

ISSN 2220-685X

ИНЖЕНЕРЛІК ГРАФИКА ЖӘНЕ КӘСІБИ БІЛІМ ПРОБЛЕМАЛАРЫ



Ғылыми-педагогикалық журнал
Scientific-pedagogical journal
Научно-педагогический журнал

**PROBLEMS OF
ENGINEERING AND
PROFESSIONAL EDUCATION**

**ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ
ГРАФИКИ И
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ**

Том • Volume

3

(42) 2017

Редакция алқасы

В.Е. Михайленко (Украина), А. Хасанов (Түркия), В.И. Якунин (Ресей), Р. Авазов (Америка Құрама Штаттары), Ж.М. Есмұхан (Қазақстан), В.А. Плоский (Украина), Б.Н. Нұрмаханов (Қазақстан), Д.Ф. Кучкарова (Өзбекстан), В.И. Римшин (Ресей), Ж.Ж. Жаңабаев (Қазақстан), А. Рей (Біріккен Араб Әмірліктері), Д.А. Тусупов (Қазақстан), Т.К. Мусалимов (Қазақстан), Н.Б. Қалабаев (Қазақстан), А.Р. Хазболатов (Қазақстан), А.Ж. Жүсіпбеков (Қазақстан), С.К. Баймұқанов (Қазақстан), Т.К. Самуратова (Қазақстан), С.Б. Енкебаев (Қазақстан), Ж.А. Шахмов (Қазақстан), Р.Е. Лукпанов (Қазақстан).

Бас редактор
Әуез Кенесбекулы Бәйдібеков

Editorial board

V.E. Mihailenko (Ukraine), A. Hasanov (Turkey), V.I. Yakunin (Russia), R. Avazov (United States of America), J.M. Esmukhan (Kazakhstan), V.A. Ploskiy (Ukraine), B.N. Nurmahanov (Kazakhstan), D.F. Kuchkarova (Uzbekistan), V.I. Rimshin (Russia), Zh.Zh. Zhanabayev (Kazakhstan), A. Rghei (United Arab Emirates), D.A. Tusupov (Kazakhstan), T.K. Mussalimov (Kazakhstan), N.B. Kalabaev (Kazakhstan), A.R. Khazbulatov (Kazakhstan), A.Zh. Zhussupbekov (Kazakhstan), S.K. Baimukhanov (Kazakhstan), T.K. Samuratova (Kazakhstan), S.B. Yenkebayev (Kazakhstan), Zh.A. Shakhmov (Kazakhstan), R.E. Lukpanov (Kazakhstan).

Chief Editor
Aueyz Baidabekov

Редакционная коллегия

В.Е. Михайленко (Украина), А. Хасанов (Турция), В.И. Якунин (Россия), Р. Авазов (Соединённые Штаты Америки), Ж.М. Есмұхан (Қазақстан), В.А. Плоский (Украина), Б.Н. Нұрмаханов (Қазақстан), Д.Ф. Кучкарова (Узбекистан), В.И. Римшин (Россия), Ж.Ж. Джанабаев (Қазақстан), А. Рей (Объединённые Арабские Эмираты), Д.А. Тусупов (Қазақстан), Т.К. Мусалимов (Қазақстан), Н.Б. Қалабаев (Қазақстан), А.Р. Хазбулатов (Қазақстан), А.Ж. Жусупбеков (Қазақстан), С.К. Баймұханов (Қазақстан), Т.К. Самуратова (Қазақстан), С.Б. Енкебаев (Қазақстан), Ж.А. Шахмов (Қазақстан), Р.Е. Лукпанов (Қазақстан).

Главный редактор
Байдабеков Ауез Кенесбекович

web сайт: <http://www.enu.kz/ru/>; <http://apgerk.kz>
e-mail: journal.enu@gmail.com

УДК 528

Радарный интерферометрический мониторинг уникальных зданий г.Астана

Айткожин Азамат Талгатович

магистрант Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева

Аңдатпа. Белгілі болғандай, бірнеше деректер ғарыш радар нәтижелері бірдей параметрлермен орындалған сол аймағын, түсіру және геометрия түсіру (жер бетіне) жер бетінің немесе ғимараттар сантиметр жылжып бағалау немесе тіпті миллиметрлік мүмкін (ғимараттар мен құрылымдар үшін) ішінде. Осы міндетті шешу үшін радиолокациялық суреттерді көп өтпелі сериялы интерферометрикалық өңдеу орындалуы тиіс.

Кілт сөздер: *радиолокациялық бейнелеу, интерферометрикалық өңдеу, SARscape (ExelisVIS, АҚШ, Франция), Совзонд.*

Аннотация. Как известно, по результатам многопроходных космических радарных съемок одной и той же территории, выполненных с одинаковыми параметрами и геометрией съемки, возможно оценивать смещения земной поверхности или зданий и сооружений с сантиметровой (для земной поверхности) и даже с миллиметровой (для зданий и сооружений) точностью. Для решения этой задачи необходимо выполнение интерферометрической обработки радарных снимков многопроходной серии.

Ключевые слова: *съемка, интерферометрическая обработка, SARscape (ExelisVIS, США-Франция), Совзонд.*

Abstract. As is known, based on the results of multipass space radar surveys of the same territory, performed with the same parameters and survey geometry, it is possible to estimate the displacements of the earth's surface or buildings and structures with a centimeter (for the earth's surface) and even millimeter (for buildings and structures). To solve this problem it is necessary to perform interferometric processing of radar images of the multipass series.

KeyWords: *Radar imaging, interferometric processing, SARscape (ExelisVIS, USA-France), Sovzond.*

Использование современных программ и технологий позволяет упростить и автоматизировать процесс обработки результатов наблюдений, а следовательно, уменьшить затраты времени на выполнение этих действий, в результате чего увеличивается эффективность и производительность труда.

Широкое применение спутниковых радарных данных началось в 1991 г. с запуском спутника *ERS-1* (Европейское космическое агентство) с *РСА* на борту. С тех пор было запущено большое количество коммерческих и научных радарных спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Большое количество средств наблюдений, радарных спутников, обусловило скачкообразный рост числа

проектов, выполняемых с использованием радарных данных ДЗЗ, большую часть которых составляют проекты, основанные на технологии радарной интерферометрии. Последовательная интерферометрия постоянных рассеивателей радарного сигнала (PS). Этот вариант радарной интерферометрии характеризуется максимально возможной точностью оценки смещений (2-4 мм для зданий и сооружений при условии использования на входе не менее 30 радарных съемок за период не менее 1 года). Входными данными для обработки должны являться радарные снимки одной и той же территории за разные даты, сделанные в одной и той же геометрии съемки спутникового радара. Интерферометрическая обработка пары снимков состоит из нескольких базовых шагов:

1. Совмещение основного и вспомогательного радарных изображений интерферометрической пары (в автоматическом режиме либо с ручным вводом контрольных точек).

2. Генерация интерферограммы, являющейся результатом комплексного поэлементного перемножения основного изображения и вспомогательного изображения, геометрически совмещенного с основным.

3. Вычитание из интерферограммы синтезированной фазы рельефа, рассчитанной из имеющейся ЦМР или ЦММ, либо модели эллипсоида, либо путем задания средней по площади снимка высотной отметки (для равнинных областей) с получением на выходе дифференциальной интерферограммы, на которой один полный спектр цветов (интерференционный цикл) соответствует смещениям земной поверхности, равным половине длины волны радиолокатора.

4. Фильтрация интерферограммы, позволяющая в определенной степени уменьшить фазовый шум (помехи) за счет закругления выходной модели смещений земной поверхности.

5. Получение файла когерентности (корреляции фаз) для области перекрытия двух снимков, составляющих интерферометрическую пару, в значениях от 0 до 1 для каждой пары соответствующих друг другу пикселей.

6. Развертка фазы (процедура перехода от относительных значений фазы к абсолютным) и устранение разрывов фазы с отсечением по порогу когерентности.

7. Коррекция значения орбитальных параметров спутника по наземным контрольным точкам.

8. Преобразование абсолютных значений фазы в смещения земной поверхности в миллиметрах.

Вся цепочка интерферометрической обработки, а также многие другие дополнительные функции реализованы в программном комплексе *SARscape* (Exelis VIS, США), являющемся набором дополнительных модулей программы *ENVI* (Exelis VIS, США). Эксклюзивным дистрибьютором этих программных продуктов на территории России и СНГ является компания «Совзонд».

Результатом обработки является векторный файл точек (шейп-файл для программы *ArcGIS* и *kml*-файл для программы *GoogleEarth*), в атрибутах которых записаны: смещения на каждую дату съемки в мм; среднегодовая скорость смещений в мм/год; суммарная величина смещений в мм; когерентность; высота над эллипсоидом *wgs-84*.

Результаты интерферометрической обработки нередко осложнены различными факторами, дающими системную ошибку определения смещений, возрастающую от одного конца снимка к другому. К таким помехам можно отнести влияние неточности знания орбит спутника, влияние непараллельности орбит спутника, атмосферные артефакты и др. Этот метод хорошо подходит для решения задач по определению небольших относительных смещений земной поверхности с применением радиоволн с короткой длиной волны (сантиметрового порядка). Из находящихся сегодня на орбите радарных спутников наиболее оптимальной для решения задач мониторинга смещений и деформаций земной поверхности и сооружений авторам представляется уникальная спутниковая группировка из четырех радарных спутников-близнецов *COSMO-SkyMed-1-4* (e-GEOS, Италия). Дистрибьютором данных с этой группировки спутников в России и СНГ является компания «Совзонд». Именно с использованием данных этой спутниковой группировки в период с 2011 по 2013 г. выполнен проект по мониторингу смещений и деформаций зданий и сооружений в Астане. Для обработки по методу *PSP-IfSAR* был выбран участок территории Астаны размерами 10x10 км (Рис. 1), в границах которого находятся все основные объекты, построенные в последнее десятилетие. На обрабатываемом участке размерами выявлено 442 000 точек - постоянных рассеивателей радарного сигнала, т.е. в среднем 4420 точек/кв. км.

Уголковый отражатель - радиолокационный отражатель, представляющий из себя набор взаимно перпендикулярных металлических (иногда стеклянных) граней треугольной, секторной или прямоугольной формы. Принцип действия уголкового отражателя основан на свойстве трёхгранного угла с взаимно перпендикулярными плоскостями отражать попадающие в него лучи строго в обратном направлении. На

некоторых локальных участках плотной застройки количество точек достигало величин более 10 000 точек/кв. км. Для каждой точки вычислены величины смещений в миллиметрах по состоянию на каждую дату съемки. Дополнительно рассчитаны среднегодовая скорость смещений в миллиметрах в год, а также высота в метрах над эллипсоидом *WGS-84*.



Рисунок 1: Карта покрытия территории Астаны и участка 10x10 км, определенного заказчиком для более детального анализа (зеленый контур) данными съемок COSMO-SkyMed-1-4 (голубые контуры)

Визуализация результатов выполнялась с использованием программных комплексов *ENVI* (Exelis VIS, США) и *ArcGIS* (Esri, США). Интерферометрическая обработка данных многопроходных космических радарных съемок выполнялась без наземных контрольных точек и без использования данных наземных наблюдений. Далее приведу несколько выявленных случаев смещений и деформаций. На рисунке 3 приведены деформации высотного здания национального медиацентра.

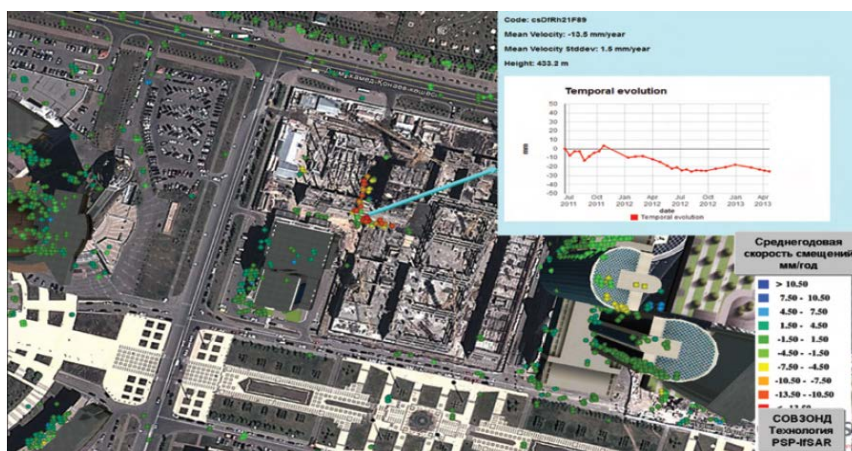


Рисунок 3: Деформации высотного здания национального медиацентра.
Справа сверху - график динамики деформаций

Здание высотой около 90 м, расположено на левобережье, примерно в 25 м от здания Казкоммерцбанка по ул.Кунаева. В качестве подложки использовался снимок из *Google Earth* (снимок за октябрь 2011 г.) - здание еще строится. Рассеивателями отбилась западная и южная части здания, обращенные навстречу лучу радара.

На рисунке 4 - деформации западного здания комплекса зданий Казахстанских железных дорог. Башня «Темир Жолы» - здание Казахстанских железных дорог, одна из высотных доминант Астаны. Высота здания - 175 метров (44 этажа).

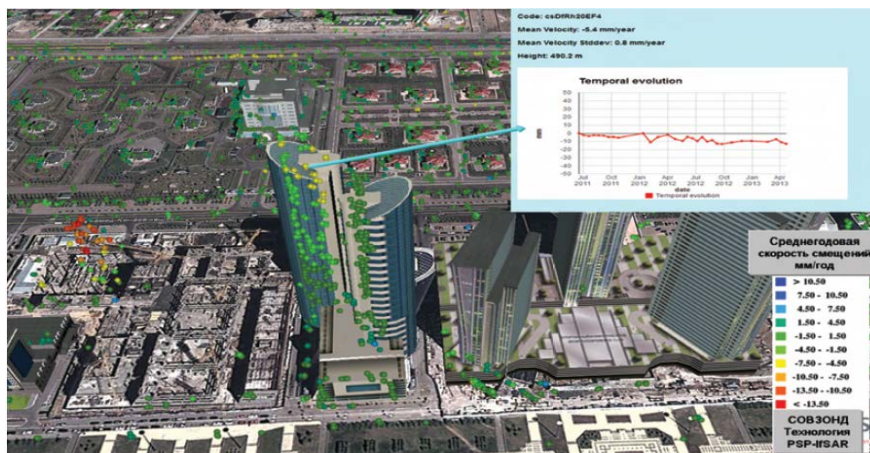


Рисунок 4: Деформации здания «Темир Жолы»

«Изумрудный квартал» - комплекс из трех высотных башен разной этажностью (37, 40, 53 этажа). «Изумрудный квартал» является высочайшим зданием в Казахстане. Самая высокая башня - 210 метров. Особенностью зданий является асимметричность, так начиная с 32 этажа увеличивается площадь последующего этажа, последний этаж отклоняется на 15 метров. Результаты мониторинга северного здания представлены на рисунке 5. Как видим из графика осадок, представленного в верхней правой части, динамика деформаций незначительна (около 1 см за 2 года). Рассеивателей на этих зданиях определено не так много, поскольку они находятся в области радарной тени от зданий Казахстанских железных дорог. В графике оседаний заметен как монотонный тренд (постоянные оседания либо деформации), так и сезонные термические деформации - оседания волнообразные, с временными поднятиями зимой и ускоренными оседаниями летом.

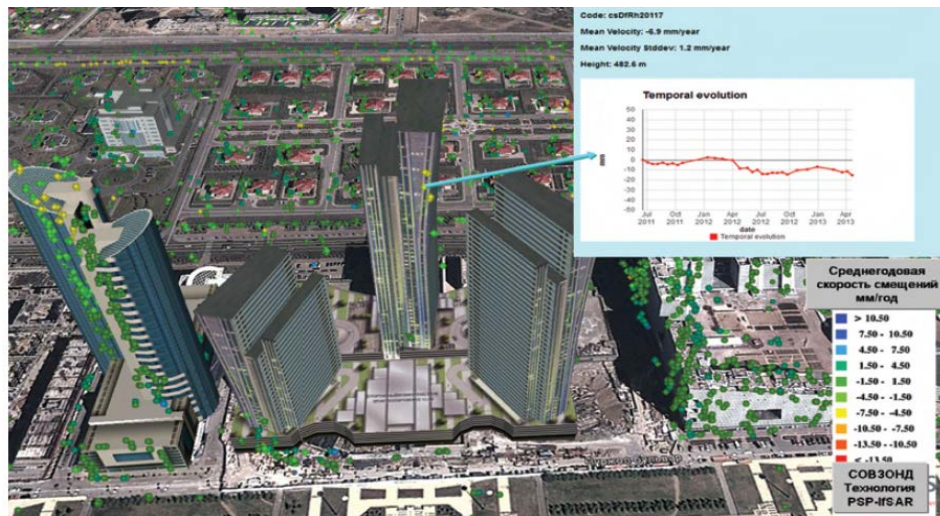


Рисунок 5: Деформации средней части северного здания «Изумрудный квартал»

Заключение

Рассмотрен один из современных методов мониторинга за деформациями-радарная интерферометрия, активно применяющийся в г.Астана при наблюдениях за уникальными и ответственными зданиями и сооружениями. Технология радарной интерферометрии доказала свою эффективность в качестве дополнения к традиционным инструментальным наблюдениям за смещениями.

Использованная литература

- [1] Геоинформационные системы и аэрокосмический мониторинг. Разработка и внедрение геоинформационных систем // URL: <https://sovzond.ru/> (дата обращения: 21.05.2017).
- [2] Космический радарный мониторинг смещений и деформаций земной поверхности и сооружений. Опыт компании «СОВЗОНД» <http://cyberleninka.ru/article/n/kosmicheskij-radarnyy-monitoring-smescheniy-i-deformatsiy-zemnoy-poverhnosti-i-sooruzheniy-opyt-kompanii-sovzond> // URL: <https://sovzond.ru/> (дата обращения: 21.05.2017).
- [3] Журнал о геоинформатике и дистанционном зондировании земли // «Геоматика». - №4. – 2013. – С. 11-16
- [4] Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс] - <https://ru.wikipedia.org/>

Автор (лар) ға ұсынымдар

- Мақала Word бағдарламасында терілген және электронды нұсқасымен, қағазға басылып өткізілуі тиіс (басқа қаладағы авторларға электронды нұсқасын өткізуге болады).
- Қарпі: мәтін үшін – Times New Roman – 11 кегль;
- Пішімі А4, беттің параметрлері: сол, оң, асты және үсті жағы – 2,5 см. Абзацтық шегіну – 0,75 см. Түзілу – ені бойынша; қатар аралық интервал – 1,5 қатар.
- Кестелер мен суреттерде нөмірлері көрсетілген толық атаулары көрсетілуі тиіс. Өлшем бірліктері СИ Халықаралық бірліктер жүйесіне сәйкес болу керек.
- Мақаланың жалпы көлемі кестелер мен суреттерді, қолданылған әдебиеттерді қосқанда 4-7 беттен кем болмауы керек.
- Бөлек қағазда автор (лар) туралы мәліметтер: аты-жөні толық, ғылыми атағы, ғылыми дәрежесі, лауазымы, жұмыс орны (мекеменің немесе ұйымның атауы), толық пошталық мекен-жайы, телефон нөмірі және e-mail.
- Журналда мақаланы жарыққа шығару мүмкіндігі туралы шешім мақалаға жазылған тәуелсіз ғалымдардың екі пікірі (рецензия) және редакция алқасының бір мүшесінің ұсынымы негізінде қабылданады. Пікір беруші мақаланың ғылыми бағытына сәйкес болу керек және жарияланатын мақаланың мазмұнына, яғни теориялық маңыздылығына, тәжірибелік құндылығына және жаңа екендігіне жауапты.
- Автор бір нөмірде 2 мақаладан артық жариялауға құқы жоқ.

Recommendations

- An article (electronic version is sufficient for foreign authors) should be typed MS Word program and presented in electronic form with mandatory listing of the text.
- Font –Times New Roman -11 pt.
- Format A4, Margins: left, right - 2,5 cm; top, bottom - 2.5 cm; Paragraph - 0.75 cm. Line spacing - 1,5.
- The tables and illustrations with their numbers and names should be given in full, the unit labeling in accordance with the International System of Units SI.
- The total volume of articles, including tables, illustrations and references of at least 4-7 pages.
- Information about the author: name, academic degree and title, place of work and position, full mailing address, telephone number, e-mail should be given on a separate sheet.
- The conclusion about the possibility of the publication of articles in the journal shall be based on two independent scientists review and recommendation by a member of the editorial board. The reviewer must comply with the scientific direction of the article and is responsible for the content of the published article, i.e., of theoretical significance, practical value of the novelty article recommender.
- The author can publish no more than two articles in the same issue.

Рекомендации авторам

- Статья должна быть набрана в программе Word и представлена в электронном варианте с обязательной распечаткой текста (для иногородних авторов достаточен электронный вариант).
- Шрифт: для текстов – Times New Roman – 11 кегль;
- Формат А4, поля : левое, правое – 2,5 см, верхнее, нижнее – 2,5 см. Абзацный отступ – 0,75 см. Выравнивание – по ширине; Междустрочный интервал – 1,5 строки.
- В таблицах и иллюстрациях с указанием их номеров все наименования следует давать полностью, единицы измерений обозначать в соответствии с Международной системой единиц СИ.
- Общий объем статьи, включая таблицы, иллюстрации и список литературы не менее 4–7 страниц.
- На отдельном листке следует привести сведения об авторе (-ах): Ф.И.О., ученая степень и звание, место работы и должность, полный почтовый адрес, номер телефона, e-mail.
- Заключение о возможности публикации статей в журнале выносится на основании 2 рецензии независимых ученых и рекомендации одного из членов редколлегии журнала. Рецензент должен соответствовать научному направлению статьи и несет ответственность за содержание публикуемой статьи, т.е. за теоретическую значимость, практическую ценность и новизну рекомендуемой статьи.
- Автор имеет право на публикацию в одном номере не более 2-х статей.

Мақаланың құрылымы

- ЭОЖ (Әмбебап ондық жіктеу саны) – сол жақ жоғарғы бұрышында.
- Автор (- лар) туралы ақпарат – аты-жөні толық, ғылыми атағы, ғылыми дәрежесі, лауазымы, жұмыс орны (мекеменің немесе ұйымның атауы); елдің атауы (жақын және алыс шетелдегі авторлар үшін).
- Мақаланың атауы.
- Жарияланатын мақаланың андатпасы мемлекеттік, орыс және ағылшын тілдерінде болу керек. Андатпаның көлемі 5-6 сөйлем немесе 500 баспа белгілері (мәтін 1/3 бет).
- Кілт сөздері 10 сөзден аспау керек.
- Мақаланың мәтіндік бөлігі. Мақаланың мәтінде көрсетілуі тиіс: мәселенің тұжырымы; мәселенің зерттеулерін талдау; зерттеудің мақсаты мен міндеттері; материалды таныстыру және ғылыми зерттеулер нәтижелерін тұжырымдау; қорытындысы.
- Қолданылған әдебиет.

Structure of the article

- UDC (Universal Decimal classification number) – placed in the upper left corner.
- Information about authors - full name, title, academic degree, position, place of work (name of institution or organization); name of the country (for foreign authors).
- Article title
- Abstract published in Kazakh, Russian and English languages. The volume of abstract is 5-6 sentences or 500 words (1/3 page of text).
- Keywords are not more than ten words.
- The text of the article should be reported: formulation of the problem, the analysis of the research problem, the goal and objectives, the presentation of material and the study received research results conclusions.
- References.

Структура статьи

- УДК (универсальный десятичный классификационный индекс) – в левом верхнем углу.
- Сведения об авторе (авторах) – ФИО полностью, ученое звание, ученая степень, должность, место работы (наименование учреждения или организации); наименование страны (для авторов ближнего и дальнего зарубежья).
- Название статьи.
- Аннотация публикуемой статьи на государственном, русском и английском языках. Объем аннотации 5-6 предложения или 500 печатных знаков (1/3 страница текста).
- Ключевые слова не более 10 слов.
- Текстовая часть статьи. В тексте статьи должны отражаться: постановка задачи; анализ исследований проблемы; цель и задачи исследований; изложение материала и обоснования полученных результатов исследований; выводы.
- Использованная литература.

Инженерлік графика және кәсіби білім проблемалары

Problems of engineering and
professional education

Проблемы инженерной графики и
профессионального образования

№ 3 (42)

Мазмұны Contents Содержание

A.Rghei	Cultural Landscape Identification, Review and Assessment: The Case of Ghadames	3
Ж.Е. Калиева Ч.А. Айдарлинов	Современное состояние производства стеновых керамических изделий	11
Э.М. Смагулова Э.Ж. Махауова	Пути улучшения качества питьевой воды Акмолинской области и меры по ее совершенствованию	21
Ж.Е. Калиева Н.Е. Оспан	Керамикалық тақташа өндірісіндегі өзекті мәселе ...	29
М.С. Кожахмет А.Ә. Абдуәлі	Арматураны бетонға алдын ала керу кезінде кернеудің жоғалуы	35
Д.Ш. Баланбаев	Особенность дешифрирования пространственных объектов по космическим снимкам в программе “ERDAS IMAGINE”	41
А.Т. Айткожин	Радарный интерферометрический мониторинг уникальных зданий г.Астана	49
А.Т. Жумин	Жаяужол тақташалары мен жолжиек тастарының бетон құрамын модификациялау	55
Б.С. Қайырбаев	Эпоксидті шайыр және модификаторлы қоспалар негізінде полимер цементті композициялар өндіру ...	59

ISSN 2220 - 685X



За содержание статьи ответственность несет автор

Отпечатано в типографии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева

Выпускающий редактор
к.т.н., профессор У. Кусебаев

Технический редактор
Г. Тулеуова

Издательство ЕНУ
Научно-педагогический журнал
«Проблемы инженерной графики и профессионального образования»
№ 3 (42). 2017. - 68 с.
Тираж - 300 экз. Заказ – 3

Дизайн
А. Токсанова

Адрес редакции:

010000, Республика Казахстан,
г. Астана, ул. Кажымукан, 13,
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, корпус УЛК №1, 505-кабинет.
Тел.: 8 (7172) 70-95-00 (вн. 33 506)

web сайт: <http://apggk.kz>, <http://enu.kz>
e-mail: journal.enu@gmail.com

ISSN 2220 – 685X



За содержание статьи ответственность несет автор

Отпечатано в типографии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева

Выпускающий редактор
к.т.н., профессор У. Кусебаев

Технический редактор
Г. Тулеуова

Издательство ЕНУ
Научно-педагогический журнал
«Проблемы инженерной графики и профессионального образования»
№ 3 (42). 2017. - 68 с.
Тираж - 300 экз. Заказ - 3

Дизайн
А. Токсанова

Адрес редакции:

010000, Республика Казахстан,
г. Астана, ул. Кажымукан, 13,
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, корпус УЛК №1, 505-кабинет.
Тел.: 8 (7172) 70-95-00 (вн. 33 506)

web сайт: <http://apgrk.kz>, <http://enu.kz>
e-mail: journal.enu@gmail.com

ISSN 2220 – 685X

