

акустического сопротивления:

$$z_a = \sqrt{\frac{r_a + j\omega M_1}{j\omega\alpha}} \quad (13)$$

где z_a ; M_1 и α — соответственно гидравлическое сопротивление, масса и коэффициент сжимаемости жидкости с размерностью гидроакустических величин.

Если трение мало, то $z'_a = \sqrt{\frac{M}{\alpha}}$. При стоячей волне в бесконечно длинном трубопроводе волновое сопротивление — это отношение давления частиц жидкости в импульсе к скорости перемещения этих частиц в потоке $z_a = \frac{p_x}{q_x}$.

Литературы:

1. Васькевич Ф.А. Использование частотного метода для организации процесса топливоподачи. - В кн. «Судовые силовые установки», №10 Л., «Транспорт», 1973, с 53-67.
2. Могендович Е.М. «Гидравлические импульсные системы» Ленинград «Машиностроение», 1977.
3. Нигматуллин Р.И. Динамика многофазных сред. - М.: Наука, 1987. - Т.1. - 360с.
4. Нишонов Ф.Х., Худайкулов С.И. Моделирование ударного импульса жидкости в трубопроводе. Ташкент., Проблемы механика. 2015. 26-30 с.
5. Хамидов А.А., Худайкулов С.И. Теория струй многофазных вязких жидкостей. Ташкент- 2003»

УДК 001.891.573

Усманов Р.Н., Калимбетов Ж.К.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВОДОЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Рассмотрены вопросы нечетко-детерминированного и имитационного моделирования процессов формирования и эксплуатации водозаборов подземных вод при определении дебитов и количества скважин в условиях нечеткости исходной информации.

Ключевые слова: водозаборы подземных вод, нечеткие множества, термы, паводок, межень, дебит и количества скважин.

Введение. В условиях острой нехватки водных ресурсов на территориях, характеризующихся экологической напряженностью, искусственно создаваемые запасы подземных вод (ПВ) представляют собой одну из основных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения населения.

Обоснование проектов ВПВ обычно

ФАН.

6. Хамидов., С.И. Худайкулов И.Э. Махмудов «Гидромеханика» ФАН-2008г. 340с.

Нишонов Файзулло Холмирзаевич

ассистент кафедры проектирования, строительство и эксплуатация инженерных коммуникаций Ташкентского архитектурно-строительного института.

Эл.почта: n.fayz_1988@mail.ru

Нишонов Хайрулло Холмирзаевич

Заместитель управления среднего специализированного образования Наманганская область.

Эл.почта: n.fayz_1988@mail.ru

Худайкулов Совет Ишанкулович д.т.н. проф.

Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем.

Эл.почта: Savet_1949@mail.ru

Яхшибаев Дониёр Султонбаевич Старший

преподаватель кафедры Высшая математика Ташкентского университета информационных технологий.

Эл.почта: donik9202@mail.ru

H.H. Nishonov, F.Kh. Nishonov, D.S. Yakhshibaev, S.I. Khudaykulov

Mathematical problem of the modeling hydraulic pulse and hydraulic blow. Happens to the methods a calculation hydraulic pulse, hydraulic blow in opened and closed hydraulic systems, is defined frequency features pulse and is considered frequency analysis element hydraulic systems.

осуществляется в условиях нехватки, неточности, неясности, неопределенности, нечеткости имеющейся исходной информации. Этим объясняется необходимость разработки информационной модели области фильтрации и процесса фильтрации, что является основой организации взаимосвязи между водозабором

подземных вод и её математической моделью. В статье рассмотрены вопросы нечетко-детерминированного моделирования и имитационного моделирования на Simulink для определения параметров водозаборов.

Основная часть. Технологический процесс создания и эксплуатации водозаборов подземных вод (ВПВ) включает следующие этапы [1,2,3]:

1. Выбор местности водоносного горизонта, состоящей в разрезе из хорошо проводящих пород (пески, супеси, суглинки) с достаточно выдержанной в плане водоупором, с размерами примерно 600-700 м в ширину, 1200-1800 м в длину, 20-30 м по мощности.

2. В паводок, на выбранной для ВПВ местности, строится инфильтрационный канал (ИК) с глубиной 2,5-3 м, шириной 10-12 м, далее по ИК пускают воду. Режим фильтрации - инфильтрационный, граничные условия - пласт-полоса.

$$\mu \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\tilde{k} h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\tilde{k} h \frac{\partial h}{\partial y} \right) + f - w \quad (1)$$

$$h(x, y, t_0) = h_0(x, y), (x, y) \in D, (x, y) \quad (2)$$

$$\left[\alpha h + \beta \left(\tilde{k} h \frac{\partial h}{\partial x} \right) \right]_{(x,y) \in \Gamma} = \gamma(x, y, t), \quad t > t_0 \quad (3)$$

$$\alpha^2 + \beta^2 > 0$$

здесь $h(x, y, t_0)$ – уровни подземных (грунтовых) вод; $\tilde{k}(x, y)$ – нечеткая значения (оценки) коэффициентов фильтрации в плане; $h_0(x, y), \gamma(x, y, t)$ – заданные функции, D-область фильтрации, Г- её граница.

Область фильтрации D может иметь регулярный вид (прямоугольник, квадрат и т.д.) или произвольный по всем границам области D вид ставится условие типа (3), при этом, если $\alpha = 1, \beta = 0$, то (3) соответствует граничному условию 1-рода, $\alpha = 0, \beta = 1$ 2-рода, $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$ 3-рода.

Поскольку режим подземных вод в экологически напряженных территориях в основном является нарушенным, коэффициенты, начальные и граничные условия математической модели (1)-(3) формализуется с применением принципов теории нечетких множеств (ТНМ) [4,5]. Поэтому математическую модель (1)-(3) принято называть

3. В ходе формирования или искусственного пополнения запасов подземных вод параллельно решается задача распреснений аномалий высокоминерализованных вод.

4. С течением времени постепенно на дне канала формируется слой илистых фракций, и постепенно образуется разрыв между инфильтрационным потоком и подземной гидросферой. В таких случаях иногда применяются разные способы удаления слоя илистых фракций.

5. В межень обычно начинается эксплуатация сформированных в **наводок** запасов пресных подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд населения. **Режим подземных вод-эксплуатационный, граничные условия-неограниченной пласт.**

Математическая модель процессов формирования и эксплуатации ВПВ в плане представляется так:

нечетко-детерминированной моделью (НДМ), хотя понятия нечеткость и детерминированность являются взаимоисключающимися [5].

Реализация НДМ (1)-(3) осуществляется на базе применения локально-одномерного метода А.А.Самарского [7], суть которого сводится в редукции многомерной задачи к последовательному решению серии одномерных задач. В работе [6] приводится алгоритм и программный комплекс для решений математической модели (1)-(3). При этом формируется информационная модель области фильтрации и информационно-технологическая модель для процесса геофильтрации, основная функция которых - обеспечение взаимосвязи между ВПВ и её нечетко-детерминированной модели.

Ниже приводится пример НДМ области фильтрации с условиями, определенными процессами формирования запасов ВПВ.

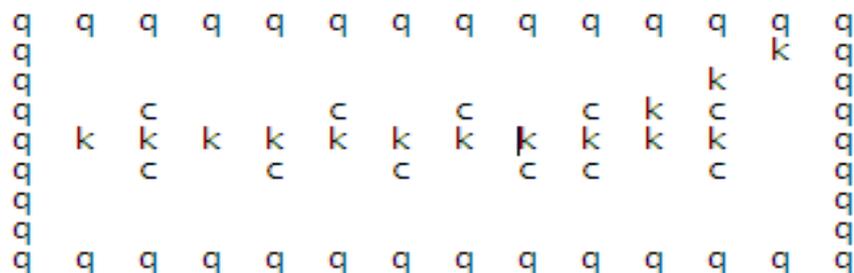
Информационная модель ВПВ представлена на Рис.1.

N= 9 M= 14 N1=5 N2= 3 N3= 2 N4= 3PH= 0 nph= 1
 H0= 100.000 T0= 25.000 DX= 1.0E+0002 DT= 1.5E+0001 TK= 9.0E+0001 VH= 0.18 EPS=0.100

20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
20000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	20000
20000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	20000
20000	0	1	0	0	1	0	1	0	1	100	1	0	0	20000
20000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	20000
20000	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	20000
20000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20000
20000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20000
20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000

Рис.1. Информационно-технологическая модель ВПВ

Символьное представление информационной модели ВПВ приводится на Рис.2.



условные обозначения

**,... гр. 1- и 2-го типов соответственно

k-канал, q-скважина водозабора

Рис.2. Символьное представление ВПВ

Для представления параметров среды предлагается экспертно-информационная модель. (Рис.3).

10105011010502101050320105041010505201050120105022010503301050130105023010503301050530105053010504
 10105011010502201050310105042010501201050220105033010501301050230105023010503301050230105023010501
 10105012010502201050120105022010503201050430105012010502301050230105033010504301050230105022010502
 10105012010502201050120105023010501301050220105033010504301050430105053010505301050230105033010503
 10105011010502201050310105041010505201050120105022010503301050130105023010503301050230105023010502
 10105011010502101050320105042010501201050220105033010501301050230105023010503301050130105013010501
 10105011010502201050120105022010503201050430105013010502301050230105033010504301050130105023010503
 10105011010502101050320105042010501201050220105033010501301050230105023010503301050130105013010501
 10105011010502201050120105022010503201050430105013010502301050230105033010504301050130105023010503

Рис.3. Экспертно-информационное представление параметров водозабора

Для нечеткого представления параметров области фильтрации (Рис.3) формируется массив с элементами, состоящими из 7 разрядов:

$i_1 i_2 i_3 i_4 i_5 i_6 i_7$, где i_1 — номер зоны неоднородности, $i_2 i_3$ — тип функции

принадлежности (ФП), $i_4 i_5$ – общее количество термов, $i_6 i_7$ – номер конкретного терма.

В расчетах применяются обычно треугольная или трапецидальные ФП. Если неопределенный параметр k задан 1 – формой нечеткого числа, то переход к треугольной форме осуществляется по форме [8]:

$$\tilde{k} = \langle \underline{k}, \bar{k}, l_i \rangle, \text{ где } l_i \in L = \{l_1, l_2, \dots, l_m\}.$$

\underline{k}, \bar{k} – нижняя (верхняя) границы носителя \tilde{k} .

$$\underline{k}(l_i) = \underline{k}; \quad \bar{k}(l_i) = \bar{k};$$

$$\hat{k}(l_i) = \underline{k} + (i - 1)(\bar{k} - \underline{k}) / (m - 1)$$

Расчеты осуществляются путем составления Simulink модели при следующих данных по Кегейлийскому ВПВ Республики Каракалпакстан:

$$k = 9 \text{ м/сут}; \quad \delta = l = 100 \text{ м}; \quad r_0 = 0,2 \text{ м};$$

s – рабочее понижение; m – мощность водоносного горизонта: $m = h - \frac{s}{2}$; L_1 и L_2 – расстояния от линейного водозабора до контуров искусственного питания;

$$L_1 = l_1 + \Delta L_1; \quad L_2 = l_2 + \Delta L_2;$$

$$l_1 = l_2 = 150 \text{ м}; \quad L_1 = L_2 = 230 \text{ м};$$

Сначала определяется дебит скважин, далее

На базе построенной математической модели проводятся вычислительные эксперименты с целью обоснования параметров между скважинами водозабора, выбор их дебитов и др.

Для обоснования таких параметров ВПВ перспективными являются аналитические зависимости установившейся фильтрации. Так, для расчета дебита скважины водозаборов подземных вод применяется формула [4]

$$Q = \frac{2\pi k m s}{\left(\ln \frac{\delta}{2\pi r_0} + \frac{2\pi L_1 L_2}{\delta(L_1 + L_2)} \right)} \quad (4)$$

необходимое количество скважин водозабора по

$$\text{формуле: } n_{\text{скв}} = \frac{\sum Q_2}{Q_{\text{скв}}}$$

Simulink модели для определения количества скважин ВПВ и их дебитов приводятся на Рис.4.

Блоки Simulink модели и их функции приводятся в табл.1. **Блоки Simulink модели используемые при имитационном моделировании ВПВ.**

Полученные результаты сопоставлены с данными, приведенными в работе А.А. Акрамова (1991г.) (см.табл.2).

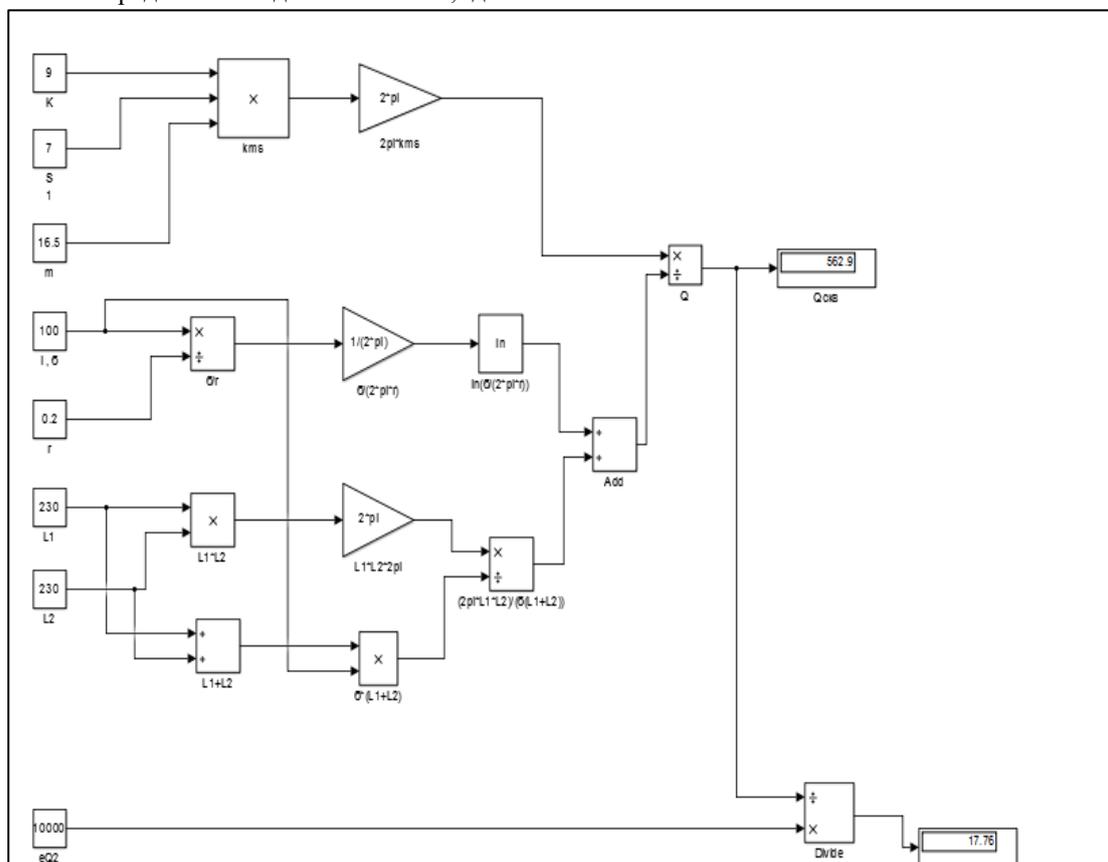


Рис.4. Simulink модель определения дебита скважин ВПВ и их количества

Таблица 1

Имя блока	Расположение блока в Simulink library browser	Функции блока
Constant	Simulink/Sources	Вводится число константа
Gain	Simulink/Math operations	Усилитель сигнала
Display	Simulink/Sinks	Отражает результат в дисплее
Divide	Simulink/Math operations	Деление
Product	Simulink/Math operations	Умножение
Add	Simulink/Math operations	Вводится "+" и "-"

Таблица 2

Параметр	Результаты по Акрамову А.А. [1]	Результаты Simulink моделирования
1. Дебит скважины линейного водозабора	562 м ³ /сут	562,9 м ³ /сут
2. Необходимое количество скважин	18,1 шт	17,76 шт

Выводы. Для обоснования проектов ВПВ перспективными является рациональное сочетание нечетко-детерминированных методов моделирования геофильтрации и имитационного моделирования на Simulink при определении параметров ВПВ.

В условиях нарушенного режима подземной гидросферы перспективным для формализация параметров области фильтрации ВПВ является применение принципов теории нечетких множеств.

В процессе НДМ ВПВ важным является установление информационной взаимосвязи между ВПВ (объектов) и её НДМ посредством построения информационной и информационно-технологических моделей. При этом информационная модель является основой для представления и решения обратных задач геофильтрации, а информационно-технологическая модель позволяет эффективно учитывать факторы, влияющие на ВПВ.

Литературы:

1. Акрамов А.А. Регулирование запасов пресных вод в подземных водохранилищах Средней Азии. – Ташкент: ФАН АН РУз. 1991.-216с.
2. Акрамов А.А. Технология искусственного восполнения подземных вод на водозаборах Приаралья. – Ташкент: ГПП «Узбекгидрогеология», 1977.-165с.
3. Гавич И.К. Методы охраны подземных вод от загрязнения и истощения – М.:Недра, 1985. -320 с.

4. Усманов Р.Н. К вопросу интеллектуализации нечеткого управления сложных процессов (на примере водозаборов подземных вод) // Вестник ТУИТ. -2007. - №1. – С.46-49.

5. Усманов Р.Н. К вопросу численного моделирования процессов формирования и эксплуатации водозаборов подземных вод в условиях нечеткой информации // Вестник Таш ГТУ. – Ташкент, 2006.

6. Усманов Р.Н., Сейтназаров К.К. Программный комплекс нечетко-детерминированного моделирования гидрогеологических объектов // Автоматика и программные изменения. 2014, №1(7).-С.29-34

7. Самарский А.А, Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. примеры. 2-е изд., испр. - М: Физматлит, 2005.-320 с.- ISBN 5-9221-0120-X.

8. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и Fuzzy TECH.- СПб.: БХВ - Петербург, 2003.- 736 с., ил.

Усманов Р.Н. д.т.н., профессор, Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммеда Ал-Хорезмий,
e-mail: rishat.tuit@mail.ru

Калимбетов Ж.К. ассистент, Нукусского филиала Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммеда Ал-Хорезмий,
E-mail: j.kalimbetov@umail.uz

Ф.М. Мухтаров

МЕТОДЫ ОТРАЖЕНИЯ ВНЕШНИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

В статье анализируются проблемы ведения информационного противоборства, включая определение возможностей для планирования мероприятий по осуществлению или отражению информационного воздействия, а также требуемых направлений для более четких выявлений основных информационных противоборств.

Ключевые слова: информационный ресурс, информационное противоборство, угроза, мониторинг, ресурс, киберпреступления.