

Код МРНТИ 36.23.31

А. Ержанқызы¹, *С. Нурақынов², А. Бермуханова¹, М. Қожахметов¹

¹Satbayev university (г. Алматы, Казахстан),

²ТОО «Институт ионосферы» (г. Алматы, Казахстан)

ПОСТРОЕНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ МОДЕЛИ ГЕОИДА КАЗАХСТАНА

Аннотация. В статье описан процесс разработки геопространственной базы данных для гравиметрической карты масштаба 1:200000 в среде ArcGIS. База данных стандартизирует, интегрирует разнородные гравиметрические данные, включая исторические и современные измерения. Гравиметрические данные играют ключевую роль в моделировании геоида, а разработанная база обеспечивает эффективное хранение, обработку и анализ информации, способствует решению геодезических и геофизических задач на национальном уровне. Основу данных составляют изданные и подготовленные к изданию гравиметрические карты в редукции Буге (бпр. = 2.67 г/см³) или с учетом поправок за рельеф масштаба 1:200000. Для их эффективного использования создана специализированная геопространственная база данных.

Ключевые слова: база данных, геопространственная информация, гравиметрическая карта, гравиметрические данные, геоид, фоновые материалы.

Қазақстан геоид моделін жасау үшін гравиметриялық деректер базасын құру

Аннотация. Мақалада ArcGIS ортасында 1:200000 масштабтағы гравиметриялық карталар үшін геокеңістіктік деректер базасын әзірлеу үдерісі сипатталған. Деректер базасы тарихи және қазіргі өлшеулерді қоса алғанда, әртүрлі гравиметриялық деректерді стандарттап, біріктіруге мүмкіндік береді. Гравиметриялық деректер геоидты модельдеуде шешуші рөл атқарады, ал әзірленген база ақпаратты тиімді түрде сақтауды, өңдеуді және талдауды қамтамасыз етіп, ұлттық деңгейде геодезиялық және геофизикалық міндеттерді шешуге ықпал етеді. Деректердің негізін Буге редукциясында (бпр. = 2.67 г/см³) орындалған немесе жер бедеріне енгізілген түзетулерді ескеретін, 1:200000 масштабтағы басылып шыққан және баспаға дайындалған гравиметриялық карталар құрайды. Бұл деректерді тиімді пайдалану мақсатында арнайы геокеңістіктік деректер базасы жасалды.

Түйінді сөздер: деректер базасы, геокеңістік ақпарат, гравиметриялық карта, гравиметриялық деректер, геоид, қор материалдары.

Building a database of gravimetric information for the geoid model of Kazakhstan

Abstract. The article describes the process of developing a geospatial database for a 1:200,000 scale gravimetric map in the ArcGIS environment. The database standardizes and integrates heterogeneous gravimetric data, including both historical and modern measurements. Gravimetric data play a key role in geoid modeling, and the developed database ensures efficient storage, processing, and analysis of information, contributing to the solution of geodetic and geophysical tasks at the national level. The core of the data consists of published and pre-publication gravimetric maps at a scale of 1:200,000, either in Bouguer reduction (density = 2.67 g/cm³) or with terrain corrections applied. A specialized geospatial database was created to ensure their effective use.

Key words: database, geospatial information, gravimetric map, gravimetric data, geoid, archival materials.

Введение

Для построения точной региональной модели геоида необходима детализированная база гравиметрических данных, включающая современные и архивные измерения. Систематизированный анализ и интеграция разнородных данных позволяют минимизировать ошибки и повысить точность модели геоида. Разработанная база данных уточняет региональную модель геоида Казахстана за счет учета локальных особенностей гравитационного поля. Она также интегрируется с глобальными моделями, такими как EGM2008 [4], EIGEN-6C4 [5] и XGM2019e [6], что улучшает параметры гравитационного поля региона. Международный опыт подтверждает эффективность адаптации глобальных моделей для региональных задач, включая использование WGM2012 [7]. Для повышения точности моделирования важны как современные полевые данные, так и архивные гравиметрические измерения. Качество геоида зависит от полноты и детальности исходных данных [8]. В ряде исследований, проведенных на территории Казахстана, были проведены сравнительные анализы различных глобальных моделей, подтверждающие их применимость для уточнения локальных параметров геоида [8, 9]. Создание специализированной базы данных позволяет интегрировать, обрабатывать и анализировать гравиметрическую информацию. Геоинформационные технологии, такие как ArcGIS, обеспечивают эффективную работу с разнородными данными [10]. Современные исследования подчеркивают важность системного подхода к разработке баз геоданных, включающего стандартизацию и логическую структуру хранения [11, 12]. Внедрение автоматизированных алгоритмов обработки больших мас-

сивов данных повышает точность моделирования геоида и способствует эффективному решению геодезических и геофизических задач. Разработка специализированных платформ для хранения и обработки гравиметрической информации играет ключевую роль в современных исследованиях.

Цель данной статьи заключается в представлении опыта разработки базы данных для оцифровки гравиметрических карт масштаба 1:200000, созданной в среде ArcGIS, и демонстрации ее практической значимости для задач построения высокоточной модели геоида. В работе рассматриваются методики структурирования данных, процессы интеграции различных источников информации и приводится анализ эффективности применения данной базы в национальных проектах по созданию геоида.

Методы исследования

Перед выполнением работ по оцифровке схем была проведена предварительная подготовительная работа, включающая пространственную привязку и улучшение качества растровых карт и схем использованных материалов. Пространственная привязка осуществлена в исходной системе координат с применением программного обеспечения ArcGIS. Точность привязки составила 0.3 мм в масштабе карты, после чего каждый растр был репроецирован в географическую систему координат WGS84.

После выполнения привязки начался процесс векторизации, в рамках которого были оцифрованы контуры съемок, создана единая растровая мозаика и структурированы атрибутивные данные. Поскольку векторизация

является промежуточным этапом обработки гравиметрических данных, следующим важным шагом стало создание детализированной цифровой базы схем использованных материалов. Одним из ключевых этапов подготовки гравиметрических карт масштаба 1:200000 является оцифровка схем и контуров территорий, на которых проводились исходные гравиметрические измерения. Поскольку при составлении и издании гравиметрических карт масштаба 1:200000 были использованы съемки, выполненные в разные годы и с разными масштабами, возникла необходимость детализированной информации по каждой из них. В связи с этим была поставлена задача оцифровки схем использованных материалов.

Для выполнения данного этапа была сформирована единая растровая мозаика схем использованных материалов «Used_material_mosaic_WGS84», охватывающая всю территорию Республики Казахстан, представленная на рис. 1.

Формирование такой мозаики позволило стандартизировать исходные материалы, а также создать качественную информационную основу для последующей векторизации контуров съемок, использованных при издании гравиметрических карт.

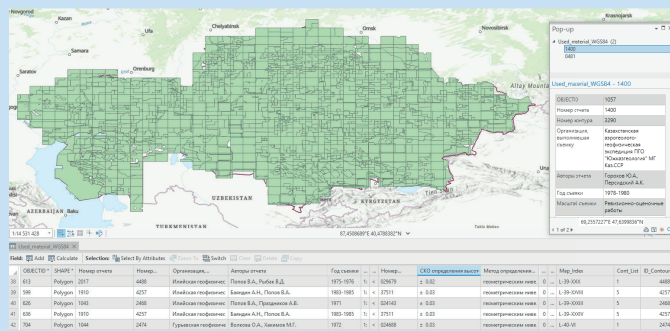


Рис. 1. Схема исходных материалов.

Сурет 1. Бастапқы материалдардың схемасы.

Figure 1. Scheme of Initial Materials.

Процесс оцифровки проводился с использованием геоинформационной среды ArcGIS. Для хранения и анализа результатов оцифровки создан специальный полигональный класс пространственных данных «Used_material». Структура слоя была разработана с учетом требований к детализации и удобству дальнейшего анализа данных и включает следующие атрибутивные поля: уникальный идентификатор полигона, идентификационный номер отчета, номер контура границ съемки, наименование организации, сведения об авторах, год и масштаб исследований, инвентарные номера государственных фондов, среднеквадратические ошибки определения высот и аномалии Буге, метод определения высот, уровень точности съемки, а также дополнительные комментарии, отражающие особенности данных. Основной целью данных работ являлась оцифровка пунктов наблюдений и ввод значений аномалий силы тяжести в редукции Буге (бпр. = 2.67 г/см³) или в редукции Буге (бпр. = 2.67 г/см³) с учетом поправок за рельеф; высоты на пунктах наблюдений и поправок за рельеф при их наличии.

В зависимости от наличия материалов формировалась различная комплектация карт для оцифровки:

1. Изданные или подготовленные к изданию гравиметрические карты (Редукция Буге, бпр. = 2.67 г/см³ или Редукция Буге, бпр. = 2.67 г/см³ с поправкой за рельеф), карта высот и (карта поправок при наличии);

2. Изданные или подготовленные к изданию гравиметрические карты (Редукция Буге, бпр. = 2.67 г/см³ и Редукция Буге, бпр. = 2.30 г/см³);

3. Изданные или подготовленные к изданию гравиметрические карты (Редукция Буге, бпр. = 2.30 г/см³) и карта высот;

4. Изданные или подготовленные к изданию гравиметрические карты (Редукция Буге, бпр. = 2.67 г/см³ с поправкой за рельеф и Редукция Буге, бпр. = 2.30 г/см³), карта аномалий силы тяжести в свободном воздухе;

5. Изданные или подготовленные к изданию гравиметрические карты (Редукция Буге, бпр. = 2.30 г/см³) и карта аномалий силы тяжести в свободном воздухе;

6. Карта аномалий силы тяжести в свободном воздухе и карта высот.

Следующим этапом работ выполнялась оцифровка по каждому номенклатурному листу карты масштаба 1:200000 в базе данных в пространственном классе с точечной геометрией «Grav_point_WGS84», таблица 1. Полученные результаты проверялись и сводились в единую цифровую базу данных в пределах соответствующего миллионного листа.

Для обеспечения полноценного анализа и эффективного использования гравиметрических данных при построении геоида важна корректная классификация всех типов пунктов наблюдений. В структуре атрибутивной таблицы слоя «Grav_point_WGS84» базы данных предусмотрено специализированное поле «Point_type», представленное на рис. 2. В созданном домене базы данных были определены следующие типы гравиметрических пунктов.

Domain Name	Description	Field Type	Domain Type	Split Policy	Merge Policy	Code	Description
Condition	Условия	Text	Coded Value Domain	Default	Default	1	1 - Радиотриггерный пункт
Contour_type	Тип контура	Short	Coded Value Domain	Default	Default	2	2 - Опорный гравиметрический пункт
MosaicAnalysisResultSeventyDomain	Analysis result seventy	Long	Coded Value Domain	Default	Default	3	3 - Пункт государственной гравиметрической сети I класса
MosaicAnalysisResultSeventyDomain	Catalog item category	Long	Coded Value Domain	Default	Default	4	4 - Пункт государственной гравиметрической сети II класса
MosaicAnalysisResultSeventyDomain	Mosaic seamline blend type	Long	Coded Value Domain	Default	Default	5	5 - Пункт государственной гравиметрической сети III класса
MosaicAnalysisResultSeventyDomain	Mosaic seamline blend width units	Long	Coded Value Domain	Default	Default	6	6 - Пункт для подсчета ошибок карты
Point_type	Тип пункта	Double	Coded Value Domain	Default	Default	7	7 - Опорный гравиметрический пункт I класса
Type_point	Тип пункта	Double	Coded Value Domain	Default	Default	8	8 - Опорный гравиметрический пункт II класса
						9	9 - Опорный гравиметрический пункт III класса, включенный в каталог
						10	10 - Пункт полевой опорной сети, включенный в каталог
						11	11 - Пункт полевой опорной сети, включенный в текстовый каталог
						12	12 - Опорный гравиметрический пункт III класса, не включенный в каталог
						13	13 - Пункт государственной гравиметрической сети III класса, включенный в каталог
						14	14 - Пункт полевой опорной сети, включенный в каталог
						15	15 - Пункт полевой опорной сети, не включенный в каталог
						16	16 - Пункт морской опорной сети
						17	17 - Пункты морской опорной сети и полевой опорной сети, включенные в текстовый каталог
						18	18 - Пункты морской опорной сети и полевой опорной сети, включенные в каталог
						19	19 - опорный гравиметрический пункт II класса, включенный в каталог

Рис. 2. Создание домена по типу гравиметрических пунктов.

Сурет 2. Гравиметриялық пункттер түрі бойынша домен құру.

Figure 2. Creating a Domain Based on the Type of Gravimetric Points.

Результаты и обсуждения

На рис. 3 представлен единый векторный массив данных на всю территорию Казахстана.

Структура атрибутивной таблицы точечных гравиметрических данных

Таблица 1

Нүктелік гравиметриялық деректердің атрибуттық кестесінің құрылымы

Кесте 1

Structure of the Attribute Table of Point Gravity Data

Table 1

Имя поля	Содержание	Тип данных
OBJECTID	Номер объекта	Double
Longitude_WGS84	Долгота WGS84 в десятичных градусах	Double
Latitude_WGS84	Широта WGS84 в десятичных градусах	Double
Bouguer_simple_anomaly_267	Аномалия Буге_267	Double
Terrain_correction	Значение поправки за рельеф	Double
H	Значение высоты в Балтийской системе	Double
Depth	Глубина водного бассейна	Double
Free_air_anomaly	Аномалия в свободном воздухе	Double
G0	Нормальное значение силы тяжести	Double
Latitude_Deg_Min_Sec	Долгота WGS84 в десятичных градусах	Text (25)
Longitude_Deg_Min_Sec	Широта WGS84 в десятичных градусах	Text (25)
Point_type	Тип пункта	Double
Map_Index	Номенклатура карты	Text (25)
Map_Type_267	Тип карты для плотности 2.67	Text (25)
Condition_for_observation_point	Условие использования пункта наблюдения для построения матрицы	Double
E_UTM	Значение восточной координаты в проекции UTM соответствующей зоны	Double
N_UTM	Значение северной координаты в проекции UTM соответствующей зоны	Double
Zone	Номер зоны	Text (250)
Remarks	Примечание	Double

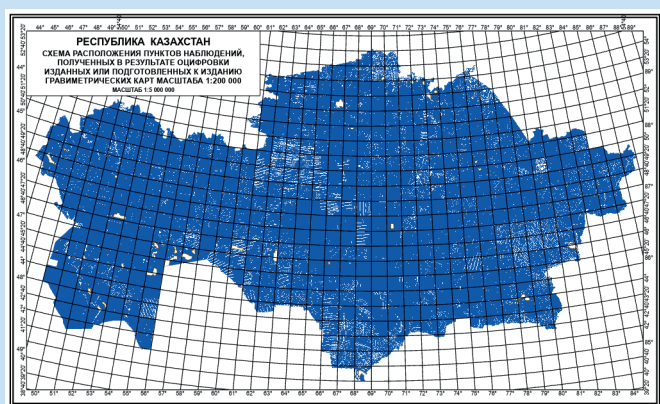


Рис. 3. Схема расположения пунктов наблюдения, полученных в результате оцифровки.

Сурет 3. Цифрландыру нәтижесінде алынған бақылау пункттерінің орналасу схемасы.

Figure 3. Scheme of Observation Points Location Obtained from Digitization.

В растровую мозаику включены растры, полученные КазНИТУ им. К.И. Сатпаева от Национальной Геологической Службы (НГС).

Общее количество оцифрованных пунктов составило 667 790, из них 10 205 пунктов – это пункты, которые не участвовали при подготовке к изданию гравиметрических карт, 5 723 пункта – дополнительно исключенные в результате увязочно-проверочных работ. В процентном соотношении количество пунктов, не использованных при составлении изданных гравиметрических карт, составляет 1,5%, а процент пунктов, исключенных при составлении сводной модели, 0,9%.

В финальную базу данных ArcGIS загружены только пункты, использованные при составлении цифровых моделей, в количестве 651 862 пункта. Такая структура базы данных обеспечивает высокую точность моделирования геоида и возможность последующего расширения и актуализации данных.

Результаты работ в рамках каждого миллионного листа сведены в единую базу цифрового массива гравиметрических данных по территории республики «Geoid.gdb», структура представлена в рис. 4.

Материалы, полученные и структурированные в результате выполненных работ, успешно использованы при создании сводной цифровой модели аномалий силы тяжести в свободном воздухе на всю площадь Республики Казахстан. На основе полученной модели впервые была

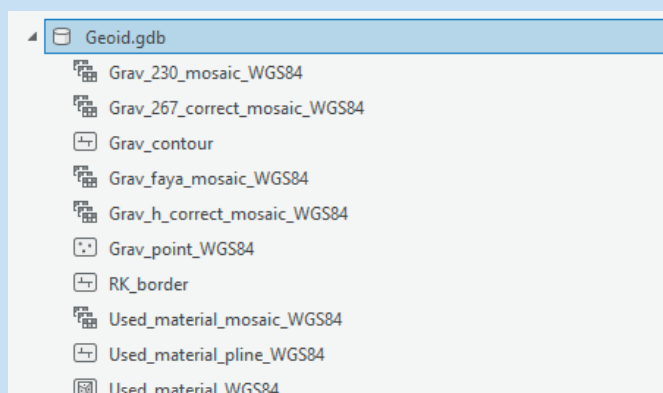


Рис. 4. Финальная база данных ArcGIS «Geoid.gdb».
Сурет 4. ArcGIS «Geoid.gdb» соңғы деректер базасы.
Figure 4. Final ArcGIS database «Geoid.gdb».

составлена карта аномалий силы тяжести в свободном воздухе масштаба 1:1000000 в цифровом формате в среде географической информационной системы ArcGIS.

Полученная база данных благодаря ее структуре и информативности может быть успешно использована при решении вопросов как геолого-геофизических, так и задач геодезии.

Заключение

В рамках проведенного исследования разработана геопространственная база данных гравиметрической информации, предназначенная для построения высокоточной

модели геоида Казахстана. Созданная цифровая платформа в среде ArcGIS обеспечила стандартизацию, интеграцию и систематизацию разнородных гравиметрических данных. Итоговый массив данных включает пункты наблюдений, прошедших предварительную верификацию и увязку, что гарантирует их высокую достоверность и согласованность.

Разработанная база данных представляет собой основу для различных геодезических и геофизических исследований, включая уточнение параметров геоида.

Перспективы дальнейшего развития включают расширение массива данных за счет новых гравиметрических измерений, интеграцию со спутниковыми гравитационными данными и применение усовершенствованных алгоритмов интерполяции и сглаживания для повышения точности моделирования. Разработанная база данных обладает высокой научной и практической значимостью и может служить основой для последующих исследований в области геодезии и геофизики, направленных на совершенствование методов построения и уточнения моделей гравитационного поля Земли.

Благодарность

Данное исследование финансируется Комитетом по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR21882366 «Разработка модели геоида Республики Казахстан, как основа единой государственной системы координат и высот»).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Торге В., Мюллер Й. Геодезия. 4-е изд. Берлин: Walter de Gruyter GmbH, 2012. 433 с. (на английском языке)
2. Подготовка гравиметрической основы для создания модели геоида Казахстана / Касымканова Х.М. [и др.] // Вестник ВКТУ. 2024. № 3. С. 62–67 (на русском языке)
3. Оценка глобальных моделей гравитационного поля высокой степени на территории Казахстана / Косарев Н. [и др.] // International Journal of Engineering and Geosciences. 2025. Т. 10. № 1. С. 14–21 (на английском языке)
4. Разработка и оценка глобальной модели гравитационного поля Земли 2008 (EGM2008) / Павлис Н.К. [и др.] // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 2012. Т. 117. С. 1–38 (на английском языке)
5. Актуализированная комбинированная глобальная модель гравитационного поля, включающая данные GOCE до степени и порядка 2190 (EIGEN-6C4) / Förste C. [и др.] // GFZ Data Services. 2014. С. 1–8 (на английском языке)
6. Цингерле П., Пайл Р., Грубер Т., Ойконониду Х. Комбинированная глобальная модель гравитационного поля XGM2019e // GFZ Data Services. 2019. С. 1–10 (на английском языке)
7. Оценка глобальных геопотенциальных моделей в Казахстане на основе высот геоида и аномалий силы тяжести / Шоганбекова А. [и др.] // Вестник Казахской ведущей академии архитектуры и строительства. 2024. Т. 92. № 2. С. 194–209 (на английском языке)
8. Оценка точности цифровых моделей рельефа для локального моделирования геоида // Научный вестник Национального горного университета. 2024. С. 151–156 (на английском языке)
9. Ли Цзин, Цзян Чжи. Достижения в обработке геопространственных данных на основе ArcGIS // International Journal of Geographic Information Science. 2018. Т. 32. № 4. С. 635–654 (на английском языке)
10. Матчин В.Т. Геоданные и базы данных // Прикладная геоинформатика. 2017. Т. 20. № 3. С. 100–102 (на русском языке)
11. Дзюба О.В., Демидов В.К., Данилов А.В. Сравнительная характеристика систем управления базами данных для построения сервера геологической БД // Геоинформационные технологии. 2019. № 2. С. 45–50 (на русском языке)

12. К вопросу создания единой базы геолого-геофизической информации по нефтегазовым месторождениям Казахстана / Жылкыбаева Г.А. [и др.] // Вестник Атырауского института нефти и газа. 2017. Т. 41. № 1. С. 14–19 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Torge W., Müller J. Геодезия. 4-бас. Берлин: Walter de Gruyter GmbH, 2012. 433 б. (ағылшын тілінде)
2. Қазақстан геоиды моделін жасау үшін гравиметриялық негізді дайындау / Касымқанова Х.М. [және т. б.] // ШҚТУ Хабаршысы. 2024. № 3. Б. 62–67 (орыс тілінде)
3. Қазақстан аумағындағы жоғары дәрежелі жаһандық гравитациялық өріс модельдерін бағалау / Kosarev N. [және т. б.] // International Journal of Engineering and Geosciences. 2025. Т. 10. № 1. Б. 14–21 (ағылшын тілінде)
4. Pavlis N.K., Holmes S.A., Kenyon S.C., Factor J.K. Жердің гравитациялық моделі 2008 (EGM2008) әзірлеу және бағалау // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 2012. Т. 117. Б. 1–38 (ағылшын тілінде)
5. GOCE деректері негізінде 2190 дәрежеге дейінгі GFZ Potsdam және GRGS Toulouse (EIGEN-6C4) біріктірілген жаһандық гравитациялық өріс моделі / Förste C. [және т. б.] // GFZ Data Services. 2014. Б. 1–8 (ағылшын тілінде)
6. Zingerle P., Pail R., Gruber T., Oikonomidou X. XGM2019e біріктірілген жаһандық гравитациялық өріс моделі // GFZ Data Services. 2019. Б. 1–10 (ағылшын тілінде)
7. Қазақстанда геоид биіктіктері мен гравитациялық аномалиялар негізінде жаһандық геопотенциал модельдерін бағалау / Shoganbekova A. [және т.б.] // Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясының Хабаршысы. 2024. Т. 92. № 2. Б. 194–209 (ағылшын тілінде)
8. Жергілікті геоид моделін құруға арналған сандық биіктік модельдерінің дәлдігін бағалау // Украин Ұлттық Тау-кен университетінің Ғылыми хабаршысы. 2024. Б. 151–156 (ағылшын тілінде)
9. Li J., Jiang Z. ArcGIS негізіндегі геокеңістіктік деректерді өңдеудің жаңа бағыттары // International Journal of Geographic Information Science. 2018. Т. 32. № 4. Б. 635–654 (ағылшын тілінде)
10. Матчин В.Т. Геодеректер базалары // Қолданбалы геоақпараттану. 2017. Т. 20. № 3. Б. 100–102 (орыс тілінде)
11. Дзюба О.В., Демидов В.К., Данилов А.В. Геологиялық деректер базасы серверін құру мақсатында деректер базасын басқару жүйелерінің салыстырмалы сипаттамасы // Геоақпараттық технологиялар. 2019. № 2. Б. 45–50 (орыс тілінде)
12. Қазақстандағы мұнай-газ кен орындары бойынша геологиялық-геофизикалық ақпараттың бірыңғай деректер базасын құру мәселесі / Жылқыбаева Г.А. [және т. б.] // Атырау мұнай және газ институтының Хабаршысы. 2017. Т. 41. № 1. Б. 14–19 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Torge W., Müller J. Geodesy. 4th ed. Berlin: Walter de Gruyter GmbH, 2012. 433 p. (in English)
2. Podgotovka gravimetricheskoy osnovy dlya sozdaniya modeli geoida Kazakhstana [Preparation of gravimetric base for creating Kazakhstan's geoid model], Kasymkanova Kh.M. [et al.], Vestnik VKTU [Bulletin of East Kazakhstan Technical University]. 2024. No. 3. 62–67 pp. (in Russian)
3. Evaluation of the high-degree global gravity field models in the territory of Kazakhstan / Kosarev N. [et al.] // International Journal of Engineering and Geosciences. 2025. V. 10. No. 1. 14–21 pp. (in English)
4. The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008) / Pavlis N.K. [et al.] // Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 2012. V. 117. 1–38 pp. (in English)
5. The latest combined global gravity field model including GOCE data up to degree and order 2190 of GFZ Potsdam and GRGS Toulouse (EIGEN-6C4) / Förste C. [et al.] // GFZ Data Services. 2014. 1–8 pp. (in English)
6. Zingerle P., Pail R., Gruber T., Oikonomidou X. The combined global gravity field model XGM2019e // GFZ Data Services. 2019. 1–10 pp. (in English)
7. Evaluation of Global Geopotential Models in Kazakhstan Based on Geoid Heights and Gravity Anomalies / Shoganbekova A. [et al.] // Bulletin of Kazakh Leading Academy of Architecture and Construction. 2024. V. 92. No. 2. 194–209 pp. (in English)
8. Assessment of Digital Elevation Models Accuracy for Local Geoid Modeling // Scientific Bulletin of the National Mining University. 2024. 151–156 pp. (in English)
9. Li J., Jiang Z. Advances in ArcGIS-based Geospatial Data Processing // International Journal of Geographic Information Science. 2018. V. 32. No. 4. 635–654 pp. (in English)
10. Matchin V.T. Bazy geodannykh [Geodatabases], Prikladnaya geoinformatika [Applied Geoinformatics]. 2017. V. 20. No. 3. 100–102 pp. (in Russian)
11. Dzyuba O.V., Demidov V.K., Danilov A.V. Sravnitel'naya kharakteristika sistem upravleniya bazami dannykh s tsel'yu postroeniya servera geologicheskoy bazy dannykh [Comparative characteristics of

database management systems for building a geological database server], *Geoinformatsionnye tekhnologii [Geoinformation Technologies]*. 2019. No. 2. 45–50 pp. (in Russian)

12. K voprosu sozdaniya edinoi bazy dannykh geologo-geofizicheskoy informatsii po neftegazovym mestorozhdeniyam Kazakhstana [On the issue of creating a unified database of geological and geophysical information on Kazakhstan's oil and gas fields], Zhilkybaeva G.A. [et al.], *Vestnik Atyrauskogo instituta nefti i gaza [Bulletin of the Atyrau Institute of Oil and Gas]*. 2017. V. 41. No. 1. 14–19 pp. (in Russian)

Сведения об авторах:

Ержанқызы А., Ph.D, старший преподаватель Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), a.yerzhankyzy@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-2559-3220>

Нұрақынов С.М., ведущий научный сотрудник, ТОО «Институт ионосферы» (г. Алматы, Казахстан), snurakynov@ionos.kz; <https://orcid.org/0000-0001-9735-7820>

Бермуханова А.М., Ph.D докторант по специальности «Геопространственная цифровая инженерия», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), aigerimbermukhanova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4260-9637>

Қожахметов М.С., научный сотрудник в лаборатории спутниковых и геодинамических исследований, ТОО «Институт ионосферы»; Ph.D докторант по специальности «Геопространственная цифровая инженерия» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), magzhan.kozhakhmetov@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-9433-8674>

Авторлар туралы мәліметтер:

Ержанқызы А., Ph.D, аға оқытушы Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Нұрақынов С.М., «Ионосфера институты» ЖШС Жетекші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Бермуханова А.М., Геокеңістіктік цифрлық инженерия» мамандығы бойынша Ph.D докторанты, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Қожахметов М.С., «Спутниктік және геодинамикалық зерттеулер» зертханасының ғылыми қызметкері, «Ионосфера институты» ЖШС; «Геокеңістіктік цифрлық инженерия» мамандығы бойынша Ph.D докторанты, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Yerzhankyzy A., Ph.D, Senior Lecturer, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Nurakynov S.M., Leading researcher at the «Institute of Ionosphere» LLP (Almaty, Kazakhstan)

Bermukhanova A.M., Ph.D candidate in «Geospatial Digital Engineering» at Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Kozhakhmetov M.S., Researcher at the Laboratory of Satellite and Geodynamic Research, LLP «Institute of Ionosphere»; Ph.D candidate in «Geospatial Digital Engineering» at Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

ВЫСТАВКА

24-26 сентября 2025

23-я международная выставка-форум



ПРОМЫШЛЕННЫЙ САЛОН

Ваше оборудование — наши покупатели

18+

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



МИНИСТЕРСТВА
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ТОРГОВЛИ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ



СОЮЗ
МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ
РОССИИ



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПАЛАТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПАЛАТЫ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

г. Самара, ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-24

www.expo-volga.ru