

УДК 622.36 +004.9

Калдыбаев Нурланбек Арзымаматович, к.т.н., с.н.с.
SPIN-код: 1059-1029, AuthorID: 828920
Панфиленко Татьяна Гайратовна, ст.преподаватель,
Ергешова Гулшаан, магистр,
Жунусалиева Айжаркын Келсинбековна, аспирант,
Ошский технологический университет
E-mail: nurlan67@mail.ru

МОНИТОРИНГ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОБЫЧИ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОЙ СМЕСИ НА ПОЙМАХ РЕК ЮЖНОГО КЫРГЫЗСТАНА

В настоящей статье приведены результаты мониторинга, и создания электронной базы данных по добыче песчано-гравийной смеси в поймах горных рек, расположенных на юге республики. Для обоснования технических решений по цифровизации использованы аэрофотокосмические методы съемки, дистанционное зондирование и ГИС-технологии на базе платформы АрхГИС. Для получения цифровой модели рельефа использована съемка на БПЛА. Результаты работы могут использоваться для изучения деформационных процессов в процессе добычи пойменных песчано-гравийных материалов, оценки запасов водных ресурсов, а также для мониторинга и предотвращения геоэкологических рисков.

Ключевые слова: гидрологический мониторинг, цифровизация, ГИС-технологии, аэрофотокосмическая съемка, песчано-гравийные отложения, цифровая модель местности

Калдыбаев Нурланбек Арзымаматович, т.и.к., ага и.к.,
Панфиленко Татьяна Гайратовна, ст. преподаватель,
Ергешова Гулшаан, магистр,
Жунусалиева Айжаркын Келсинбековна, аспирант,
Ошский технологический университет

ТУШ ТҮК КЫРГЫЗСТАНДЫН ДАРЫ ЯЛАРЫНЫН ЖАЙЫЛМАЛАРЫНДА
КУМ-ШАГЫЛ АРАЛАШМАЛАРЫН КАЗЫПАЛУУ ПРОЦЕССИНЕ
МОНИТОРИНГ ЖҮРГҮЗҮҮ ЖАНА САНАРИПТЕШТИРҮҮ

Макалада республиканын түштүгүндө жайгашкан дарыялардын жайылмаларында кум-шагыл аралашмасын казып алуу боюнча мониторингдин жана электрондук маалымат базасын түзүүнүн жыйынтыктары келтирилген. Санариптештирүү боюнча техникалык чечимдерди негиздөө үчүн ArcGIS платформасынын базасындагы ГИС-технологиялар, аэрофотокосмостук сүрөткө тартуу ыкмалары, аралыктан зондирлөө колдонулду. Рельефтин санариптик моделин алуу үчүн учкучсуз учуучу аппаратта (УУА) сүрөткө тартуу колдонулган. Иштин натыйжалары жайылма кум-шагыл чөкмөлөрүн казып алуудагы деформациялык процесстерди изилдөө, суу ресурстарынын запастарын баалоо жана геоэкологиялык тобокелдиктерди көзөмөлдөө жана алдын алуу үчүн колдонууга сунушталат.

Негизги сөздөр: гидрологиялык мониторинг, санариптештирүү, ГИС технологиялары, аэрофотокосмостук съемка, кум-шагыл кендери, аймактын санариптик модели

Kaldybaev Nurlanbek Arzymamatovich,
Candidate of technical sciences, senior researcher,
Panfilenko Tatiana Ayratovna, senior lecturer,
Ergeshova Gulshan, Master's degree,
Zhunusalieva Aizharkyn Kelsinbekovna, graduate student,
Osh Technological University

MONITORING AND DIGITALIZATION OF THE SAND-GRAVEL MIXTURE EXTRACTION PROCESS IN THE FLOODPLAINS OF THE RIVERS OF SOUTHERN KYRGYZSTAN

This article presents the results of monitoring and creation of an electronic database on the extraction of sand-gravel mixture in the floodplains of Mountain Rivers located in the south of the republic. To substantiate technical solutions for digitalization, aerial photography methods, remote sensing and GIS technologies based on the ArcGIS platform were used. To obtain a digital relief model, UAV photography was used. The results of the work can be used to study deformation processes during the extraction of floodplain sand and gravel materials, to assess water reserves, as well as to monitor and prevent geoeological risks.

Key words: hydrological monitoring, digitalization, GIS technologies, aerial photography, sand and gravel deposits, digital terrain model.

Введение. Состояние окружающей среды является одним из главных факторов устойчивого развития. В настоящее время во всем мире наблюдается такая картина, что стремление к экономическому благополучию приводит к чрезмерным техногенным нагрузкам, природные экосистемы подвергаются масштабной деградации, истощаются запасы полезных ископаемых.

В настоящее время добыча песчано-гравийной смеси (ПГС) ведется практически во всех горных реках Кыргызстана, особенно интенсивно в реках Чуй, Кок-Арт, Кара-Дарья, Кара-Ункур и Сох. Начиная с 2019-года правительство Кыргызской республики Постановления №43 смягчил порядок регистрации прав на добычу песчано-гравийной смеси, предоставив это право местным органам власти в лице районных администраций. После отмены лицензий на право недропользования участились факты стихийной добычи строительных материалов на поймах рек. Причем добыча полезных ископаемых ведется в непосредственной близости от населенных пунктов, создавая

угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций [15]. Таким образом, исследование негативных факторов, связанных с добычей ПГС в речных бассейнах является актуальной проблемой и способствует к предотвращению и профилактике природных катастроф.

Ввиду ограниченности природных ресурсов в последнее время все чаще подвергаются к разработке полезные ископаемые, расположенные в поймах рек и водохозяйственных объектов. Интерес к рекам объясняется тем, что геологическое происхождения аллювия связано с деятельностью потока реки и скапливаются именно в поймах рек (рис. 1).

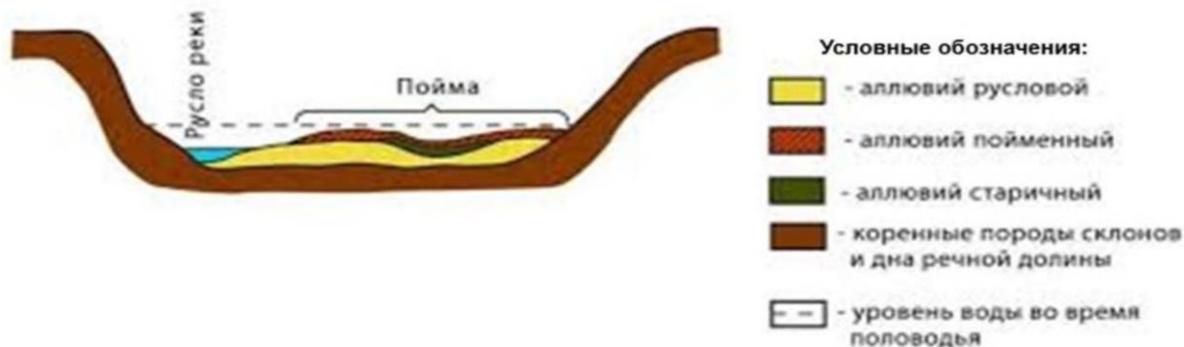


Рис. 1. Схема расположения аллювиальных отложений в пойме реки

Объектом исследования являются речные поймы и водотоки, в которых ведутся добыча песчано-гравийной смеси.

Целью научно-исследовательских работ является мониторинг процесса забора ПГС на руслах рек и водотоков для дальнейшей цифровизации и снижения негативных последствий добычи.

Методы и материалы исследований. В целях настоящих исследований использованы аналитические и теоретические методы обобщения информации, а также геоинформационные технологии. Для изучения геоэкологической ситуации совершены экспедиционные поездки в реки Куршаб, Яссы, Кугарт, Кара-Ункур и Кара-Дарья, расположенных в Южном Кыргызстане. В целях изучения состояния русла рек использованы аэрофотокосмические и топогеодезические методы съемки. Цифровые модели рельефа побережья реки получены аэрофотосъемкой беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) марки DJI Matrix 300 RTK с камерой Zenmuse P1 35 mm. Методические основы исследования негативных факторов добычи полезных ископаемых на руслах рек изложены в работах [1-7].

Результаты исследований. На основе сбора и систематизации информации о местах и объемах забора песчано-гравийного материала в реках Кок-Арт и Кара-Ункур идентифицированы негативные факторы добычи песчано-гравийной смеси на водную экосистему. Выявлено, что интенсивный забор ПГС из русел рек приводит к донной деформации, величина которой достигает до 2-3 метров ниже гидротехнического порога №6 на реке Кок-Арт (рис.2).

Русло реки Кугарт с точками карьеров разработки ПГС

Масштаб 1:75 291

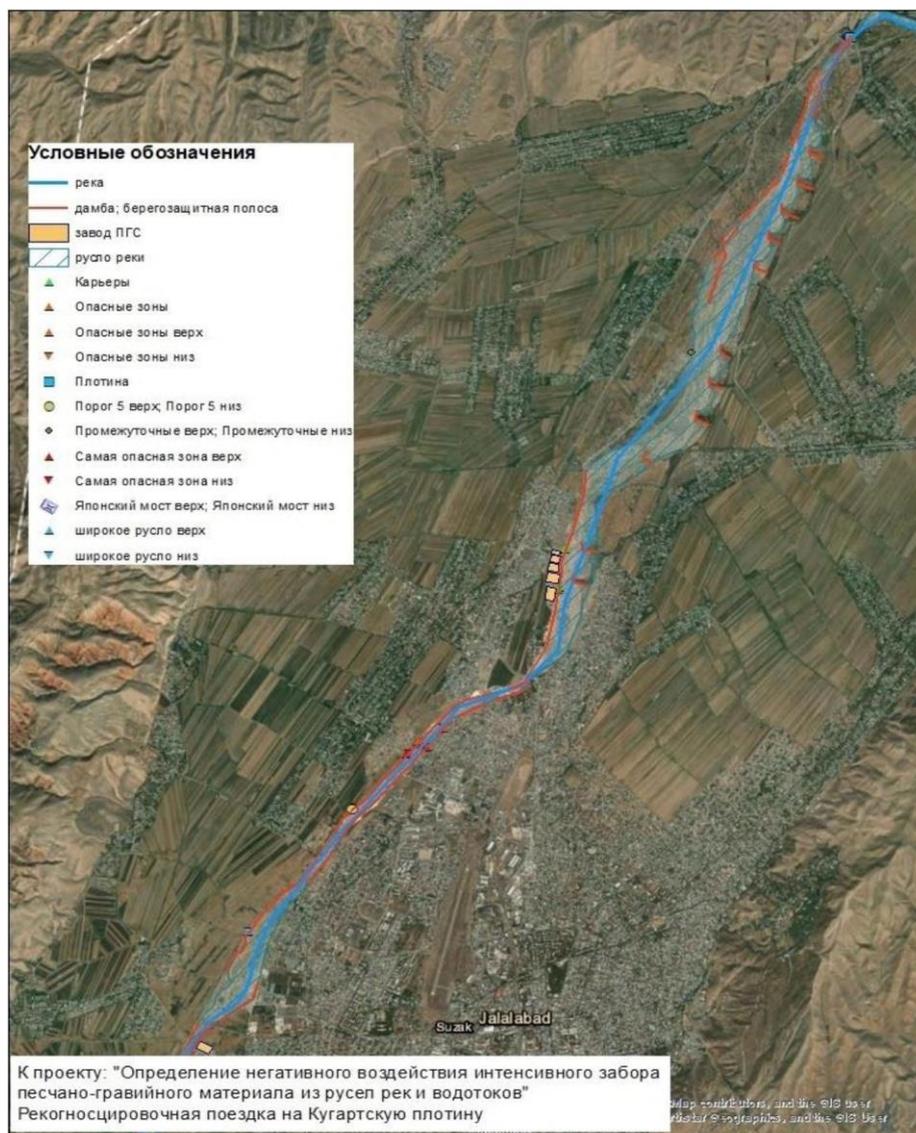


Рис. 2. Карта-схема участка реки Кок-Арт от японского моста до моста

Ынтымак, построенная с помощью цифровой платформы АрхГИС. В рамках проекта «Определение негативного воздействия интенсивного забора песчано-гравийного материала из русел рек и водотоков» в течение 2023-2024 гг. силами сотрудников кафедры Геология полезных ископаемых ОшТУ были изучены русловые процессы в реках Кок-Арт и Кара-Ункур. Наблюдения касались, в основном, изменения глубины речного русла (донной эрозии) в связи с расширением сферы разработки песчано-гравийной смеси (ПГС) и упрощением оформления разрешительных документов на разработку возобновляемых ресурсов. Одним из факторов, приведшим к углублению донной эрозии, является бесконтрольность отбора ПГС в руслах рек. Проведенные инструментальные замеры показали, что средний коэффициент уклона в исследованном участке составляет 8,5м/км. Всего разность превышений по высотам (разность абсолютных высотных отметок) между гидрораспределительным узлом около моста Ынтымак и японским мостом составляет 206 метров.

Дальнейшее обследование участка реки и анализ был проведен посредством съемки дроном (БПЛА) марки DJI Matrix 300 RTK, имеющим расширенные возможности искусственного интеллекта (ИИ) и оснащенный системой обнаружения и позиционирования в 6 направлениях. Аэрофотосъемка позволила получить несколько моделей поверхности, анализ которых позволят судить о состоянии речного дна в актуальном режиме времени (рис.3).

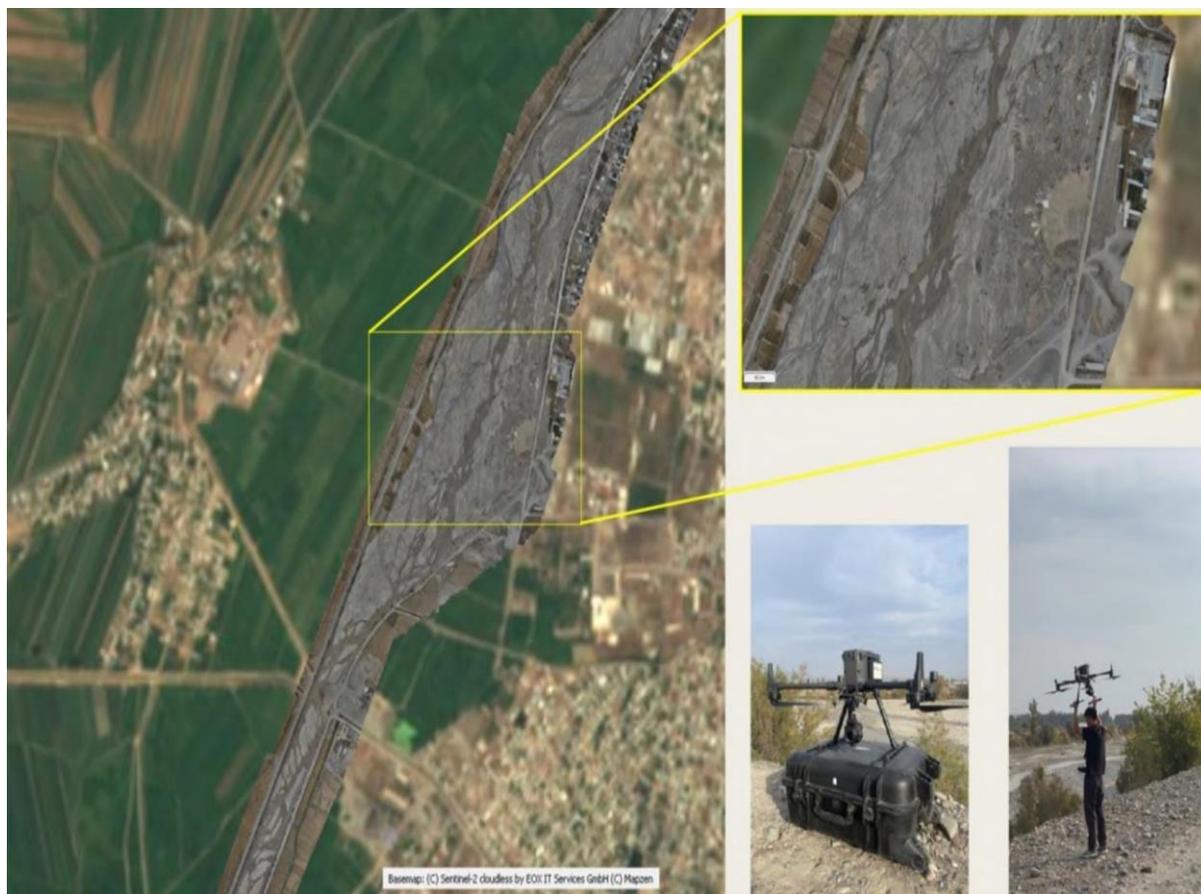


Рис.3 Аэрофотосъемка участка реки Кок-Арт на БПЛА марки DJI Matrix 300 RTK

Анализ фотоснимков, сделанных на БПЛА позволил выявить следующие закономерности русловых деформаций. Добыча ПГС в поймах и руслах реки приводит к разветвлению русла реки. Из-за разветвления дна реки, русло медленно превращается в пойму. На первый взгляд, деформация дна может казаться незначительной, но постепенно русло сильно изменится. При большом потоке притока вода действует на донную поверхность равномерно, а слабые потоки как бы прорезают щель, способствующий к увеличению донной деформации. Среднегодовая величина донной или береговой эрозии может исчисляться сантиметрами, но в течение нескольких лет может привести к сильным преобразованиям русла реки, достигая значений до нескольких метров. Следовательно, изучение русловых деформаций требует систематических многолетних наблюдений.

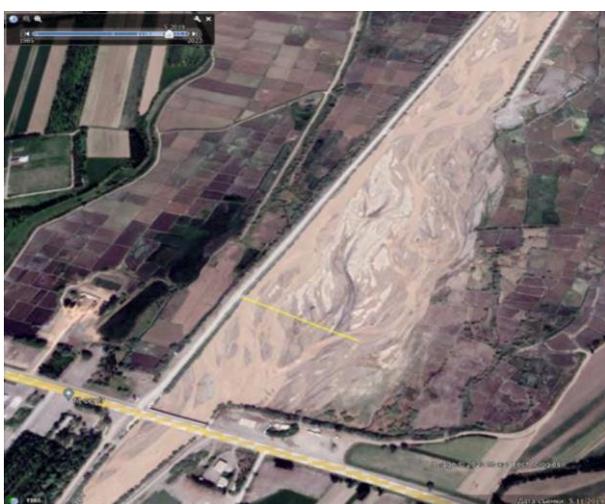
Проведенный с помощью сервиса Google Earth анализ показывает, что расширение русла участка реки в районе японского моста имеет систематический характер. Спутниковые снимки разных лет доказывают, что в результате образования затора и сужения, создавшейся в ходе строительства моста, участок реки в верхнем течении до моста за последние 8 лет значительно расширился (рис.4).



25.10.2015



15.5.2016



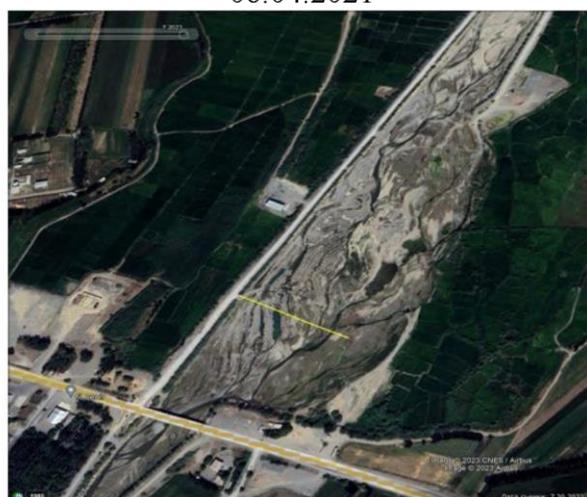
05.11.2019



06.04.2021



04.02.2022



20.07.2023

Рис.4. Спутниковые снимки участка реки Кок-Арт в районе японского моста, датированные с 2015 по 2023 гг.

С точки зрения цифровизации добычи ПГС в поймах рек применение ГИС - технологий открывает новые перспективы. Создание сети геодезических станций, интегрированных в ГИС, обеспечивает постоянное отслеживание деформаций на

руслах и в береговых зонах. Эти станции предоставляют точные данные о вертикальных и горизонтальных смещениях, позволяя оперативно реагировать на изменения. Эти же станции могут контролировать объемы добычи, производя маркшейдерские измерения. Оснащение наблюдательных станций «умными» датчиками позволило бы автоматически составлять отчетные документы по недропользованию.

По результатам оценки негативных факторов добычи песчано-гравийного материала в руслах рек разработаны и рекомендованы к практическому использованию инженерно-технические мероприятия по предотвращению негативных последствий добычи полезных ископаемых [8,9].

Заключение. В результате инструментальной оценки характеристик рек разработана цифровизированная электронная база данных на базе платформы АрхГИС, которая позволяет автоматизированно принимать решения по управлению природопользованием и предотвращать чрезвычайные ситуации в речных бассейнах.

Использование современных технологий дистанционного зондирования, включая спутниковые изображения, позволяет получать высокоточные данные о топографии и изменениях в природной среде. Это дает возможность обнаруживать изменения в береговых зонах на ранних стадиях

Использование ГИС-технологий в мониторинге деформаций на руслах и береговых зонах рек и водоемов Кыргызстана является ключевым элементом эффективного управления водными ресурсами. Этот подход не только обеспечивает оперативное реагирование на изменения в природной среде, но также способствует устойчивому развитию региона в целом.

Литература:

1. Пьянков, С.В. Геоинформационное обеспечение моделирования гидрологических процессов и явлений: монография [Текст] / С.В. Пьянков, А.Н. Шихов. - Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2017. - 148 с.
2. Вогель, Д.К. Метод создания цифровой модели рельефа на основе съемки с беспилотного летательного аппарата [Текст]/ Вогель Д.К., Попов А.В.//НаукоСфера. №9(2), 2021. -с.46-50.
3. Сарапулова, Г.И. Новые подходы мониторинга загрязнения геосистем [Текст]/Сарапулова Г.И. // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 11. – С. 65-66.
4. Бычков, И.В. Цифровая трансформация экологического мониторинга оз. Хубсугул и Прихубсугулья [Текст] / Бычков И.В., Г. М. Ружников М.Г. , Федоров Р.К., Попова А.К., Будээбазар А., Балт Б., Ууганбаатар Д. // Вычислительные технологии, 2022, том 27, №5, с. 14–29. © ФИЦ ИВТ, 2022.-16 с. DOI:10.25743/ICT.2022.27.5.003 <http://www.ict.nsc.ru/jct/getfile.php?id=2090> дата обращения 08.05.2024
5. Kaldybaev N.A.Methodological Basis for Assessing Negative Factors of Mineral Extraction on Beds of Rivers and Watercourses [Текст]/Kaldybaev N.A., Sopubekov N.A., Mamatkasymova A.T., Ramankulova G., Toktomuratova G. //Advances in Science, 2024 DOI:10.1007/978-3-031-51272-8_47 In book: Sustainable Development of the Agrarian Economy Based on Digital Technologies and Smart Innovations (pp.287-293).
6. Карпенко Н.П. Оценка геоэкологической ситуации речных бассейнов на основе атрибутивных показателей и обобщенных геоэкологических рисков [Текст]/ Карпенко Н.П.//Природообустройство, №2, 2018. -стр.15-22.
7. Калдыбаев, Н.А. Методические основы использования ГИС-технологий для гидрологического мониторинга и оценки русловых деформаций в горных реках [Текст]. Калдыбаев Н.А., Маткасымова А.Т., Панфиленко Т.Г., Жунусалиева А.К. /В сборнике: Актуальные проблемы проведения геолого-геофизических исследований.

Материалы II Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2024. С. 146-151.

8. Калдыбаев, Н.А. Оценка негативных факторов добычи песчано-гравийного материала в русле реки Кугарт [Текст] / Н.А. Калдыбаев, Т.Г. Панфиленко, Г.Ш. Токтомурадова, У. Ражаб кызы, Д. Акылбек кызы // Вестник Кыргызского Национального Университета имени Жусупа Баласагына, 2023, № S1. С. 57-61.
9. Калдыбаев, Н.А. Инженерно-технические мероприятия по предотвращению негативных последствий добычи полезных ископаемых на пойме реки Кугарт [Текст]. Калдыбаев Н.А.//Известия Ошского технологического университета. 2023, № 2-2. -С. 251-258.