

Н.Ж.Жумадилова¹, А.Т.Мухамеджанова², В.С.Портнов³,
Т.Т. Мусабаев⁴, Е.П. Шин⁵

¹Кагарандинский Технический Университет имени Абылкаса Сагинова,
Караганда, Казахстан

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
e-mail: n-j-93@mail.ru

Геофизические исследования участка русла реки Есиль и оценка устойчивости откосов плотины

Аннотация. На основании требований действующих нормативных документов на территории Казахстана необходимо проводить периодический контроль за состоянием техногенных и инженерных сооружений. Система обеспечения контроля учитывает основные принципы, понятия и методы применительно к специфике объектов и параметров технического контроля, а также особенностям внедрения новых технологий и соответственно разработки новой методики для оценки состояния объекта исследования. Цель данной работы заключается в проведении комплексного исследования гидротехнических сооружений с использованием инновационного оборудования и подходов. В частности, основные задачи работы:

Определение и оценка технического состояния ограждающих дамб на основе результатов натурных наблюдений, инструментальных измерений и расчетных показателей. Это позволит оценить текущее состояние сооружений и выявить возможные деформации или повреждения.

Анализ влияния разнообразных нагрузок, включая постоянные, динамические и временные, на напряженно-деформированное состояние дамбы. Это позволит определить, как различные факторы воздействуют на инженерные конструкции и какие изменения могут происходить в долгосрочной перспективе.

Разработка рекомендаций по обеспечению надежности, безопасности и функциональной пригодности исследуемых гидротехнических конструкций. Эти рекомендации будут основываться на комплексном анализе и предоставят практические решения для поддержания структурной целостности и эффективности сооружений.

Научная новизна данной работы состоит в применении современных методов геофизических исследований и инновационного оборудования для технической оценки гидротехнических сооружений. Это открывает новые возможности для улучшения точности и надежности оценки состояния сооружений в условиях быстро меняющейся среды.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, геофизические методы, георадиолокация, грунты, аномальные зоны, подпорная стена.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2023-145-4-83-97

1. Введение

Исследования в области гидротехнических сооружений играют ключевую роль в обеспечении надежности, безопасности и функциональности инфраструктуры в условиях постоянно меняющейся природной среды и технологического прогресса. Для комплексного анализа напряженно-деформированного состояния гидротехнических сооружений

применяются разнообразные методы и технологии, включая георадиолокацию. В данном введении рассмотрены исследования, охватывающие применение георадиолокации и георадаров в анализе грунтовых и гидротехнических условий.

Одним из важных направлений исследований является применение георадиолокации при решении задач инженерной геофизики. В диссертационной работе Ефимовой Н.Н. представлены основы использования этого метода для анализа геологических структур [1].

Геофизические методы исследования также играют важную роль в изучении криолитозоны, как указано в работе [2], где рассматриваются методы анализа зон мерзлотных образований.

Разнообразные исследования в области георадиолокации проводились для обнаружения подземных структур и каверн в различных геологических условиях. Brewster M.L. и Annap A.P. исследовали мониторинг подземных разливов контролируемых веществ с помощью георадара [3]. Casas A. и другие ученые использовали георадар для выявления карстовых полостей в различных геологических средах в Испании [4].

Для высокоразрешающего маппинга геологической стратиграфии грунта и пород успешно применялись методы георадиолокации, как показали исследования [5]. Также Davis J.L. и другие исследователи провели поверхностные и буронабивные георадиолокационные исследования для картографирования геологической структуры [6].

Применение георадиолокации распространяется не только на сушу, но и на морские пространства. Например, георадар использовали для измерения толщины морского льда [7-9].

Также георадары находят свое применение в разнообразных геологических исследованиях. Размеры и формы частиц грунта влияют на георадарные волны [10-12]. Brown J. и соавторы применили георадары для оценки плотности снега на Гренландском леднике [13].

Исследования георадиолокации также находят применение в инженерных задачах. Например, применение георадиолокации для анализа состояния земляных откосов и защитных конструкций рассматривается в данной работе. Для обеспечения стойкости и безопасности гидротехнических сооружений в условиях современных вызовов и потребностей необходимо внедрение инновационных методов и технологий, основанных на георадиолокации.

В данной работе рассматривается исследование участка водоподпорной плотины, представленной на рисунке 3, с использованием различных методов георадиолокации и георадаров. В особенности, учитываются грунтовые воды, химический состав и режим подземных вод, а также анализ конструкций для защиты от размыва и выноса. Результаты данного исследования могут оказать существенное влияние на обеспечение структурной целостности и безопасности гидротехнических сооружений. [14,15].

2. Методика исследования

Участок проектируемого объекта расположен на месте слияния правого рукава реки Ишим с левым рукавом к западу от острова в районе завода газовой аппаратуры. (см. рисунок 1)

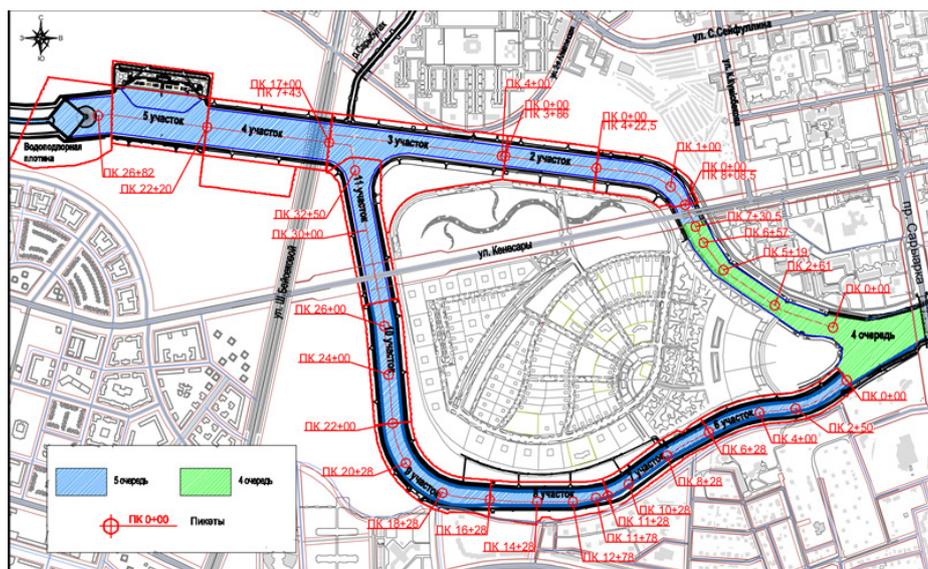


Рисунок 1. Схема участков русла реки Есиль

Часть участка русла проходит под мостом по ул. Бейсекова, где в верхней части (по течению реки) сливаются два проектируемых рукава реки, участки №3 и №11. Ниже (по течению реки) рассматриваемого участка русла расположен проектируемый участок №5.

Инженерно-геологические изыскания характеристики грунтов

По результатам камеральной обработки полевой документации буровых скважин и результатов лабораторных испытаний, отобранных проб, в разрезе участка изысканий выделен один инженерно-геологический элемент (см.рисунок 2).

Современные верхнечетвертичные отложения (tQ_{IV})

ИГЭ 0 – почвенно-растительный слой. Мощность слоя 0,2 м.

ИГЭ 0-1 – насыпные грунты – суглинок черного цвета полутвердой консистенции, перемешанный со строительным мусором. Не слежавшийся – менее 5 лет. Мощность слоя $0,8 \div 1,7$ м.

Аллювиально-пролювиальные среднечетвертичные отложения (apQ_{II-III})

ИГЭ 1-1 – глина черного цвета полутвердой консистенции, заиленная (содержание органических примесей до 9,62%). Мощность слоя 0,8м.

ИГЭ 1 – суглинок коричневого цвета от твердой до полутвердой консистенции, с прослоями песка мелкого, насыщенного водой. Мощность слоя $0,8 \div 1,5$ м.

ИГЭ 2 – суглинок коричневого цвета от тугопластичной до мягкопластичной консистенции, с прослоями песка мелкого, насыщенного водой. Мощность слоя $2,0 \div 5,5$ м.

Аллювиальные средне-верхнечетвертичные отложения (aQ_{II-III})

ИГЭ 3 – песок средней крупности, полимиктового состава, средней плотности, насыщенный водой. Мощность слоя $1,4 \div 3,9$ м.

ИГЭ 4 – песок гравелистый, полимиктового состава, средней плотности, насыщенный водой. Мощность слоя $1,5 \div 7,7$ м.

Элювиальные мезозойские отложения (eMz).

ИГЭ 5 – суглинок пестроцветный твердой консистенции. Полная мощность слоя скважинами глубиной 15,0 м не вскрыта. Вскрытая мощность слоя $4,8 \div 6,5$ м.

Грунты, слагающие верхний горизонт разреза, повсеместно подвержены морозному пучению.

Грунты, слагающие верхний горизонт разреза, повсеместно недоуплотнены. Коэффициент уплотнения составляет от 0,61 до 0,93.

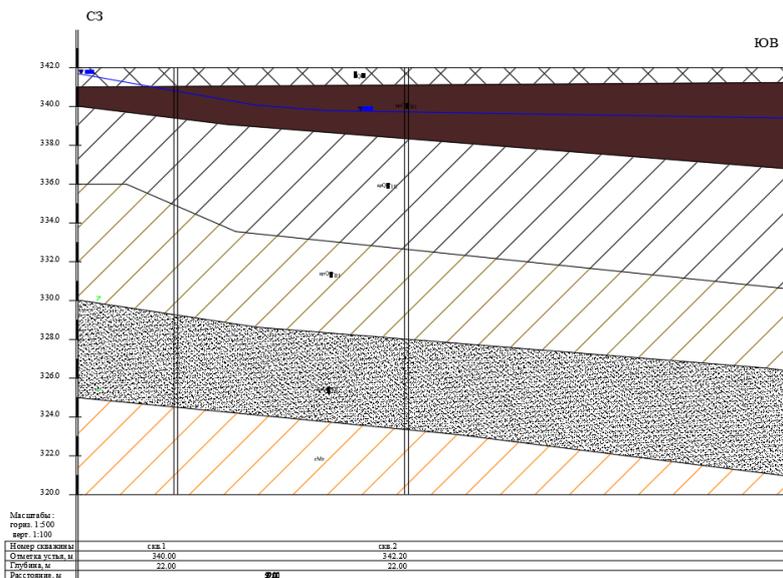


Рисунок 2. Инженерно-геологический разрез участка

Изучение структуры, формы и размеров залежей

Проектируемый отрезок русла реки общей длиной – 520 м, расположен в зоне слияния рукавов реки Ишим к западу от острова, где размещается завод газовой аппаратуры. В верхнем течении проектируемый участок граничит с участками №3 и №11, в нижнем – с участком № 5. Все указанные участки расположены в зоне острова и относятся к 5-ой очереди реконструкции русла р. Есиль.

Основными сооружениями проектируемого участка являются собственно русло реки и набережные. Русло реки сформировано в виде грунтового канала трапецеидальной формы с береговым откосом, устроенным с заложением откосов $m_1=2,5$ по правому берегу. По левому берегу набережная реки запроектирована в виде подпорных стен, образующих причальный фронт будущей базы речного порта. Основное функциональное назначение русла - пропуск паводковых вод с расчетным расходом - 703 м³/сек.

Подземные воды (типа верховодки) на исследуемом участке, вскрыты всеми скважинами. Установившийся уровень грунтовых вод 1,2÷3,6м. Абсолютные отметки установившегося уровня 340,30÷342,20 м. Распространение грунтовых вод носит спорадический характер.

В четвертичных глинистых отложениях водоносный горизонт приурочен к линзам и прослоям песка, в мезозойских отложениях к системе трещин и линзам дресвы.

Грунтовые воды безнапорные, в условиях естественного режима уровень грунтовых вод подвержен сезонным колебаниям: ожидаемый максимальный подъем уровня грунтовых вод в паводковый период (начало мая), минимальный конец января начало февраля. Максимальный уровень грунтовых вод в весенний период следует принять на 1,5 м выше замеренного в период изысканий (август 2017 г.).

Тип режима подземных вод – пойменный, основное питание подземные воды получают за счет инфильтрации атмосферных осадков и в весенний период за счет поглощения паводкового стока, а также за счет подтока трещиновых вод.

Величины коэффициентов фильтрации грунтов приведены в ведомости физико – механических свойств грунтов.

По химическому составу подземные воды сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые, с минерализацией 3712÷5351 мг/л, очень жесткие, среднеминерализованные, реакция среды по pH от кислой до слабощелочной.

В состав крепления, применяемого для защиты земляного откоса, входят четыре конструктивных частей (см. рисунок 3):

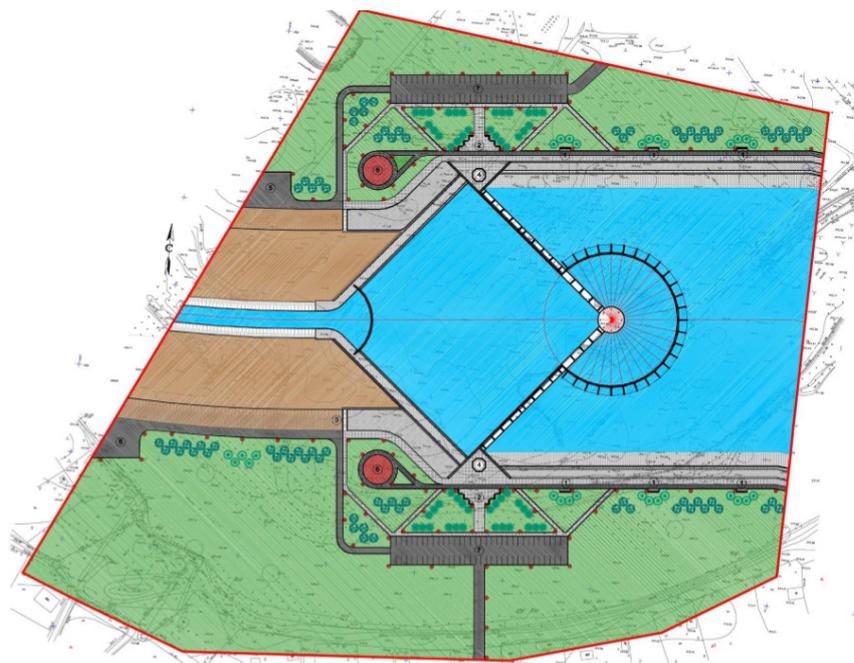


Рисунок 3. Участок водоподпорной плотины

- основное покрытие (крепление), защищающее земляной откос в зоне наиболее интенсивного механического действия волн, льда и других факторов, могущих вызвать его размыв;
- переходная часть в виде подготовки из обратного фильтра, которая служит главным образом для сопряжения покрытия с земляным откосом, для защиты от выноса (суффозии) частиц грунта откоса;
- облегченное крепление или покрытие с соответствующей подготовкой на откосе и дне в зоне ослабленных механических влияний действующих факторов;
- упор внизу основного крепления для предотвращения сползания покрытия по откосу и сопряжения основного крепления на дне или на откосе. Поперечные профили по характерным участкам представлены на рисунке 4.

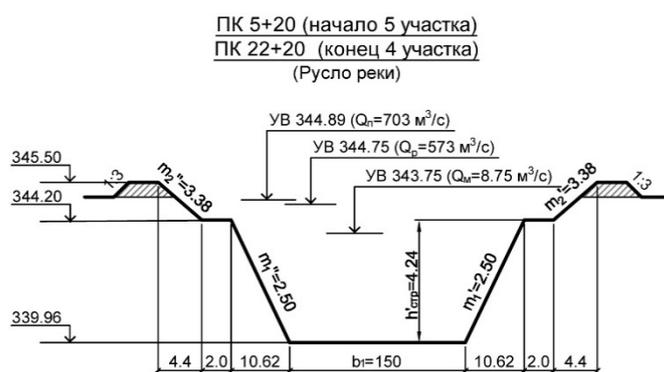


Рисунок 4. Поперечный профиль по характерным участкам

Здесь ПК 0+00(начало участка) - номер пикета по участку; ПК 17+00 (конец 3 участка) - номер пикета по гидравлическим расчетам.

Гидротехнические мероприятия. В рамках реализации проекта по инженерной защите территории города Астана от затопления паводковыми водами, меженный уровень воды реки Есиль в границах города зарегулирован на абсолютной отметке 343,75. На проектируемом отрезке ширина русла по дну после его реконструкции составляет - 150 м, глубина русла - 4,18-4,24 м.

Методика георадиолокации основана на излучении и регистрации электромагнитных волн в радио и микроволновом диапазоне, регистрации волн, отраженных от различных объектов подповерхностной среды.

Передающая антенна георадара позволяет излучать в исследуемую среду результаты измерений, полученные георадарным методом, содержат нежелательные сигналы (помехи), вызванные природными и техногенными факторами. Все возможные источники помех, присутствующие во время зондирования, должны быть отмечены и документированы. Влияние этих источников помех должно быть учтено при обработке и интерпретации данных. Фундаментальное ограничение, присущее всем геофизическим методам, заключается в том, что полученный набор данных зондирования не всегда достаточен для полной характеристики подповерхностных объектов. Для обеспечения достоверности и точности интерпретации результатов георадарного зондирования проводятся параметрические измерения на опорных (ключевых) участках, на которых осуществляется изучение геологической среды с использованием комплекса других видов работ (бурения скважин, проходки шурфов, зондирования с определением характеристик грунтов в полевых и лабораторных условиях).

Электромагнитные импульсы, которые отражаются от находящихся в ней предметов или любых неоднородностей, имеющих отличную от среды диэлектрическую проницаемость или проводимость.

Георадарный метод по глубине зондирования и разрешению зависит от характеристик грунта. Из-за высокого поглощения радиоволн применение георадарного метода нецелесообразно в морской воде, сильно засоленных грунтах, во влажных глинистых грунтах, содержащих глинистые минералы с высокой проводимостью. Для обнаружения объекта георадарным методом необходимо, чтобы объект заметно отличался от вмещающего грунта по электрическим характеристикам (по диэлектрической проницаемости или проводимости).

Левобережный железобетонный откос со стороны верхнего бьефа; 2. грунтовая площадка на поверхности гидроузла в правобережном примыкании; 3. участок донной части гидроузла от 6-го бычка до правобережного откоса (включая часть самого правобережного откоса); 4. участок донной части гидроузла, примыкающей к левобережному откосу со стороны верхнего бьефа от 3-го бычка; 5. участок донной части гидроузла верхнего бьефа перед началом всех 7 (семи) бычковыми пролетами; 6. участок донной части гидроузла под всеми 7 (семью) бычковыми пролетами. План-схема расположения георадарных профилей представлена на рисунках 5-6.

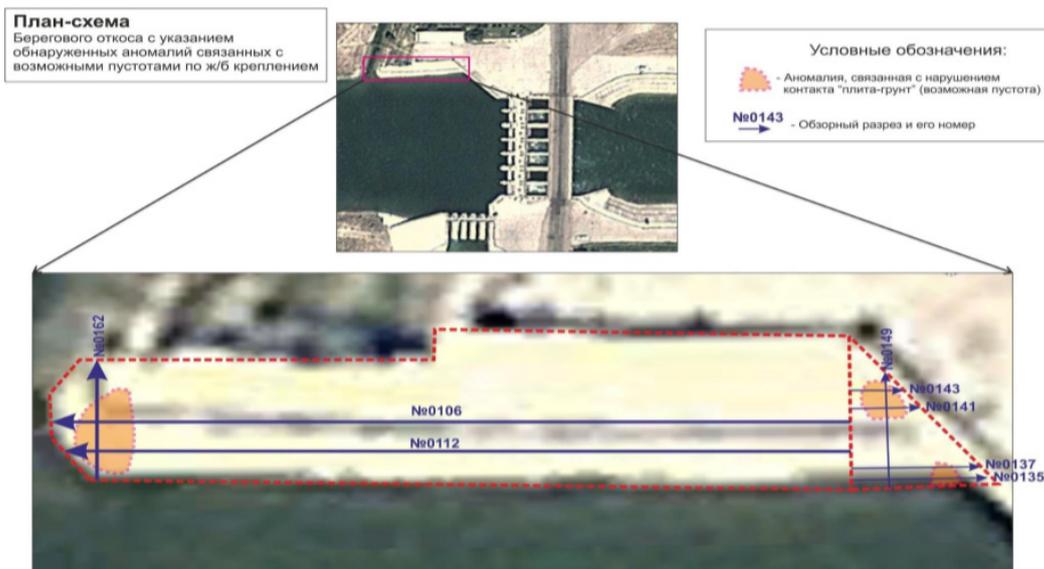


Рисунок 5. План- схема расположения георадарных профилей

На План-схеме Красной пунктирной линией обозначен контур откоса с ж\б креплениями. Синими стрелками и цифрами обозначены георадарные профили, по которым были выявлены аномальные зоны. Сами аномальные участки выделены коричневыми пятнами. Таких участка 3. Выявленные аномальные участки связаны с разуплотнением грунта под ж\б откосом или даже возможно с образовавшимися пустотами под плитами.

На План-схеме Красной точечной линией обозначен контур участка левобережного примыкания, который был исследован. (см.рисунок 6). Синими стрелками и цифрами обозначены георадарные профили. Красным прямоугольником обозначен участок, на котором были складированы металлические конструкции. На участке левобережного примыкания аномальных зон не выявлено.

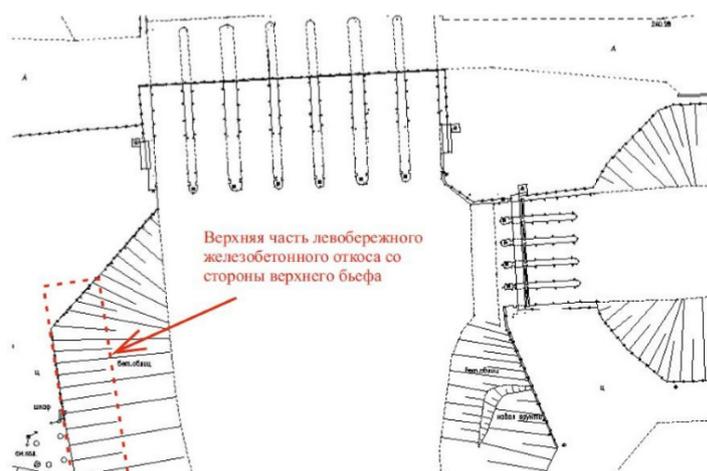


Рисунок 6. Участок железобетонного откоса со стороны верхнего бьефа

Геологическая привязка георадарных комплексов

Изучение геологического (в широком смысле) строения верхней части разреза методом георадиолокации проводится в два этапа. Первый этап заканчивается

расчленением разреза на георадарные комплексы и фации. На втором этапе необходимо выяснить их литологический состав, мощности и положение уровня грунтовых вод, для чего, как правило, используются данные бурения. Если они отсутствуют, привязка может осуществляться по имеющимся в районе работ обнажениям и по разрезам шурфов. Однако даже при наличии скважин на профиле возникает ряд проблем, одной из которых является определение скоростей распространения электромагнитных волн, необходимых для пересчета из временного в глубинный масштаб.

Результаты и дискуссия

Результаты данных геофизического исследования.

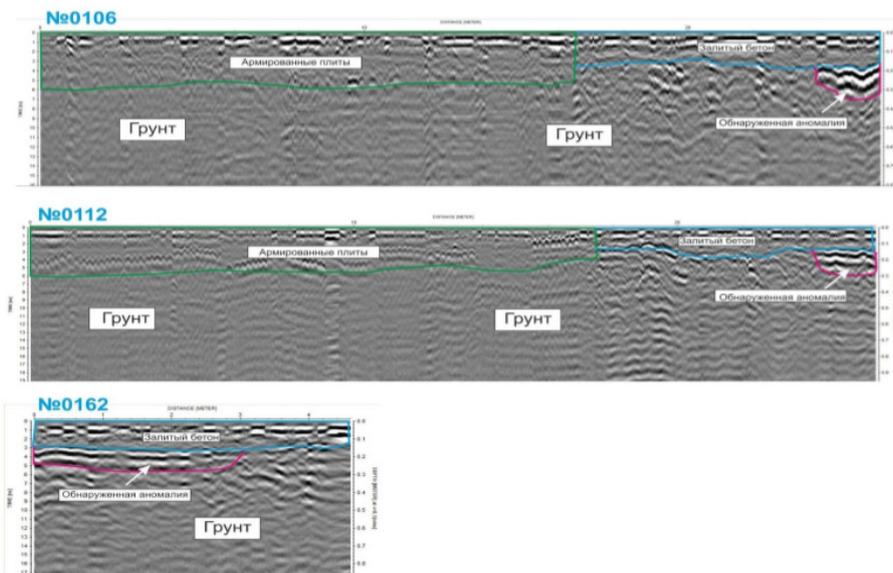


Рисунок 7. Обзорные разрезы георадарного профиля

Здесь представлены результаты георадарной съемки – обзорные разрезы на рисунке 7 (на План-схеме см.рисунок 8) это георадарные профили. На разрезах зеленой и синей линиями показаны границы слоев ж/б плиты с грунтом. Белой стрелкой указаны обнаруженные аномальные зоны. На План-схеме обнаруженные и оцифрованные аномальные зоны указаны коричневыми пятнами.

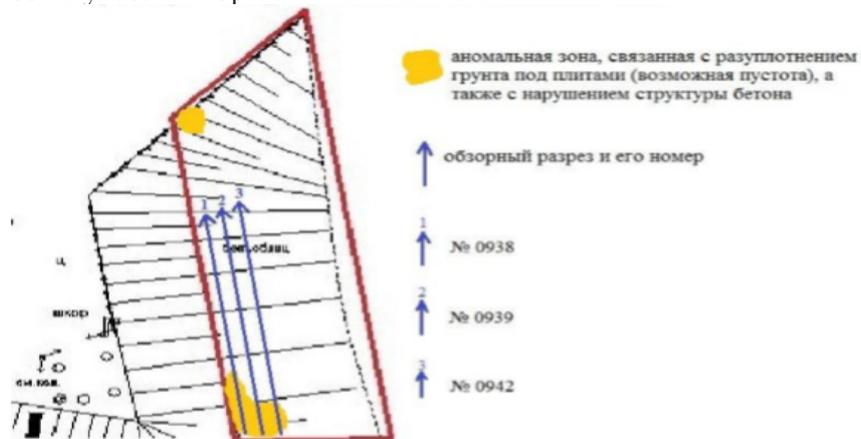


Рисунок 8. Участки аномальных зон по результатам георадарной съемки

На План-схеме Красной линией обозначен участок откоса, которой был исследован. Синими стрелками и цифрами обозначены георадарные профили, по которым были выявлены аномальные зоны. Сами аномальные участки выделены коричневыми пятнами. Таких участков 2. Выявленные аномальные участки связаны с разуплотнением грунта под ж/б креплениями (возможные пустоты) и нарушенной структурой бетона.

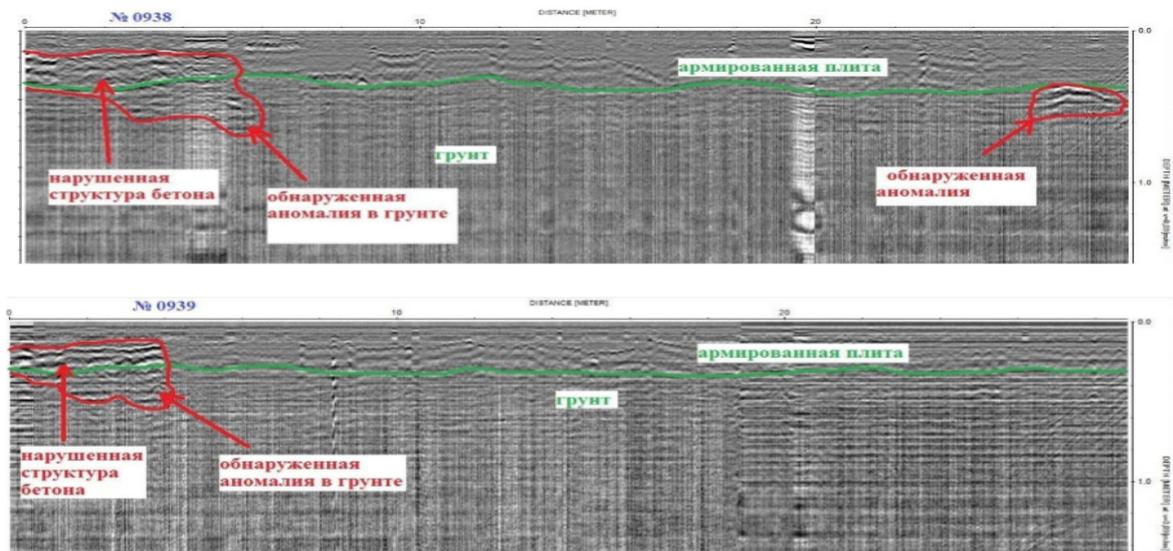


Рисунок 9. Георадарный профили с участками аномальных зон по глубине

На рисунке 9 представлены результаты георадарной съемки – обзорные разрезы (на План-схеме это георадарные профили). На разрезах зеленой линией показаны границы слоев ж/б плиты с грунтом. Красной стрелкой указаны обнаруженные аномальные зоны. На План-схеме обнаруженные и ооконтуренные аномальные зоны указаны коричневыми пятнами.

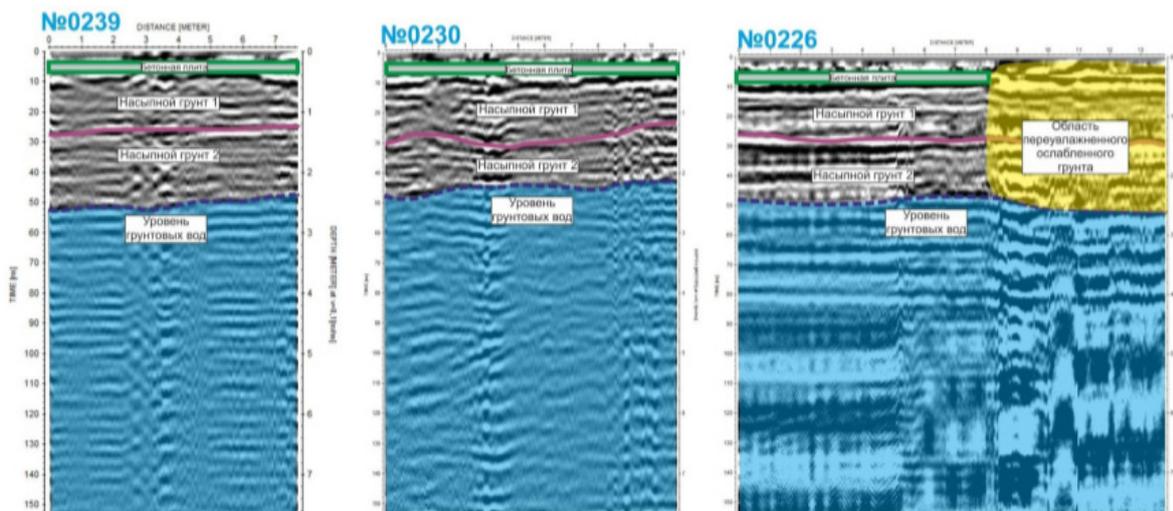


Рисунок 10. Георадарные профили в месте примыкания грунта к бетонной стене гидроузла с участками аномальных зон по глубине

Здесь представлены результаты георадарной съемки – обзорные разрезы см. рисунок 10 (на План-схеме это георадарные профили). На разрезах синей линией показан уровень

залегания грунтовых вод. Зеленой линией (полоской) указана граница слоев ж/б плиты с насыпным грунтом. Желтым пятном на разрезе №0226 указана обнаруженная аномальная зона, связанная с областью переувлажнённого ослабленного грунта.

Представлены результаты георадарной съемки – обзорные разрезы (на План-схеме это георадарные профили см.рисунок 11). На разрезах синей линией показан уровень залегания грунтовых вод. Зеленой линией (полоской) указана граница слоев ж\б плиты с насыпным грунтом. Желтым пятном на разрезе №0218 указана обнаруженная аномальная зона, связанная с областью переувлажнённого ослабленного грунта.

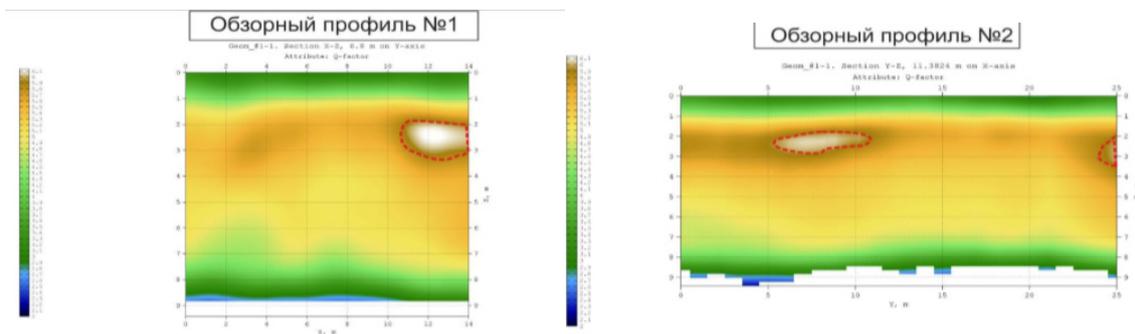


Рисунок 11. Обзорные профили 1 и 2

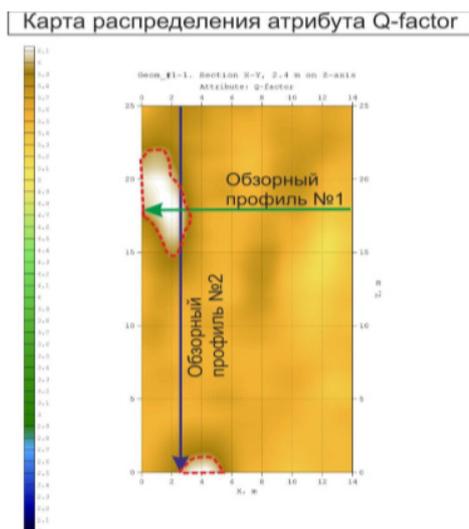


Рисунок 12. Карта распределения атрибута

На План-схеме (см. рисунок 12) Красной линией обозначен участок, который был исследован. Синими и зелеными стрелками обозначены георадарные профили, по которым были выявлены аномальные зоны. Сами аномальные участки выделены пятнами.

4. Выводы

Для определения фактического технического состояния строительных конструкций подпорной стены был осуществлён визуальный и инструментальный осмотр.

Основной причиной возникновения деформаций откосов канала послужило нарушение структуры пород с наличием структурных ослаблений по контактам слабосвязанных пород под влиянием фильтрационных потоков грунтовых вод. Грунтовые воды, питающие канал, выклиниваясь в борта канала, образуют в них выпоры в виде

оплывин в состоянии «истинных» пльвунов. При быстром снижении уровня воды в канале на его откос оказывают давление грунтовые воды, уровни которых понижаются с меньшей скоростью, чем в канале. Давление на откос измеряется указанной разностью уровней, под его воздействием происходит выпор грунта у основания откоса с последующим его оползанием.

В результате общего (сплошного) и детального инструментального обследования каких-либо дефектов и повреждений, влияющих на эксплуатационную надежность откосов канала, не выявлено. Техническое состояние канала оценено как удовлетворительное.

Список литературы

1. Ефимова Н.Н. Применение георадиолокации при решении задач инженерной геофизики. Автореферат дисс. канд. техн. наук, 1999, СПб, с.16.
2. Зыков Ю.Д. Геофизические методы исследования криолитозоны. 1999, Изд-во МГУ, с. 244.
3. Brewster M.L., Annan A.P. Ground-penetrating radar monitoring of a controlled DNAPL release: 200 MHz radar. *Geophysics*, 1994, vol. 59, № 8, p. 1211-1221.
4. Casas A., Lazaro R., Vilas M., Busquet E. Detecting karstic cavities with ground penetrating Radar at different geological environments in Spain. 1996, 6th International conference on Ground Penetrating Radar (GPR'96), p. 455-460.
5. Davis J.L., Annan A.P. Ground-penetrating Radar for high-resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting*, 1989, 37, p. 531-551.
6. Davis J.L., Killely R.W.D., Annan A.P., Vanghan C. Surface and Borehole Ground-Penetrating Radar Surveys for Mapping Geological Structure. NWWA/EPA, conf., 1984, San-Antonio, Texas, Feb.7-9, pp.681-712. 28. Jol H.M.,
7. Young R., Fisher T.G., Smith D.G., Meyers R.A. Ground penetrating radar of eskers, kame terraces, and moraines: Alberta and Saskatchewan, Canada. 1996, 6th International Conference on Ground Penetrating Radar (GPR'96), Sendai, Japan, p. 439-443.
8. Анур А., Старовойтов А.В., Владов М.Л. Опыт применения георадиолокации для выявления зон развития провалов в городе // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 1999. № 5. С. 55-57.
9. Marcin Słowik . GPR and aerial imageries to identify the recent historical course of the Obra River and spatial extent of Obrzan' skie Lake, altered by hydro-technical works *Environ Earth Sci* (2013) 70:1277–1295.
10. Gabrys, M and Ortyl, L «Georeferencing of Multi-Channel GPR-Accuracy and Efficiency of Mapping of Underground Utility Networks» *REMOTE SENSING JOURNAL* Received: 30 July 2020; Accepted: 8 September 2020; Published: 11 September 2020;
11. P. A. Morozov¹, A. I. Berkut, P. L. Vorovsky, F. P. Morozov, and S. V. Pisarev. Measuring sea ice thickness with the LOZA georadar *russian journal of earth sciences*, vol. 21, ES4003, doi: 10.2205/2021ES000767, 2021
12. Julien Guillemoteau, Maksim Bano and Jean-Remi Dujardin: Influence of grain size, shape and compaction on georadar waves: examples of aeolian dunes, *Geophysical Journal International*. Int. (2012) 190, 1455–1463
13. Joel Brown, 1, 2 John Bradford, 1Joel Harper, 2W. Tad Pfeffer, 3Neil Humphrey, 4and Ellen Mosley-Thompson - Georadar-derived estimates of firn density in the percolation zone, western Greenland ice shee *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 117, F01011, doi:10.1029/2011JF002089, 2012
14. Rudolf S. Sanzharovskiy, Frieder Sieber, Tatyana N. Ter-Emmanuilyan The theory of calculation of reinforced concrete structures and the principles of the Eurocode Structural Mechanics of Engineering *Constructions and Buildings* 2021. 17(5). 455–465
15. Talal Awwad, Turlybek Mussabayev, Assel Tulebekova, Atogali Jumabayev Development of the computer program of calculation of concrete bored piles in soil ground of Astana city *INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOMATE*, VOL.17, ISSUE 602019, DOI: <https://doi.org/10.21660/2019.60.17339> ISSN: 2186-2982 (Print), 176-182.

Есіл өзені арнасының учаскесін геофизикалық зерттеу және бөгет беткейлерінің тұрақтылығын бағалау

Н.Ж.Жумадилова¹, А.Т.Мухамеджанова², В.С.Портнов³, Т.Т.Мусабаев⁴, Е.П. Шин⁵

¹Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қаласы, Қазақстан

E-mail: n-j-93@mail.ru

Аңдатпа. Қазақстан аумағында қолданыстағы нормативтік құжаттардың талаптарын негізге ала отырып, техногендік және инженерлік құрылыстардың жай-күйіне мерзімдік мониторинг жүргізу қажет. Басқару жүйесі объектілердің ерекшеліктеріне және техникалық бақылау параметрлеріне қатысты негізгі принциптерді, ұғымдар мен әдістерді, сондай-ақ жаңа технологияларды енгізу ерекшеліктерін және сәйкесінше жағдайды бағалаудың жаңа әдістемесін әзірлеуді ескереді. зерттеу объектісі. Бұл жұмыстың мақсаты – инновациялық жабдықтар мен тәсілдерді пайдалана отырып, гидротехникалық құрылыстарды кешенді зерттеу. Атап айтқанда, жұмыстың негізгі міндеттері: Далалық бақылаулардың, аспаптық өлшеулердің және есептік көрсеткіштердің нәтижелері бойынша қоршау бөгеттерінің техникалық жағдайын анықтау және бағалау. Бұл құрылымдардың ағымдағы жағдайын бағалауға және ықтимал деформацияларды немесе зақымдарды анықтауға мүмкіндік береді. Бөгеттің кернеулі-деформациялық күйіне тұрақты, динамикалық және уақытша қоса алғанда әртүрлі жүктемелердің әсерін талдау. Бұл әртүрлі факторлардың инженерлік құрылымдарға қалай әсер ететінін және ұзақ мерзімді перспективада қандай өзгерістер болуы мүмкін екенін анықтауға мүмкіндік береді. Зерттелетін гидротехникалық құрылыстардың сенімділігін, қауіпсіздігін және функционалдық жарамдылығын қамтамасыз ету бойынша ұсыныстар әзірлеу. Бұл ұсыныстар кешенді талдауға негізделеді және нысандардың құрылымдық тұтастығы мен тиімділігін сақтау үшін практикалық шешімдерді ұсынады. Бұл жұмыстың ғылыми жаңалығы қазіргі заманғы геофизикалық зерттеу әдістерін және гидротехникалық құрылыстарды техникалық бағалауға арналған инновациялық жабдықтарды қолдануда. Бұл тез өзгеретін ортада құрылымдық жағдайды бағалаудың дәлдігі мен сенімділігін арттырудың жаңа мүмкіндіктерін ашады.

Түйін сөздер: гидротехникалық құрылыстар, геофизикалық әдістер, жерге енетін радиолокациялар, топырақтар, аномальды аймақтар, тірек қабырға.

Әдебиеттер тізімі

1. Ефимова Н.Н. Инженерлік геофизика есептерін шешуде жерге енетін радиолокацияны қолдану. Диссертация авторефераты. Ph.D. техника. Ғылымдар, 1999, Санкт-Петербург, 16 б.
2. Зыков Ю.Д. Мәңгілік тоң аймақты зерттеудің геофизикалық әдістері. 1999, Мәскеу мемлекеттік университетінің баспасы, б. 244.
4. Casas A., Lazaro R., Vilas M., Busquet E. Detecting karstic cavities with ground penetrating Radar at different geological environments in Spain. 1996, 6th International conference on Ground Penetrating Radar (GPR'96), p. 455-460.
5. Davis J.L., Annan A.P. Ground-penetrating Radar for high-resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting, 1989, 37, p. 531-551.
6. Davis J.L., Killely R.W.D., Annan A.P., Vanghan C. Surface and Borehole Ground-Penetrating Radar Surveys for Mapping Geological Structure. NWWA/EPA, conf., 1984, San-Antonio, Texas, Feb.7-9, pp.681-712. 28. Jol H.M.,
7. Young R., Fisher T.G., Smith D.G., Meyers R.A. Ground penetrating radar of eskers, kame terraces, and moraines: Alberta and Saskatchewan, Canada. 1996, 6th International Conference on Ground Penetrating Radar (GPR'96), Sendai, Japan, p. 439-443.
8. Анур А., Старовойтов А.В., Владов М.Л. Қаладағы шұңқырларды дамыту аймақтарын анықтау үшін георадарды пайдалану тәжірибесі // Мәскеу мемлекеттік университетінің хабаршысы. Сер. 4. Геология. 1999. No 5. 55-57-беттер.
9. Marcin Słowik. GPR and aerial imageries to identify the recent historical course of the Obra River and spatial extent of Obrzan' skie Lake, altered by hydro-technical works Environ Earth Sci (2013) 70:1277–1295.

10. Gabrys, M and Ortyl, L «Georeferencing of Multi-Channel GPR-Accuracy and Efficiency of Mapping of Underground Utility Networks» REMOTE SENSING JOURNAL Received: 30 July 2020; Accepted: 8 September 2020; Published: 11 September 2020;

11. P. A. Morozov¹, A. I. Berkut, P. L. Vorovsky, F. P. Morozov, and S. V. Pisarev. Measuring sea ice thickness with the LOZA georadar russian journal of earth sciences, vol. 21, ES4003, doi: 10.2205/2021ES000767, 2021

12. Julien Guillemoteau, Maksim Bano and Jean-Remi Dujardin: Influence of grain size, shape and compaction on georadar waves: examples of aeolian dunes, Geophysical Journal International. Int. (2012) 190, 1455–1463

13. Joel Brown, 1, 2 John Bradford, 1 Joel Harper, 2 W. Tad Pfeffer, 3 Neil Humphrey, 4 and Ellen Mosley-Thompson - Georadar-derived estimates of firn density in the percolation zone, western Greenland ice sheet JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 117, F01011, doi:10.1029/2011JF002089, 2012

14. Rudolf S. Sanzharovskiy, Frieder Sieber, Tatyana N. Ter-Emmanuilyan The theory of calculation of reinforced concrete structures and the principles of the Eurocode Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings 2021. 17(5). 455–465

15. Talal Awwad, Turlybek Mussabayev, Assel Tulebekova, Atogali Jumabayev Development of the computer program of calculation of concrete bored piles in soil ground of Astana city INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOMATE, VOL.17, ISSUE 602019, DOI: <https://doi.org/10.21660/2019.60.17339> ISSN: 2186-2982 (Print), 176-182.

Geophysical studies of a section of the Yesil River bed and assessment of the stability of the dam slopes

N.Zh.Zhumadilova¹, A.T.Mukhamedzhanova², V.S.Portnov³, T.T. Musabaev⁴, E.P. Shin⁵

¹Kagaramda Technical University named after Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan

²Eurasian National University. L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

Abstract. Based on the requirements of current regulatory documents on the territory of Kazakhstan, it is necessary to carry out periodic monitoring of the condition of man-made and engineering structures. The control system takes into account the basic principles, concepts and methods in relation to the specifics of objects and technical control parameters, as well as the peculiarities of the introduction of new technologies and, accordingly, the development of a new methodology for assessing the condition of the research object. The purpose of this work is to conduct a comprehensive study of hydraulic structures using innovative equipment and approaches. In particular, the main tasks of the work: Determination and assessment of the technical condition of enclosing dams based on the results of field observations, instrumental measurements and calculated indicators. This will allow you to assess the current condition of the structures and identify possible deformations or damage. Analysis of the influence of various loads, including permanent, dynamic and temporary, on the stress-strain state of the dam. This will allow us to determine how different factors affect engineering structures and what changes may occur in the long term. Development of recommendations to ensure reliability, safety and functional suitability of the hydraulic structures under study. These recommendations will be based on comprehensive analysis and provide practical solutions to maintain the structural integrity and efficiency of facilities. The scientific novelty of this work lies in the use of modern geophysical research methods and innovative equipment for the technical assessment of hydraulic structures. This opens up new opportunities to improve the accuracy and reliability of structural condition assessment in a rapidly changing environment.

Keywords: hydraulic structures, geophysical methods, ground penetrating radar, soils, anomalous zones, retaining wall.

References

1. Efimova N.N. Application of ground penetrating radar in solving problems of engineering geophysics. Abstract of dissertation. Ph.D. tech. Sciences, 1999, St. Petersburg, p. 16.
2. Zykov Yu.D. Geophysical methods for studying the permafrost zone. 1999, Moscow State University Publishing House, p. 244.
4. Casas A., Lazaro R., Vilas M., Busquet E. Detecting karstic cavities with ground penetrating Radar

at different geological environments in Spain. 1996, 6th International conference on Ground Penetrating Radar (GPR'96), p. 455-460.

5. Davis J.L., Annan A.P. Ground-penetrating Radar for high-resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting*, 1989, 37, p. 531-551.

6. Davis J.L., Killely R.W.D., Annan A.P., Vanghan C. Surface and Borehole Ground-Penetrating Radar Surveys for Mapping Geological Structure. NWWA/EPA, conf., 1984, San-Antonio, Texas, Feb.7-9, pp.681-712. 28. Jol H.M.,

7.Young R., Fisher T.G., Smith D.G., Meyers R.A. Ground penetrating radar of eskers, kame terraces, and moraines: Alberta and Saskatchewan, Canada. 1996, 6th International Conference on Ground Penetrating Radar (GPR'96), Sendai, Japan, p. 439-443.

8. Anur A., Starovoitov A.V., Vladov M.L. Experience in using georadar to identify sinkhole development zones in the city // *Bulletin of Moscow State University. Ser. 4. Geology*. 1999. No. 5. P. 55-57.

9. Marcin Słowik. GPR and aerial imageries to identify the recent historical course of the Obra River and spatial extent of Obrzan'skie Lake, altered by hydro-technical works *Environ Earth Sci* (2013) 70:1277–1295.

10.Gabrys, M and Ortyl, L «Georeferencing of Multi-Channel GPR-Accuracy and Efficiency of Mapping of Underground Utility Networks» *REMOTE SENSING JOURNAL* Received: 30 July 2020; Accepted: 8 September 2020; Published: 11 September 2020;

11. P. A. Morozov, A. I. Berkut, P. L. Vorovsky, F. P. Morozov, and S. V. Pisarev. Measuring sea ice thickness with the LOZA georadar *russian journal of earth sciences*, vol. 21, ES4003, doi: 10.2205/2021ES000767, 2021

12. Julien Guillemoteau, Maksim Bano and Jean-Remi Dujardin : Influence of grain size, shape and compaction on georadar waves: examples of aeolian dunes , *Geophysical Journal International. Int.* (2012) 190, 1455–1463

13. Joel Brown,^{1,2}John Bradford,¹Joel Harper,²W. Tad Pfeffer,³Neil Humphrey,⁴and Ellen Mosley-Thompson - Georadar-derived estimates of firn density in the percolation zone, western Greenland ice sheet *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 117, F01011, doi:10.1029/2011JF002089, 2012

14. Rudolf S. Sanzharovskiy, Frieder Sieber, Tatyana N. Ter-Emmanuilyan The theory of calculation of reinforced concrete structures and the principles of the Eurocode Structural Mechanics of Engineering *Constructions and Buildings* 2021. 17(5). 455–465

15. Talal Awwad, Turlybek Mussabayev, Assel Tulebekova, Atogali Jumabayev Development of the computer program of calculation of concrete bored piles in soil ground of Astana city *INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOMATE*, VOL.17, ISSUE 602019, DOI: <https://doi.org/10.21660/2019.60.17339> ISSN: 2186-2982 (Print), 176-182.

Сведения об авторах:

Рус.:

Жумадилова Нагима Жоламановна – докторант, НАО КарТУ имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, тел.87752590519, e-mail: n-j-93@mail.ru

Мухамеджанова Асель Төлеубековна – PhD, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, тел.87013365954, assel.84@list.ru

Портнов Василий Сергеевич – д.т.н., профессор, МПИ НАО КарТУ имени Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан, тел.87212565203, e-mail: vs_portnov@mail.ru.

Мусабаев Турлыбек Туркпеневич – д.т.н., профессор, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, тел. 87172787691, eti.enu@mail.ru

Шин Елена Петровна – докторант, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева Астана, Казахстан, тел. 87079038522, lenashin84@mail.ru

Каз.:

Жумадилова Нагима Жоламанқызы – докторанты, Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ, Қарағанды, Қазақстан, 87752590519, e-mail: n-j-93@mail.ru

Мухамеджанова Әсел Төлеубекова – PhD, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, 87013365954, assel.84@list.ru

Портнов Василий Сергеевич – техника ғылымдарының докторы, профессор, Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ, Қарағанды, Қазақстан, 87212565203, e-mail: vs_portnov@mail.ru.

Мұсабаев Тұрлыбек Түркенұлы – техника ғылымдарының докторы, профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, 87172787691, eti.enu@mail.ru

Шин Елена Петровна – докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, 87079038522, lenashin84@mail.ru

Англ.:

Zhumadilova Nagima Zholamanovna – PhD student, of the NJC “KarTU named after Abylkas Saginov”, Karaganda, Kazakhstan, 87752590519, e-mail: n-j-93@mail.ru

Mukhamedzhanova Asel Toleubekova – PhD of the Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, 87013365954, assel.84@list.ru

Portnov Vassiliy Sergeevich – Doctor of Technical Sciences, professor of the NJC “KarTU named after Abylkas Saginov”, Karaganda, Kazakhstan, vs_portnov@mail.ru.

Mussabayev Turlybek Turkpenovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, 87172787691, eti.enu@mail.ru

Shin Yelena Petrovna – PhD student of the Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, 87079038522, lenashin84@mail.ru