



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗКОИЗМЕНЯЮЩИЕСЯ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА НАСЫЩЕННОЙ МУТНОСТИ

**Д.Р.Базаров**  
**Н.Муаллем**  
**У.У.Курбанова**  
**Г.Жумабаева**

Национальный исследовательский Университет “Ташкентский  
Институт Инженеров Ирригации и Механизации Сельского  
Хозяйства», Ташкент, Узбекистан  
<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.10141389>

### ARTICLE INFO

Received: 09<sup>th</sup> November 2023

Accepted: 15<sup>th</sup> November 2023

Online: 16<sup>th</sup> November 2023

### KEY WORDS

эксперимент,  
резкоизменяющиеся,  
движение, гидравлические  
параметры, поток,  
повышенная мутность.

### ABSTRACT

Приводятся результаты экспериментальных исследований, резко изменяющиеся движение турбулентного потока повышенной мутности, характерное для рек Алжира, являющиеся дождевым питанием. **Результатами** экспериментальных исследований установлено, что, с увеличением мутности потока до некоторого значения наблюдается увеличение средней скорости, в пределах определенного значения мутности скорость потока остается почти неизменной, при дальнейшем увеличении от этого значения мутности наблюдается уменьшение значение средней скорости потока. Установлено, что при движении взвешенного потока по руслам в экспериментах наблюдались три стадия изменения скорости: А стадия – увеличение скорости потока с увеличением мутности. Эта стадия в экспериментах распространяется до мутности 130 г/л; в стадия-уменьшение скорости потока с увеличением мутности потока более 230 г/л. Экспериментами получены данные по движению взвеси несущих потоков с мутностью от 50 до 450 г/л. Эти данные позволяют разрабатывать расчетных зависимостей для гидравлических характеристик резко изменяющиеся турбулентного потока повышенной мутности и использовать для сопоставления расчетных зависимостей.

**Введение.** Объектом исследования является резкоизменяющиеся движение турбулентного потока повышенной мутности, характерное к река Алжира. Главные



формы вредного воздействия резкоизменяющиеся движения турбулентного потока повышенной мутности – разрушение или повреждение зданий и сооружений на пути схода и занос территорий грязекаменной массой. От резкоизменяющиеся движения турбулентного потока повышенной мутности страдают города и населенные пункты, железные и шоссейные дороги, линии электропередачи и связи, нефтегазопроводы, каналы, сельскохозяйственные угодья, центры рекреации. В целях уменьшения этой угрозы разрабатываются методы оценки характера резкоизменяющиеся движения турбулентного потока повышенной мутности опасности и риска, прогноза их динамике, способы защиты от таких потоков и снижения активности этого процесса. Эти факторы характеризуют актуальность исследуемой задаче.

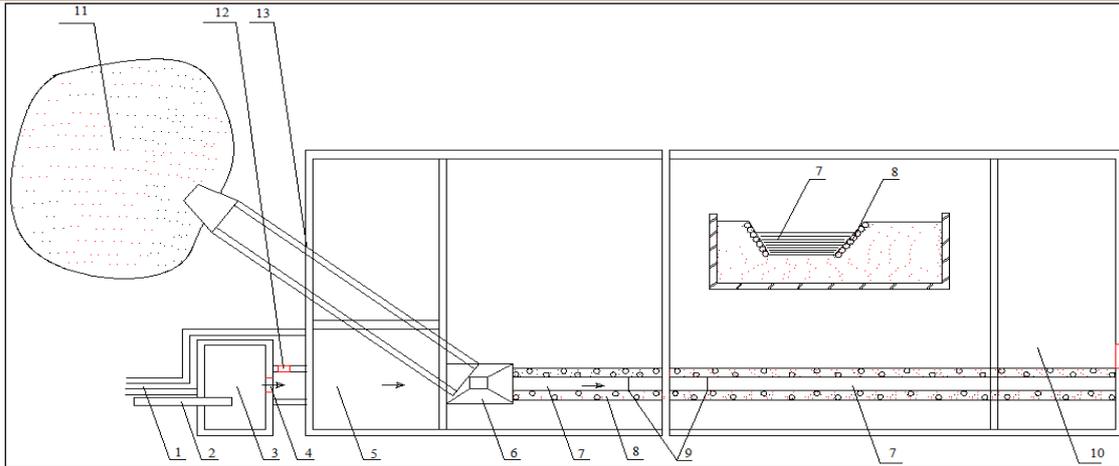
Экспериментальные исследования динамики резкоизменяющиеся движения потока насыщенной мутности проводились в различных научных учреждениях [1-5]. Исследования этих научных учреждений были направлены к изучению резкоизменяющиеся движения потока насыщенной мутности, а также турбулентных потоков транспортирующие зернистые грунты. Как было отмечено на территории Алжирской народной демократической республике в основном формируются турбулентные потоки насыщенной мутности содержанием суглинка, супесчаные грунты до 60 % от всего состава транспортируемых потоком наносов. Экспериментальные исследования к изучению резкоизменяющиеся движения турбулентного потока повышенной мутности были посвящены исследования в [6]. Автором были изучены изменение скорости в зависимости от мутности потока.

Еще в [7-10] были проведены экспериментальные исследования резкоизменяющиеся движения потока насыщенной мутности подобные предгорным районам Центральной Азии и Алжира. Основной целью исследования изучения явилось динамику основных гидродинамических параметров резкоизменяющиеся движения турбулентного потока повышенной мутности.

**Метод исследования:** Экспериментальные исследования резкоизменяющиеся движения турбулентного потока повышенной мутности, обработка данных полученных в экспериментах и установление основных закономерности между гидродинамическими параметрами потока.

#### **Результаты исследований и обсуждений:**

Эксперименты были проведены на экспериментальной установке показан на рисунке 1.



**Рис.1.** Схема экспериментальной устоновки. 1-сброс; 2-трубопровод; 3-водоприемник; 4-трапециадальный водослив; 5-успокоител; 6-бункер для подачи наносов; 7-русло; 8-крепление откосов из камня; 9-измерительные створы; 10-отстойник; 11-склад наносов; 12-сбросной щит; 13-ленточный транспортер.

Вода на экспериментальной устоновки подовалас из напорного бассейна через трапециадальный водослив. Вода подоваемая на модель во входном створе непрерывно насыщалас наносами, который подовался ленточным транспортером и и со скоростью ее движения 1.5-2.0 м/сек, со склада наносов в бункер,установленный в начале модели. Бункер прдставлял собой металлический бак размером 80x80x50см. Подача наносов в лоток из дозатора регулировалас задвижкой.



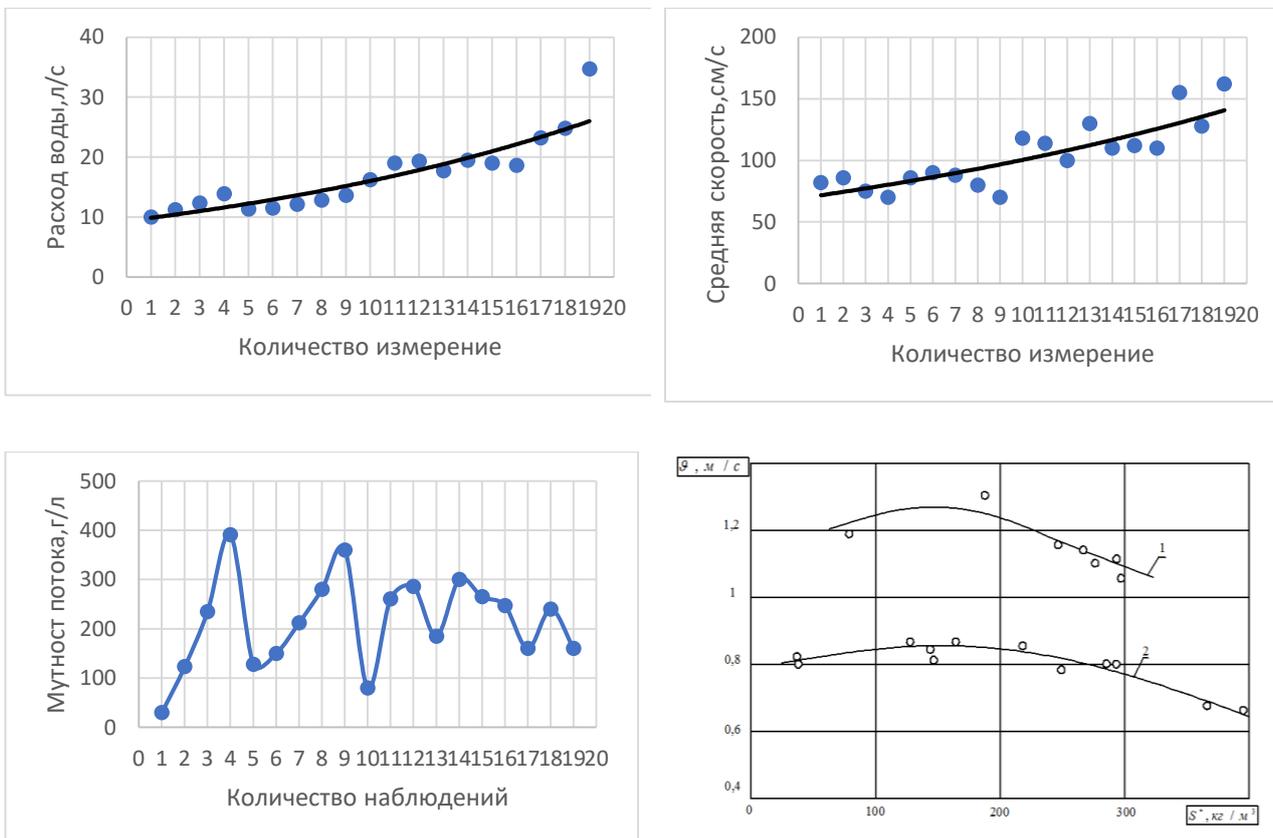
**Рис. 2. Трапециадальный водослив в экспериментальной устоновки**

Для изучения движения резкоизменяющиеся движения потока насыщенной мутности, рспределение мутности потока и крупности наносов по глубине,а также влияние мутности на скорости потока по подготовленному модельному руслу пропускали расходы 10, 15, 20 и 30 л/сек, последовательно увеличивая насыщение потока аносами в следующем порядке: 50,100,150,200,250,300 и 400 г/л. Каждое насыщение подерживалось на модели в течении до 10 минут, в продолжении которых визуальные наблюдения за протеканием потока, измерялис скорости на выбранных вертакалях в средней части русла. Измерение скорости проводилось при помощи вертушке в трех точках каждой вертикали:вблизи поверхности потока,в середине потока по глубине 0,5 и в близе дна русла на глубине 0,05h.Одновременно стеклянны

вакумной трубкой в этих же точках вертали отбирались пробы для определения мутности фракционного состава наносов.

Всего по изучению движения резкоизменяющиеся движения потока насыщенной мутности по руслах проведены 19 опытов(таблица 3.9), из них 9 опытов (1-9 опыты)с расходом 10л/сек, 7 опытов(10-16 опыты) с расходом воды до 15л/сек,2 опыта (16-17 опыты) с расходом воды до 20л/сек и последней 19-й опыт с расходом 30 л/сек.Результаты экспериментальных исследований показали ,что при движении потока на размываемом русле насыщение потока взвешенными наносами оказывает значительное влияние на движение и физико –механическое состояние потока.С увеличением мутности потока изменялись:средняя скорость потока,распределение скорости по глубине потока,ширина и глубина русла,распределение мутности по глубине потока,вязкость и плотность потока.

В рис 1. представлены изменения средних скоростей, глубины потока и мутности потока в экспериментах.



**Рис. 3. Основные характеристики потока в экспериментах**

Как показали результаты экспериментальных исследований, с увеличением мутности потока до некоторого значения наблюдается увеличение средней скорости, в пределах определенного значения мутности скорость потока остается почти неизменной, при дальнейшем увеличении от этого значения мутности наблюдается уменьшение значение средней скорости потока. Это хорошо иллюстрируется на рис 3, где показаны кривые изменения средних скоростей потоков в зависимости о мутности потока.

В экспериментах роведенные с расходом воды 10-15 л/сек. Скорость потока в экспериментах с увеличением мутности до значений 120-130 г/л увеличивается, в пределах мутности 130-230 г/л, находится без изменения и уменьшения при увеличении мутности от 230 г/л и более. Таким образом при движении взвесинесущего потока по руслам в экспериментах наблюдались три стадия изменения скорости:

1-стадия –увеличение скорости потока с увеличением мутности. Эта стадия в экспериментах распространяется до мутности 130 г/л;

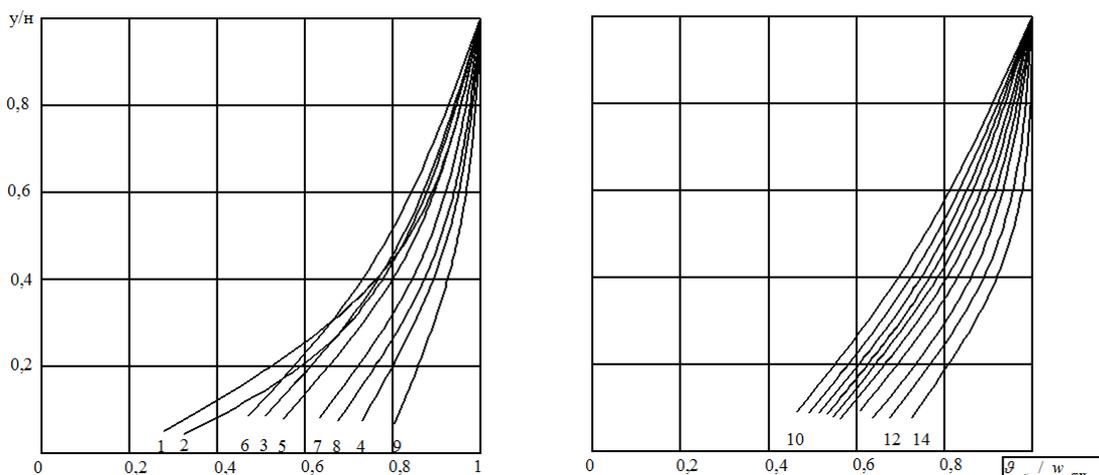
2- стадия уменьшение скорости потока с увеличением мутности более 230г/л;

3-стадия-уменьшение скорости потока с увеличением мутности потока более 230 г/л

В увязке с изменением мутности в экспериментах приводится также изменение средней глубине и ширины потока. С увеличением мутности наблюдалось уменьшение средней глубины потока и увеличение ширины русла. Наибольшее значение глубин потока соответствует опытам, проведенным с наименьшей мутности потока. Если в экспериментах с расходом воды до 10л/сек (10 й опыт) первоначальная глубина была 7 см,то последующем (13-й опыт) она уменшалась до 5 см,то есть на 28%

Соответвенно,с уменьшением средней глубины,в экспериментах наблюдалось увеличение ширины русла.Если в опыте 10 ширина русла по дну составила 13см,то в опыте 13 она увеличилась до 23,см,то есть на 80%.

Уменьшение глубины русла и увеличение его ширины сопровождалось с подъемом дна русла за счет кольматации и занесения наносов транспортируемых потоком. В таблице 3.10 приведены данные по изменению местной скорости и мутности потока, среднего диаметра взвешенных наносов по глубине. Эти данные представлены на рисунке 3.4.в виде безразмерных профилей местных скоростей и мутности потока по глубине.

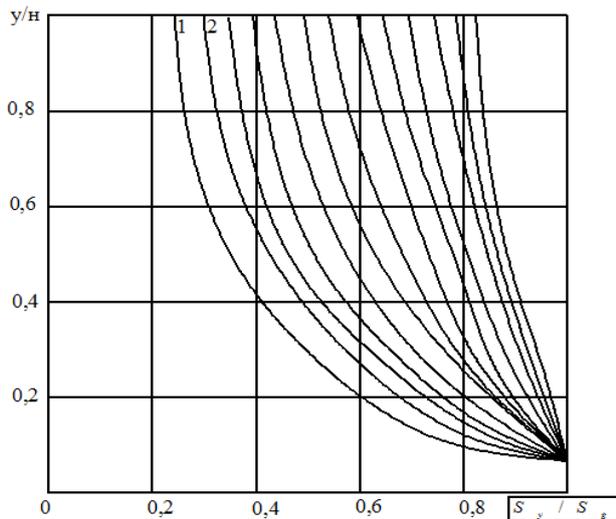


**Рис 4. Профили местных скоростей потока в экспериментах.**

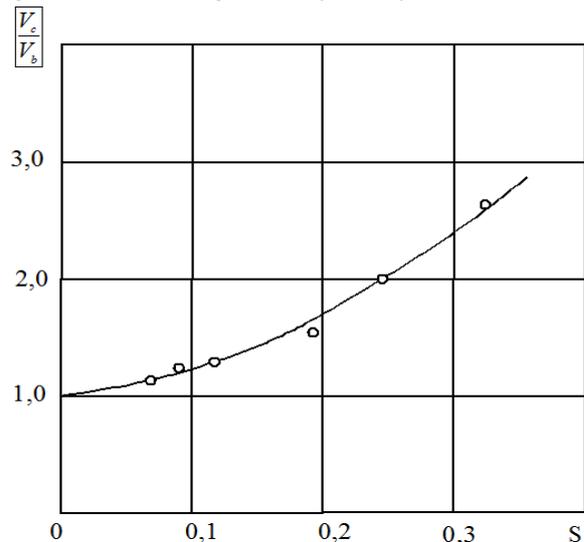
При насыщении потока наносами (при различных скоростях  $v_{max}$  опытные точки образовали разные кривые профилей скорости каждой из них соответствует разная степень насыщения потока наносами. Наименьшим значением мутности в

потоке отвечает кривые 2, 10, 13. Наибольшим - кривые 4,9 и 14. Следовательно, увеличение мутности в потоке приводит к выравниванию профиля местных скоростей.

Профили мутности также образовали разные кривые в зависимости от взвешивающей способности потока  $\frac{v}{\omega}$  и содержанием наносов в потоке, чем больше взвешивающая способность потока и содержание наносов, тем меньше кривизна профиля мутности, т.е.с увеличением взвешивающей способности и мутности потока наблюдается выравнивание профиля мутности по глубине (Рис 5).



**Рис. 5. Профили мутностей в экспериментах.**



**Рис.6. График зафисимости  $\frac{V_c}{V_b} = f(S)$**

Известно, что увеличение насыщения потока взвешенными наносами приводит к возрастанию кинематического коэффициента вязкости. Поэтому было проведено 7 опытов для определения кинематического коэффициента вязкости пропускаемой смеси во время проведения лабораторных экспериментов в руслах. Опыты по определению вязкости проведены при следующих значениях мутности: 0, 100, 150, 200, 300, 400 и 500 г/л.

На рис. 6. представлены результате опытов в виде кривой отношения кинематического коэффициента смеси  $V_c$  к кинематическому вязкости воды  $V_b$  в зависимости от объемной концентрации смеси определяемый отношением весовой

мутности(г/л) к объемному весу наносов(г/л):

$$s_{об} = \frac{S^*}{\gamma}$$

Возрастание кинематического коэффициента вязкости тем больше чем больше насыщение потока наносами в экспериментах. Если до объемной мутности до 0,15 наблюдалось незначительное увеличение вязкости ,то в экспериментах с объемной мутности больше 0,15 значение того коэффициента резко увеличился.

В заключении можно отметить, дополнителны проведенными экспериментами получены данные по движению взвеси несущих потоков с мутностью от 50 до 450 г/л. Эти данные позволяют разрабатывать расчетных зависимостей для гидравлических



характеристик резко изменяющиеся турбулентного потока повешенной мутности и использовать для сопоставления расчетных зависимостей

### **Выводы и рекомендации**

1. Результатами экспериментальных исследований установлено, что, с увеличением мутности потока до некоторого значения наблюдается увеличение средней скорости, в пределах определенного значения мутности скорость потока остается почти неизменной, при дальнейшем увеличении от этого значения мутности наблюдается уменьшение значения средней скорости потока;

2. При движении взвесинесущего потока по руслам в экспериментах наблюдались три стадии изменения скорости:

1-стадия – увеличение скорости потока с увеличением мутности. Эта стадия в экспериментах распространяется до мутности 130 г/л;

2-стадия уменьшение скорости потока с увеличением мутности более 230 г/л

3-стадия – уменьшение скорости потока с увеличением мутности потока более 230 г/л;

Экспериментами получены данные по движению взвесинесущих потоков с мутностью от 50 до 450 г/л. Эти данные позволяют разрабатывать расчетных зависимостей для гидравлических характеристик резко изменяющиеся турбулентного потока повешенной мутности и использовать для сопоставления расчетных зависимостей.

### **References:**

1. Церетели Э. Д., Бордзенишвили Д. П., Таташидзе З. И., Челидзе Т. Д., Тавелишвили О. Г., Херхеулидзе Г. И., Тевзадзе В. И. Особенности формирования катастрофических селей в бассейне р. Дуруджи и безопасность г. Кварели. Тр. Междун. конф. «Эрозионо-селевые явления и некоторые смежные проблемы». Тбилиси, 2001, с. 229–235;
2. Чалмаев Л. В. Использование материалов космической фотосъемки при среднемасштабном картографировании селевых явлений (на примере территорий Узбекской и Киргизской ССР). Тр. САРНИГМИ, 1990, вып. 133 (214), с. 25–35.
3. Черноморец С. С. Селевые очаги до и после катастроф. М., Научный мир, 2005. 184 с.
4. Чуб В. Е., Трофимов Г. Н., Имаджанов Х. А. Селевые потоки в Узбекистане. Тр. Всерос. конф. по селям 26–28 окт. 2005 г. М., Изд-во ЛКИ, 2008, с. 106–112.
5. Шарабаев В. А., Ашуров С. Обуздание селевых потоков. Душанбе. Ирфон, 1972. 67 с.;
6. Яфязова Р. К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. Алматы, 2007, 158 с.;
7. Cheng Y. D., Su R. R., Wu H. L. Hydrometeorological and site factors contributing to disastrous debris-flows in Taiwan. Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment. Proceed. of the second intern. confer. Taiwan 16–18 aug 2000. Balkema, Rotterdam, 2000, p. 583–592.;
8. Schuster R. L. Outburst debris-flow failure of natural dams. Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment. Balkema, Rotterdam, 2000, p. 29–42.



9. Scott K. M. Precipitation-triggered debris-flow at Casita Volcano, Nicaragua: Implication for mitigation strategies in Volcanic and tectonically active steep lands. Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment. Proc. of the sec. intern. conf. Taiwan, 16–18 aug. 2000. A. A. Balkema, Rotterdam.
10. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Механизм, приводящие к формированию селей дождевого генезиса в высокогорной зоне Залийского Алтая//Гидрометеорология и экология.-лматы.-2001 -№1-2-с 74-84;
11. Исмагилов Х.А. Исследование водовыпусков из селе хранилищ. Проблемы противоселевых мероприятия. вып2.изд-во» Казахстан», 1981, с.80-85.
12. Рабкова Е.К. Методика расчета русловых переформирований для потока повышенной мутности. В н.: Речная гидравлика и гидротехника, М.1973,Т.15. вып. 7.