

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

*М.Б. Нурпеисова, Б. Мынгжасаров, Д.М. Киргизбаева, Ж.М. Нукарбекова,
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: В статье приведены результаты исследований факторов, влияющих на результаты геодезических измерений при мониторинге гидротехнического сооружения Северо-Каспийского морского канала. Выявление факторов, влияющих на геодезических измерений и их учет, позволяет повысить точность мониторинга инженерных сооружений. Приведены результаты, проведенного геодезического мониторинга причальных сооружений оптическими приборами, в том числе электронным тахеометром. Усовершенствован метод контроля деформаций, который привел к улучшению методов и видов геодезических инструментов в автоматизированных системах мониторинга. Полученные результаты использованы диссертационных работах докторантов, а также в учебном процессе Satbayev University.

Ключевые слова: Каспийский морской канал, причальные сооружения, деформации объектов, геодезическая сеть, мониторинг, геодезические приборы, оценка точности.

Благодарность, финансирование: Настоящее исследование выполнено в рамках грантового финансирования Министерства науки и высшего образования РК AP14871828.

Для цитирования: Нурпеисова М. Б., Мынгжасаров Б., Киргизбаева Д. М., Нукарбекова Ж. М. Исследование влияния метеорологических факторов на точность геодезических измерений // Маркшейдерия и недропользование. 2023. №6. С. 18-24. DOI: 10.56195/20793332_2023_6_18_24.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON THE ACCURACY OF GEODETIC MEASUREMENTS

*M.B. Nurpeisova, B. Mingzhasarov, D.M. Kyrgyzbaeva, J.M. Nukarbekova,
Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpaeva, Almaty, Kazakhstan*

Abstract: The article presents the results of studies of factors affecting the results of geodetic measurements during monitoring of the hydraulic structure of the North Caspian Sea Canal. Identification of factors affecting geodetic measurements and their accounting allows to increase the accuracy of monitoring of stationary structures. The results of geodetic monitoring of berthing structures by optical devices, including an electronic total station, are presented. The method of deformation control has been improved, which has led to the improvement of methods and types of geodetic instruments in automated monitoring systems. The results obtained were used in the dissertations of doctoral students, as well as in the educational process of Satbayev University.

Keywords: Caspian Sea Canal, mooring structures, deformations of objects, geodetic network, monitoring, geodetic instruments, accuracy assessment.

Gratitude, funding: This study was carried out within the grant funding of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan AP 14871828.

For citation: Nurpeisova M. B., Mingzhasarov B., Kyrgyzbaeva D. M., Nukarbekova J. M. Investigation of the influence of meteorological factors on the accuracy of geodetic measurements. Surveying and subsoil use. 2023;(6): 18-24.(In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2023_6_18_24.

Для специалистов нефтяной отрасли становится все более ясным, что решение таких вопросов, как пластовое давление и оседание земной поверхности немислимо без проведения наблюдений за состоянием массива горных пород и за устойчивостью инженерных сооружений при помощи современных геодезических методов.

Описанная ситуация характерна для гигантского нефтяного месторождения Тенгиз и Северо-Каспийского морского канала, стоящегося по Проекту ТОО «Тенгизшевройл».

Поэтому внедрение в практику приборов нового поколения можно назвать наиболее значительным технологическим новшеством в XXI веке в маркшейдерии, геодезии и ряде смежных отраслей.

В настоящее время по специальному Проекту ТОО «Тенгизшевройл» в Казахстане строится Северо-Каспийский морской канал с причальными сооружениями для транспортировки грузов. Нами проведен геодезический мониторинг за этим гидротехническим сооружением. Северо-каспийский морской канал будет использоваться для

транспортировки грузов в поддержку строительных операций и в помощь нефтяным месторождениям и промышленным предприятиям Западно-Казахстанского региона Казахстана.

Казахстан, обладая огромными подземными ресурсами, стремится активно развивать свою экономику и другие немаловажные сферы республики. В последние десятилетия страна сделала важный шаг в направлении увеличения экспорта и импорта сырой и готовой продукции, открывая морские каналы и порты на севере Каспийского моря. Однако успешное развитие данной сферы зависит не только от объемов экспорта и импорта, но и от безопасности и надежности транспортных узлов, таких как гидротехнические сооружения. Для обеспечения безопасности и надежности портовых сооружений необходимы надежные методы мониторинга. Усовершенствование методов контроля деформаций приводит к расширению методов и видов геодезических инструментов в автоматизированных системах мониторинга. Совершенствование технологий характеризуется полной автоматизацией, непрерывными измерениями, высокой точностью и надежностью результатов [1].

Теперь необходимо более организованно относиться к другим факторам, которые влияют на точность измерения и общую картину мониторинга, так как неправильно размещенный сенсор или же отражатель может давать некорректную информацию. Обратит особое внимание на важные аспекты наблюдаемого сооружения и на возможные факторы, которые влияют на объект, например температурное расширение, а в случае гидротехнических сооружений приливы, отливы воды и др. Немаловажную роль играет правильное размещение датчиков (отражателей) на конструкциях объекта [2-4].

Сами геодезические измерения тоже имеют некоторые нюансы. Схема построения сети, атмосферные показатели, точность приборов и периодичность измерения играют огромную роль в получении необходимых данных.

Цель статьи: выявление факторов, влияющих на точность геодезических измерений и путей их ослабления, которая обеспечивает качество мониторинга инженерных объектов.

Методы исследования

В работе использован анализ актуальной научно-технической информации в виде научных работ и исследований. В работе использован комплексный подход, включающий: анализе актуальной научно-технической информации в виде научных работ и исследований предшественников; природные условия, расположение контролируемого объекта, проведение мониторинга и оценка его точности.

Результаты и обсуждение

Влияние точности измерительных устройств

На данный момент, самыми популярными на рынке являются модели тахеометров со среднеквадратической погрешностью (СКП) измерения углов 5", 2" и 1". Точность измерения расстояния на призменный отражатель в большинстве тахеометров одинаковая, что составляет 1.0 mm + 1.5 ppm на 2 круга измерения [4-6].

На рис. 1 приведена схема определения погрешностей при измерении тахеометром. В табл. 1 и 2 приведены точностные характеристики на популярные современные тахеометры. Исходя из приведенных таблиц, можно определить, что наши измерения в зависимости от использования определенных тахеометров и дальности измерения будут иметь по-

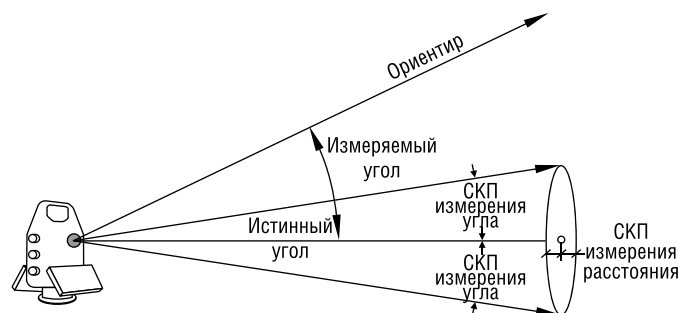


Рис. 1. Определение погрешности измерения электронным тахеометром / Fig. 1. Determination of the measurement error by an electronic total station

Таблица 1 / Table 1

Определение погрешности измерения электронным тахеометром с точностью 5" / Determination of the measurement error by an electronic total station with an accuracy of 5"

Для тахеометров с угловой точностью 5", при измерениях на призменный отражатель / For total stations with an angular accuracy of 5", when measuring on a prism reflector			
Расстояние до цели, м	СКП угловая, мм	СКП линейная, мм	СКП суммарная, мм
20	0.48	1.03	1.51
50	1.21	1.075	2.29
100	2.42	1.15	3.57
150	3.64	1.225	4.86
200	4.85	1.3	6.15
250	6.06	1.375	7.44
500	12.12	1.75	13.87
1000	24.24	2.5	26.74

Таблица 2 / Table 2

Определение погрешности измерения электронным тахеометром с точностью 1" / Determination of the measurement error by an electronic total station with an accuracy of 1"

Для тахеометров с угловой точностью 1", при измерениях на призменный отражатель / For total stations with an angular accuracy of 1", when measuring on a prism reflector			
Расстояние до цели, м	СКП угловая, мм	СКП линейная, мм	СКП суммарная, мм
20	0.10	1.03	1.13
50	0.24	1.075	1.32
100	0.48	1.15	1.63
150	0.73	1.225	1.95
200	0.97	1.3	2.27
250	1.21	1.375	2.59
500	2.42	1.75	4.17
1000	4.85	2.5	7.35

грешности внутри синего эллипса на рис. 1. Соответственно, нужно выбирать оптимальную модель тахеометра под опорную схему измерения, учитывая расстояния до целей и возможную величину деформации [7-9].

Влияние метеорологических факторов на точность геодезических измерений

Атмосферное давление. Изменения атмосферного давления могут оказывать влияние на точность геодезических измерений. Высокое атмосферное давление может увеличить плотность атмосферы, что может привести к искажению траектории лазерного излучения или радиоволн, используемых в геодезических измерениях. Поэтому при проведении измерений важно учитывать текущее атмосферное давление и его изменения в течение времени.

Влажность. Влажность воздуха может оказать влияние на оптические измерения и лазерные измерения. Влажный воздух может вызвать дисперсию лазерного луча или изменить оптические свойства среды, что может привести к искажению измерительных данных. Это особенно важно при использовании лазерных дальномеров и теодолитов, где точность измерений зависит от свойств атмосферы.

Температура. Изменение температуры могут вызывать деформации в геодезических инструментах. Это может повлиять на расширение или сжатие опорных точек и маркеров, что, в свою очередь, может добавить погрешности в измерения. Точность измерений высоты и углов также может зависеть от температуры, так как изменения температуры могут вызвать искажения в оптических системах. Для предотвращения этого, при проведении высокоточных измерений следует применять геодезический зонт [10,11].

Метеорологические факторы могут значительно влиять на точность геодезических измерений. Поэтому для достижения высокой точности и надежности геодезических измерений необходимо учитывать и корректировать эти атмосферные факторы в процессе выполнения измерений. Обычно проблемой такого типа мониторинга является то, что, атмосферные параметры измеряются только на станции, хотя луч может проходить над поверхностью воды и другими объектами, где метеорологические данные разнятся. Решением проблемы может служить измерение метеоданных в разных точках, например посередине луча и рядом с целью, далее эти поправки вводятся в тахеометр. Таким образом, можно избежать грубых ошибок при измерениях.

Вышеперечисленные способы и методы были опробованы при мониторинге причальных сооружений (рис. 2), расположенных на северо-восточной стороне Каспийского моря, на полуострове Прорва. Сам причальные входят состав группы гидротехнических сооружений, таких как, морской канал, разворотный бассейн и защитные укрепленные дамбы. Согласно СНиП РК 3.02-05-2010, причаль-



Рис. 2. Причальные сооружения морского канала / Fig. 2. Berthing facilities of the sea channel

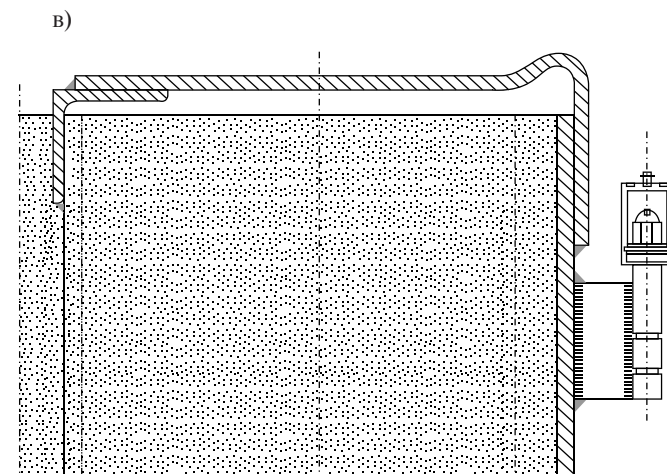
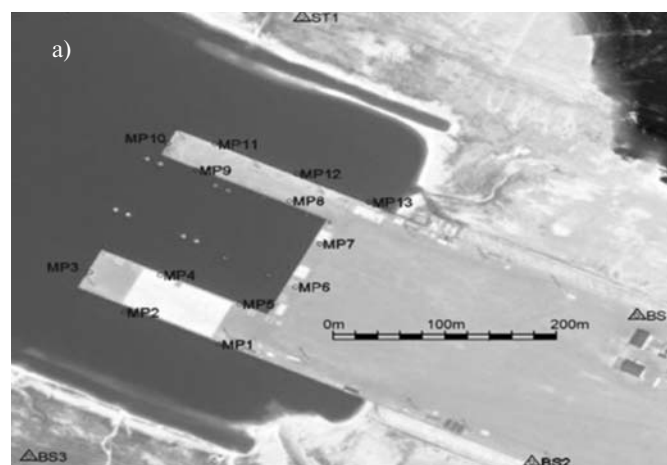


Рис. 3. Проект производства геодезического мониторинга: а - схема установки точек мониторинга на причалах; б и в - тип марки и способ установки на сооружениях /

Fig. 3. Geodetic monitoring production project: a - scheme of installation of monitoring points on berths; b and c - type of brand and method of installation on structures

ные сооружения относятся к зданиям и сооружениям III класса ответственности, соответственно требуется мониторинг [12].

При составлении проекта производства геодезического мониторинга гидротехнических сооружений были определены точки, которые будут наиболее подвержены деформациям (рис. 3а), также тип мониторинговых знаков (рис. 3б и 3в).

В качестве мониторинговых марок используются точки MP1 - MP13. В качестве опорных пунктов используются точки ST1, BS1, BS2, BS3. Опорные точки представляют собой погруженные в грунт бетонные сваи, сечением 40×40 см, длиной 3 м.

По опорным точкам, до начала мониторинга был произведен тахеометрический ход. Весь процесс мониторинга и исходных измерений производился на тахеометре Leica TS16, с точностью 1". Ориентирование и непосредственно измерения производились на 2 круга [13,14].

После установки марок, через месяц, в апреле 2019 года были выполнены первоначальные измерения по мониторинговым точкам. Так как опорная сеть уравнена между собой, у нас есть возможность выбирать в качестве станции любую из опорных точек. Данные нулевого этапа получены с измерения с точки BS1, так она наиболее удобна в плане установки тахеометра. При проведении второго этапа измерения было решено произвести контрольные измерения с точки ST1. Измерения с двух станции производились в один и тот же день, разница температуры между станциями составляет +3° (рис. 4). В качестве отражателя использовался призмный мини отражатель марки Leica Geosystems GMP111-0, высотой 400 мм.

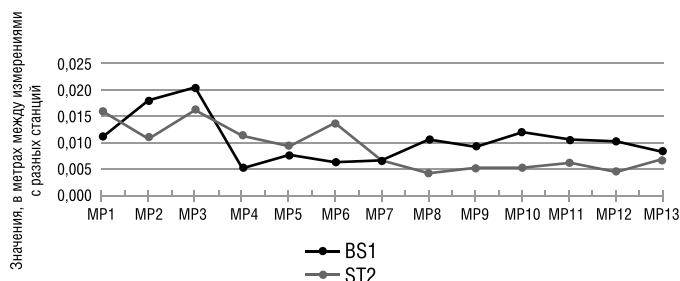


Рис. 4. Результаты измерений со станции BS1 и ST1 (ось ординаты показывает значения в метрах между измерениями с разных станций/значения в метрах между измерениями с разных станций) /

Fig. 4. Measurement results from BS1 and ST1 stations (The ordinate axis shows the values in meters between measurements from different stations, the abscissa axis indicates the monitoring points)

Из вышеприведенному рисунку мы наблюдаем, что мониторинговые точки MP1, MP2, MP3 имеют самые большие различия с первоначальными измерениями на обеих станциях наблюдения, так как являются самыми дальними ≈250 м, а остальные точки в «допустимых» нормах [15, 16].

Рассмотрим факторы, которые могут влиять на измерения с точки BS1:

- ✦ луч лазера проходит на относительно низком от нагретой поверхности расстоянии, на высоте 0.2м-1.3м, что также играет немаловажную роль;
- ✦ станция находится на расстоянии +150 м от каждой точки;
- ✦ все мониторинговые точки находятся над водной поверхностью, соответственно влажность на станции и точках измерения разные.

Если ориентироваться на вышеперечисленные факторы, то съемка с остальных 2-х станций должна показать больше разницу на противоположных точках. Для это на следующий день были выполнены измерения со станции BS2, BS3. Результаты наблюдений приведены на рис. 5.

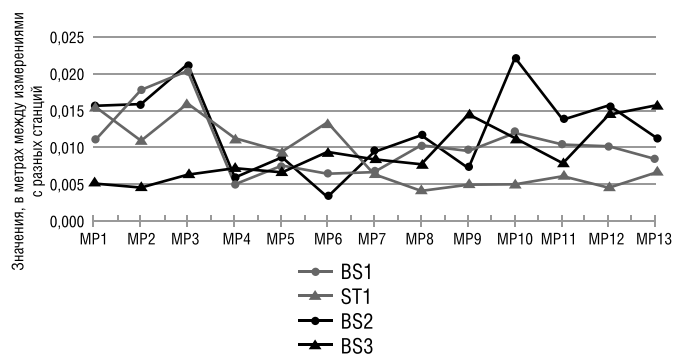


Рис. 5. Результаты измерений со станции BS1 и ST1, BS2 и BS3 (ось ординаты показывает значения в метрах между измерениями с разных станций/значения в метрах между измерениями с разных станций) /

Fig. 5. Measurement results from BS1 and ST1, BS2 and BS3 stations (The ordinate axis shows the values in meters between measurements from different stations, the abscissa axis indicates the monitoring points)

Из рисунков видно, что дальние точки имеют самые большие погрешности, соответственно, при измерениях в неблагоприятных метеоусловиях, нужно учитывать дальность от тахеометра до мониторинговых марок [17, 18].

Все вышеперечисленные измерения проводились в утреннее время, с записью данных метеоусловий, а именно температуры, относительной влажности и атмосферного давления. Было замечено, что, данные гигрометра на станциях BS1 и BS2 различаются от показания гигрометра на мониторинговых целях и станциях BS3 и ST1 на 8-10% относительной влажности. Это можно объяснить тем, что, цели и станции BS3 и ST1 находятся практически над водной поверхностью, соответственно, это оказывает влияние на точность измерения. После проведения измерения на всех станциях и анализа данных съемок и метеоусловий, было принято решение проводить дальнейшие измерения со станции ST1. Дальнейший мониторинг проводился каждый месяц, одним составом исполнителей и с использованием одного комплекта оборудования (рис. 6).

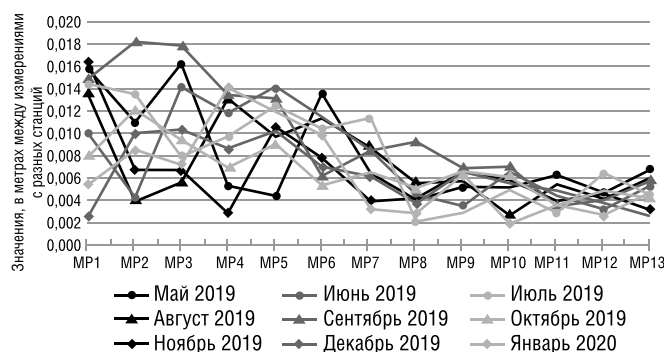


Рис. 6. Результаты ежемесячных измерений со станции ST1 (ось ординаты показывает значения в метрах между измерениями с разных станций/значения в метрах между измерениями с разных станций) /

Fig. 6. Results of monthly measurements from the ST1 station (The ordinate axis shows the values in meters between measurements from different stations, the abscissa axis indicates the monitoring points)

По программе мониторинга деформации причальных сооружений, с момента ввода в эксплуатацию мониторинг проводился с периодичностью 1 месяц в течении года, далее по результатам измерения не обнаружилось критических деформации, соответственно периодичность уменьшили [19, 20].

Заключение

Геодезический мониторинг является ключевым инструментом для обеспечения безопасности и эффективной эксплуатации причальных сооружений. Оно позволяет

следить за деформациями и перемещениями сооружений в реальном времени, обнаруживать возможные угрозы и риски, связанные с их состоянием, и предпринимать своевременные меры по предотвращению аварийных ситуаций. Системы геодезического мониторинга позволяют экономить средства и ресурсы, исключая необходимость дорогостоящих ремонтов и восстановлений. Они также способствуют продлению срока службы сооружений, что имеет важное значение для устойчивости инфраструктуры и развития экономики региона. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Проект «Маршрут транспортировки грузов для объектов Северо-Восточной части Каспийского моря. Северо-Каспийский морской канал с причальными сооружениями», ТОО «Виттеveen+Бос Каспиан», 2017. 385 с.
2. Марфенко С.В. Геодезические работы по наблюдению за деформациями сооружений. Москва: МИИГАиК, 2014. 198с.
3. Уставич Г. А. Технология выполнения высокоточного нивелирования цифровыми нивелирами // Геодезия и картография. 2006. № 2. С. 3 - 6.
4. Неволин А. Г., Медведская Т. М. К вопросу о влиянии ошибок исходных данных на точность определения геометрических параметров технологического оборудования // Вестник СГУГиТ. 2019. Т. 24. № 1. С. 16-27.
5. Медведская Т. М. Исследование точности опорных сетей для геодезического мониторинга крупногабаритного промышленного оборудования // Вестник СГУГиТ. 2019. Т. 24. № 2. С. 56-65.
6. Никонов А. В., Соболева Е. Л., Рябова Н. М., Медведская Т. М. Определение средней квадратической ошибки измерения превышения на станции цифровым нивелиром // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. Т. 1, № 1. С. 77-84.
7. Азаров Б. Ф. Современные методы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений // Ползуновский вестник. 2011. №1. С. 19-29.
8. Пискунов М. Е., Нгуен В. Д. Метод высокоточного тригонометрического нивелирования короткими (до 100 м) лучами // Геодезия и аэрофотосъемка. 1979. № 6. С. 37-48.
9. Скрипников В. А. Применение высокоточных оптико-электронных приборов при измерении деформаций инженерных сооружений // Сборник материалов V Международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2009», Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 1, ч. 1. С. 170 -173.
10. Мухачев Г.В. Диагностирование технического состояния сооружений Саяно-Шушенской ГЭС с применением геодезических методов и средств измерений // Сборник материалов V Международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2009», Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 1, ч. 1. С. 90 - 95.
11. Leica Geosystems Total Station Comparison Chart. Copyright Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Switzerland. All rights reserved. Printed in Switzerland - 2023. Leica Geosystems AG is part of Hexagon AB. en - 0423.
12. Evangelia Lambrou, Konstantinos Nikolitsas. A New Method to Check the Angle Precision of Total Stations. FIG Working Week 2015, Sofia, Bulgaria, 17-21 May 2015, ст.5/12.
13. Кыргызбаева Г.М. Комплексный мониторинг деформационных процессов земной поверхности при освоении недр. Алматы: КазННТУ, 2023. 200 с.
14. Myngzhassarov B. Nurpeisova M. Shultz R. Geodetic construction support of the North Caspian Sea channel with berthing facilities // Almaty: Mining journal of Kazakhstan. 2020. №1. P. 6-10.
15. Аль Ф. Х. Д., Хатум Х. М., Шокер Х. М., Колесник О. А. Влияние атмосферных условий и геометрии сети на результаты геодезических наблюдений // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2021. № 2. С. 3-20.
16. Ашраф А. А. Бешр. Исследование влияния угла наклона и цвета отражающих поверхностей на точность измерений безотражательным тахеометром // Сборник материалов V Международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2009», Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 1, ч. 1. С. 202-206.
17. Nurpeisova M. B., Burkhanov B. Zh., Myngzhassarov B., Kulibaba S. B. Monitoring deformation processes on ground surface and at construction facilities in the territory of oil fields // Eurasian Mining. 2021. № 2. P. 86-91.
18. Нурпеисова М. Б., Шульд Р. В., Мынгжасаров Б. Совершенствование методики создания геодезической сети при строительстве Северо-Каспийского морского канала // Международная научная школа академика К.Н. Трубецкого «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр», М.: ИПКОН РАН, 16-20 ноября, 2020. С. 256-259.
19. Свидетельство РК №39036 о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты (произведение науки). Учет метеорологических факторов при мониторинге инженерных сооружений / Нурпеисова М.Б., Мынгжасаров Б., Кыргызбаева Д.М. от 14.10.2023 г
20. Nurpeisova M. B., Kyrgyzbayeva G. M. Myngzhasarov B. Monitoring of the construction of the north Caspian sea canal // Молодой ученый. 2023. №1. С. 53-57.

REFERENCES

1. Project «Cargo transportation route for facilities in the North-Eastern part of the Caspian Sea. North Caspian Sea Canal with berthing facilities», «Witteveen+ LLPBos Caspian», 2017. - 385 p.
2. Marfenko S.V. Geodezicheskie raboty po nablyudeniyu za deformatsiyami sooruzhenij [Geodetic works on the observation of deformations of structures]. Moscow: MIIGAiK, 2014. 198 p.
3. Ustavich G. A. Technology of performing high-precision leveling with digital levels. Geodesy and cartography. 2006. no. 2. pp. 3-6. (in Russian).
4. Nevolin A. G., Medvedskaya T. M. On the influence of errors in the initial data on the accuracy of determining the geometric parameters of technological equipment. Bulletin of SGUGiT. 2019. vol. 24. no. 1. pp. 16-27. (in Russian).
5. Medvedskaya T. M. Investigation of the accuracy of reference networks for geodetic monitoring of large-sized industrial equipment. Bulletin of SGUGiT. 2019. vol. 24. no. 2. pp. 56-65. (in Russian).
6. Nikonov A. V., Soboleva E. L., Ryabova N. M., Medvedskaya T. M. Determination of the average square error of measuring excess at the station by digital leveling. Interexpo Geo-Siberia. 2015. Vol. 1, no. 1. pp. 77-84. (in Russian).
7. Azarov B. F. Modern methods of geodetic observations of deformations of engineering structures. Polzunovskiy vestnik. 2011. no. 1. pp. 19-29. (in Russian).
8. Piskunov M. E., Nguyen V. D. Method of high-precision trigonometric leveling with short (up to 100 m) beams. Geodesy and aerial photography. 1979. no. 6. pp. 37-48. (in Russian).
9. Skripnikov V. A. Application of high-precision optoelectronic devices for measuring deformations of engineering structures. Collection of materials of the V International Scientific Congress «GEO-Siberia-2009», Novosibirsk: SGGA, 2009. vol. 1, part 1. pp. 170 -173. (in Russian).
10. Mukhachev G.V. Diagnostics of the technical condition of Sayano-Shushenskaya structures Hydroelectric power station with the use of geodetic methods and measuring instruments. Collection of materials of the V International Scientific Congress «GEO-Siberia-2009», Novosibirsk: SGGA, 2009. vol. 1, part 1. pp. 90-95. (in Russian).
11. Leica Geosystems Total Station Comparison Chart. Copyright Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Switzerland. All rights reserved. Printed in Switzerland - 2023. Leica Geosystems AG is part of Hexagon AB. en - 0423.
12. Evangelia Lambrou, Konstantinos Nikolitsas. A New Method to Check the Angle Precision of Total Stations. FIG Working Week 2015, Sofia, Bulgaria, 17-21 May 2015, article 5/12.
13. Kirgizbaeva G.M. Kompleksnyj monitoring deformatsionnyh processov zemnoj poverhnosti pri osvoenii neдр [Complex monitoring of deformation processes of the Earth's surface during the development of the subsoil]. Almaty: Kazntu, 2023. 200 p.
14. Myngzhassarov B. Nurpeisova M. Shultz R. Geodetic construction support of the North Caspian Sea channel with berthing facilities. Almaty: Mining journal of Kazakhstan. 2020. no 1. pp. 6-10.
15. Al F. H. D., Khatum H. M., Shoker H. M., Kolesnik O. A. Influence of atmospheric conditions and network geometry on the results of geodetic observations. Proceedings of Tula State University. Earth sciences. 2021. no. 2. pp. 3-20. (in Russian).
16. Ashraf A. A. Beshr. Investigation of the influence of the angle of inclination and the color of reflective surfaces on the accuracy of measurements by a non-reflective total station. Collection of materials of the V International Scientific Congress «GEO-Siberia-2009», Novosibirsk: SGGA, 2009. vol. 1, part 1. pp. 202-206. (in Russian).
17. Nurpeisova M. B., Burkhanov B. Zh., Myngzhassarov B., Kulibaba S. B. Monitoring deformation processes on ground surface and at construction facilities in the territory of oil fields. Eurasian Mining. 2021. no. 2. pp. 86-91.
18. Nurpeisova M. B., Schultz R. V., Myngzhassarov B. Improving the methods of creating a geodetic network during the construction of the North Caspian Sea Canal. International Scientific School of Academician K.N. Trubetskoy «Problems and prospects of integrated development and conservation of the Earth's interior», Moscow: IPCON RAS, November 16-20, 2020. pp. 256-259. (in Russian).
19. Certificate of the Republic of Kazakhstan No. 39036 on entering information into the state register of rights to objects (a work of science). Consideration of meteorological factors in the monitoring of engineering structures / Nurpeisova M.B., Mynzhasarov B., Kirgizbaeva D.M. from 10/14/2023.
20. Nurpeisova M. V., Kyrgyzbayev G.M. Myngzhassarov B. Monitoring of the construction of the north Caspian sea canal. Young Scientist. 2023. no. 1. pp. 53-57.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Нурпеисова Маржан Байсановна:
доктор технических наук,
профессор кафедры «Маркшейдерское дело
и геодезия»,
КазННТУ имени К.И.Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru,
orcid.org 0000-0002-3956-5442

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nurpeisova Marzhan Baysanovna :
Doctor of Technical Sciences,
PhD,
Professor of the Department of Surveying and Geodesy,
KazNITU named after K.I.Satpayev,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru,
orcid.org 0000-0002-3956-5442



Мынжасаров Бахытжан:
докторант,
кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»,
КазННТУ имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0001-6912-23-03/>
e-mail: bakha1000@gmail.com

Myngzhasarov Bakhytzhon:
PhD doctoral student,
Department of Surveying and Geodesy,
KazNITU named after K.I. Satpayev,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0001-6912-23-03/>
e-mail: bakha1000@gmail.com



Киргизбаева Динара Мейрамбековна:
PhD доктор,
ассоциированный профессор,
кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»,
КазННТУ имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-5043-4275>.
e-mail: dinara_k_85@mail.ru

Kirghizbaeva Dinara Meirambekovna:
PhD Doctor,
Associate Professor,
Department «Surveying and Geodesy»,
KazNITU named after K.I. Satpayev,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-5043-4275>.
e-mail: dinara_k_85@mail.ru



Нукарбекова Жупар Мухаметкаримовна:
лектор,
кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»,
КазННТУ имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республики Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-1605-8907/>
e-mail: z.nukarbekova@satbayev.university

Nukarbekova Zhupar Mukhametkarimovna:
lecturer,
Department of Surveying and Geodesy,
KazNITU named after K.I. Satpayev,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
<https://orcid.org/0000-0002-1605-8907/>
e-mail: z.nukarbekova@satbayev.university

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе в работу над статьей. / The authors declare an equal contribution 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

- ◆ 56 образовательных программ
- ◆ Ежегодные гранты от ректора
- ◆ Более 2000 государственных грантов ежегодно
- ◆ Кредитная система обучения
- ◆ Учеба на казахском, русском, английском
- ◆ Участие в научных исследованиях

МАГИСТРАТУРА

- ◆ 47 образовательных программ
- ◆ 11 образовательных программ профильной магистратуры
- ◆ Трудоустройство за границей благодаря программам «двойного диплома»
- ◆ Ежегодные гранты от ректора
- ◆ Гранты с трудоустройством в «Казатомпром»

ДОКТОРАНТУРА

- ◆ 37 образовательных программ
- ◆ Активная исследовательская работа
- ◆ Взаимодействие с зарубежными вузами-партнерами
- ◆ Два научных консультанта (отечественный и зарубежный)

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. БАЙЖОНУРОВА: IMIRI@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