

IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

№02. 2015



Муассис:

Тошкент ирригация ва мелиорация институти (ТИМИ)

Манзилмиз: 100000, Тошкент ш., Қори-Ниёзий, 39. ТИМИ

Бош муҳаррир:

Султонов Тохиржон Закирович

Илмий муҳаррир:

Салоҳиддинов

Абдулҳаким

Темирхўжаевич

Таҳрир хайъати:

проф. Ҳамидов М.;

қ.х.ф.н. Ҳамраев Ш.;

т.ф.н. Ишанов Х.;

проф. Умурзаков Ў.;

проф. Бакиев М.;

проф. Рамазонов О.;

проф. Рахимов Ш.;

проф. Арифжанов О.;

проф. Гловацкий О.;

проф. Икромов Р.;

проф. Бараев Ф.;

проф. Серикбаев Б.;

проф. Чертовичский А.;

проф. Исмаилова З.

E-mail: i_m_jurnal@tiim.uz

internet: www.tiim.uz

«Print Line Group» ХК

босмаҳонасида чоп этилди.

100097, Тошкент ш.,

Бунёдкор шоҳқўчаси, 44.

Қоғоз бичими 60x84 1/8.

Буюрутма №

Адади 300.

«Irrigatsiya va Melioratsiya»
журнали илмий-амалий,
аграр-иқтисодий соҳага
иқтисослашган. Журнал
Ўзбекистон Матбуот ва
ахборот агентлигида
2015 йил 4 мартда
0845-рақам билан
рўйхатга олинган

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

Ҳамидов М.Х., Исаев С.Х., Абдумўминов Б.А., Хусанбоева Х.С.
**Гидроморф тупроқлар шароитида ғўзани субирригация усулида
суғоришнинг пахта ҳосилдорлигига таъсири**.....5

Саримсақов М.М., Умарова З.Т., Отахонов М.Ю.
Мевали дарахт турларини парваришлаш ва суғориш усуллари.....10

Ikramov R.K., Begmatov I.A.
**Up-to-date melioration state of irrigation area of the Hungry Steppe
(uzber part) and ways of sustainable increasing their productivity**.....17

Абиров А.
**Метод подбора гравийно-песчанного фильтра для
вертикального дренажа**.....23

Имомов Ш.
Биогаз - энергия: экология ва органик ўғит.....30

Рахимов Ш.Х., Бегимов И., Гаффаров Х.Ш.
**Математические модели оптимального распределения воды в
каналах ирригационных систем в условиях дискретности
водоподачи потребителям**.....34

Ишчанов Ж.К., Исаев С.Х., Шерматов Е.
**Классификация мелиорированных засоленность
земель**.....39

ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИШЛАРИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

Ҳасанов И.С., Муратов А.Р.
**Теоретические предпосылки определения производительности
шнека, работающего совместно с ковшем планировщика**.....45

Игамбердиев А.К., Солижонов С.Э.
**Ѓўза қатор ораларига мослаштирилган сирпанма
эккичнинг конструктив параметрларини асослаш**.....49

ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

Арифжанов А., Фатхуллаев А., Самиев Л.
Магистрал каналларда оқимнинг ташувчанлик қобилияти.....54

Давронов Г.Т.
**Кичик ва ўрта сизимли сув омборлари эксплуатация
шароитларини яхшилаш бўйича тадбирлар**.....60

Мажидов Т.Ш., Ҳайитметова Д.
**Насос станциялари каскадини эксплуатация қилиш
(Аму Занг насос станциялари каскади мисолида)**.....68

Базаров Д.Р., Хидиров С.К., Норқулов Б., Мавлянова Д., Люценко Л.
**Математическое моделирование движение потока в сильно
меандрирующих руслах и ее верификация**.....76

СУВ ХЎЖАЛИГИ ИҚТИСОДИ ВА ЕР РЕСУРСЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ

Нарбаев Ш.К.
**Совершенствование управления пастбищным
землепользованием в Узбекистане**.....85

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЕ ПОТОКА В СИЛЬНО МЕАНДРИРУЮЩИХСЯ РУСЛАХ И ЕЕ ВЕРИФИКАЦИЯ

*Базаров Д.Р., д.т.н., профессор,
Хидиров С.К., Норқулов Б., Маевлянова Д.,
Люценко Л., ассистенты,
Ташкентский институт ирригации и
мелиорации*

Аннотация

Мақолада Гидротехника иншоотлари амалиётидаги ишлаб чиқариш талабларидан келиб чиққан ҳолда ўзандаги жараёнларни ва Гидротехник иншоотларнинг оқим динамикасига таъсири соҳасини аниқлаш асосланган. Ўзандаги жараёнларни математик моделлаштиришнинг қулайлик томонлари келтирилган. Физик ва математик моделлаштиришнинг бир, икки, уч ўлчамли кўринишлари асослари келтирилган. Шунингдек, мақолада ўзанларни меандраланиш тушунчаси асосланиб, унинг пайдо бўлиш сабаблари маълум гуруҳларга ажратилган. Мақолада жадал меандраланувчи дарё ўзанларида ҳаракатланувчи уч ўлчамли математик модел келтирилган бўлиб, унинг меандраланувчи ўзанларда қўлланилиши асосланган ва бу моделнинг ишлаши ювилувчан ва ювилмайдиган тадқиқотлар моделлари маълумотлари билан таққослаш орқали текширилган ва ижобий натижа олинган.

Abstract

In article, is motivated is stated production need in practical person hydraulic engineering construction questions forecast channels processes and determinations zone influences them on speaker of the flow. The short bases of the determination of the methods physical and mathematical modeling are brought. Happens to the primary sides of mathematical modeling channels processes. It is given determination existing

models in one-dimensional, two-dimensional and three-dimensional production. Motivated applicability of the three-dimensional models for forecast русловых processes in powerfully meandering riverbed. They are determined main reasons of the origin meandering in riverbed of the rivers.

In article is considered questions to verification to three-dimensional mathematical model of the water flow on base of the given experimental studies on disdeformed and deformed models. Happens to the results a calculation collations and experiment.

Аннотация

В статье обосновано изложена производственная необходимость применения в практике Гидротехнического строительство прогноза русловых процессов и определения зоны влияния их на динамику потока. Приведены краткие основы определения методов физического и математического моделирования. Приводятся преимущественные стороны математического моделирования русловых процессов. Дается определение существующим моделям в одномерной, двухмерной и трехмерной постановках. Обосновано применение трехмерных моделей для прогноза русловых процессов в сильно меандрирующих руслах. Определены основные причины возникновения меандрирования в руслах рек. В статье рассматриваются вопросы верификации трехмерной математической модели водного потока на основе данных экспериментальных исследований на недеформируемой и деформируемой моделях. Приводятся результаты расчетов сопоставления и экспериментов.

Человечество во все времена стремилось к познанию законов Природы. Спокон веку люди любовались спокойным и величавым течением равнинной реки, бурлящими пеной водопадами и порогами, наслаждались мерным рокотом набегающих на берег морских волн, но не могли рассчитывать и прогнозировать различные гидродинамические и гидравлические явления.

Если в контексте вышесказанного учитывать факт о том, что регион находится в жаркой части планеты и населения проживающие в нем просто обязаны использовать основного объекта вышупомянутых явлений для обеспечения продовольственных нужд. К таким регионам относится вся Центральная Азия включая Узбекистана. Естественно, в качестве основного объекта принимаем водных ресурсов региона.

Интенсивное развитие народного хозяйства региона в современных условиях обладает следующими особенностями:

- развитое гражданское и промышленное строительство на поймах рек;
- интенсивное сельскохозяйственное освоение пойм;
- дноуглубительные работы в руслах, связанные с развитием судоходства;
- разработка карьеров в руслах рек для строительства;
- в засушливых зонах интенсивный забор воды для орошения земель;
- развитие гидроэнергетику с целью увеличения энергетических мощностей страны и др.

Антропогенный фактор в виде влияния на динамику потока путем строительство различных Гидротехнических сооружений (ГТС), в том числе водозаборных в поймах и руслах рек существенно изменяет динамику водного потока. Возведения таких сооружений способствуют появлению так называемых зон влияний ГТС на динамику потока. В этих зонах большинстве случаев положение русел рек, и их глубина с течением времени изменяется (происходят русловые деформации). Поэтому для качественного проектирования соответствующих сооружений и производства работ требуется прогноз русловых деформаций [1].

Кроме того, большинство рек зарегулировано, и будут зарегулированы. В связи со строительством водохранилищ для энергетических и сельскохозяйственных нужд; существует также большое количество бесплотинных водозаборов. Все это существенно изменяет естественный ход руслового процесса и требуется

прогноз этого изменения.

Однако, несмотря на обилие работ, посвященных этой проблеме, её решение ещё далеко до практического завершения [2]. Причиной этого является сложность и многофакторность протекания русловых процессов в пространстве и во времени. Особенно большие сложности возникают при проектировании различных речных сооружений в реках, русло которых вследствие больших уклонов дна, высоких скоростей течения и легкой размываемости донных отложений (представленными мелкопесчаными слабыми грунтами) подвержено чрезвычайно сложным интенсивным плановым и глубинным деформациям [2, 3, 4]. Примером такой реки служит Амударья, которая является одной из главной реки нашего региона.

Результаты многих исследователей, констатировали весьма сложную картину деформаций дна в легко размываемых грунтах через которых проходит русла Амударьи [1, 5, 6]. Ввиду такой сложности и многофакторности причин, обуславливающих русловые процессы, а также из-за отсутствия строгого теоретического решения проблем речной гидравлики и динамики русловых потоков, исследователи прибегают к использованию методов физического и численного моделирования руслового процесса. Оба эти метода дополняют друг друга и, в результате, можно получить более достоверные однозначные решения поставленной задачи о деформации русла на конкретном его участке.

Только численное или физическое моделирование может дать конкретный прогноз русловых деформаций в районе данного сооружения. В настоящее время имеются значительные трудности как при проведении численного, так и физического моделирования [1, 7, 8, 10].

Несмотря на то, что вода явилась основой всего живого на Земле, законы ее движения в руслах рек и её взаимодействие с грунтами составляющие ложа русла оказались наиболее сложными для понимания, а также их физического и математического описания.

Физическое моделирование основано на отыскании условий связи модели и природы, исходя из анализа исследуемой системы уравнений [1, 10,]. Этот анализ связан с:

- применением такого преобразования подобия, которое бы показывало, что процесс в меньшем масштабе (на модели) эквивалентен процессу в большем масштабе (в натуре);
- отысканием на его основе критериев моде-

лирования;

- установлением областей автомодельности по различным критериям, если таковые в действительности существуют.

В конечном итоге, получаются правила пересчета с модели в натуру. Очень часто оказывается при этом, что требуются или очень большие масштабы модели, или применение дорогостоящих материалов, что связано с большими материальными затратами.

В настоящее время гидравлика переживает период бурного развития численных моделей. Численная модель представляет некоторый способ вычисления необходимых для практики величин, которые описываются вышеозначенной системой уравнений. Численная модель может быть, как точным, так и приближенным решением системы уравнений. В более или менее сложных случаях точные решения невозможны и, поэтому необходимо пользоваться приближенными численными моделями. Наиболее развиты численные модели, основанные на дискретизации временной и пространственной переменных. При этом основной недостаток таких моделей – неизвестная степень приближения решения изначальных уравнений. Практически невозможно строго доказать сходимость решения дискретной задачи к решению исходной. Приходится показывать такую сходимость эмпирически, путем сопоставления с тестовыми задачами. Однако численное моделирование, по сравнению с физическим, требует значительно меньших затрат времени и труда, и поэтому позволяет проводить более многовариантные проработки и учитывать большее количество факторов, влияющих на процесс. Поэтому численное моделирование физических процессов играет все более и более важную роль. Это относится и к численному моделированию русловых процессов.

В последнее время с расширением вычислительных возможностей компьютерной техники все шире применяется математическое моделирование в прогнозных расчетах русловых процессов с деформируемым дном [1, 5, 6].

Для моделирования русловых потоков высокую эффективность и достаточную точность показали подходы, основанные на численном решении уравнений Сен-Венана. Вывод этих уравнений, алгоритмы численного интегрирования и примеры расчетов приведены во многих научных трудах, например, в [1, 7, 8, 9]. Однако для деформируемых русел модель

Сен-Венана оказывается незамкнутой, и требует дополнения, например, уравнением или системой уравнений для нахождения переменных во времени и пространстве отметок дна.

В основном в расчетах используются одномерные модели для русел произвольного сечения, которые позволяют, рассчитывать деформации дна даже в таком сложном случае, когда на рассматриваемый участок речного русла с границы поступает поток чистой воды и учитывают не призматичность русла [14]. Область применения одномерной модели донных деформаций весьма ограничена. Эта модель не учитывает реальную батиметрию русла и его очертания в плане, общие тенденции руслового процесса на рассматриваемом участке реки, и т.п. Поэтому вполне естественно, что в последнее время в связи с совершенствованием измерительной аппаратуры и развитием вычислительной техники приступили к разработке математические модели в двухмерной (в плане), и трехмерной постановках для определения скоростных полей течения, и трехмерных (пространственных) деформаций дна русла.

Были созданы двухмерные математические модели для расчета русловых деформаций в плане, позволяющих учесть, как для донных, так и для взвешенных руслоформирующих наносов тот факт, что во многих случаях вектор скорости течения не совпадает с вектором расхода наносов [8,9,12].

Как показывают результаты исследований в этом направлении разработка пространственной математической модели для расчета сложных течений в сильно меандрирующих руслах для случаев, когда направление течений в бровках русла, на пойме и над бровками русла имеют существенные различные направления. Это особенно важную роль, может сыграть при проведении прогнозных расчетов русловых процессов в реках от которых забор воды осуществляется бесплотинным способом.

Во многих случаях, вектор скорости течения в потоке на различных глубинах имеет разное направление, так что направление вектора средней (по глубине) скорости потока сильно отличается от направления касательного напряжения на дне. Очевидно, это должно наблюдаться в сильно меандрирующих руслах.

Извилистые русла наблюдаются у большинства рек Центральной Азии мира. Однако извилистость речных русел еще не является признаком того, что все они меандрируют, потому

что термин «меандрирование» отражает процесс формирования русел, а не их плановые очертания. В природе существуют извилистые реки, у которых излучины являются не определенной стадией циклического хода их развития, а результатом обтекания рекой местных препятствий. Для горной части реки такими препятствиями являются выступы трудноразмываемых склонов речных долин, скопления крупнообломочного материала, выходы скальных пород. Такая извилистость обычно называется вынужденным меандрированием. На равнинных реках, протекающих среди болот, также могут наблюдаться излучины, которые не развиваются, а появились в результате обтекания потоком участков болота с более плотным торфом или армированной растительностью. Во всех случаях, когда излучины являются результатом обтекания местных препятствиями, нельзя обнаружить какие-либо закономерности в формировании их основных элементов. Лишь тогда, когда излучины развиваются, возникают определенные морфологические образования в русле и существуют закономерности развития как отдельных излучин, так и ряда смежных, появляется возможность оценить скорость развития излучин (перемещений в плане) и связь ее с определяющими факторами.

Название излучин термином «меандр» происходит по имени р. Меандр, отличающейся четко выраженными плавными поворотами русла. Таким образом, название «меандрирующая река» условно. Относительно причин меандрирования общепризнанных объяснений нет, существует более 30 гипотез. Согласно Н.Б.Барышникову они разделены на следующие группы [11].

1. Гипотезы, в которых причиной меандрирования считаются внутренние свойства потока. В качестве примера можно привести наличие извилин у потоков, стекающих по ледникам, т.е. имеющих берега однородного строения (лед). В качестве причины называют воздействие ускорения Кориолиса.

2. Есть гипотезы, объясняющие извилистость обтеканием препятствий.

3. Часть гипотез относит образование излучин за счет того, что поток находится в состоянии неустойчивого равновесия и, следовательно, достаточно ничтожной причины, чтобы он отклонился от первоначального направления. По этой гипотезе причина образования излучины случайна, но серии нижерасполо-

женных излучин развиваются закономерно в результате возмущений, возникающих под влиянием импульса отражений потока.

В соответствии с гидроморфологической теорией руслового процесса, в которой тип руслового процесса или тип деформаций речного русла зависит не только от гидравлических свойств потока, но и является формой транспорта наносов (способом, с помощью которого поток оказывается способным транспортировать наносы), приведенные объяснения причин меандрирования являются неполными. Можно согласиться, что излучина возникает потому, что поток находится в неустойчивом равновесии и достаточны ничтожные препятствия, способные вызвать его отклонение к одному берегу, но не объясняется, почему происходит намыв берега, противоположного размываемому. Примером такой реки служит река Амударья. Поскольку движение наносов в значительной мере определяется касательным напряжением на дне, то ясно, что в этом случае необходимо достаточно точное разрешение задачи по глубине, т.е. нужна трехмерная математическая модель. Как и раньше рассмотрены взвесенесущие потоки с достаточно малой концентрацией, такой, что она не сказывается на уравнениях жидкости. Влияние наносов сказывается только на изменении отметок дна, что и вызывает изменение параметров потока.

Приняты за основу трехмерной модели уравнения движения и граничные условия для потока, уравнения для транспорта наносов и деформаций ложа потока, уравнения осредненных скоростей потока и уравнение для деформаций дна. Произведя некоторых математических преобразований получена замкнутая система уравнений состоящая из следующих 12 уравнений [15, 18]:

$$\frac{d\omega_2}{dt} - \omega_2 \frac{\partial u_1}{\partial x_1} - \omega_1 \frac{\partial u_2}{\partial x_1} = \frac{\partial^2}{\partial z^2} (v_T \omega_2); \quad (1)$$

$$\frac{d\omega_1}{dt} - \omega_2 \frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \omega_2 \frac{\partial u_1}{\partial x_2} = \frac{\partial^2}{\partial z^2} (v_T \omega_1); \quad (2)$$

$$\frac{\partial S_d}{\partial t} + \frac{\partial S_d u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial S_d W_d}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} D \frac{\partial S_d}{\partial z}; \quad (3)$$

$$\omega_1 = \frac{\partial u_1}{\partial x_2}; \quad (4)$$

$$\frac{\partial U_i h}{\partial t} + \frac{\partial U_i U_s h}{\partial x_j} + gh \frac{\partial z_s}{\partial x_i} + \frac{\partial R_{ij} h}{\partial x} = \frac{(\tau_i)_s - (\tau_i)_b}{\rho}; \quad (5)$$

$$\frac{\partial z_s}{\partial t} + \frac{\partial U_i h}{\partial x_i} = 0; \quad (6)$$

$$U_i = \frac{I}{H} \int_{z_s}^{z_s} u_i dz; \quad (7)$$

$$R_{ij} = \int_{z_s}^{z_s} (u_i - U_i)(u_j - U_j) dz; \quad (8)$$

$$(1 - \rho) \frac{\partial Z_b}{\partial t} + \frac{\partial q_i^{(s)}}{\partial x_i} = 0; \quad (9)$$

$$q_i^{(s)} = (q_D)_i + (q_b)_i \quad (10)$$

$$(q_D)_i = \int_{z_s}^{z_s} S_d u_i dz \quad (11)$$

$$(q_b)_i = \frac{(\tau_b)_i \sqrt{|\tau_b|}}{2\chi g \rho^2 (\bar{\rho} - 1) \kappa} - \frac{|q_b|}{k} \frac{\partial Z_b}{\partial x_i} \quad (12)$$

где, $i = 1, 2, x1, x2$ – горизонтальные координаты, z – вертикальная координата, σ_{ij} – Рейнольдсовы напряжения на вертикальных плоскостях, τ_i – то же на горизонтальной плоскости; u_i – проекция вектора скорости на горизонтальные координаты; ω – то же на вертикальную; ν_T – турбулентная вязкость $\nu_T = f\left(\frac{Q, z, \partial u_i}{\partial z}\right)$

$\rho, \bar{\rho}$ – плотность воды и её средняя плотность в рассматриваемой точке, W – гидравлическая крупность грунта.

Для данной системы были приняты основные начальные, краевые граничные условия и разработан алгоритм трехмерной модели.

На первом этапе решались двумерные уравнения (1)-(4) по схеме, подробно описанной в [6]. В результате на новом шаге по времени находятся: векторное поле скоростей в трехмерном пространстве (\vec{u}), а также двумерные вектора удельных расходов (\vec{Q}), осредненных по глубине скоростей (\vec{U}), касательных напряжений на дне ($\vec{\tau}_b$) и скалярные поля отметок свободной поверхности (z) и глубин (h). Далее по (10), определяется вектор удельного расхода взвешенных наносов (\vec{q}_D), а по (11), (12) –

вектор удельного расхода донных наносов. Затем по формуле (9) находятся отметки дна на новом шаге по времени. На следующем шаге по времени вся процедура повторяется с измененными отметками дна.

Для верификации трехмерных моделей поля течений использовались специальные опыты [9, 17]. В лотке шириной 4 м и длиной 25 м, воспроизводилось жесткое извилистое русло шириной 1 м и глубиной до бровок 8 см. Повышенная шероховатость на пойме создавалась расположением в шахматном порядке гравия размером 2.5 см, коэффициент шероховатости при этом определялся непосредственным измерением уклона свободной поверхности в другом гидравлическом лотке с таким же расположением того же самого гравия. Для измерений скорости применялся измеритель скорости реверсивный (ИСПР), имеющий диаметр ротора 12 см.

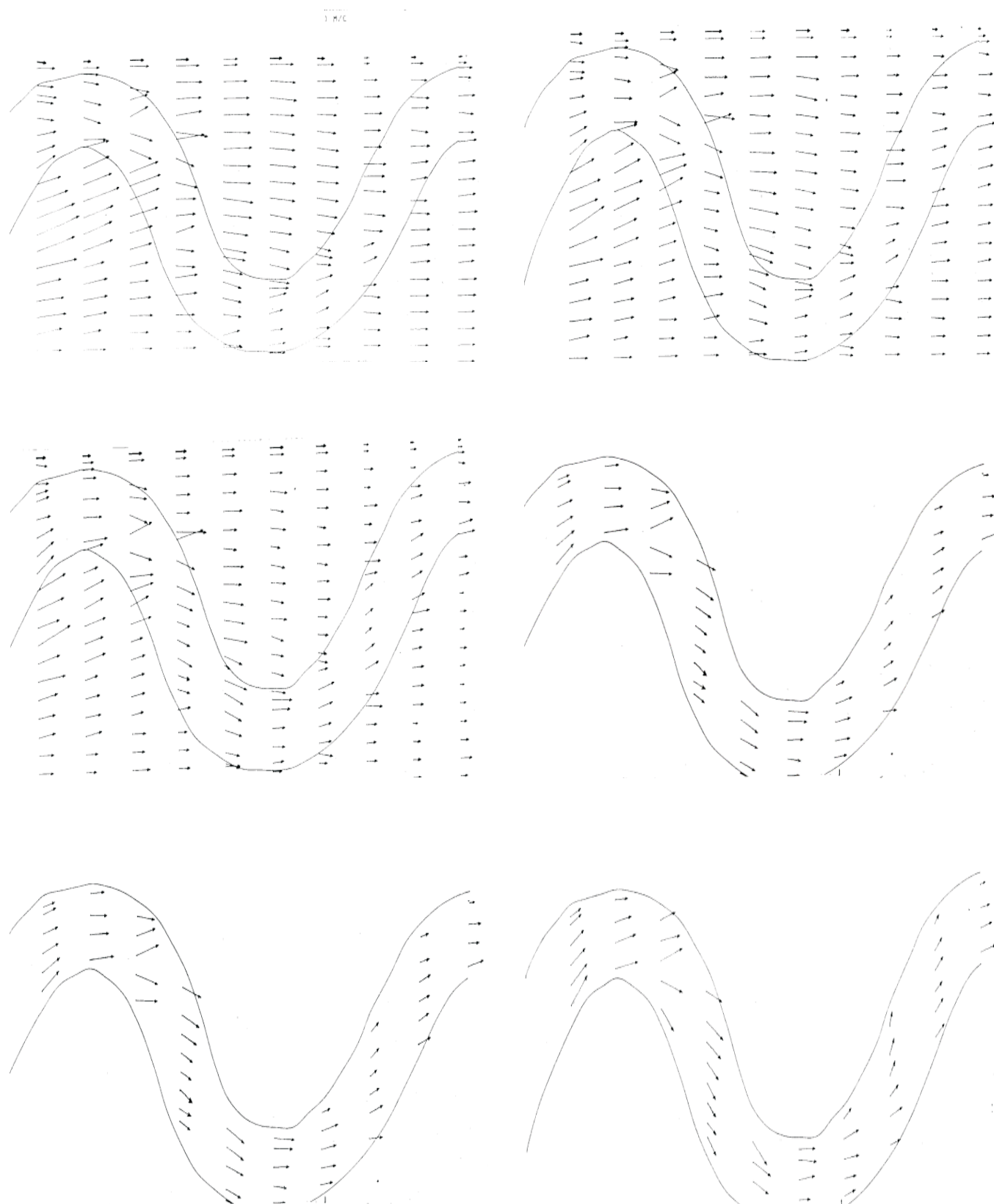
На рис. 1, а-ж представлены результаты расчетов в виде векторов скорости на различных горизонтах. На рис 2 а-ж) показаны аналогичные вектора, полученные экспериментальным измерением. Сопоставление соответствующих рисунков показывает, что данная модель хорошо описывает трехмерные течения в сильно меандрирующих руслах.

Идентификация модели движения придонного взвешенного слоя проводилась с использованием лабораторных опытов, проведенных в лаб. Гидравлики ЦНИИС [1]

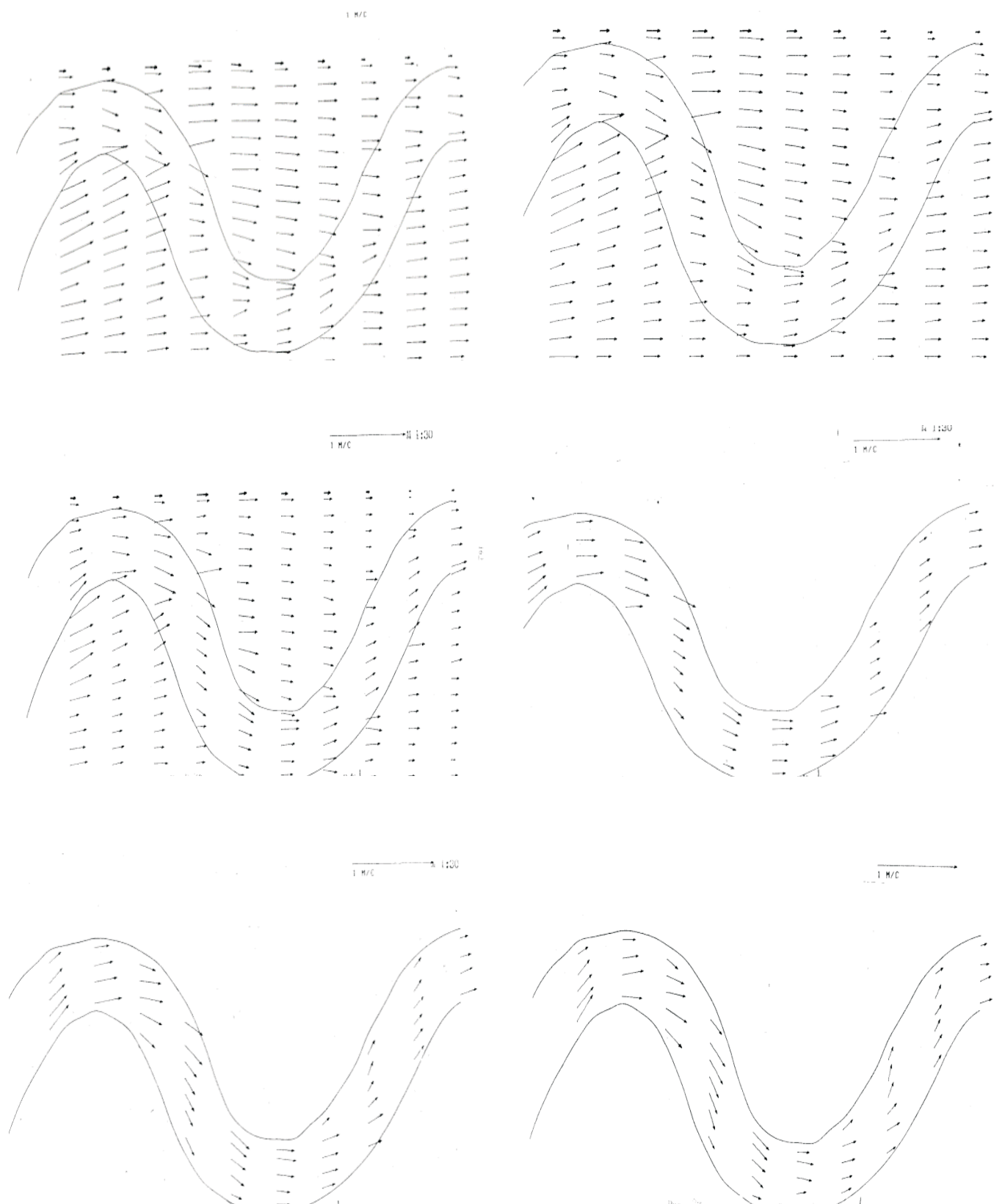
В расчетах неразрываемая скорость подсчитана по адаптированной формуле В.Н.Гончарова (для Амударьинского песка), $\beta=15, \alpha_1=0,25$.

На рис. 3-4 приведены результаты измерений и расчетов по трехмерной модели. Как видно из этих рисунков, трехмерная модель также дает интенсивное положение откоса, хотя поперечная составляющая скорости равна нулю, и видно хорошее совпадение, при этом полагалось $\alpha \cdot \alpha_q = 6.4$.

На входной границе задавался расход воды $Q=112$ л/с и осветленный поток ($S=0$). Параметры численной модели α_1 и β подбирались в процессе расчета из условия наилучшего совпадения в среднем поперечнике лотка расчетного профиля размытого откоса с данными эксперимента.



1-рис. Расчитанное поле скоростей водного потока наразличных глубинах соответственно: а) $\frac{1}{6}h$, б) $\frac{2}{6}h$, в) $\frac{3}{6}h$, д) $\frac{4}{6}h$, е) $\frac{5}{6}h$, ж) возле дна русла



2-рис. Измеренное поле скоростей водного потока на различных глубинах соответственно: а) $\frac{1}{6}h$, б) $\frac{2}{6}h$, в) $\frac{3}{6}h$, д) $\frac{4}{6}h$, е) $\frac{5}{6}h$, ж) возле дна русла

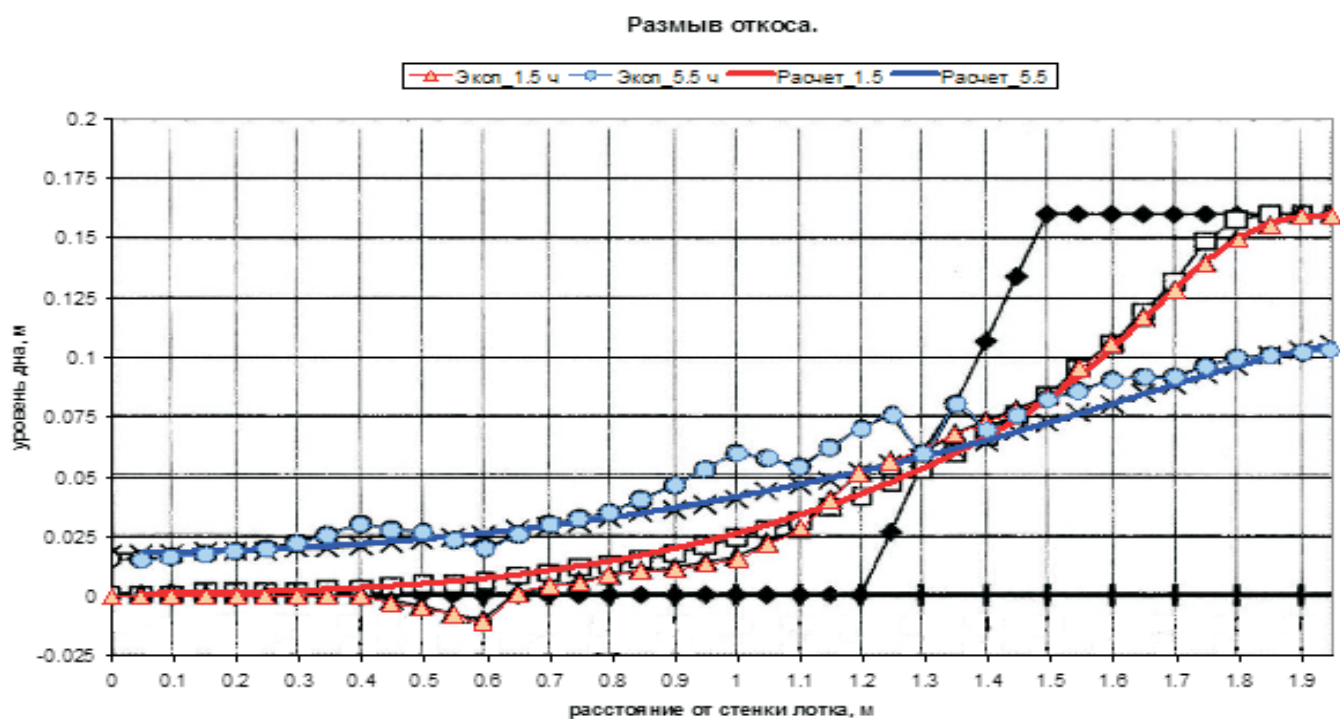


Рис. 3. Деформация откоса при расходе воды 112 л/с.

1 - $t=0,0$ часа после начала размыва; 2 - $t=1,5$ часа после начала размыва, расчет;
 3 - $t=1,5$ часа после начала размыва, измерения; 4 - $t=5,5$ часа после начала размыва, расчет;
 5 - $t=5,5$ часа после начала размыва, измерения; 6 – отметка свободной поверхности.
 $\beta = 40, \alpha_1 = 0,25$.

Размыв откоса.

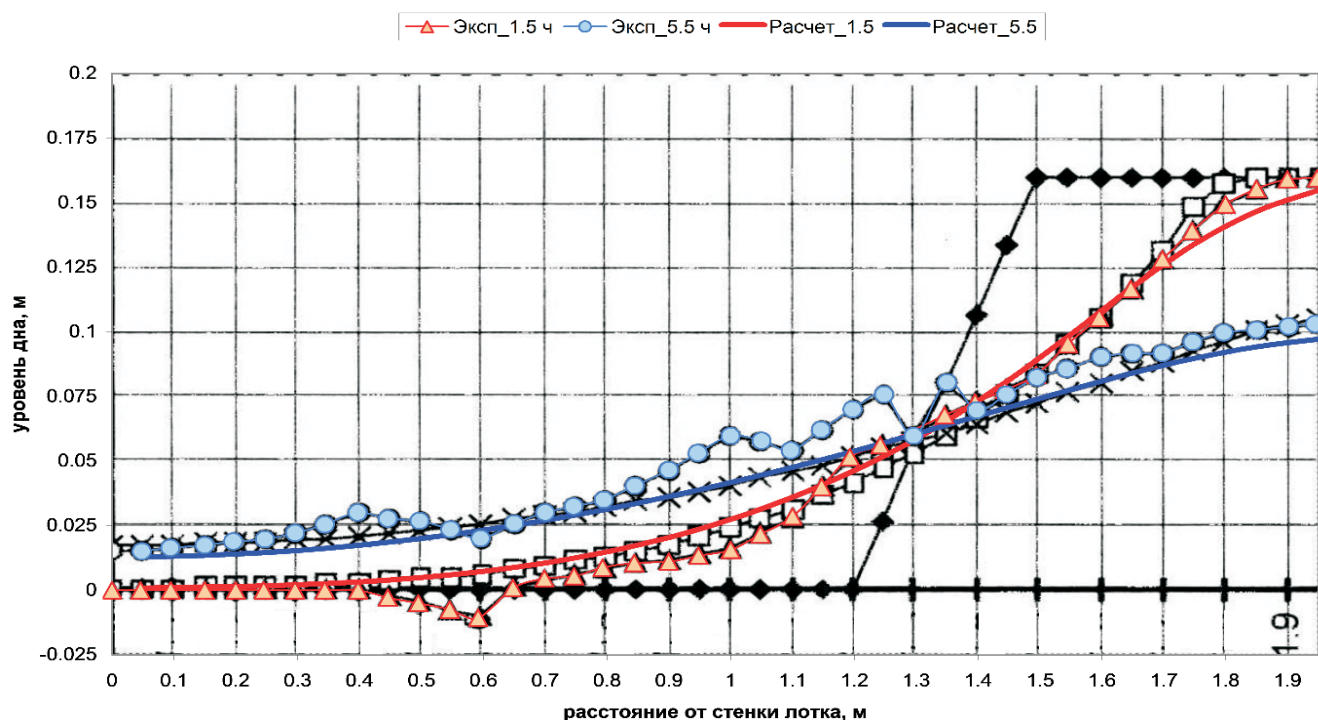


Рис.4. а) Деформация откоса при расходе воды 187 л/с.

1 - $t=0,0$ часа после начала размыва; 2 - $t=0,7$ часа после начала размыва, расчет;
 3 - $t = 0,7$ часа после начала размыва, измерения; 4 - $t = 2,5$ часа после начала размыва, расчет;
 5 - $t=2,5$ часа после начала размыва, измерения; 6 - отметка свободной поверхности.

Список использованной литературы

1. Базаров Д.Р. Научное обоснование новых численных методов расчета деформации русел рек сложенных легкоразмываемыми грунтами. Диссертация на соискание ученой степени д.т.н.05.23.16-Гидравлика инженерная гидрология. Москва. МГУП, 209с.;
2. Великанов М.А. Русловой процесс (Основы теории). Госиздат. Физ-Мат. Литературы. М.1958.с.395С.
3. Дебольский В.К. К вопросу об устойчивости форм перемещения донных наносов //Движение наносов в открытых руслах. М.: Наука,1970.
4. Мухамедов А.М., Уркинбаев Р.К. Результаты исследований по спрямлению излучин в условиях реки Амударьи //Доклады всесоюзного совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам, Ташкент, 1974, с.327-380.
5. Мухамедов А.М. Основные направления исследований по русловым процессам реки Амударья. //Доклады всесоюзного совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам, Ташкент, 1974, с.11-27
6. . Научно-Технический отчет отдела русел САНИИРИ за 1969-1970 гг. по работе «Сбор, систематизация и анализ материалов исследования дейгища и методов борьбы с этим явлением на реке Амударье». Ташкент,1970.
7. Беликов В.В., Зайцев А.А., Милитеев А.Н. Численное моделирование кинематики потока на участке неразмываемого русла //«Водные ресурсы» 2001, Том 28 №6, 701-710.
8. Беликов В.В., Зайцев А.А., Милитеев А.Н. Математическое моделирование сложных участков русел крупных рек. //«Водные ресурсы», 2002, Том 29, №6, с.698-705.
9. Милитеев А.Н., Базаров Д.Р. Двумерные (в плане) уравнения для размываемых русел.// Сообщения по прикладной математике. М., ВЦ РАН, 1997,18 с.
10. Знаменская Н.С. Донные наносы и русловые процессы. Л.:Гидрометеиздат, 1976. 190 с.
11. Ляхтер В.М., Прудовский А.М. Гидравлическое моделирование. «Энергоатомиздат», М. 1984.
12. Милитеев А.Н., Базаров Д.Р. Математическая модель для расчета двумерных (в плане) деформаций русел. //Водные ресурсы, 1999, т.26, №1, с.22-26.
13. Милитеев А.Н., Крутов А.Н. Численный способ расчета деформаций русла. //Тр. Симпозиума «Численные методы в гидравлике». М.,1980.
14. Базаров Д.Р. Одномерная математическая модель деформируемых русел рек. Аграрная наука., Москва, № 6, 2000 г.
15. Милитеев А.Н., Базаров Д.Р., Крутов А.Н. Трехмерная математическая модель для потоков с размываемым дном. Сообщения по прикладной математике. М., ВЦ РАН., 1997, 45 с..
16. Н.Б.Барышников, Д.И.Исаев, Русловые процессы, Санкт-Петербург, МГГМУ,2014
17. Рекомендации по гидравлическому расчету отверстий пойменных мостов. //НТО ВНИИ Транспортного строительства, № Гос. Регистрации СССР 01.8700715.36. Инв № ВНТИЦ 02.90.0042533. М. 1989.
18. Д.Р Базаров, Р.М.Каримов, С.К.Хидиров. Гидравлика II Тошкент, ТИМИ, 2015.