

УДК 504.064.36: 622.271.3(575.2)

Калдыбаев Нурланбек Арзымаматович,
канд.техн. наук, с.н.с., проф. кафедры Геология полезных ископаемых
Дуванакулов Мусабек Абдушарипович,
доцент кафедры Геология полезных ископаемых
Панфиленко Татьяна Гайратовна,
препод. кафедры Геология полезных ископаемых
Жунусалиева Айжаркын Келсинбековна,
препод. кафедры Геология полезных ископаемых

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ДОБЫЧИ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОЙ СМЕСИ В ПОЙМАХ РЕК

Калдыбаев Нурланбек Арзымаматович,
техн.илимд.канд., ага илим.кызм., Пайдалуу кендердин геологиясы кафедр. профессору
Дуванакулов Мусабек Абдушарипович,
Пайдалуу кендердин геологиясы кафедрасынын доценти
Панфиленко Татьяна Гайратовна,
Пайдалуу кендердин геологиясы кафедрасынын окутуучусу
Жунусалиева Айжаркын Келсинбековна,
Пайдалуу кендердин геологиясы кафедрасынын окутуучусу

ДАРЫЯ НУКТАРЫНДА КУМ-ШАГЫЛ АРАЛАШМАСЫН КАЗЫП АЛУУНУ КӨЗӨМӨЛДӨӨНҮН МЕТОДИКАЛЫК НЕГИЗДЕРИ

Kaldybaev Nurlanbek Arzymamatovich,
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Professor of the Department of Geology of Minerals
Duvanakulov Musabek Abdusharipovich,
Associate Professor of the Department of Geology of Minerals
Panfilenko Tatiana Gayratovna,
lecturer at the Departments of Geology of Minerals
Zhunusalieva Aizharkyn Kelsinbekovna,
lecturer at the Departments of Geology of Minerals

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF MONITORING THE EXTRACTION OF SAND-GRAVEL MIXTURE IN FLOODPLAINS

*Ошский технологический университет им. М.М. Адышева,
Ош, Кыргызская Республика
М.М.Адышева атындагы Ош технологиялык университети,
Ош, Кыргыз Республикасы
Osh Technological University named after M.M.Adyshev,
Osh, Kyrgyz Republik*

Аннотация. В статье рассматриваются методические основы организации геоэкологического мониторинга добычи песчано-гравийной смеси (ПГС) в поймах и руслах рек Кыргызстана. Актуальность исследования обусловлена усилением антропогенного воздействия, вызывающего русловые деформации, эрозию берегов и деградацию экосистем. Предложена комплексная методика наблюдений, основанная на сочетании дистанционного зондирования Земли, геоинформационных систем (ГИС), натурных гидрологических исследований и биоиндикации. Разработаны этапы и принципы мониторинга, обеспечивающие объективность

и системность оценки последствий добычи ПГС. Введён комплекс индикаторов, включающий морфометрические, гидрохимические и биологические параметры, позволяющий прогнозировать изменения и разрабатывать меры по снижению геоэкологических рисков. Реализация предложенной системы мер способствует формированию региональной ГИС-платформы мониторинга и устойчивому природопользованию в горных районах Кыргызстана.

Ключевые слова: песчано-гравийная смесь, мониторинг, пойма, река, донные отложения, геоэкологический риск, ГИС

Аннотация. Макалада Кыргызстандын дарыяларынын жайылмаларында жана нуктарында кум-шагыл аралашмасын (КША) казып алууга геоэкологиялык мониторинг уюштуруунун методикалык негиздери каралган. Изилдөөнүн актуалдуулугу каналдын деформациясын, жээктердин эрозиясын жана экосистемалардын деградациясын пайда кылган антропогендик таасирдин күчөшү менен шартталган. Жерди аралыктан зонддоонун, геомаалыматтык системалардын (ГИС), натуралык гидрологиялык изилдөөлөрдүн жана биоиндикациянын айкалышына негизделген байкоолордун комплекстүү методикасы сунушталган. КША казып алуунун кесепеттерин баалоонун объективдүүлүгүн жана системалуулугун камсыз кылуучу мониторингдин этаптары жана принциптери иштелип чыкты. Сунушталган индикаторлордун комплекси морфометриялык, гидрохимиялык жана биологиялык параметрлерди камтуу менен бирге геоэкологиялык тобокелдиктерди азайтууга өбөлгө түзөт. Изилдөөнүн жыйынтыктарын ишке ашыруу аркылуу мониторинг жүргүзүү үчүн регионалдык ГИС-платформа түзүлөт жана бул Кыргызстандын тоолуу аймактарында жаратылышты туруктуу жана коопсуз пайдаланууну камсыздайт.

Ачкыч сөздөр: кум-шагыл аралашмасы, мониторинг, суу ташкыны, дарыя, чөкмөлөр, геоэкологиялык коркунуч, ГИС.

Abstract. The article discusses the methodological foundations of the organization of geoecological monitoring of the extraction of sand-gravel mixture (GHS) in floodplains and riverbeds of Kyrgyzstan. The relevance of the study is due to the increased anthropogenic impact causing channel deformations, coastal erosion and ecosystem degradation. A comprehensive observation technique based on a combination of remote sensing of the Earth, geographic information systems (GIS), field hydrological research and bioindication is proposed. The stages and principles of monitoring have been developed to ensure the objectivity and consistency of the assessment of the consequences of GHG mining. A set of indicators has been introduced, including morphometric, hydrochemical and biological parameters, which make it possible to predict changes and develop measures to reduce geoecological risks. The implementation of the proposed system of measures contributes to the formation of a regional GIS platform for monitoring and sustainable environmental management in the mountainous regions of Kyrgyzstan.

Keywords: sand and gravel mixture, monitoring, floodplain, river, bottom sediments, geoecological risk, GIS.

Введение

В последние годы в Кыргызстане всё более актуальной становится проблема изменения морфологических характеристик рек, вызванная интенсивной хозяйственной деятельностью в поймах и руслах. Освоение песчано-гравийных месторождений сопровождается эрозией берегов, нарушением гидрогеологических условий и деградацией экосистем [1,2,10]. Эти процессы приводят к затоплению земель, загрязнению водных объектов и росту геоэкологических рисков.

Существующая система наблюдений за состоянием речных русел в республике не

обеспечивает комплексного анализа и прогнозирования негативных последствий добычи песчано-гравийной смеси (ПГС). В связи с этим возрастает необходимость внедрения **системного экологического мониторинга**, ориентированного на рациональное природопользование и устойчивое развитие водных экосистем.

Цель исследования — разработка методических основ организации мониторинга добычи ПГС в поймах и руслах рек Кыргызстана с использованием дистанционных, гидрологических и геоинформационных технологий. Работа выполнена в рамках

проекта НИР по теме «Определение негативного воздействия интенсивного забора песчано-гравийного материала из русел рек и водотоков», выполненного в Ошском технологическом университете в 2023-2024 гг. согласно госзаказу МЧС КР.

Основные задачи исследований сводятся к следующему:

1. Обосновать принципы и подходы к мониторингу русловых деформаций и гидро-экологических изменений.

2. Разработать методику комплексного наблюдения за объемами добычи и её воздействием на окружающую среду.

3. Оценить эффективность применения ГИС и БПЛА для анализа русловых процессов.

4. Сформировать систему индикаторов для оценки негативного воздействия добычи ПГС.

1. Методы и материалы исследования

Организация мониторинга охватывает наблюдения за русловыми деформациями, качеством воды и состоянием донных отложений. Он основан на сочетании **наземных, дистанционных и аналитических методов** [4,5,6,7]. Периодичность наблюдений зависит от интенсивности процессов:

- медленные изменения фиксируются ежегодно после половодья;
- быстрые — в активные фазы русловых преобразований;
- катастрофические — после паводков и селевых событий.

Мониторинг опирается на следующие основные принципы:

- **Комплексность** — оценка объемов добычи и её влияния на гидрологический и экологический режим.

- **Системность** — регулярное проведение наблюдений с целью выявления динамики изменений.

- **Объективность** — применение независимых методов измерений и дистанционного зондирования.

- **Целевая направленность** — контроль за лицензионными участками и выявление нелегальной добычи.

Мониторинг осуществляется с применением следующих методов и технологий:

1. **Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ):**

Используются спутниковые снимки сверхвысокого разрешения (WorldView,

GeoEye) и аэросъемка с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Сравнение разновременных изображений позволяет выявлять масштабы выемки и деформации русла.

2. Геоинформационные системы (ГИС):

ГИС служат инструментом интеграции данных с ДЗЗ, БПЛА и полевых измерений. Позволяют создавать карты состояния русла, моделировать деформации и прогнозировать изменения.

3. Натурные гидрологические и геодезические обследования:

Измерения рельефа дна и берегов, скорости течения, уровней воды и состава донных отложений. Пробы анализируются по методике РД 52.24.309-2004.

Этапы мониторинга

1. Подготовительный анализ исходных данных (карты, снимки, архивные гидрологические сведения).

2. Полевые работы — геодезические измерения и отбор проб.

3. Дистанционный мониторинг — получение и анализ спутниковых и аэрофотоснимков.

4. Камеральная обработка — использование ГИС для анализа и сравнения данных.

5. Анализ и оценка результатов.

6. Контроль и надзор со стороны природоохранных органов.

2. Результаты исследования

В результате проведенного анализа и обобщения существующих подходов разработана **методическая основа комплексного экологического мониторинга добычи песчано-гравийной смеси (ПГС) в поймах и руслах рек Кыргызстана**. Данная методология была апробирована для определения негативных факторов добычи ПГС в руслах рек Кок-Арт и Кара-Ункур [10].

По результатам аналитических и полевых работ разработана концептуальная модель мониторинга, включающая взаимодействие трёх уровней наблюдения (рис.1):

о **дистанционный (спутниковый и БПЛА-контроль)** — для оценки пространственно-временных изменений русел;

о **гидрологический (натурные наблюдения)** — для определения динамики водного режима и качества воды;

о **аналитико-оценочный (камеральный уровень)** — для интеграции данных в ГИС и расчёта показателей воздействия.



Рис.1. Концептуальная модель мониторинга за процессом добычи ПГС в поймах рек

На каждом этапе **мониторинга** собирается **банк данных** с учетом **выработанных принципов организации мониторинга** (комплексность, системность, объективность, целевая направленность), обеспечивающие возможность постоянного и сопоставимого контроля за процессами добычи ПГС. В конечном итоге эти данные будут использованы для разработки природоохранных мероприятий и эффективного управления ресурсами.

Разработан комплекс индикаторов для оценки состояния рек, включающий:

- морфометрические параметры** (глубина, ширина, скорость потока);
- гидрохимические показатели** (мутность, содержание взвешенных веществ);
- биологические характеристики** (состояние макрозообентоса).

Разработаны рекомендации по созданию **региональной ГИС-платформы мониторинга** русловых процессов, ориентированной на автоматизированное выявление русловых деформаций и контроль объемов добычи ПГС [8,9].

Предложенная система мониторинга обеспечивает:

- выявление русловых деформаций с высокой точностью;
- оценку воздействия добычи ПГС на гидрологический режим рек Кыргызстана;
- автоматизацию расчета объемов добытого материала по данным ДЗЗ и БПЛА;
- интеграцию данных в единую региональную ГИС.

3. Обсуждение результатов

Проведенные исследования подтверждают, что добыча ПГС вызывает разрушение берегов, углубление русел и ухудшение качества воды. Использование дистанционных и ГИС-технологий значительно повышает эффективность мониторинга, позволяя выявлять нарушения и прогнозировать последствия антропогенного воздействия.

Рекомендовано создание **региональной геоинформационной платформы** для постоянного наблюдения за русловыми процессами, интеграции данных от различных ведомств и оперативного реагирования на нарушения.

Сравнение с зарубежными аналогами показывает, что предложенная методика отвечает современным принципам устойчивого управления водными ресурсами и может быть адаптирована для других горных регионов Центральной Азии.

Заключение

Добыча ПГС вызывает комплекс гидро-морфологических и экологических изменений, а также возникновение ЧС, требующих постоянного контроля. Следовательно, необходимо вести регулярные всесезонные наблюдения. Эффективный мониторинг должен основываться на интеграции гидрометрических, ГИС- и дистанционных методов.

Разработанная в настоящей работе система индикаторов обеспечивает раннее выявление негативных тенденций и обоснование природоохранных решений. Внедрение региональной ГИС-системы мониторинга позволит снизить геоэкологические риски и обеспечить устойчивое природопользование в горных реках Кыргызстана.

Список литературы:

1. Михайлов А.М. Охрана окружающей среды при разработке месторождений открытым способом. М.: Недра, 1981. 184 с.
2. Калыбеков Т. Обоснование возникновения экологического риска при открытой разработке месторождений // Изв. НТО «КАХАК». Алматы, 2011. № 2 (32). С. 95–99.
3. Бабенко О.Б., Семикобыла Я.Г. Методика расчета ущерба окружающей среде на территории горнодобывающего района // Горный журнал. 2010. №7. С.103–105.
4. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Геоинформационное обеспечение моделирования гидрологических процессов и явлений. Пермь: ПГНИУ, 2017. 148 с.
5. Вогель Д.К., Попов А.В. Метод создания цифровой модели рельефа на основе съемки с беспилотного летательного аппарата // Наукосфера, №9(2), 2021. С.46–50.
6. Сарапулова Г.И. Новые подходы мониторинга загрязнения геосистем // Успехи современного естествознания. 2010. №11. С.65–66.
7. Бычков И.В., Ружников Г.М., Федоров Р.К. и др. Цифровая трансформация экологического мониторинга оз. Хубсугул и Прихубсугулья // Вычислительные технологии. 2022. Т.27, №5. С.14–29.
8. Kaldybaev N.A., Sopubekov N.A., Mamatkasymova A.T. et al. Methodological Basis for Assessing Negative Factors of Mineral Extraction on Beds of Rivers and Watercourses // Sustainable Development of the Agrarian Economy Based on Digital Technologies and Smart Innovations. Springer, 2024. pp. 287–293.
9. Калдыбаев Н.А., Маткасымова А.Т., Панфиленко Т.Г., Жунусалиева А.К. Методические основы использования ГИС-технологий для гидрологического мониторинга и оценки русловых деформаций в горных реках // В сб.: Актуальные проблемы проведения геолого-геофизических исследований. Краснодар, 2024. С. 146–151.
10. Калдыбаев Н.А., Панфиленко Т.Г., Токтомурадова Г.Ш. и др. Оценка негативных факторов добычи песчано-гравийного материала в русле реки Кугарт // Вестник Кыргызского национального университета им. Ж. Баласагына. 2023. №S1. С.57–61.