

*Specific information is also given on the construction of a number of small HPPs along the Vakhsh and Pyanj rivers.*

**Keywords:** *continent, water resources, region, snow, glacier; river, lake, groundwater, supply, electricity, hydroelectric power plant, operation.*

**Маълумот дар бораи муаллифон:** Рауфов Раҳматулло Неъматович - номзади илмҳои география, дотсент, мудири кафедраи географияи табиӣ ДДОТ ба номи Садриддин Айни, Тел. +992 918 62 86 58; E-mail: raufov67@bk.ru; Қулматова Лутфия Сафаровна – ассистенти кафедраи географияи табиӣ ДДОТ ба номи Садриддин Айни, Тел. +992 904 41 13 66; E-mail: lutfiy1980@mail.ru

**Информация об авторах:** Рауфов Раҳматулло Неъматович – кандидат географических наук, доцент, зав. кафедрой физической географии Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни, Таджикистан, г. Душанбе, Тел. +992 918 62 86 58; E-mail: raufov67@bk.ru; Кулматова Лутфия Сафаровна – ассистент кафедры физической географии Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни, Таджикистан, г. Душанбе, Тел. +992 904 41 13 66; E-mail: lutfiy1980@mail.ru

**Information about the authors:** Raufov Rahmatullo Negmatovich – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head. Department of Physical Geography Tajik State Pedagogical University. Sadriddina Aini, Tajikistan, Dushanbe, Tel. +992 918 62 86 58; E-mail: raufov67@bk.ru

Kulmatova Lutfiya Safarovna - Assistant of the Department of Physical Geography Tajik State Pedagogical University named after. Sadriddin Aini, Tajikistan, Dushanbe, Tel. + 992 904 41 13 66; E-mail: lutfiy1980@mail.ru.

УДК 53.087: 626

## РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*Давлатшоев С.К.*

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ*

---

**Аннотация:** *гидротехнические сооружения представляют собой весьма сложные и ответственные объекты, безопасность и эффективность функционирования которых должна обеспечиваться в ходе строительства, и в течение длительных периодов эксплуатации. Решение этой задачи требует совершенствования методов и техники натурных наблюдений за работой гидроэнергетических сооружений в процессе строительства и эксплуатации.*

*В статье приведены разработанные измерительные аппаратуры: :одноканальная сейсмостанция, кондуктометр и геотермометр позволяющие на современном уровне провести исследования на гидротехнических сооружениях.*

**Ключевые слова:** *гидротехнические сооружения, геологическая среда, инженерный мониторинг, одноканальная сейсмостанция, кондуктометр, гаммаспектрометр, геотермометр.*

Гидроэнергетические объекты, создаваемые в сложных инженерно-геологических и сейсмических условиях, значительно отличаются от промышленных объектов, другого назначения своей конструкцией, условиями возведения, эксплуатацией и режимом работы. Это делает чрезвычайно актуальной задачу организации инженерного мониторинга в целях обеспечения безопасной и надежной эксплуатации, а также прогнозирования их состояния. Решение этой задачи требует совершенствования методов и техники натурных наблюдений за работой гидроэнергетических сооружений в процессе строительства и эксплуатации.

Основные принципы организации инженерного мониторинга состояния массивов и основных сооружений должны базироваться, в первую очередь, на системных принципах, поскольку указанные сооружения образуют специфические техноприродные системы «сооружение - массив».

Специфика этих систем заключается в особой ответственности с точки зрения обеспечения безаварийной работы сооружений в течение всего длительного срока их эксплуатации. При рассмотрении вопросов организации геодинамического мониторинга сооружений в сложных инженерно – геологических и тектонических условиях приходится дополнительно повышать степень надежности разрабатываемых мер для предотвращения возможных аварий.

Разработка структуры систем инженерного мониторинга в общем случае должна включать следующие этапы [1]: создание геомеханических моделей контролируемых горнотехнических систем и сооружений, включая оценку геодинамического риска; выбор, обоснование и оценка возможных значений приоритетных контролируемых параметров; оборудование наблюдательных пунктов; измерения контролируемых параметров в натуральных условиях; формирование баз данных натурных наблюдений, а также расчетных параметров и критериев оценки;

первичную обработку и логическое структурирование данных; верификацию геомеханических моделей путем сопоставления измеренных, контролируемых параметров и соответствующих расчетных значений; установление нормативных или полученных путем численного моделирования прогнозно-критических параметров, соответствующих виртуальной катастрофической ситуации; сопоставление измеренных значений с нормативными и расчетными прогнозно – критическими значениями; оценки текущего и прогноз дальнейшего состояния контролируемых объектов; принятие управленческих решений и разработка превентивных мероприятий; контроль эффективности реализации превентивных мероприятий.

Как следует из принципов организации инженерного мониторинга, натурные (полевые) измерения и наблюдения составляют весьма существенную часть общих работ. При этом, учитывая современные представления о массиве горных пород, как о среде иерархично-блочного строения, и основная информация, которая должна быть получена в первую очередь в ходе натурных наблюдений – это наличие зон разуплотнения, перемещения и деформации горного массива.

Для получения этой информации могут быть использованы различные геофизические методы, поскольку они позволяют оценивать степень изменения физических параметров во внутренних частях массивов горных пород в условиях естественного залегания под воздействием естественных и техногенных факторов, оценивать предельные уровни деформаций и находить индикаторы критического состояния геологической среды на проблемных участках [2].

Натурные наблюдения в сооружениях Рогунской ГЭС носят комплексный характер, анализ их состояния базируется на максимально полной и достоверной информации. В связи с этим размещение контрольно – измерительной аппаратуры, ее количество и номенклатура обеспечивают измерение всех

параметров состояния сооружения (нагрузки, напряжения, деформации, температуры, давление и пр.).

Несмотря на развитие уровня технологии приборостроения и измерительной техники, остаются проблемы, к решению которых нужно применить научно - инновационный подход. Для решения проблем такого рода сотрудниками ООО "Гидроспецпроект" и ООО "NELT" были разработаны ряд мето-

дов и изготовлены приборы для измерения тех или иных параметров процессов.

Одноканальная сейсмостанция. Станция предназначена для геофизического метода сейсмокаротажа в скважинах, исследование качества контакта железобетонной отделки с горным массивом, методом динамического отклика и сейсмопрофилирование на поверхности (рис. 1). Технические параметры приведены в таблице 1.

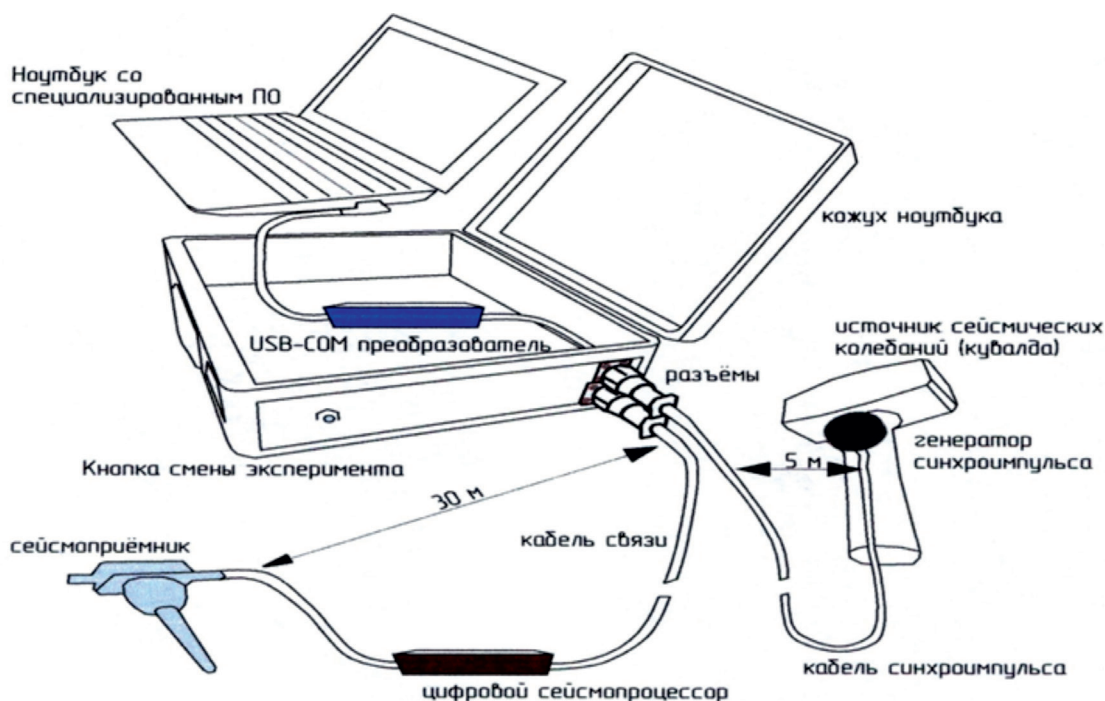


Рис. 1. Одноканальная сейсмостанция

Таблица 1.

Технические характеристики одноканальной сейсмостанции

Число регистрируемых каналов	1
Напряжение питания	5 вольт USB
Потребляемая мощность сейсмопроцессора	0,05 Вт
Потребляемая мощность регистратора (нетбук)	5 Вт средняя
Коэффициент нелинейных искажений	0,01%
Время регистрации	500 мс
Длина записи	5000 отсчетов
Частота квантования АЦП	200 кГц
Диапазон регистрируемых частот	0-3000 Гц (16 бит эфф.)
Частота квантования сигнала	0,1 мс
Децимационный фильтр	20 отсчетов
Эффективное напряжение шумов (0,1-100 Гц)	0,6 мкВ ( $K_{sc} = 600$ )
Коэффициент подавления синфазного сигнала, не менее	100 дБ
Неопределенность начала запуска регистрации	10 мкс
Диапазон рабочих температур	-40°C ... +50°C
Масса электронного блока	0,06 кг
Габаритные размеры	113x23x16 мм

Кондуктометр КАЛЬМАР. Кондуктометр [3] предназначен для измерения уровня минерализации в скважинах и пространственно-временное изменение гидрогеохимического режима вокруг солевого пласта в

основании плотины Рогунской ГЭС методом каротажа скважин (рис. 2). Технические параметры кондуктометра приведены в таблице 2.



Рис. 2. Кондуктометр КАЛЬМАР

Таблица 2.

Техническая характеристики кондуктометра.

Диапазон измеряемых концентраций	0,2 ÷ 300 г/л
Точность измерения концентрации NaCl	± 0,1 г/л ( в диапазоне 8-25°C)
Диапазон измерения электропроводности	0,2 -600 мСм/см
Точность измерения электропроводности	±0,1 мСм/см
Диапазон измерения температуры	0 ÷ 45 °С
Точность измерения температуры	± 0,05 °С (0 ÷ 45 °С)
Интерфейс погружного зонда	RS-232 усиленный до 200 м
Интерфейс регистратора	USB
Период измерений	0,1 сек
Потребляемая мощность	0,16 Вт
Средний срок службы погружного зонда	5 лет
Средний срок службы регистратора	10 лет
Длина информационного кабеля	до 200 м
Масса погружного зонда	850 г
Габариты погружного зонда	230 x 33 мм
Габариты регистратора	270 x 170 x 30 мм

Геотермометр NELT. Геотермометр [4] предназначен для измерения температуры в стволе скважины методом термокаротажа скважины (рис. 3). Также геотермометр позволяет вести наблюдения в одной ста-

ционной точке для определения геотермического ступня и пути сосредоточенной фильтрации в основании плотины. Технические параметры приведены в таблице 3.



Рис. 3. Геотермометр.

Таблица 4.

Технические характеристики геотермометра

**Основные технические характеристики термометра «НЭЛТ»**

1. Диапазон измеряемых температур	8-25 °С
2. Количество каналов измерения	2
3. База, расстояние между термодатчиками	180 мм
4. Наихудшая точность	0,010 °С
5. Разрешающая способность	0,0010 °С
6. Долговременная стабильность	0,0050 °С/ год
7. Постоянная времени прибора с фильтром / без фильтра	1 секунда / 0,1 секунда
8. Период обновления данных	0,1 секунда
9. Дальность действия беспроводного интерфейса	50-100 м
10. Длина погружного кабеля	60 м
11. Диаметр погружного зонда	20 мм
12. Масса погружного зонда	920 г
13. Габариты погружного зонда	240x20x20 мм
14. Напряжение питания батареи	3-5 В
15. Срок службы внутренней батареи	1-3 года
16. Влаго и пылезащита измерителя	IP57

## Выводы

1. Разработанные приборы являются уникальными: повышенная точность, надёжность, низкое потребление электроэнергии, удобство в работе и гибкость при ведении полевых экспериментов.
2. Приборы позволяют работать проводить исследования в полевых условиях и работать в стационарном режиме в составе автоматизированных измерительных систем.

## Список литературы

1. А.А.Козырев, А.И. Калашник, Э.В. Каспарян, С.Н.Савченко Концепция организации геодинамического мониторинга нефтегазовых объектов западного сектора российской Арктики. Вестник МГТУ, Т.14, №3, 2011г. С.587-600
2. Комплексные инженерно-геофизические исследования при строительстве гидротехнических сооружений. Под редакцией А.И. Савича и Б.П. Куянджича . Москва: Недра, 1990 .
3. Давлатшоев С.К. Зонд-кондуктометр Nelt. Часть 1. Разработка, изготовление и испытания. Журнал «Водные ресурсы, энергетика и экологии», - Душанбе: №1 (4), 2021- С.58-65.
4. Давлатшоев С.К., Сафаров М.М. Термометр - тепломер для определения пути сосредоточенной фильтрации в основании плотины Сборник научных статей. Материалы двенадцатой международной теплофизической школы «Теплофизика и информационные технологии» 19-21 октября 2021г. Тамбов: ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2022. -С. 161-164.

## ТАШАККУЛИ СИСТЕМАҲОИ МУОСИРИ ЧЕНКУНИИ МОНИТОРИНГИ ҲОЛАТИ ИНШООТҲОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКӢ

*Давлатшоев С.К.*

**Анотатсия:** иншоотҳои гидротехникӣ иншоотҳои хеле мураккаб ва муҳим мебошанд, ки беҳатарӣ ва самаранокии онҳо бояд ҳангоми сохтмон ва истифодабарӣ дар муддати тӯлонӣ таъмин карда шаванд. Ҳалли ин масъала тақмил додани усулҳои мушоҳидакунӣ саҳроиро аз рӯи қори иншоотҳои гидроэнергетикӣ ҳангоми сохтан ва истифода бурдан талаб мекунад. Дар мақола таҷрибаҳои ченкунӣ — стансияи сейсмикии якканала, кондуктометр ва геотермометр, ки барои дар дараҷаи ҳозиразамон гузарондани тадқиқотҳои иншоотҳои гидротехникӣ имконият медиҳанд, нишон дода шудааст.

**Калидвожаҳо:** иншооти гидротехникӣ, муҳити геологӣ, мониторинги муҳандисӣ, стансияи сейсмикии якканала, кондуктометр, геотермометр.

## DEVELOPMENT OF MODERN MEASURING SYSTEMS FOR MONITORING THE STATE OF HYDROPOWER FACILITIES

*Davlatshoev S.K.*

**Annotation:** hydraulic structures are very complex and critical facilities, the safety and efficiency of which must be ensured during construction, and for long periods of operation. The solution of this problem requires the improvement of methods and techniques for field observations of the operation of hydropower facilities during construction and operation. The article presents the developed measuring equipment - a single-channel seismic station,

*a conductometer and a geothermometer, which make it possible to carry out research on hydraulic structures at the modern level.*

**Key words:** *hydraulic structures, geological environment, engineering monitoring, single-channel seismic station, conductometer, gamma ray spectrometer, geothermometer.*

**Маълумот оиди муаллиф:** Давлатшоев Саломат Қаноатшоевич – н.и.т., мудирӣ озмоишгоҳи «Энергетика, захира- ва энергиясарфанамоӣ» -и Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Адрес: н. Рудаки, ӯ. Чортепа, д. Арбобхотун, salomatda@list.ru.

**Сведения об авторах:** Давлатшоев Саломат Қаноатшоевич – к.т.н. заведующий лабораторией «Энергетика, ресурсо- и энергосбережение» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. Адрес: р. Рудаки, с/с. Чортепа, с. Арбобхотун, salomatda@list.ru

**Information about authors:** Davlatshoev Salomat Kanoatshoevich - Ph.D., Head. Laboratory of Energy Resources and Energy Saving of the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan. Адрес: R. Rudaki, s/s. Chortepa, p. Arbobkhotun, salomatda@list.ru.

УДК 624.11.532.011

## НБО-И «РОГУН» ВА НАҚШИ ОН ДАР РАВАНДИ ЧАҲОНИШАВӢ

*Асоев Ҳ.*

*Институтӣ масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ*

**Аннотатсия:** дар мақолаи мазкур нақши неругоҳи Рогун дар раванди ҷаҳонишавии Тоҷикистон аз дидгоҳҳои гуногуни илмӣ таҷассум ёфта, вобаста ба замон бо далелҳои мушаххас самтҳои бунёдӣ он нишон дода шудааст. Муҳтавои ин мақола нақши Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмонро дар бунёди НБО «Рогун» инъикос менамояд.

**Калидвожаҳо:** Созмони Милали Мутаҳид, Осиеи Марказӣ, НБО-и «Рогун», гидроэнергетика, лоиҳаҳои сармоягузорӣ, ҷаҳонишавӣ, тағйирёбии иқлим, иқтисоди «сабз», энергияи сабз.

Ҷаҳони имрӯза ҷаҳони илму технология мебошад. Ба тӯфайли он, ҷаҳонишавӣ ҳоло ба як гароиши густурда табдил ёфта, зиёда аз се даҳсола мешавад, ки зухуроти он мавриди назарсанҷии соҳибназарони аксар кишварҳои ҷаҳон қарор дорад. Оид ба ин масъала агар нуқтаи назари сиёсатмадорону коршиносонро таҳлилу таҳқиқ намоем, маълум мегардад, ки айни замон нисбати ин масоил муҳаққону коршиносон ба ду гуруҳ ҷудо шудаанд. Як гуруҳ бар он назаранд, ки раванди ҷаҳонишавӣ ба ҳувийяти миллии миллату халқиятҳои гуногун таъсири манфӣ гузошта, онҳоро

бо ҳам шабеҳ месозад ва вижагиҳои хосаашонро аз байн мебарад. Гуруҳи дигар бар он назаранд, ки раванди ҷаҳонишавӣ баръакс ҳувийяти миллату халқиятҳои гуногунро тавҷам тақвият мебахшад. То чӣ андоза ин фарзияҳо ҳақиқатдоранд баҳси дигар аст, аммо воқеият ин аст, ки замоне бунёдкорҳои неругоҳи «Рогун» ҳамчун арзиши ҳувийяти миллӣ барои халқи тоҷик такони ҷиддӣ бахшид. Аз ин нуқтаи назар, мо тасмим гирифтаем, ки дар мисоли ин неругоҳ раванди ҷаҳонишавиро мавриди арзёбӣ ва назарсанҷӣ қарор диҳем. Сабаби рӯҷу ба ин мавзӯ дар он