

Белоруссия, ва бошқа давлатларда чоп этилган. З.М.Отакўзиева “Экология ва ҳаёт хавфсизлиги” халқаро фанлар академиясининг “Экология” секцияси аъзоси. Асосий илмий изланишлари - экология, таълимда инновацион технологиялар, ахборотлашган иқтисодиёт.

**E-mail:** [zukhra.otakuzieva@rambler.ru](mailto:zukhra.otakuzieva@rambler.ru)

**Бобоҳўжаев Шухрат Исмоилович** – доцент, И.М.Губкина номи нефт ва газ Россия давлат университетининг (Илмий-тадқиқот университети) Тошкент шаҳридаги Филиалида фаолият кўрсатмоқда. Ҳозирги кунда Ш.И.Бобоҳўжаев томонидан 200-дан ортиқ илмий ишлар АКШ, Германия, Швейцария, Россия, Жанубий Корея, Вьетнам, Беларуссия, Қозоғистон ва бошқа давлатларда чоп этилган. Ш.И.Бобоҳўжаев БМТнинг ФАОдаги Европа ва Марказий Осиё экспертлар гуруҳининг аъзоси. У халқаро олимлар, ўқитувчилар ва мутахассислар уюшмасининг (Famous scientists) аъзоси. Ш.И.Бобоҳўжаев Россия табиий фанлар академиясининг “Фан ва таълимнинг фахрий ходими” фахрий унвони билан тақдирланган. Асосий илмий изланишлари - банк тизими, рақамли иқтисодиёт, корпоратив бошқарув, таълим тизими.

УДК 628.143.1, 66.015.23

**Яхшибаев Д.С., Жовлиев У.Т., Усмонов А.Х.**

## Моделирования условий диффузии коллекторных вод с вод канала

**Аннотация.** Рассматривается диффузия соленой воды из коллекторного источника в движущуюся воды канала. Исследуется распределения загрязнения вод по длине канала и приводится аналитическая формула по определению длины пути полного смешения коллекторной воды с пресной водой. Исследование закономерностей миграции влаги в зоне аэрации важно также и для определения величины влаго-обмена ее с атмосферой и оценки роли восходящего от грунтового потока передвижения влаги в снабжении ею корнеобитаемого слоя почвы. Такое исследование зоны аэрации с определением ее водного баланса нами рассматривается особо. Оно считается неотъемлемой частью комплекса водно-балансовых исследований.

**Ключевые слова:** компонент, загрязнения вод, длина смешивания, коллектор, источник, пути полного смешивания, инжектор, диффузия соленой воды, диффузия в жидкость.

**Введение.** В последнее время большое внимание уделяется также изучению перемешиванию гидродинамических следов за телами, перемещающимися в горизонтальном направлении в жидкости, стратифицированной по вертикали. Интерес исследователей вызывает явление так называемого «коллапса» турбулентного следа. Как обнаружили Хооли и Стюарт, на относительно небольших расстояниях от тела след в непрерывно-стратифицированной жидкости различается почти так же, как и в однородной жидкости. Однако архимедовы силы препятствуют турбулентной диффузии следа в вертикальном направлении, поэтому на больших расстояниях от тела след приобретает сплюснутую форму и, наконец, вовсе перестает увеличиваться в вертикальном направлении. Вследствие турбулентного перемешивания плотность жидкости в пределах следа распределена более равномерно, чем вне его, и архимедовы силы стремятся восстановить прежнее состояние устойчивой стратификации. В результате в плоскости, перпендикулярной оси следа, возникают конвективные течения, которые приводят к сжатию следа по вертикали с одновременным его расширением в горизонтальном направлении. Процесс развития следа в стратифицированной среде сопровождается интенсивной генерацией внутренних волн.

Одно из последних экспериментальных исследований коллапса следа выполнил Мерритт [4]. Опыты выполнялись в потоке воды, температура которой возрастала по высоте приблизительно по линейному закону. Для

**E-mail:** [bobshuh@mail.ru](mailto:bobshuh@mail.ru)

**Annotation:** Development of information-communication technologies in Uzbekistan is characterized by several stages. The modern stage of development of information-communication technologies in the republic is characterized by the period of formation and high dynamics of development. Information economy represents new economy, which is directed to expansion of human opportunities of development. Formation of information economy in Uzbekistan is inseparably linked with development of information-communication technologies. Unfortunately, the researches connected with formation and development of information economy in Uzbekistan weren't conducted so far. Guarantee of successful implementation of state programs of development of information-communication technologies is creation of effective system of indicators of information economy on the basis of the conducted large-scale scientific researches.

**Key words:** information economy, information and communication technologies, information product, service sector, index, indicator.

имитации движущегося тела в потоке устанавливалась перфорированная пластина, которая колебалась в плоскости, перпендикулярной направлению течения. За экраном возникал след с нулевым избыточным импульсом. В результате опытов были зафиксированы границы при коллапсе. Кроме того, рассмотрен вопрос о моделировании следа по модифицированному плотностному числу

Фруда:  $Fr^* = \frac{g_{\infty} T}{D} A$  (где  $g_{\infty}$  - скорость движения тела;

$D$  - его характерный размер;  $T$  - период Вейселя - Брента).

При обработке данных, полученных Мерритом, а также опубликованных ранее, получены две универсальные кривые для горизонтального и вертикального размера поперечного сечения следа.

**Постановка задачи.** В статье рассматривается, вопросы использования пригодных коллекторных вод для орошения. Причинами загрязнения вод по длине канала являются: минеральный состав грунтов, слагающих ложе и откосы канала; приток грунтовых вод; поступление дождевых вод; ветровые заносы; влияние застойной зоны; испарение; фильтрация из канала; сброс в канал термальных вод. Кроме того, в -каналах с небольшими расходами на качество воды может оказать влияние и гидрохимическая эрозия. [7-9]

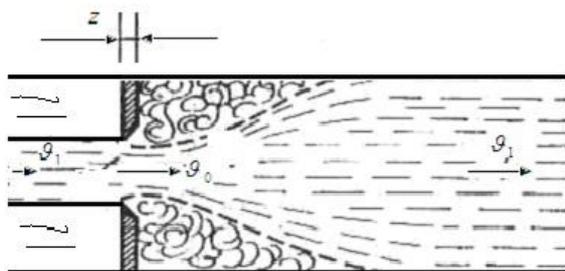


Рис.1 Сброс в канал термальных вод.

Приток грунтовых вод, фильтрация и сброс термальных вод могут наблюдаться как в отдельных пунктах, так и по всей длине или по части канала [2,3]

Процессы, протекающие в водотоках после сброса в них загрязнений, описываются уравнениями турбулентной диффузии.

При сбросе потока грунтовых вод, фильтрации и сброс термальных вод - компонент А в канал - компонент В, происходит молекулярная диффузия, т.е. происходит стационарная диффузия в движущихся водах канала. Тогда при стационарном состоянии для равномолекулярной диффузии вдоль оси Z расход q определяется выражением вида:

$$q = D_{AB} \frac{dC}{dz} \quad \frac{\kappa\Gamma \cdot \text{моль}}{\text{м}^2} \cdot \text{ч} \quad (1)$$

где q - поток вещества.

$D_{AB}$  - коэффициент молекулярной диффузии, размерность  $\frac{\text{м}^2}{\text{сек}}$ ,  $\frac{dC}{dz}$  - градиент концентрации. «-» указывает на то, что поток вещества направлен в противоположную сторону от направления градиента концентрации [1,2].

Уравнение (1) после разделения переменных примет вид:

$$qdz = -D_{AB} dC$$

для граничных условий

$$z = z_1, C = C_{a1}, \quad z = z_2, C = C_{a2}$$

получим:

$$q = -D_{AB} \frac{C_{a1} - C_{a2}}{z_2 - z_1} \quad (2)$$

Уравнение (2) справедливо для сильно разбавленных систем при постоянной температуре.

Для диффузии компонента А через неподвижный компонент В при постоянном давлении p и температуре для идеальной газовой системы, если  $x_a$  - молярная доля компонента А, получим:

$$q = -\frac{D_{AB} \left(\frac{p}{RT}\right) dc_a}{1 - x_2} \frac{dz}{dz} = -\frac{D_{AB} \left(\frac{p}{RT}\right) dp_a}{p - p_a} \frac{dz}{dz} = -D_{AB} \left(\frac{p}{RT}\right) \frac{d \ln p_b}{dz} \quad (3)$$

При  $q = const$ ; уравнение (3) после интегрирования примет вид:

$$q = \frac{D_{AB} \left(\frac{p}{RT}\right)}{z_2 - z_1} \ln \frac{p_{b2}}{p_{b1}} = \frac{D_{AB} \left(\frac{p}{RT}\right)}{z_2 - z_1} \frac{p_{a1} - p_{a2}}{p_{bcp}} \quad (4)$$

где  $p_{a1}, p_{a2}$  - парциальные давления компонента

А и двух точек, находящихся на расстоянии  $z_2 - z_1$  в направлении диффузии,

$$p_{bcp} = \frac{p_{b2} - p_{b1}}{\ln \frac{p_{b2}}{p_{b1}}}$$

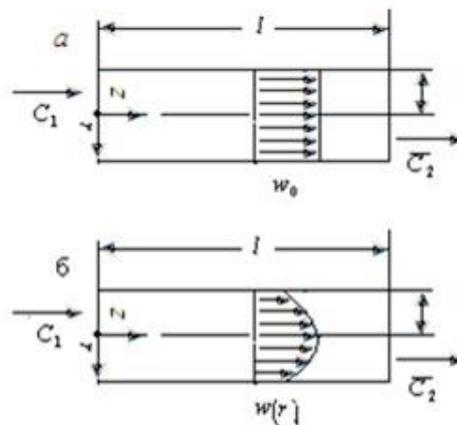


Рис.2 Диффузия коллекторной воды

Круглой трубы в пресную воду

а - плоский профиль;

б - параболический профиль.

z - среднее логарифмическое парциального давления не диффундирующего газа.

Уравнение (4) используется для определения коэффициента диффузии в газах по методу Стефана и называется уравнением Стефана.

Если парциальное давление компонента А весьма мало по сравнению с парциальным давлением компонента В, т. е. система сильно разбавленная, величина  $p_{bcp}$ ,

практически равна p и уравнение (4) приводится в виду

$$q = \frac{D_{AB}}{RT(z_2 - z_1)} (p_{a1} - p_{a2}) \quad (5)$$

Уравнение (5) может быть получено непосредственно из уравнения (2), если вместо концентрации компонента А подставить его парциальное давление

$$C_a = \frac{p_a}{RT}$$

**Диффузия в жидкость, движущуюся по стенкам круглой трубы.**

Рассмотрим случай, когда в смоченных стенках газ движется с плоским профилем скоростей и с параболическим профилем (рис.2.). Если скорость жидкости по стенке постоянна по всему сечению трубы и компонент А диффундирует от стенки в поток компонента В, то уравнение диффузии представим в цилиндрических координатах:

$$w_0 \frac{\partial C_A}{\partial z} = D_{AB} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) \quad (6)$$

где  $r$  — цилиндрическая координата, равная  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ . Диффузией в направлении потока можно пренебречь по сравнению с конвективной составляющей  $w_0 \frac{\partial C_A}{\partial z}$ .

Примем следующие граничные условия.[2,4]:

а)  $C_A = C_{A_1}$ , при  $z = 0$  для всех  $r$

б)  $C_A = C_{A_1R}$ , при  $z = R$  для всех  $r$ ; (7)

Введение Бесселевых функций первого рода  $I_0$ , и  $I_1$  приводит к выражению

$$\frac{C_A - C_{A_1}}{C_{A_R} - C_{A_1}} = 1 - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{a_n} \frac{I_0\left(\frac{a_n r}{R}\right) I_1\left(\frac{a_n R}{R}\right)}{I_1(a_n)} \exp\left(-\frac{D_{AB} a_n^2 z}{w_0 R^2}\right) \quad (8)$$

Средняя концентрация  $\bar{C}_{A_R}$  на выходе из трубы

при  $z = l$  будет:

$$\frac{\bar{C}_{A_R} - C_{A_1}}{C_{A_R} - C_{A_1}} = 1 - 4 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{l}{a_n} \exp\left(-\frac{D_{AB} a_n^2 z}{w_0 R^2}\right) \quad (9)$$

Где  $a_n$  - радиус, для которого  $I(r) = 0$ .

При параболическом распределении скоростей (рис.2,б) в соответствии с решением уравнения Навье – Стокса, получим

$$w_{\max} = \left[ 1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2 \right] \frac{\partial C_A}{\partial z} = D_{AB} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) \quad (10)$$

С учётом граничных условий (7) получим:

$$\frac{\bar{C}_{A_R} - C_{A_1}}{C_{A_R} - C_{A_1}} = 1 - 2 \sum_{n=1}^{\infty} a_n \exp\left[-b_n \left(\frac{D_{AB}}{w_{cp} R^3}\right) l\right] \quad (11)$$

$$w_{cp} = \frac{1}{2} w_{\max}; \quad a_n, b_n \text{ константы, имеющие значения,}$$

которые приводятся в 1-таблице:

Таблица 1. Значений  $a_n, b_n$  константы, имеющие значения:

$n$	$a_n$	$b_n$
1	0,8200	3,658
2	0,0972	22,178
3	0,0135	53,050

Однако опытные данные лучше согласуются с уравнением (11), чем с уравнением (9), что объясняется влиянием конвекции, выравнивающей профиль скоростей.

На практике такая диффузия наблюдается в аппаратах с фиксированной поверхностью контакта и в аппаратах со смоченными стенками. [4].

**Диффузия соленой воды из коллекторного источника в движущуюся воду канала.**

Рассмотрим диффузию компонента  $A$ , инжектируемого в растворитель  $B$ , движущийся в направлении  $x$  с постоянной скоростью  $w_0$ . В этом случае должно быть решено уравнение

$$w_0 \frac{\partial C_A}{\partial z} = D \nabla^2 C_A \quad (12)$$

при следующих граничных условиях [2]:  $C_a=0$  при  $r \rightarrow \infty$

$$4\pi r^2 D \left(\frac{\partial C_a}{\partial r}\right) = Q_A \text{ при } r \rightarrow 0,$$

где  $r$  -расстояние от источника ( $r^2=x^2+y^2+z^2$ );

$z$  - расстояние вниз по потоку от источника;

$Q_A$ - скорость, с которой компонент  $A$  входит в систему. Решение уравнения (12) приводит к зависимости:

$$C_a = \frac{Q_A}{4\pi r D_{AB}} e^{-\left(\frac{w_0}{2D_{AB}}\right)(r-z)} \quad (13)$$

Диффузия из точечного источника используется при анализе профиля концентраций и определении коэффициентов вихревой диффузии [2].

**Литература**

[1] Kafarov V.V. Osnovi massoperedachi. Moskva, 1972,p.496.

[2] Ibad-zadi Yu.A. Transportirovanie void v otkritnix kanalax. Moskva, 1983,p.272.

[3] Xamidov A.A., Yaxshibayev D.S. Ploskaya zadacha o beskonechno malix volnax na poverxnosti dispersnoy smesi //jurnal «Problemi mexaniki», (Journal "Problems of Mechanics") 2010, Tashkent, pp33-36, Cited 3 times.

[4] Yaxshibayev D.S. Zakonomernost vzaimodeystviya atmosferi s parovimi vidileniyami zerkalnoy chasti vodoxranilish //jurnal «Problemi mexaniki», (Journal "Problems of Mechanics") 2011, Tashkent, pp76-79, Cited 1 times.

[5] Xudayqulov S.I., Solieva S.I., Yaxshibayev D.S. Matematicheskij problem vzniknoveniya kavitatsionnix techeniy v silindricheskoy trube //jurnal «Problemi mexaniki», (Journal "Problems of Mechanics") 2011, Tashkent, pp47-50, Cited 1 times.

[6] Xudayqulov S.I., Yaxshibayev D.S., Xamidov A.A., Dinamika geofizicheskix protsessov rassloeniya strui smesi, vilivayusheysya iz plotini // Вестник НУУз, (Herald NUUZ) 2012, Tashkent, pp31-33, Cited 1 times.

[7] Yaxshibayev D.S., Xudayqulov B.S., Ishchanov J.K., Kuchkarova D.X. Kolebaniya uprugoy plastinki, plavayushey na poverxnosti dispersnoy smesi // jurnal «Problemi mexaniki», (Journal "Problems of Mechanics") , 2013, Tashkent, pp52-57, Cited 2 times.

[8] Xudayqulov B.S., Maxmudov I.E., Yaxshibayev D.S. Dvijenie dispersnoy smesi v neodnorodnoy srede k skvajine // // jurnal «Problemi mexaniki», (Journal "Problems of Mechanics"), 2013, Tashkent, pp147-151, Cited 3-4 times.

[9] Yaxshibayev D.S. Kriterii dinamicheskoy ustoychivosti stratifitsirovannix potokov// Jurnal «Muhammad Al-Xorazmiy avlodlari», (Journal «Muhammad Al-Xorazmiy avlodlari»), 2017, Tashkent, pp37-42, Cited 1 times.

[10] Xudayqulov S.I., Kalandarov A.D. «Matematicheskii metodi modelirovaniya dinamiki drenajey i drenajnix sistem», Buxoro-2017, p 160.

[11] Xudayqulov S.I., Yaxshiboyev D.S. «Modelirovanie dinamiki razvitiya stratifikatsionnix techeniy mnogofaznix jidkostey» Tashkent, 2017., p 162.

**Яхшибаев Дониёр Султонбаевич**

PhD, доцент кафедры ВМ ТУИТ

Тел.: +998 (99) 845-72-62

Эл.почта: [donik9202@mail.ru](mailto:donik9202@mail.ru)

**Усмонов Алишер Хабибулло угли**

Ассистент кафедры АММ ТУИТ

Тел.: +998 (94) 639-22-27

Эл.почта: [alishertuit@mail.ru](mailto:alishertuit@mail.ru)

**Жовлиев Уктам Темирович**

с.н.с. Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем

Тел.: +998 (97) 131-52-85

Эл.почта: [uktam.zhovliev@bk.ru](mailto:uktam.zhovliev@bk.ru)

**Yakshibaev D.S., Zhovliev U.T., Usmonov A.H.**

**Modeling of the conditions of diffusion of collector water from water channel**

**Annotation.** The Diffusion process of salt water from a collector source into the moving water of the channel is considered. The distribution of water pollution a long the channel length is investigated and an analytical formula is given for determining the length of a pint of complete mixing of the collector water with fresh water. The study of the patterns of migration of moisture in the aeration zone is also important for determining the magnitude of its moisture exchange with the atmosphere and assessing the role of moisture pre-rising from the ground stream in supplying the root-soil layer with it. This study of the aeration zone with the definition of its water balance is considered by us especially. It is considered an integral part of the complex of water-balance studies.

**Keywords:** component, water pollution, mixing length, collector, source, complete mixing paths, injector, diffusion of salt water, diffusion into liquid.

УДК 004.421.6

**Нуралиев Ф.М., Анарова Ш.А.**

**Муҳаммад ал - Хоразмий асарлари, алгоритм тушунчаси ва алгоритмлаш назарияси асослари**

**Аннотация.** Мақолада Муҳаммад ал-Хоразмий мероси, алгоритм тушунчаси ва алгоритмлаш назарияси қараб чиқилган. Улуғ аллома Муҳаммад ал – Хоразмийнинг асосий асарлари таҳлили келтирилган. Мақола Муҳаммад ал – Хоразмийнинг илмий ижодига бағишланган ва мисолларда берилган. Шунингдек, алгоритм тушунчасининг пайдо бўлиши тарихи келтирилган. Алгоритмлаш назариясининг асослари кўриб чиқилган.

**Калим сўзлар:** Муҳаммад ал–Хоразмий, донишмандлик уйи, араб рақамлари, алгоритм, алгоритмлаш

Мазкур мақолада таниқли аллома Муҳаммад ал-Хоразмий мероси, у томонидан дунё фанлари учун ёзган буюк асарлари ҳақида сўз боради. Шунингдек, “Алгоритм” тушунчасининг киритилиши ҳамда академик В.Қ.Қобулов [5, 7, 8] томонидан яратилган “Алгоритмлаш назарияси”нинг яратилиши, унинг шогирдлари томонидан бу соҳада амалга оширилган ва ҳозирда бажарилаётган бир қатор ишларда ёритилади [6, 12-24]. Ўтган асрда алгоритмлаш назариясининг ривожлантиришга катта ҳисса қўшган олимларнинг ишлари ҳақида маълумотлар келтирилади.

Буюк математик, астроном ва географ Муҳаммад ал-Хоразмий VIII асрнинг охири ва IX асрнинг биринчи ярмида яшаб ижод этган [1-5].

Хоразмий дунё фанига катта ҳисса қўшган аллома. У алгебра фанининг асосчиси. “Алгебра” сўзи Муҳаммад ал-Хоразмийнинг “Ал-китоб ал-мухтасар фи ҳисоб ал-жабр ва ал-муқобала” номли асаридан олинган. Унинг арифметика асари ҳинд рақамларига асосланган ва ҳозирги кунда биз фойдаланадиган ўнлик позицион ҳисоблаш системаси ҳамда шу системадаги амалларнинг Европада тарқалишига сабаб бўлди. Олимнинг “Ал - Хоразмий” номи эса “Алгоритм” шаклида фанда абадий ўрнашиб қолди.

Хоразмийнинг 20дан ортиқ асарларидан фақат 10 таси бизгача етиб келган [1-5].

Хоразмий арифметика асарида ҳинд рақамлари асосида ўнлик позицион системада сонларнинг ёзилишини батафсил баён қилади. У сонларнинг бундай ёзилишидаги қулайликлар, айниқса, ноль ишлатилишининг аҳамиятини алоҳида таъкидлайди. Кейин Хоразмий арифметик амалларни баён қилишга ўтади. Бунда Хоразмий сонларнинг мартабаларини, яъни разрядларини эътиборга олишни ҳамда нолни ёзишни унутмасликни уқтиради, акс ҳолда натижалар хато чиқади, дейди у.

Асарнинг бошида Хоразмий ундаги масалалар ўз даврининг амалий талабларига жавоб сифатида вужудга келганлигини қайд қилади.

У шундай дейди: “... Мен арифметиканинг оддий ва мураккаб масалаларини ўз ичига олувчи “Ал-китоб ал-мухтасар фи ҳисоб ал-жабр ва ал-муқобала” ҳақида китобни таклиф қилдим, чунки мерос тақсим қилишда, васиятнома тузишда, мол тақсимлашда, ва адлия ишларида, савдода ва ҳар қандай битимларда, ва шунингдек, ер ўлчаш, каналлар ўтказишда, амалий (геометрия) ва шунга ўхшаш турлича ишларда кишилар учун бу зарурдир” [1, 2].

Хоразмий сонларни ифодалашда зарур бўлган хоналар ҳақида тушунча бергач, санокнинг ўнли позицион системасининг асосий принципларини баён этади. Сўнгра мисол тариқасида ўндан юзгача, юздан минггача бўлган