

*activities to ensure the effectiveness of the functioning of the VADS (driver-car-road-environment) system.*

*According to the results of the study, it can be concluded that the rational management of the transport process based on a systematic approach in mountainous conditions contributes to a significant increase in the efficiency of the VADS (driver-car-road-environment) system.*

**Key words:** *efficiency, reliability, quality, VADS system, system approach, control system, mountain conditions.*

**Маълумот оиди муаллиф:** Умирзоқов Аҳмад Маллабоевич - н.и.т., дотсенти кафедрои “Истифодабарии нақлиёти автомобили” и донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи акад. М.С. Осимӣ. Суроға: тел.: (+992) 9 904 57 67, E-mail: ahmad.umirzokov@mail.ru

**Сведения об авторе:** Умирзоков Ахмад Маллабоевич- к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. Адрес: тел.: (+992) 91 904 57 67, E-mail: ahmad.umirzokov@mail.ru

**Information about the author:** Umirzokov Ahmad Mallaboevich - candidate of technical sciences, associate professor of the department "Operation of road transport" Tajik Technical University. acad. M.S. Osimi. Address: tel.: (+992) 91 904 57 67, E-mail: ahmad.umirzokov@mail.ru

УДК 536.5+626/627

## МЕТОД КОНТРОЛЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В ОСНОВАНИИ ПЛОТИНЫ

*Давлатшиоев С.К., Шамсуллоев Ш.А., Тоирзода С.Т.,  
Мирзоева Б.М., Чакалов С.Х.*

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ*

**Аннотация.** *Изучение температурного поля подземных вод проводится на значительной площади основания гидротехнического сооружения и носит характер режимных наблюдений, охватывающих периоды изысканий, строительства и эксплуатации. В статье приводятся исследования по изучению изменения температуры подземных вод в основании будущей плотины Рогунской ГЭС с целью оценки фильтрационных характеристик породы основания, коэффициент фильтрации и нахождения пути сосредоточенной фильтрации. Также приводится формула коэффициента фильтрации, позволяющая определить коэффициент скорости фильтрации при турбулентном характере движения фильтрующейся воды.*

**Ключевые слова:** *температура, фильтрация, контроль, измерение, плотина, тепломассоперенос, пьезометр, термокаротаж, градиент, скважина, распределение температуры, эмпирическое уравнение.*

Источниками теплового поля Земли являются процессы, протекающие в ее недрах, и тепловая энергия Солнца. К внутренним источникам тепла относят радиоактивное тепло, которое создается благодаря распаду рассеянных в горных породах изотопов урана, тория, калия и иных радиоактивных элементов, и теп-

ло, обусловленное различными процессами, протекающими в Земле (гравитационной дифференциацией, плавлением, химическими реакциями с выделением или поглощением тепла, деформацией за счет приливов вод под действием Луны Солнца и некоторыми другими). Тепловая энергия перечисленных источников, высвобождающаяся на земной поверхности в единицу времени, значительно выше энергии тектонических, сейсмических, гидротермальных процессов [1, с. 225].

Внутреннее тепловое поле отличается высоким постоянством. Оно не оказывает влияния на температуру вблизи земной поверхности или климат, так как энергия, поступающая на земную поверхность от Солнца, в 1000 раз больше чем из недр. Вместе с тем среднее тепловое воздействие Солнца не определяет теплового состояния Земли и способно поддерживать постоянную температуру на поверхности Земли около 00 С. Фактически же благодаря изменению солнечной активности температура при поверхностного слоя воздуха, а с некоторым запаздыванием и температура горных пород изменяется [2, с. 30].

Земля представляет собой гигантскую энергетическую машину. Различные виды энергии — солнечная, энергия радиоактивного распада естественных радионуклидов, вулканической деятельности, землетрясений, гравитационного сжатия, приливного трения и т. д. — превращаются в тепловую энергию, формируя тепловой режим ее недр, поверхности и поверхностной оболочки – атмосферы [3, с.18].

В 2008 году начались работы по достройке Рогунской ГЭС и было принято решение в конце 2011 года возобновить геотермические исследования в основании плотины [4, с. 298]. Геотермические исследования были проведены по стандартной методике [5, с. 181].

На участке солевого пласта левого берега реки Вахш были выполнены режимные температурные наблюдения по 12 створам. Общее количество пьезометров, задействованных в исследованиях 29. Из них в 11 пьезометрах, по техническим причинам, исследование провести не удалось. Всего за 2011 год проведено 39 циклов термокаротажных исследований [6, с. 365]. Схема расположения створов и местоположение пьезометров приведены на рис.1.

По данным термометрических исследований в пьезометрических скважинах П-30, П-31, П-31а, П-32, П-33, П-35, П-36, П-7, П-21, П-23, П-23, П-27, П-29 и П-29а, с целью выявления процессов теплопереноса были исследованы изменения градиента температуры в водном интервале согласно формулы (1) на базе длиной  $L$  (табл. 1 и 2) в течение годового периода [7, с. 175].

$$\frac{\partial T}{\partial t} \approx \frac{T_2 - T_1}{z_2 - z_1} = \Gamma \quad (1)$$

где,  $\Gamma$  – температурный градиент или изменение температур  $T_2$  и  $T_1$  на глубинах  $z_2$  и  $z_1$  (ось  $z$  направлена вниз по нормали к поверхности).

Результаты исследований показывают изменение градиента температуры, причиной, которого являются асинхронный съём информации по стволу пьезометрических скважин, последовательное выполнение измерений от пьезометра к пьезометру с временным запаздыванием, смещение временного интервала измерений в течение суток, близкое расположение пьезометрических скважин к реке Вахш, которое может служить дополнительным источником теплопереноса и особенностью горного массива, связанного с трещиноватостью и фильтрационной характеристикой массива.

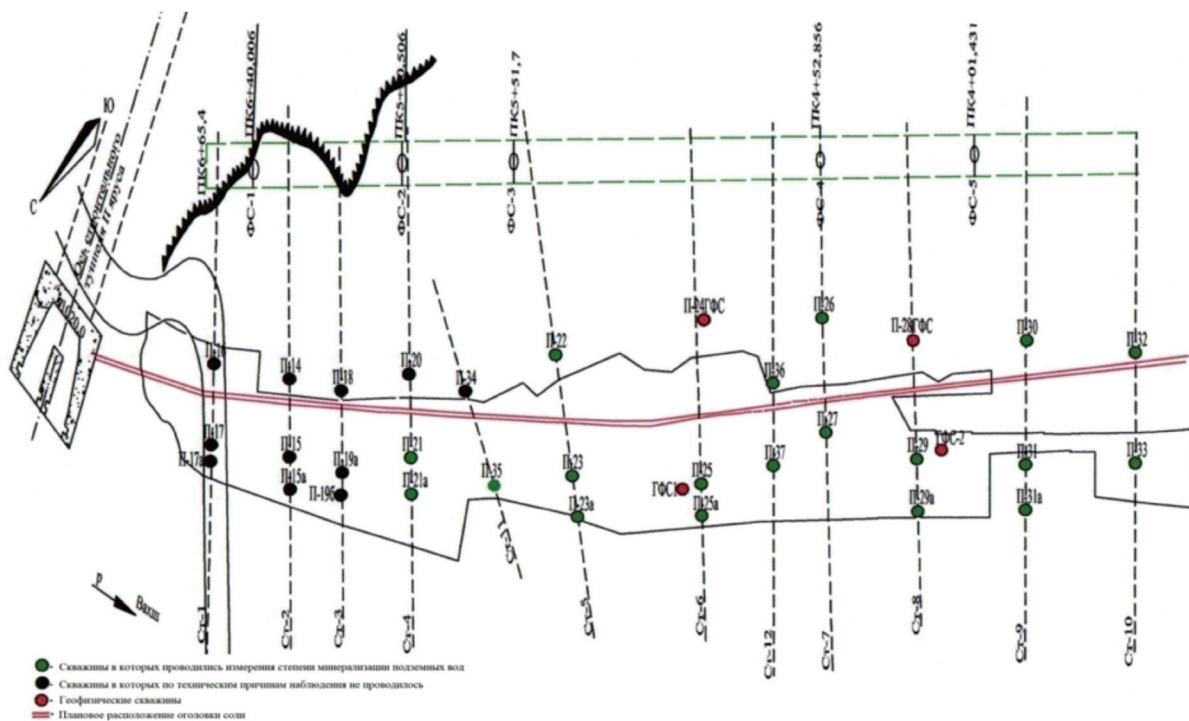


Рис. 1. План расположения пьезометрических скважин на участке левого берега солевого пласта р. Вахи

Таблица 1.

Вычисление градиента температуры в водном интервале пьезометрических скважинах

Месяцы	П-30	П-31	П-31а	П-32	П-33	П-35	П-36
	L=32 м	L=31 м	L=34 м	L=35 м	L=26 м	L=14 м	L=10 м
Январь							
Февраль	0,0147	0,0215	0,0346	0,0050	0,0290	-0,0249	-0,0550
Март	0,0178	0,0388	0,0209	0,0007	0,0336		-0,1154
Апрель	0,0147		0,0461	0,0064	0,0439	0,0580	-0,0776
Май	0,0294	0,0224	0,0719	0,0050	0,0673	0,0935	-0,0857
Июнь	-0,0094	0,0192	0,0356	0,0057	0,0638	-0,0107	-0,0201
Июль	0,0442	0,0208	0,0457	0,0172	0,0613	0,0516	-0,5830
Август	0,0478	0,0219	0,0317	0,0159	0,0505	0,0018	-0,1894
Сентябрь	0,0426	0,0532	0,0521	0,0235	0,0570	-0,0301	-0,0199
Октябрь	0,0315	0,0347	0,0245	0,0219	0,0132	-0,0440	-0,0198
Ноябрь	0,0184	0,0127	0,0180	0,0121	0,0297	0,0141	-0,0248
Декабрь	0,0199	0,0165	0,0236	0,0515	0,0315	0,0175	-0,0396

Таблица 2.

## Вычисление градиента температуры в водном интервале пьезометрических скважинах

Месяцы	П-37	П-21	П-23	П-25	П-27	П-29	П-29а
	L=24 м	L=20 м	L=18 м	L=24 м	L=18 м	L=21 м	L=28 м
Январь							
Февраль	-0,2920		-0,0356	-0,0386	-0,0431	0,0070	0,0360
Март	-0,2810		-0,0207	-0,0565	-0,0529	-0,0224	0,0009
Апрель	-0,0156	0,0357	0,0179	-0,0439	-0,0501	0,0082	0,0299
Май	-0,0115		0,0166	-0,0325	-0,0392	0,0130	0,0230
Июнь	-0,0094		-0,0223	-0,0031	0,0028	0,0130	-0,0036
Июль	-0,0115		0,0207	-0,0316	-0,0236	0,0262	0,0238
Август	0,0190	0,0264	0,0096	-0,0255	-0,0198	0,0280	0,0216
Сентябрь	-0,0188	0,0062	0,0207	-0,0511	-0,0634	0,0655	0,0246
Октябрь	-0,0248	-0,0481	-0,0082	-0,0218	-0,0237	0,0058	-0,0114
Ноябрь	-0,0227	-0,0149	-0,0150	-0,0217	-0,0277	0,0151	0,0158
Декабрь	-0,0144	-0,0219	-0,0068	-0,0321	-0,0263	0,0069	0,0201

По группам пьезометрических скважин П-27, П-31, П-33 и П-37 определено среднее годовое значение распределения температуры по глубине в основании плотины Рогунской ГЭС (табл. 3).

Таблица 3.

## Среднегодовое значение распределения температуры по пьезометрам П-27, П-31, П-33 и П-37

Глубина пьезометра	Температура	Глубина пьезометра	Температура	Глубина пьезометра	Температура
14	13,121	25	13,644	36	13,709
15	13,117	26	13,656	37	13,55
16	13,545	27	13,647	38	13,572
17	13,57	28	13,655	39	13,604
18	13,561	29	13,661	40	13,874
19	13,601	30	13,67	41	13,661
20	13,614	31	13,67	42	13,687
21	13,62	32	13,676	43	13,724
22	13,636	33	13,691	44	13,761
23	13,641	33	13,694	45	13,778
24	13,669	35	13,69		

График среднего годового значения распределения температуры приведен на рисунке 2.



Рис. 2. Среднее значение распределения температуры по группам пьезометрических скважин

Также по среднему годовому значению распределения температуры выведено эмпирическое уравнение распределения температуры (2).

$$Y = 0,01X + 13,329 \quad (2)$$

Из уравнения (2) следует, что на каждые 100 м глубины температура в земной коре в среднем увеличивается на 10С. При увеличении количества наблюдательных пьезометров более точно выводится уравнения (2).

Наблюдения за изменением температуры воды в пьезометрических скважинах в основании плотины позволяют контролировать изменения температурного поля по глубине, определить скорости фильтрации и найти пути сосредоточенной фильтрации. Чем больше глубина изменения температуры, тем сильнее фильтрация.

Температурный режим грунтовых плотин зависит от их конструкции и климатических условий: температура воздуха и воды, количество солнечной радиации, теплового состояния основания и теплового режима водохранилища [8, с. 80]. Температурный режим основания плотины зависит от теплового состояния основания и теплового режима водохранилища. Влияние температуры

воздуха и солнечной радиации на основе высоконапорной плотины исключено.

Изучение фильтрации воды в грунтах и различных пористых материалах представляет большой практический интерес при решении многих инженерных задач в области водоснабжения, водоотведения и гидротехники.

Движение грунтовых вод в песках и водопроницаемых глинистых грунтах является ламинарным. Турбулентное движение грунтовых вод может получиться только в крупнозернистых грунтах (например, в гравии, гальке), а также в случае каменной наброски, трещиноватой скалы и т. п.

Определение фильтрационных расходов производится с целью выяснения возможных утечек воды из водохранилища. Скорости (или градиенты) фильтрационного потока обычно определяются при проектировании плотин 1 и 2 классов и при расчетах плотин, строящихся в сложных инженерно-геологических условиях [9, с. 5].

Под влиянием напора, создаваемого плотинной, происходит фильтрация воды через тело и основание плотины из верхнего бьефа в нижний.

Движение фильтрационных вод подчиняется закону Дарси [9, с. 7]:

$$q = k \cdot \omega \cdot I, \text{ или } q = R \cdot I \quad (3)$$

где  $q$  - расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $R = k \cdot \omega$ ;

$\omega$  - полная геометрическая площадь сечения потока, м<sup>2</sup>;

$I$  - гидравлический уклон (градиент) фильтрационного потока, равный  $H/l$  - ( $H$  - потеря напора на длине пути фильтрации  $l$ );

$k$  - коэффициент фильтрации грунта, м/с.

Из формулы (3) следует, что расход грунтового потока линейно зависит от градиента, что имеет место при ламинарном движении воды.

Закон Дарси (3) выражается также зависимостью

$$v = k \cdot I^* \quad (4)$$

где,  $v$  – скорость фильтрации, м/с.

Экспериментально доказано, что движение воды в грунте будет ламинарным, если число Рейнольдса [10, с. 11]

$$Re \frac{v d_3}{\eta} < Re_{кр} = 6,$$

где  $d_3$  – эквивалентный (эффективный) диаметр частиц грунта;

$\eta$  – кинематический коэффициент вязкости.

Если  $Re$  будет больше критического  $Re_{кр}$ , то получим турбулентную фильтрацию, для которой формула Дарси (4) не приемлема [10, с. 12].

Температурные наблюдения за фильтрацией на грунтовых плотинах из несвязных грунтов позволяют вычислить осредненные значения коэффициентов фильтрации грунтов с погрешностью не более 20...40 %, что точнее, чем с использованием других натуральных методов (откачки, индикаторов и др.) [8, с. 87].

Как известно, применение закона Дарси (4) при формировании пути сосредоточенной фильтрации (канальная фильтрация) в скальных трещиноватых породах основания высоконапорной плотины, где движение фильтрующейся воды примет характер турбулентности, не приемлем.

Применение теории теплопереноса позволяет определить коэффициент и скорость фильтрации при ламинарном и турбулентном характере движения жидкости. Массоперенос в обязательном порядке сопровождается теплопереносом. Теплоперенос при ламинарном и турбулентном движении жидкости зависит от скорости фильтрации. Чем больше скорость фильтрации, тем больше скорость теплопереноса и глубина изменения температуры.

Движение фильтрационных вод через грунты и скальные горные породы сопровождается теплопереносом из окружающей породы. Если измерять температуру в стволе пьезометра, наблюдается минимум значения температуры равной температуре теплоносителя  $t(i) = t_{гн}$  (рис. 3)..

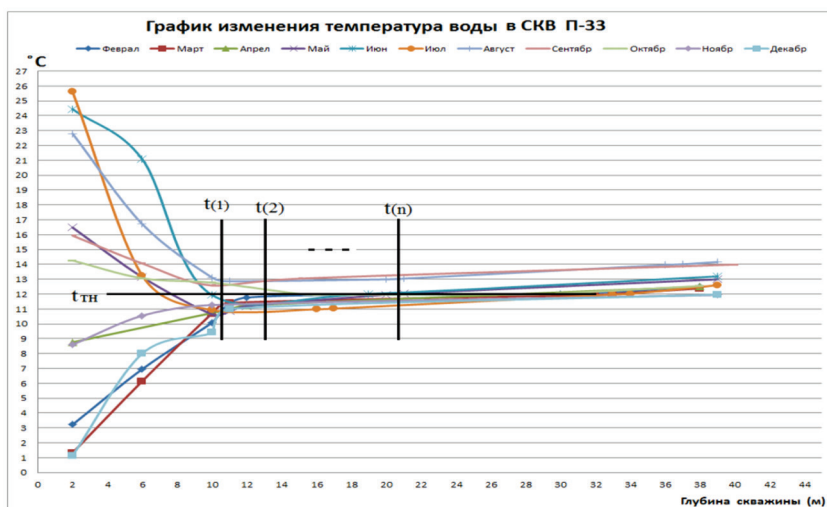


Рис. 3. График изменения температуры воды в П-33



При постепенном повышении напора в водохранилище возможно появление зоны сосредоточенной фильтрации в основании плотины, вследствие чего теплоперенос ускоряется, происходит снижение температуры до температуры теплоносителя  $t_{тн}$ . Теплоносителем в данном случае является фильтрующаяся вода.

Применение теории тепломассопереноса и выбор створа наблюдения по глубине в основании плотины, позволяет определить коэффициент фильтрации следующим образом:

$$K_i = \frac{\Delta h_{тн}}{\Delta T} \quad (6)$$

где,  $\Delta h_{тн} = h(i+1) - h(i)$  – интервал выравнивания температуры до температуры теплоносителя при повышении напора в водохранилище на величину  $\Delta H_i$ ;

$\Delta T = T(i+1) - T(i)$  – время, в течение которого фиксируется значение  $\Delta h_{тн}$ ;

$i = 1 \div n$  – индекс выведения эмпирического уравнения.

Движение фильтрационных потоков и теплоперенос в основании плотины можно описать подобно уравнению (2) следующим образом:

$$t(i) = a h(i) + b, \quad (7)$$

где,  $t$  – температура,

$h$  – глубина минимальной температуры равной температуре теплоносителя,

$a, b$  – коэффициенты эмпирического уравнения,

При ступенчатом наполнении водохранилища до верхней отметки коэффициент фильтрации можно определить по формуле (8)

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_i, \quad (8)$$

где,  $K_i$  – коэффициент фильтрации на каждой ступени повышения напора в водохранилище.

Метод определения коэффициента фильтрации можно применить, при постепенной сработке водохранилища и проследить за уменьшением коэффициента фильтрации.

Также его можно применять, когда уровень водохранилища не изменяется. В этом случае наблюдения позволяют определить изменения коэффициента фильтрации при постоянном уровне водохранилища.

### Выводы

1. Результаты исследований показывают изменение градиента температуры, причиной которого являются асинхронный съём информации по стволу пьезометрических скважин, последовательное выполнение измерений от пьезометра к пьезометру с временным запаздыванием, смещение временного интервала измерения в течение суток, близкое расположение пьезометрических скважин к реке Вахш, которое может служить дополнительным источником теплопереноса и особенностью горного массива, связанного с трещиноватостью и фильтрационной характеристикой массива.

2. Контроль температуры воды по стволу пьезометрических скважин в основании плотины может быть использован для определения фильтрационных характеристик породы основания. Изменение температуры воды происходит в результате процессов конвекции и тепломассопереноса. Тепломассоперенос в этом случае происходит за счёт фильтрующего свойства породы, по которому движется вода вследствие гидростатического давления.

3. Выведено идентичное эмпирическое уравнение закономерности среднего распределения температуры в основании плотины Рогунской ГЭС.

4. Наблюдения за изменением температуры воды в пьезометрических скважинах в основании плотины позволяют контролировать изменения температурного поля по глубине, определить коэффициент фильтрации и найти пути сосредоточенной фильтрации. Чем больше глубина изменения температуры, тем сильнее фильтрация.

5. Разработанный метод и выведенная формула коэффициента фильтрации позволяет определить скорость фильтрации в основании плотины на скальных трещинова-

тых породах, где движение фильтрующейся воды может принимать турбулентный характер.

### Список литературы

1. Геофизические методы исследования / Под ред. В.К.Хмелевского. - М.: Недра, 1988. -395 с.
2. Фоменко Н.Е., Холодков Ю.И. Практикум по физике земли. –Ростов-на-Дону: Юж. Федер. Унвер-т, 2013. -59 с.
3. Куриленко В. В., Хайкович И. М., Лебедев С. В. Геофизические поля в экологической геологии // Вестник СПбГУ. Сер. 7, Вып. 1, 2016. –С. 15-28
4. Давлатшоев С.К., Кобулиев З.В., Сафаров М.М. Измерения диапазона изменения температурного поля во времени в основании плотины Рогунской ГЭС // В сборнике: Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ. Сборник трудов V Международной научно-технической конференции. 2019. С. 293-301.
5. Комплексные инженерно-геофизические исследования при строительстве гидротехнических сооружений / А.И. Савич, Б.Д. Куянджич, В.И. Коптев и др. -М., Недра, 1990. -462 с.
6. Давлатшоев С.К. Методика и аппаратура термометрии скважин / С.К. Давлатшоев, М.М. Сафаров //Десятая Международная теплофизическая школа «Теплофизические исследования и измерения при контроле качества веществ, материалов и изделий». -Душанбе, 2016. -С. 361-366.
7. Хмелевской В.К., Горбачев Ю.И., Калинин А.В., Попов М.Г., Селиверстов Н.И., Шевнин В.А. Геофизические методы исследований. Учебное пособие для геологических специальностей вузов / Под редакцией Н.И. Селиверстова. -Петропавловск-Камчатский: изд-во КГПУ, 2004. - 232 с.
8. Малаханов В.В. Использование температурных пьезометрических наблюдений для мониторинга состояния грунтовых плотин // Вестник МГСУ. М.: ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2012. №3. С. 79-89.
9. Сорокин А.Г., Юлдашев Н.А. Фильтрация воды через земляные плотины (теория и примеры расчета). Ташкент: НИЦ МКВК, 2019. 49с.
10. Тернов А.Ф. Гидравлика грунтовых вод [Текст] : учеб. пособие / А.Ф. Тернов. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2010. – 63 с. – ISBN 978-5-93057-380-0.

## ТАРЗИ НАЗОРАТИ ЧАРЁНИ ФИЛТРАЦИЯ ДАР ПОЯИ САРБАНД

*Давлатшоев С.К., Шамсуллоев Ш.А., Тоирзода С.Т.,  
Мирзоева Б.М., Чақалов С.Х.*

*Аннотация. Омӯзиши майдони ҳарорати обҳои зеризаминӣ дар майдони калони таҳкурсии инициоти гидротехникӣ гузаронида мешавад ва дар хусусияти мушоҳидаҳои речавӣ дошта, давраҳои ҷустуҷӯӣ, сохтмон ва истифодабариро дар бар мегирад. Дар мақола таҳқиқот оид ба тағйирёбии ҳарорати обҳои зеризаминӣ дар пояи сарбанди ояндаи НБО-и Рогун бо мақсади арзёбии хусусиятҳои филтратсионии ҷинсҳои пояи сарбанд, коэффисиенти филтратсия ва дарёфти роҳҳои филтратсионии мутамарказ оварда шудааст. Инчунин формулаи коэффисиенти филтратсия низ оварда шудааст, ки ин имкон медиҳад, ки коэффисиенти филтратсия барои хусусияти турбулентии ҳаракати оби филтратсия муайян карда шавад.*



**Калидвожаҳо:** Ҳарорат, филтратсия, назорат, ченкунӣ, сарбанд, гармӣ ва масса, пьезометр, каротажи термикӣ, градиент, чоҳ, таҳсимоти ҳарорат, муодилаҳои эмпирикӣ.

## METHOD OF CONTROL OF FILTRATION FLOWS AT THE BASE OF THE DAM

**Davlatshoev S.K., Shamsulloev Sh.A., Toirzoda S.T.,  
Mirzoeva B.M., Chakalov S.Kh.**

**Annotation.** The study of the temperature field of groundwater is carried out on a large area of the foundation of a hydraulic structure and is in the nature of regime observations covering the periods of surveys, construction, and operation. The article presents a study on the change in groundwater temperature at the base of the future dam of the Rogun HPP in order to assess the filtration characteristics of the base rock, the filtration coefficient and find the path of concentrated filtration. The formula for the filtration coefficient is also given, which makes it possible to determine the coefficient of filtration rate for the turbulent nature of the movement of filtered water.

**Keywords:** temperature, filtration, control, measurement, dam, heat and mass transfer, piezometer, thermal logging, gradient, well, temperature distribution, empirical equation.

**Маълумот дар бораи муаллифон:** Давлатшоев Саломат Қаноатшоевич – н.и.т., мудири озмоишгоҳи «Энергетика, захира- ва энергиясарфанамои» -и Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Адрес: н. Рудаки, ч. Чортепа, д. Арбобхотун, тел. (+992 919604041), E-mail: salomatda@list.ru., Шамсуллоев Шодмон Абдуллоевич – унвонҷӯи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Адрес: н. Дангара, ч. Корез, д. Дангараи боло, E-mail: shamsulloev9292@mail.ru., Тоирзода Сухроб Тоир – Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, докторанти PhD. Суроға: 734065, Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Дангара, кучаи Марказӣ, 25. Телефон: (+992) 905-77-33-10. E-mail: avliyoqulov97@mail.ru, Мирзоева Бунафша Мирзоевна – Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, докторанти PhD. Суроға: 734018, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, куч. Н. Ганҷави 371/2 хон.2. Телефон: (+992) 203-11-11-66. E-mail: bunafshamir@gmail.com, Чақалов Сафаралӣ Хучаназарович – Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, докторанти PhD. Суроға: 734065, Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Дангара. Телефон: (+992) 987-33-45-40. E-mail: safaralichaqalov1998@gmail.com.

**Сведения об авторах:** Давлатшоев Саломат Қаноатшоевич – к.т.н. заведующий лаборатории «Энергетика, ресурс- и энергосбережения» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. Адрес: р. Рудаки, с/с. Чортепа, с. Арбобхотун, тел. (+992 919604041), E-mail: salomatda@list.ru, Шамсуллоев Шодмон Абдуллоевич – соискатель Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ Адрес: р. Дангара, с/с Корез, д. Дангараи боло, E-mail: shamsulloev9292@mail.ru, Тоирзода Сухроб Тоир – Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, докторант PhD. Адрес: 734065, Республика Таджикистан, р. Дангара, ул. Центральная, д. 25. Телефон: (+992) 905-77-33-10. E-mail: avliyoqulov97@mail.ru, Мирзоева Бунафша

Мирзоевна – Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, докторант PhD. Адрес: 734018, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Н. Ганжави 371/2 кв.2. Телефон: (+992) 203-11-11-66. Email: bunafshamir@gmail.com, Чакалов Сафарали Худжаназарович – Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, докторант PhD. Адрес: 734065, Республика Таджикистан, р. Дангара. Телефон: (+992) 987-33-45-40. Email: safaralichaqalov1998@gmail.com.

**Information about the 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, Phone: (+992 919604041), E-mail: salomatda@list.ru, Shamsulloev Shodmon Abdulloevich - applicant Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology NAST Address: r. Dangara, s/s Korez, Dangarai bolo village, E-mail: shamsulloev9292@mail.ru, Toirzoda Suhrob Toir – Institute of water problems, hydropower and ecology, doctoral student or PhD. Address: 734065, Republic of Tajikistan, r. Dangara, st. Central, 25. Phone: (+992) 905-77-33-10. E-mail: avliyoqulov97@mail.ru, Mirzoeva Bunafsha Mirzoevna – Institute of water problems, hydropower and ecology, doctoral student or PhD. Address: 734018, Republic of Tajikistan, Dushanbe city, st. N. Ganjavi 371/2 apt. 2. Phone: (+992) 203-11-11-66. Email: bunafshamir@gmail.com, Chaqalov Safarali Khujanazarovich – Institute of water problems, hydropower and ecology, doctoral student or PhD. Address: 734065, Republic of Tajikistan, r. Dangara, Phone: (+992) 987-33-45-40. Email: safaralichaqalov1998@gmail.com.

УДК 626/627

## ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ И ПАРАМЕТРЫ ГИДРОУЗЛОВ

*Курбонализода С.Ш.*

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ*

---

**Аннотация.** Водные ресурсы имеют огромное значение для Таджикистана, но другим не менее важным является вопрос их правильного и эффективного освоения, разработка стратегии развития гидроэнергетики. После 1991 года кардинально изменилось и политическое и экономическое пространство в регионе Центральной Азии. При этом региональные интересы в своем прежнем понимании просто перестали существовать. На первый план вышли национальные интересы отдельных республик. Последние при этом определяются достаточно конкретно – они оформляются в виде концепций, стратегий, программ и планов, утверждаемых Правительствами стран. С учётом национальных интересов стоит оптимизировать схемы комплексного использования речных бассейнов. В настоящей статье рассматривается оптимизация схемы комплексного использования речных бассейнов и параметры гидроузлов.

**Ключевые слова:** оптимизация, речные бассейны, гидроузел, водохранилища, напор, режим стока, управление, схемы использования.