученых и преподавателей. В три раза увеличились доходы вуза от науки и коммерциализации результатов научно-технической деятельности.

2024 год проходит под знаком чествования памяти выдающегося казахского и советского ученого Каныша Имантаевича Сатпаева, которому исполнилось бы 125 лет. Кроме того, нынче 90 лет отмечает вуз, носящий его имя. Эти два события являются важными для научной общественности Казахстана и проходят при непосредственном участии ученых, преподавателей, студентов и руководства КазННТУ имени К. И. Сатпаева. На базе университета создается научно-исследовательский хаб новых технологий в инженерном образовании и науке, что позволит предоставлять талантливой молодежи и ученым доступ к инструментам, знаниям и финансовым средствам для обучения, инноваций и изобретений.

Мейрам Мухаметрахимович пользуется заслуженным авторитетом среди научно-педагогической общественности Казахстана. Его активная общественно-политическая деятельность отмечена государственными наградами и знаками отличия.

Коллектив КазННТУ и редколлегия журнала «Маркшейдерия и недропользование» сердечно поздравляют Мейрама Мухаметрахимовича с юбилейной датой и желают ему крепкого здоровья, успеха во всех начинаниях, интересных идей и максимума возможностей для их воплощения! Удачи и благополучия!



Поздравляем Маржан Байсановну НУРПЕИСОВУ с Днем рождения!

Маржан Байсановна Нурпеисова — доктор технических наук, профессор, академик Национальной академии горных наук Казахстана и Академии горных наук России. Родилась 25 апреля 1937 года в Кокшетауской области. В далеком 1955 году после окончания средней школы она поступила на горный факультет (КазГМИ), решив стать горным инженером-маркшейдером. Во время учебы проявляла высокий интерес к проведению научных исследований, поэтому профессорско-преподавательский коллектив кафедры рекомендовал ее для дальнейшей учебы в аспирантуре. Под руководством академика НАН РК А. Ж. Машанова М. Б. Нурпеисова блестяще защитила кандидатскую и в 1995 году докторскую диссертацию.

Трудовая деятельность профессора М. Б. Нурпеисовой связана с проблемами геомеханики, геодезии, охраны недр. Она продолжатель научной школы А. Ж. Машанова по геомеханике. Ею разработаны научные основы прогнозирования процесса сдвижения и управления геотехническими процессами при разработке месторождений твердых полезных ископаемых и внедрены на горных предприятиях.

В настоящее время под научным руководством М. Б. Нурпеисовой ведутся работы по комплексному мониторингу медленных деформационных процессов земной поверхности при освоении рудных месторождений Центрального Казахстана и разработке технологии переработки отходов ГМК для производства строительных материалов.

Под ее научным руководством подготовлены кандидаты и доктора наук, а в настоящее время готовятся доктора PhD. Автор более 300 научных работ, в том числе имеется 14 авторских свидетельств СССР и патентов РК, 10 научных монографий и 14 учебников, 6 республиканских нормативных документов.

М. Б. Нурпеисова является известным ученым и организатором науки. По ее инициативе и при непосредственном участии в КазНТУ имени К. И. Сатпаева на базе научного потенциала кафедры маркшейдерского дела и геодезии в 2000 году создан диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций. В течение 2000-2007 годов была его председателем. В настоящее время она является членом докторских советов по PhD КазНТУ и ТашГТУ (г. Ташкент), членом редколлегии «Горный журнал Казахстана» и «Вестника ТашГТУ».

Профессор М. Б. Нурпеисова за плодотворную учебную, научную и общественную деятельность награждена медалью РК «Ерен, еңбегі үшін», удостоена званий «Қазақстан ғылымына еңбек сіңірген қайраткер», двухкратный обладатель государственного гранта «Лучший преподаватель вуза РК», лауреат премии имени К. И. Сатпаева, Ш. Есенова, а также двухкратный обладатель отраслевой премии «Золотой Гефест» в номинации «Ученый-педагог года».

Она активно продолжает научную и педагогическую деятельность и поддерживает тесные связи с горными предприятиями, научными центрами и вузами Казахстана и СНГ. Научные труды Маржан Байсановны активно публикуются в российских научных изданиях, например, в журнале «Маркшейдерия и недропользование» она всегда желанный автор! Она принимает активное участие в общественной жизни кафедры, института и университета. Пользуется заслуженным признанием педагогической, научной и горнотехнической общественности.

Яркость и своеобразие природной натуры М. Б. Нурпеисовой, ее эмоциональность и духовное богатство, творческая активность и горячее желание делиться опытом и знаниями являются образцом для подражания для поколения молодых ученых и педагогов Казахстана.

Редколлегия журнала «Маркшейдерия и недропользование» сердечно поздравляет Маржан Байсановну с Днем рождения и желает доброго здоровья и дальнейших творческих успехов!

**Министерство науки и высшего образования Республики
Казахстан с целью повышения престижа профессии
преподавателя и стимулирования их к дальнейшему
профессиональному развитию, ежегодно проводит конкурс
«Лучший преподаватель вуза РК»**

В январе 2024 года стали известны имена победителей конкурса «Лучший преподаватель вуза 2023 года». Республиканская конкурсная комиссия выбрала лучших из лучших в профессии. Победителями стали 150 преподавателей 43 казахстанских вузов. Каждый из них получит премию в размере 2 тысяч МРП, что составляет более 6 млн тенге.

Обладателей звания «Лучший преподаватель вуза 2023 года» с заслуженной победой на конкурсе поздравил министр науки высшего образования Саясат Нурбек. Он выразил уверенность в их дальнейших успехах и важности их роли в формировании высоких стандартов образования в университете.

Редакция журнала «Маркшейдерия и недропользование» поздравляет всех победителей конкурса, в том числе двух выдающихся ассоциированных профессоров кафедры маркшейдерского дела и геодезии КазННТУ им. К. И. Сатпаева Г. М. Кыргызбаеву и Ш. К. Айтказинову.



Гульдана Мейрамбековна Кыргызбаева,
кандидат технических наук,
ассоциированный профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии
ГМИ имени О. А. Байконурова КазННТУ



Шынар Касымкановна Айтказинова,
доктор PhD, ассоциированный
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии
ГМИ имени О. А. Байконурова КазННТУ



24-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
**ИНДУСТРИЯ
КАМНЯ**

ДОБЫЧА ОБРАБОТКА ПРИМЕНЕНИЕ

Россия, Москва

 **КРОКУС ЭКСПО**
Международный выставочный центр

павильон 2
залы 5 и 6

**25-27
ИЮНЯ
2024**

WWW.STONEFAIR.RU



CTT MINING

28 – 31 мая 2024

Крокус Экспо, Москва

4-я конференция

Future of mining

Будущее горной промышленности

Станьте участником CTT MINING

Специальная экспозиция машин и оборудования для добычи, транспортировки и переработки полезных ископаемых

29 мая 2024 – День горнодобывающей отрасли
в рамках выставки CTT Expo

Организатор:

CTT EXPO

Соорганизатор:

ЖУРНАЛ
Горняк
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ctt-expo.ru

Получите бесплатный билет
по промокоду **MPCTT5J**

