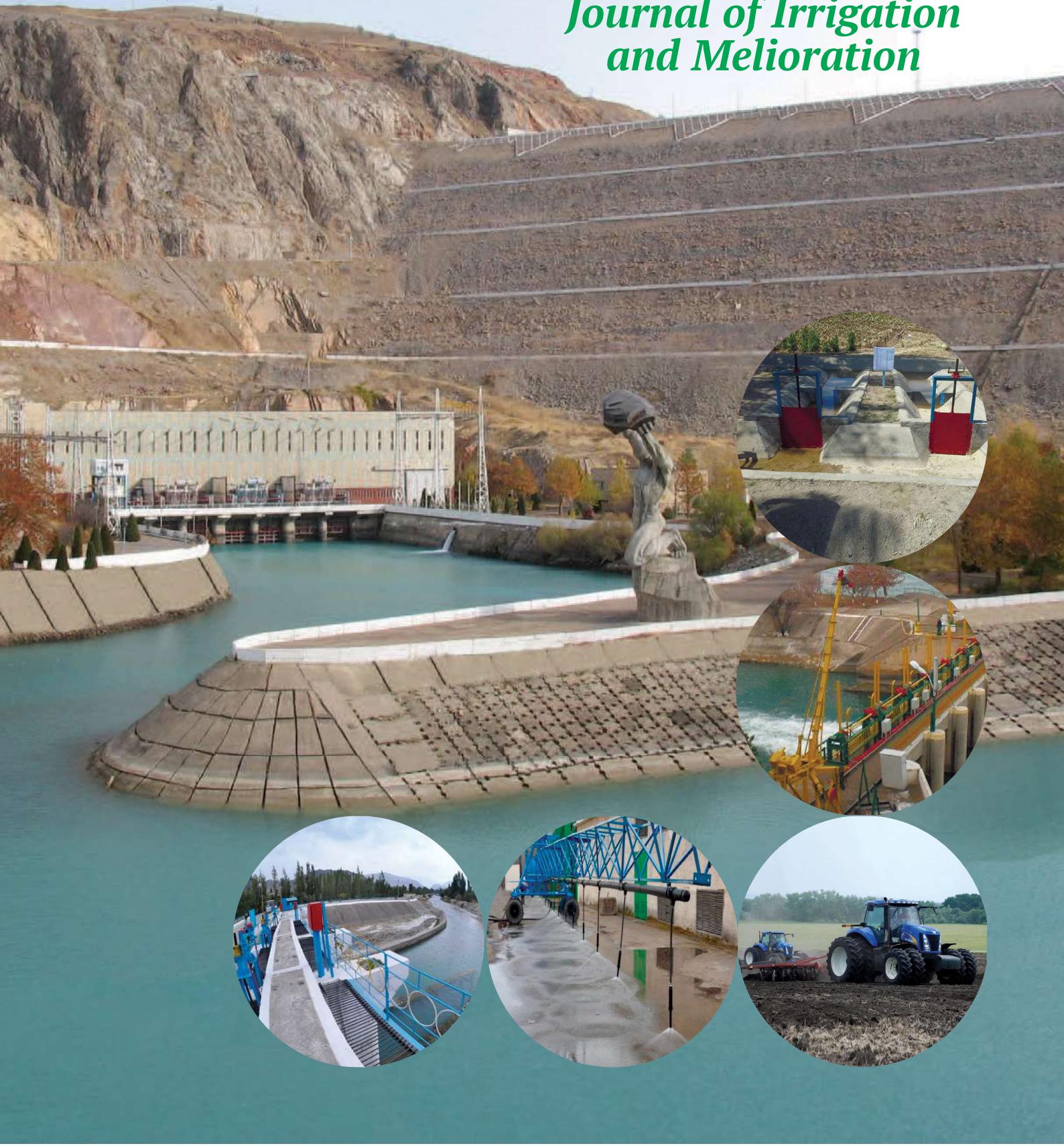


IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

№3(33).2023

*Journal of Irrigation
and Melioration*



Бош муҳаррир:

Султанов Тахиржон Закирович

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”
Миллий тадқиқот университети

Илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори, техника фанлари доктори, профессор

Илмий муҳаррир:

Салоҳиддинов Абдулҳаким Темирхўжаевич

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”

Миллий тадқиқот университети

Халқаро ҳамкорлик бўйича проректори, техника фанлари доктори, профессор

Муҳаррир:

Ходжаев Сайдакрам Сайдалиевич

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”

Миллий тадқиқот университети, техника фанлари номзоди, доцент

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ ТАРКИБИ:

Мирзаев Б.С., техника фанлари доктори, профессор, “ТИҚХММИ” МТУ ректори; **Хамраев Ш.Р.**, қишлоқ хўжалик фанлари номзоди, Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазири; **Ишанов Х.Х.**, техника фанлари номзоди, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси бош мутахассиси; **Салимов О.У.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Мирсаидов М.**, техника фанлари доктори, ЎзРФА академиги; **Хамидов М.Х.**, қишлоқ хўжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Бакиев М.Р.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Рамазанов О.Р.**, қишлоқ хўжалик фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исаков А.Ж.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Арифжанов А.М.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Маткаримов П.Ж.**, техника фанлари доктори, НМТИ профессори; **Икрамов Р.К.**, техника фанлари доктори, ИСМИТИ профессори; **Шеров А.Г.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Умаров С.Р.**, иқтисод фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Исмаилова З.**, педагогика фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худаяров Б.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Султанов Б.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Абдуллаев Б.Д.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Каримов Б.К.**, “ТИҚХММИ” МТУ профессори; **Худойбердиев Т.С.**, техника фанлари доктори, АндҚХАИ профессори; **Янгиев А.А.**, техника фанлари доктори, “ТИҚХММИ” МТУ профессори.

ТАҲРИР КЕНГАШИ ТАРКИБИ:

Ватин Николай Иванович, т.ф.д., Буюк Пётр Санкт-Петербург политехника университети профессори; **Иванов Юрий Григорьевич**, т.ф.д., К.А. Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университети профессори, А.Н.Костяков номидаги Мелиорация, сув хўжалиги ва қурилиш институти директори в.б.; **Козлов Дмитрий Вячеславович**, т.ф.д., Москва давлат қурилиш университети профессори, Гидротехника ва Гидроэнергетика қурилиши факультетининг “Гидравлика ва Гидротехника қурилиши” кафедраси мудири; **Lubos Jurik**, associate professor at “Department of Water Resources and Environmental Engineering” of Slovak University of Agriculture in Nitra; **Коваленко Петр Иванович**, т.ф.д., Украина қишлоқ хўжалиги фанлари Миллий академияси академиги, Мелиорация ва сув ресурслари илмий-тадқиқот институти директор маслаҳатчиси, профессор; **Ханов Нартмир Владимирович**, профессор, К.А.Тимирязев номидаги МҚХА – Россия давлат аграр университетининг “Гидротехника иншоотлари” кафедраси мудири; **Krishna Chandra Prasad Sah**, PhD, M.E., B.E. (Civil Engineering), M.A. (Sociology) Irrigation and Water Resources Specialist. Director: Chandra Engineering Consultants, Mills Area, Janakpur, Nepal; **Айнабеков Алпысбай Иманкулович** – т.ф.д., М.Ауезов номидаги Жанубий-Қозоғистон давлат университетининг “Механика ва машинасозлик” кафедраси профессори; **Элдиар Диляттов** – PhD, Миллий Фанлар Академияси Геология институти тадқиқотчи олими, Қирғизистон; **Гисела Домеж** – Милан-Бикокка университети, Ер ва атроф-муҳит фанлари кафедраси профессори, Италия; **Молдамуратов Жангазы Нуржанович** – PhD, М.Х.Дуллати номидаги Тараз минтақавий университети, “Материаллар ишлаб чиқариш ва қурилиш” кафедраси мудири, доцент, Қозоғистон; **Муминов Абулкосим Оманкулович** – география фанлари номзоди, Тожикистон Миллий университети Физика факультети метеорология ва иқлимшунослик кафедраси катта ўқитувчиси; Тожикистон; **Мирзохонова Ситора Олтибоевна** – техника фанлари номзоди, Физика факультети метеорология ва иқлимшунослик кафедраси катта ўқитувчиси. Тожикистон Миллий Университети. Тожикистон; **Исмаил Мондиал** – Калькутта университети Хорижий докторантура факультети профессори, Ҳиндистон; **Исанова Гулнора Толегеновна** – PhD, У.У. Успанов номидаги Тупроқшунослик ва агрохимия ИТИ “Тупроқ экологияси” кафедраси доценти, етакчи илмий ходим, Қозоғистон; **Комиссаров Михаил** – PhD, Уфа Биология институти, Тупроқшунослик лабораторияси катта илмий ходими, Россия; **Аяд М. Фадхил Ал-Қурайши** – PhD,, Тишк халқаро университети, Муҳандислик факультети, Фуқаролик муҳандислиги бўлими профессори, Ироқ; **Ундракш-Од Баатар** – Марказий Осиё Тупроқшунослик жамияти раҳбари, профессор, Монголия.

Муассис: “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” МТУ.

Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори-Ниёзий, 39. <https://uzjournals.edu.uz/tiame/> E-mail: i_m_jurnal@tiame.uz

«Irrigatsiya va Melioratsiya» журнали илмий-амалий, аграр-иқтисодий соҳага ихтисослашган.

Журнал Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлигида 2015 йил 4 мартда 0845-рақам билан рўйхатга олинган.

Обуна индекси: 1285.

Дизайнер: Маликова Мадинахон



Журнал «SILVER STAR PRINT» МЧЖ босмахонасида чоп этилди.

Манзил: Тошкент шаҳри, Олмазор тумани, Иброҳим ота кўчаси, 322 б-уй. Буюртма №30. Адади 550 нусха.

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

З.Масалиева, А.Х.Каримов

Модернизация оросительных систем и потоки виртуальной воды6

Б.К.Салиев, Э.И.Бердиёров, Р.Р.Тураханов

Проблемы изучения параметров мелиоративного режима агроландшафтов.....12

ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

М.Р.Бакиев, Х.Х.Хасанов

Определение ёмкости калкаминского селеводохранилища с использованием геостатистического анализа.....18

А.М.Арифжанов, Л.Н.Самиев, Қ.С.Улашов

Suv ombori kosasida hosil bo'lgan to'lg'inlarni qirg'oq qiyaligiga ta'sirini baholash.....26

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

Б.Худаяров, У.Кузиев

Ясси дискнинг агрегатни тўғри чизиқли барқарор ҳаракатига таъсири.....31

Р.М.Мирсаатов, С.Б.Худойбергандов

Тут ипак қурти пиллаларининг сифат кўрсаткичларини аниқлаш қурилмаси36

О.Э.Хакбердиев, Ш.Т.Саломов, Й.А.Мухаммадов

Вўза парваришда қатор ораларига ишлов бериш.....42

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

Р.И.Каландаров, Н.Ш.Шарифов, А.З.Найитов

Avtomatlashtirish ob'ekti sifatida donni qayta ishlash mashinalarining diagnostikasi.....48

Р.Ж.Баратов, Я.Э.Чўлпиев, Б.К.Уснатдинов

Насос агрегатларида кавитациянинг электр энергия истеъмолига таъсири.....54

А.Ш.Арифжанов, А.А.Абдуганиев, А.М.Ниғматов

Автоматизация управления режимами орошения сельскохозяйственных культур.....59

СУВ ХЎЖАЛИГИ СОҲАСИ УЧУН КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШ

Z.K.Ismailova

Factors for the gradual implementation and development of mediacompetition in students in technical higher education institutions.....65

D.I.Muqimova, S.B.Yarova, Z.I.Temirova

Talabalarni ilmiy izlanishlarga jalb qilish yo'llari.....77

УДК: 627.815

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ КАЛКАМИНСКОГО СЕЛЕВОДОХРАНИЛИЩА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

М.Р.Бакиев – д.т.н., профессор, Х.Х.Хасанов – ассистент, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Аннотация

Для обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации селеводохранилищ следует проводить систематический мониторинг. Это включает в себя измерение уровней воды, оценку состояния инфраструктуры и контроль за сбросом воды из селеводохранилища. А также, в случае приближения опасности селя или сильных дождей, необходимо иметь планы для снижения уровня воды в селеводохранилище до приемлемого уровня. Для реализации таких эксплуатационных мероприятий необходимо определить объёма селеводохранилища. В данном исследовании представлены результаты батиметрических съёмок в Калкаминском селеводохранилище с использованием современных приборов и обработка полученных данных с помощью программного обеспечения геоинформационных систем (ГИС). На результаты геостатистического анализа нашей работе, выбран метод Stable один методов интерполяций, для построения пространственной модели селеводохранилища, потому что статистические результаты показывают, что метод Stable имеет меньше ошибок, чем K-Bessel и Exponential. Мы рассчитали объём селеводохранилища на каждые 10 см с помощью дополнительную функцию «Function Storage Capacity» на «ArcGIS 10.8» и используя эту модель разработана батиметрическая карта чаша селеводохранилища. Результаты исследование показано, что, за 36 лет эксплуатации селеводохранилища потеряло 2,33 млн. м³ ёмкости, т.е., объём сократился на 23,6 %; площадь зеркала водохранилища 1,0 км² при НПУ уменьшилась на 0,22 км² или 22%. Мертвый объём сократился на 100 % при НПУ.

Ключевые слова: Калкаминского селеводохранилища, батиметрические съёмки, ArcGIS, геостатистический анализ, интерполяция, определение объёма.

QALQAMA SEL SUV OMBORINING HAJMINI GEOSTATISTIK TAHLIL ORQALI ANIQLASH

М.Р.Бакиев – т.ф.д., профессор, Х.Х.Хасанов – ассистент, “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti

Аннотация

Sel suv omborlarining xavfsiz va samarali ishlashini ta'minlash uchun tizimli monitoring olib borilishi kerak. Bunga suv sathini o'lchash, infratuzilma holatini baholash va sel suv omborlaridan suv chiqishini kuzatish kiradi. Shuningdek, sel yoki kuchli yomg'ir xavfi yaqinlashganda, sel omboridagi suv darajasini maqbul darajaga tushirishni rejalashtirish kerak. Bunday ekspluatatsiya tadbirlarni amalga oshirish uchun sel suv omborining hajmini aniqlash kerak. Ushbu tadqiqotda zamonaviy asboblarda yordamida “Qalqama” sel suv omborida o'tkazilgan batimetrik tadqiqotlar natijalari va olingan ma'lumotlarni geografik axborot tizimlari (GIS) dasturlari yordamida qayta ishlash keltirilgan. Bizning tadqiqot ishimizning geostatistik tahlili natijalariga ko'ra, sel suv omborining fazoviy modelini qurish uchun interpolatsiya usullaridan biri sifatida Stabil usuli tanlandi, chunki statistik natijalar K-Bessel va Eksponensial usuliga qaraganda Stabil usulida yaxshiroq. Biz “ArcGIS 10.8” da “Function Storage Capacity” qo'shimcha funksiyasidan foydalanib, har 10 sm uchun sel suv omborining hajmini hisoblab chiqdik va ushbu model yordamida sel suv omborining batimetrik xaritasi ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, 36 yillik faoliyat davomida sel suv ombori 2,33 mln. m³ sig'imini yo'qotgan, ya'ni hajmi 23,6 foizga kamaygan; NDSda 1,0 km² suv omborining sirt yuzasi 0,22 km² yoki 22 foizga kamaygan. O'lik hajm 100 foizga yo'qolgan.

Tayanch so'zlar: “Qalqama” sel suv ombori, batimetrik tadqiqot, ArcGIS, geostatistik tahlil, interpolatsiya, hajmini aniqlash.

DETERMINATION OF THE CAPACITY VOLUME OF THE KALKAMINSKY MUDFLOW RESERVOIR USING GEOSTATISTICAL ANALYSIS

Bakiev M.R. – d.t.s., professor, Khasanov Kh.Kh. – assistant, “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University

Abstract

To ensure the safe and efficient operation of mudflow reservoirs, systematic monitoring should be carried out. This includes measuring water levels, assessing the condition of infrastructure and monitoring the release of water from mudflow reservoirs. And also, in the event of an approaching danger of mudflow or heavy rains, it is necessary to have plans to reduce the water level in the mudflow reservoir to an acceptable level. To implement such operational measures, it is necessary to determine the volume of the mudflow reservoir. This study presents the results of bathymetric survey of Kalkakama mudflow reservoir, using modern instruments and processing of the obtained data using geographic information systems (GIS) software. Based on the results of the statistical analysis of our research work, we used the Stable method for constructing a spatial model of the mudflow reservoir, because the statistical results show that the Stable method has fewer errors than K-Bessel and Exponential. We calculated the volume of the

mudflow reservoir for every 10 cm using the additional function "Function Storage Capacity" on "ArcGIS 10.8" and using this model, a bathymetric map of the mudflow reservoir was developed. The results show that, after 36 years of operation, the mudflow reservoir lost 2.33 Mm³ of capacity, i.e., the volume decreased by 23.6%; The surface area of a reservoir of 1.0 km² at NRL decreased by 0.22 km² or 22%. Dead volume was reduced by 100% with NRL.

Key words: Kalkama mudflow reservoir, bathymetric survey, ArcGIS, geostatistical analysis, interpolation, capacity volume determination.

Введения. Селеводохранилища – это инженерные сооружения, предназначенные для управления и регулирования селевыми водами, которые могут возникать в результате сильных дождей, таяния снега или других природных процессов. Селеводохранилища спроектированы таким образом, чтобы улавливать и задерживать большие количества воды, предотвращая наводнения и защищая окружающие территории и население от опасных селей [1-3]. Основные функции селеводохранилищ включают в себя следующее:

- улавливание селевых вод: селеводохранилища обеспечивают улавливание и временное задержание воды, которая иначе могла бы вызвать наводнения.

- регулирование расхода воды: они позволяют контролировать расход воды и выпускать ее постепенно, что помогает уменьшить воздействие селей на нижележащие территории.

- защита от эрозии: селеводохранилища также могут предотвращать эрозию почвы, останавливая скорый сток воды и уменьшая ее энергию.

- обеспечение водоснабжения: Некоторые селеводохранилища могут использоваться для сбора воды для питьевых и хозяйственных нужд.

Селеводохранилища могут иметь разные формы и размеры, включая небольшие пруды, подземные резервуары и большие искусственные озера. Они играют важную роль в обеспечении безопасности и устойчивости территорий, подверженных селевым опасностям. Эксплуатация селеводохранилищ – это важный аспект их управления и обеспечения эффективной работы. Вот несколько ключевых аспектов эксплуатации селеводохранилищ:

- регулярное обслуживание и очистка. Селеводохранилища должны регулярно обслуживаться и очищаться от наносов и осадков, чтобы поддерживать их емкость и эффективность. Это включает в себя удаление наносов, растительности и других материалов, которые могут засорять селеводохранилище.

- мониторинг и контроль, то есть для обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации селеводохранилищ следует проводить систематический мониторинг. Это включает в себя измерение уровней воды, оценку состояния инфраструктуры и контроль за сбросом воды из селеводохранилища.

- планирование и подготовка к бедствиям, то есть в случае приближения опасности селя или сильных дождей, необходимо иметь планы для снижения уровня воды в селеводохранилище до приемлемого уровня. Это может включать в себя управление сбросом воды, чтобы предотвратить переполнение селеводохранилища.

Многолетний опыт эксплуатации селеводохранилищ

показывает, что процессы заиливания является одной из проблемы, которая может возникнуть в процессе эксплуатации этих инженерных сооружений.

Заиливание означает, что селеводохранилище заполняется осадками, наносами, песком, галькой и другими материалами, которые переносятся водой из вышерасположенных участков [4-6]. Заиливания и занесения их объемов отложениями наносов являются одним из важнейших факторов, определяющих эффективность их безопасную эксплуатации и экологическую обстановку на прилегающих территориях [7, 8]. Калкаминского селеводохранилища, которое эксплуатируется уже 36 лет. является одним из селеводохранилищ, сталкивающихся с такими проблемами.

Исходя из некоторых основных аспектов эксплуатации паводковых водоемов (приведенных выше), определение их размеров является одним из основных и важных мероприятий в строительстве селеводохранилища.

В данном исследовании представлены результаты батиметрических работ с использованием современных приборов и обработка полученных данных с помощью программного обеспечения геоинформационных систем (ГИС).

Материалы и методы исследования. Объект исследования. Калкаминское селеводохранилище расположено Кашкадарьинской области Чиракчинский район от центра 40 км северо-запад, введен в эксплуатацию 1987г. Селеводохранилище было построено в русле реки Кумдарья для управления паводковыми водами и обеспечения водой сельского хозяйства. Относится к русловому и сезонному типу. Класс сооружений – III. Основные показатели по селеводохранилищу приведены в табл. 1.

Батиметрическая съёмка. Батиметрическая съёмка – это метод измерения глубины водоемов, таких как океаны, моря, реки, озера и другие водные объекты. Этот процесс позволяет создавать карты дна водоемов и получать информацию о их географии и глубинах. Батиметрическая съёмка имеет широкий спектр применений и важна в различных областях, включая океанографию, геологию, инженерные и геодезические работы, а также в эксплуатации водохранилищ [9, 10].

Батиметрическая съёмка водохранилища – это процесс измерения глубины и создания карты дна и подводной топографии внутренних водоемов, таких как озера и водохранилища. Этот вид съёмки имеет множество практических применений и важен для обеспечения управления водными ресурсами, контроля качества воды, проектирования инженерных сооружений и других целей [11-13]. Вот некоторые аспекты батиметрической съёмки водохранилища:

- оценка глубины: Основной целью батиметрической съемки является измерение глубины водохранилища. Это позволяет определить изменения уровня воды, особенности дна, подводные рельефные формы и объем водоема.

- исследование подводной топографии: Съемка может включать в себя создание подробной карты подводной топографии, включая обнаружение глубоких ям, рифов, возвышенных участков и других подводных структур.

- мониторинг осадков: Батиметрическая съемка также может использоваться для мониторинга наносов, осадков и изменений состава дна водохранилища.

- управление водными ресурсами: Полученные данные о глубине и объеме водохранилища могут быть важными для управления водными ресурсами, определения доступного запаса воды и расчета водоснабжения или уровней наводнения.

- проектирование инженерных сооружений: Батиметрическая съемка может использоваться при проектировании и строительстве различных инженерных сооружений, таких как плотины, мосты, порты и другие объекты, требующие знания о подводных условиях.

- Экологический мониторинг: Изменения в подводной топографии и составе дна могут влиять на экосистему водохранилища. Батиметрическая съемка может помочь в мониторинге и оценке воздействия на природную среду.

Батиметрическая съемка проводится с помощью специального оборудования, такого как батиметрические эхолоты и гидрографические суда, которые могут выполнять детальные измерения глубины и создавать точные карты дна. Эти данные могут быть полезными для разнообразных задач, связанных с управлением водными ресурсами и обеспечением безопасности водохранилища и прилегающих территорий.

Проведение батиметрической съемки в Калкаминском селеводохранилище. Батиметрическая съемка проводилась в апреле 2023 года на селеводохранилище для определения уровня заиливания. В этом периоде на водохранилище были благоприятные погодные условия, что обеспечило хорошую видимость и точность съемки.

Батиметрическая съемка проводилась с помощью многолучевой эхолотации - беспилотный плавательный аппарат (БПЛА) Chcnav arache 3 (рис. 1а), состоящий из эхолота с массивным датчиком, принимающим звуковые импульсы и компьютерные программы (Autoplainer и Hydrosurvey) для обработки данных. БПЛА передвигался по водной глади Калкаминского селеводохранилища по заранее разбитым поперечным сечением при использовании GPS оборудования GNSS i90 (рис. 1б)

Поперечные профили водной глади селеводохранилища будут разбиты через 100 метров. Промерные вертикали глубин проводится через 5 метров. Обработка полученных данных.

Методы пространственной интерполяции наиболее часто используются для получения батиметрических карт. Методы на основе топографических данных позволяют легко картировать батиметрию водоемов по сравнению с другими методами [14, 15]. Для этого мы используем программное обеспечение ArcGIS 10.8.

Интерполяция – это метод математического анализа и аппроксимации, который используется для нахождения значений функции между уже известными точками

Таблица 1

Основные показатели по селеводохранилищу

Полный объем		9,45 млн.м ³
Полезный объем		9,35 млн.м ³
Мёртвый объём		0,1 млн.м ³
Форсированный подпорный уровень (ФПУ)		▽679,0 м
Нормальный подпорный уровень (НПУ)		▽677,2
Уровень мертвого объема (УМО)		▽663,0
Отметка верха гребня плотины		▽680,0
Площадь зеркала при НПУ		15, км ²
Площадь зеркала при УМО		0,11 км ²
Земляная плотина:	<i>наибольшая высота м</i>	21м
	<i>длина по гребню м</i>	546м
	<i>ширина гребня м.</i>	10м

данных. Основная цель интерполяции - заполнить промежутки между известными точками гладкой или полиномиальной функцией так, чтобы она была непрерывной и могла предсказывать значения функции в любых точках внутри интервала [16-19].

Интерполяция имеет широкий спектр применений в различных областях, включая геодезию, геоинформационные системы, компьютерную графику, анализ данных, научные исследования и многие другие. Этот метод позволяет заполнять пропущенные данные, строить графики и моделировать функции, что полезно при анализе и визуализации информации. Существует несколько методов интерполяции (линейная интерполяция, полиномиальная интерполяция, сплайн-интерполяция, интерполяция кригинга и другие), и выбор метода зависит от характера данных, конкретного применения и целях анализа.

Исходя из характера полученных данных и конкретного применения, наших целей анализа, мы использовали интерполяцию Кригинга (Ordinary Kriging).

Интерполяция Кригинга - это геостатистический метод интерполяции, используемый для оценки или предсказания значений в неизвестных точках в пространстве на основе значений, известных в других точках [15, 20]. Самыми распространенными функциями Кригинга являются обычный Кригинг (Ordinary Kriging), универсальный Кригинг (Universal Kriging), и



Рис. 1. Используемые инструменты.
 а) Беспилотный плавательный аппарат – *Chsnav apache 3*, б) GPS оборудования *GNSS I 90*

пространственный Кригинг (Spatial Kriging).

Преимущества метода интерполяции Кригинга включают в себя:

- Учет пространственных корреляций между данными.
- Учет неопределенности в оценках.
- Создание поверхностей с минимальной ошибкой оценки (наилучшим оцениванием).
- Возможность учета направления и анизотропии в данных.

Однако интерполяция Кригинга также имеет ограничения, включая сложность оценки модели вариограммы, требование стационарности (предположение, что статистические свойства данных однородны во всем пространстве), и необходимость наличия большого количества данных для надежных интерполяций [15].

В первые, оценка и анализ вариограммы. Вариограмма (variogram), также известная как полувариограмма (semivariogram), является графическим и статистическим инструментом, используемым в геостатистике и геоинформационных науках для анализа

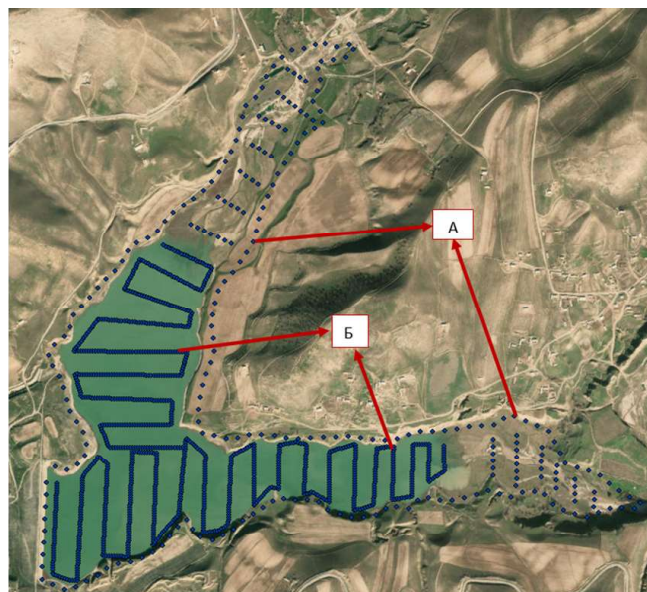


Рис. 2. Полученные данные (А - из подводной части, Б - из сухой части)

и моделирования пространственной структуры данных. Вариограмма позволяет оценить, насколько значения данных в разных местоположениях коррелированы друг с другом в зависимости от расстояния между ними. Оценка и анализ вариограммы играют важную роль в геостатистических методах, таких как Кригинг (Kriging), который использует информацию из вариограммы для интерполяции данных и прогнозирования значений в неизвестных точках.

При анализе следует учитывать несколько вариантов вариограмм. Сделав это, мы сможем построить модель, максимально приближенную к реальной. Если мы пытаемся выбрать между методом вариограмм и их аналогами без тренда, нам следует выбрать вариограмму, которая обеспечивает наилучшее визуальное соответствие эмпирическим полувариациям (синие крестики на графике ниже). В идеале эмпирические семивариации должны находиться в середине спектра вариограммы (рис. 3).

На рисунке 3 показано, что предпочтение следует отдавать вариограмме K-Bessel, Stable и Exponential, поскольку синие кресты находятся в середине спектра вариограммы. Теперь нам нужно выбрать один из этих методов (K-Бесселя, Стабильный и Экспоненциальный). Для этого мы анализируем статистические показатели (Ошибки прогнозирования) этих методов (рис. 4 и табл. 2).

Статистические результаты (табл. 2) показывают, что метод Stable имеет меньше ошибок, чем K-Bessel и Exponential. Поэтому мы используем результат интерполяции в методе Stable для построения пространственной модели селеводохранилища (рис. 5).

Результаты исследования

Полученная пространственная модель экспортируется в растровый формат и разрезается по поверхности отметки НПУ. Это дает нам настоящую растровую модель (цифровую модель рельефа) чаша селеводохранилища.

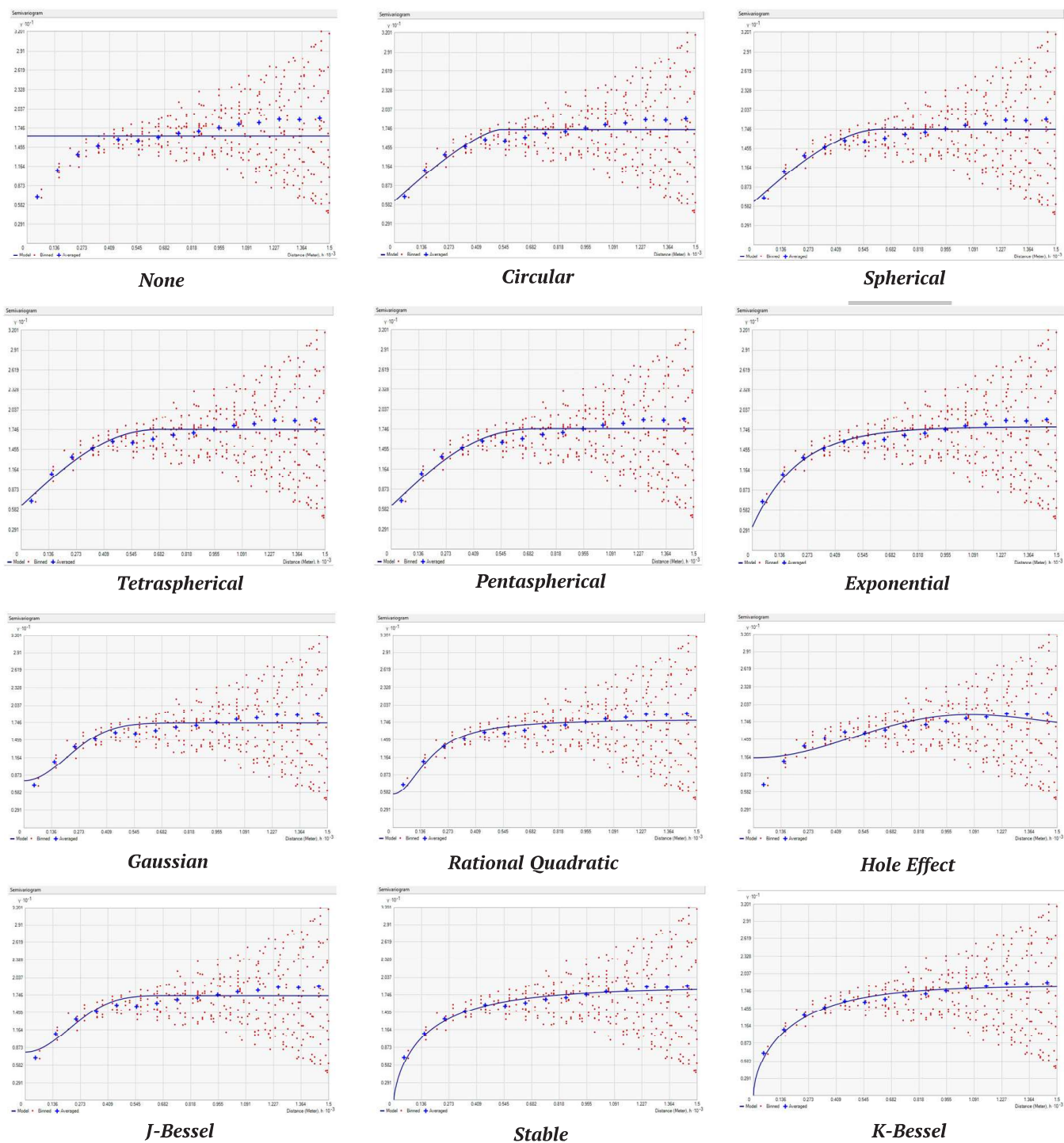


Рис. 3. Результаты анализ вариограмм

Используя эту модель и дополнительную функция ArcGIS "Function Storage Capacity", мы сможем рассчитать объем селеводохранилища. Эта функция вычисляет ряд емкостей селеводохранилища для входного растра поверхности, используя ряд высот входного этапа для каждый метр. Необязательная маска может использоваться для ограничения местоположений, включенных при выполнении этой операции. Этот инструмент выводит как таблицу площадь зеркала и объема емкости соответствующими отметками ступеней. Мы можем выбрать желаемую высоту сцены, для которой

необходимо вычислить емкость хранилища, изменив параметры максимум (677,3 м), минимум (666,0 м) и инкрементное значение (0,1 м). (табл. 3)

Таким образом, за 36 лет эксплуатации селеводохранилища потеряло 2,33 млн. м³ емкости, т.е., объем сократился на 23,6 %; площадь зеркала водохранилища 1,0 км² при НПУ уменьшилась на 0,22 км² или 22%. Мертвый объем сократился на 100 % при НПУ.

Выводы исследования

Эксплуатация селеводохранилищ – это важный

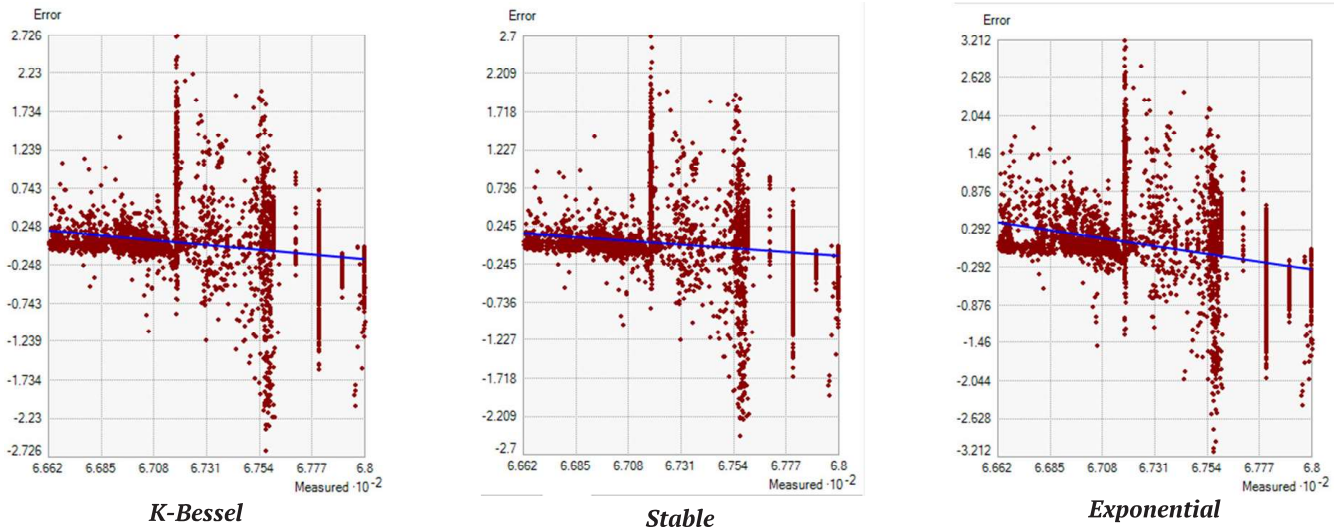


Рис. 4. Ошибки прогнозирования

Таблица 2
Ошибки прогнозирования

	<i>K-Bessel</i>	<i>Stable</i>	<i>Exponential</i>
Образцы	5130 of 5130	5130 of 5130	5130 of 5130
Среднеквадратичное значение	0.47	0.43	0.61
Среднее стандартизированное	-0.001	-0.001	0.0001
Среднеквадратичное стандартизированное	0.26	0.26	0.29
Средняя стандартная ошибка	1.75	1.58	2.14

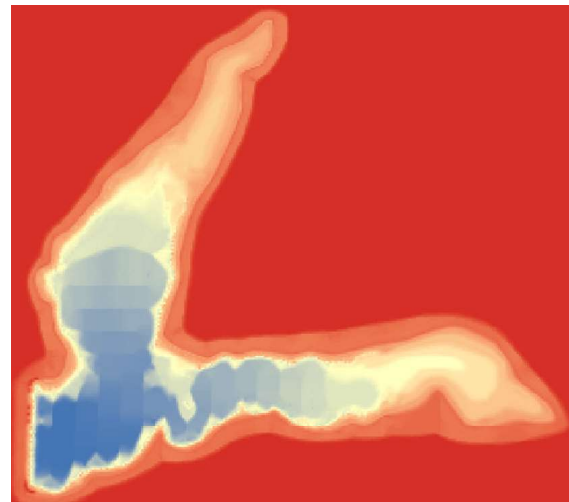


Рис. 5. Пространственной модели селеводохранилища

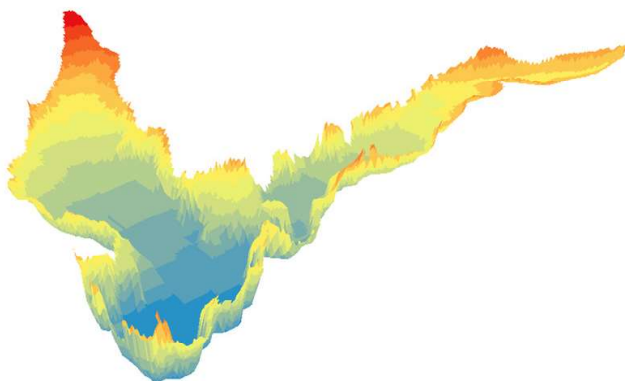


Рис. 6. 3D модель чаши селеводохранилища

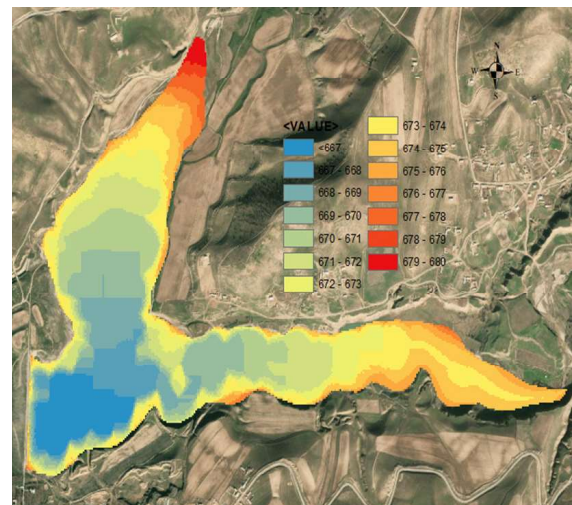


Рис. 6. Батиметрическая карта чаши селеводохранилища

Таблица 3

Таблица координат объемов Калкаминского селеводохранилища (млн.м3)

Отм.	0.00	0.1	0.20	0.3	0.40	0.5	0.60	0.7	0.80	0.9
666.0						0.01	0.01	0.02	0.03	0.04
667.0	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16
668.0	0.17	0.19	0.21	0.23	0.24	0.27	0.29	0.31	0.33	0.36
669.0	0.38	0.41	0.43	0.46	0.49	0.52	0.56	0.59	0.62	0.66
670.0	0.70	0.73	0.77	0.82	0.86	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10
671.0	1.15	1.20	1.25	1.30	1.36	1.41	1.47	1.53	1.59	1.65
672.0	1.71	1.78	1.85	1.92	2.00	2.07	2.14	2.22	2.30	2.37
673.0	2.45	2.53	2.62	2.70	2.79	2.88	2.96	3.05	3.14	3.23
674.0	3.32	3.42	3.51	3.61	3.71	3.81	3.91	4.01	4.12	4.22
675.0	4.33	4.44	4.56	4.67	4.79	4.91	5.03	5.15	5.28	5.40
676.0	5.53	5.67	5.80	5.94	6.08	6.22	6.36	6.50	6.64	6.79
677.0	6.93	7.07	7.22							

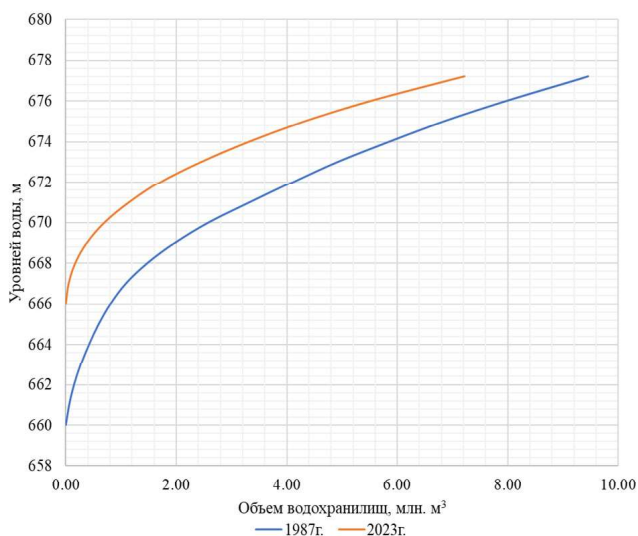


Рис. 7. Кривые зависимости объема Калкаминского селеводохранилища от уровня воды (2023 г.)

аспект их управления и обеспечения эффективной работы. Вот несколько ключевых аспектов эксплуатации селеводохранилищ. Селеводохранилища должны регулярно обслуживаться и очищаться от наносов и осадков, чтобы поддерживать их емкость и эффективность. Это включает в себя удаление наносов, растительности и других материалов, которые могут засорять селеводохранилище. Для обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации селеводохранилищ следует проводить систематический мониторинг. Это включает в себя измерение уровней

воды, оценку состояния инфраструктуры и контроль за сбросом воды из селеводохранилища. А также, в случае приближения опасности селя или сильных дождей, необходимо иметь планы для снижения уровня воды в селеводохранилище до приемлемого уровня. Это может включать в себя управление сбросам воды, чтобы предотвратить переполнение селеводохранилища. Определение объема чаща селеводохранилища один из важнейший факторов для эксплуатационных аспектов.

В данном исследовании представлены результаты батиметрических работ с использованием современных приборов и обработка полученных данных с помощью программного обеспечения геоинформационных систем.

На основе гестатистического анализа наша работу показала, что предпочтение следует отдавать вариограмме K-Bessel, Stable и Exponential, поскольку синие кресты находятся в середине спектра вариограммы. Мы выбрали метод Stable для построения пространственной модели селеводохранилища, потому что статистические результаты показывают, что метод Stable имеет меньше ошибок, чем K-Bessel и Exponential.

Мы рассчитали объем селеводохранилища на каждые 10 см с помощью дополнительную функцию «Function Storage Capacity» на «ArcGIS 10.8» и используя эту модель разработана батиметрическая карта чаща селеводохранилища.

Результаты исследования показано, что, за 36 лет эксплуатации селеводохранилища потеряло 2,33 млн.м³ емкости, т.е., объем сократился на 23,6%; площадь зеркала водохранилища 1,0 км² при НПУ уменьшилась на 0,22 км² или 22%. Мертвый объем сократился на 100% при НПУ.

№	Литература	References
1	Бакиев М.Р, Ковешников Н., Турсунов Т. Эксплуатация гидротехнических сооружений. (ТИИМ, 2008).	Bakiev M.R, Koveshnikov N., Tursunov T. <i>Ekspluatatsiya gidrotexnicheskix sooruzhenij</i> . [Operation of hydraulic structures] (ТИИМ, 2008).

2	Li, S., Yu, X., Wan, L., Li, S. & Li, H. Mudflow gully characteristics, formation and impact on reservoir heterogeneity – A gas field in the Yinggehai Basin. <i>Marine and Petroleum Geology</i> 66, 925–938 (2015).	Li, S., Yu, X., Wan, L., Li, S. & Li, H. Mudflow gully characteristics, formation and impact on reservoir heterogeneity – A gas field in the Yinggehai Basin. <i>Marine and Petroleum Geology</i> 66, 925–938 (2015).
3	Yangiev, A., Adjimuradov, D., Panjiev, S. & Karshiev, R. Results and analysis of field research in flood reservoirs in Kashkadarya region. <i>E3S Web of Conferences</i> 264, 03033 (2021).	Yangiev, A., Adjimuradov, D., Panjiev, S. & Karshiev, R. Results and analysis of field research in flood reservoirs in Kashkadarya region. <i>E3S Web of Conferences</i> 264, 03033 (2021).
4	Rakhmatullaev, S., Huneau, F., Bakiev, M., Motelica-Heino, M. & Le Coustumer, P. Sedimentation of reservoirs in Uzbekistan: A case study of the Akdarya reservoir, Zerafshan River Basin. <i>IAHS-AISH Publication</i> 349, 171–181 (2011).	Rakhmatullaev, S., Huneau, F., Bakiev, M., Motelica-Heino, M. & Le Coustumer, P. Sedimentation of reservoirs in Uzbekistan: A case study of the Akdarya reservoir, Zerafshan River Basin. <i>IAHS-AISH Publication</i> 349, 171–181 (2011).
5	Rakhmatullaev, S., Huneau, F., Bakiev, M., Motelica-Heino, M. & Le Coustumer, P. Sedimentation of reservoirs in Uzbekistan: A case study of the Akdarya reservoir, Zerafshan River Basin. в <i>IAHS-AISH Publication</i> т. 349 171–181 (2011).	Rakhmatullaev, S., Huneau, F., Bakiev, M., Motelica-Heino, M. & Le Coustumer, P. Sedimentation of reservoirs in Uzbekistan: A case study of the Akdarya reservoir, Zerafshan River Basin. в <i>IAHS-AISH Publication</i> т. 349 171–181 (2011).
6	Rakhmatullaev, S. and others. Water reservoirs, irrigation and sedimentation in Central Asia: A first-cut assessment for Uzbekistan. <i>Environmental Earth Sciences</i> 68, 985–998 (2013).	Rakhmatullaev, S. and others. Water reservoirs, irrigation and sedimentation in Central Asia: A first-cut assessment for Uzbekistan. <i>Environmental Earth Sciences</i> 68, 985–998 (2013).
7	Yangiev, A. and et al. Results of analysis of physical and chemical composition of sludge sediments in Langar and Kalkama flood reservoirs of Kashkadarya region. <i>E3S Web of Conferences</i> 401, 05050 (2023).	Yangiev, A. and et al. Results of analysis of physical and chemical composition of sludge sediments in Langar and Kalkama flood reservoirs of Kashkadarya region. <i>E3S Web of Conferences</i> 401, 05050 (2023).
8	Bowles, F. A., Faas, R. W., Vogt, P. R., Sawyer, W. B. & Stephens, K. Sediment properties, flow characteristics, and depositional environment of submarine mudflows, Bear Island Fan. <i>Marine Geology</i> 197, 63–74 (2003).	Bowles, F. A., Faas, R. W., Vogt, P. R., Sawyer, W. B. & Stephens, K. Sediment properties, flow characteristics, and depositional environment of submarine mudflows, Bear Island Fan. <i>Marine Geology</i> 197, 63–74 (2003).
9	Zhou, X., Revel, M., Modi, P., Shiozawa, T. & Yamazaki, D. Correction of River Bathymetry Parameters Using the Stage–Discharge Rating Curve. <i>Water Resources Research</i> 58, (2022).	Zhou, X., Revel, M., Modi, P., Shiozawa, T. & Yamazaki, D. Correction of River Bathymetry Parameters Using the Stage–Discharge Rating Curve. <i>Water Resources Research</i> 58, (2022).
10	Rossi, L., Mammi, I. & Pelliccia, F. UAV-Derived Multispectral Bathymetry. <i>Remote Sensing</i> 12, 3897 (2020).	Rossi, L., Mammi, I. & Pelliccia, F. UAV-Derived Multispectral Bathymetry. <i>Remote Sensing</i> 12, 3897 (2020).
11	Vanthof, V. & Kelly, R. Water storage estimation in ungauged small reservoirs with the TanDEM-X DEM and multi-source satellite observations. <i>Remote Sensing of Environment</i> (2019) doi:10.1016/j.rse.2019.111437	Vanthof, V. & Kelly, R. Water storage estimation in ungauged small reservoirs with the TanDEM-X DEM and multi-source satellite observations. <i>Remote Sensing of Environment</i> (2019) doi:10.1016/j.rse.2019.111437
12	Ugwu, S. J., Ajoge, H. N., Abdulsalam, B. & Nwude, M. O. Bathymetry Study of the Siltation Level of Lugu Dam Reservoir in Sokoto State, Nigeria. <i>Nigerian Journal of Technological Development</i> 18, 238–243 (2021).	Ugwu, S. J., Ajoge, H. N., Abdulsalam, B. & Nwude, M. O. Bathymetry Study of the Siltation Level of Lugu Dam Reservoir in Sokoto State, Nigeria. <i>Nigerian Journal of Technological Development</i> 18, 238–243 (2021).
13	Lange, A. M. Z., Fiedler, J. W., Becker, J. M., Merrifield, M. A. & Guza, R. T. Estimating runup with limited bathymetry. <i>Coastal Engineering</i> 172, 104055 (2022).	Lange, A. M. Z., Fiedler, J. W., Becker, J. M., Merrifield, M. A. & Guza, R. T. Estimating runup with limited bathymetry. <i>Coastal Engineering</i> 172, 104055 (2022).
14	V., D. & Sudalaimuthu, K. Geostatistical, deterministic and interpolation with barriers methods—a comparative analysis for interpolating soil NPK. <i>Geocarto International</i> 37, 3721–3742 (2022).	V., D. & Sudalaimuthu, K. Geostatistical, deterministic and interpolation with barriers methods—a comparative analysis for interpolating soil NPK. <i>Geocarto International</i> 37, 3721–3742 (2022).
15	Rakhmatullaev, S. and et al. Geostatistical approach for the assessment of the water reservoir capacity in arid regions: A case study of the Akdarya reservoir, Uzbekistan. <i>Environmental Earth Sciences</i> 63, 447–460 (2011).	Rakhmatullaev, S. and et al. Geostatistical approach for the assessment of the water reservoir capacity in arid regions: A case study of the Akdarya reservoir, Uzbekistan. <i>Environmental Earth Sciences</i> 63, 447–460 (2011).
16	Zeng, W. & Comber, A. Using household counts as ancillary information for areal interpolation of population: Comparing formal and informal, online data sources. <i>Computers, Environment and Urban Systems</i> 80, 101440 (2020).	Zeng, W. & Comber, A. Using household counts as ancillary information for areal interpolation of population: Comparing formal and informal, online data sources. <i>Computers, Environment and Urban Systems</i> 80, 101440 (2020).
17	Habib, A. and et al. Impact of spatial resolution, interpolation and filtering algorithms on DEM accuracy for geomorphometric research: a case study from Sahel-Doukkala, Morocco. <i>Modeling Earth Systems and Environment</i> 4, 1537–1554 (2018).	Habib, A. and et al. Impact of spatial resolution, interpolation and filtering algorithms on DEM accuracy for geomorphometric research: a case study from Sahel-Doukkala, Morocco. <i>Modeling Earth Systems and Environment</i> 4, 1537–1554 (2018).
18	Habib, A. and et al. Impact of spatial resolution, interpolation and filtering algorithms on DEM accuracy for geomorphometric research: a case study from Sahel-Doukkala, Morocco. <i>Modeling Earth Systems and Environment</i> 4, 1537–1554 (2018).	Habib, A. and et al. Impact of spatial resolution, interpolation and filtering algorithms on DEM accuracy for geomorphometric research: a case study from Sahel-Doukkala, Morocco. <i>Modeling Earth Systems and Environment</i> 4, 1537–1554 (2018).
19	Bolkas, D., Fotopoulos, G., Braun, A. & Tziavos, I. N. Assessing digital elevation model uncertainty using GPS survey data. <i>Journal of Surveying Engineering</i> 142, (2016).	Bolkas, D., Fotopoulos, G., Braun, A. & Tziavos, I. N. Assessing digital elevation model uncertainty using GPS survey data. <i>Journal of Surveying Engineering</i> 142, (2016).
20	Krivoruchko, K. Empirical Bayesian Kriging Implemented in ArcGIS Geostatistical Analyst. в (2012).	Krivoruchko, K. Empirical Bayesian Kriging Implemented in ArcGIS Geostatistical Analyst. в (2012).