

Фоменко Наталья Алексеевна

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА К ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОЛНОВЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МЕЛКОВОДНОМ ВОДОЕМЕ**

Цель данной работы заключается в обработке изображения, полученного в результате исследований волновых гидродинамических процессов в мелководном водоеме. Первичная обработка результатов натурального эксперимента, основанная на методах искусственного интеллекта (распознавание образов), позволяет определить значения функции возвышения уровня, зависящей от времени. Разработан алгоритм для определения расположения меток на измерительном шесте. Разработанный алгоритм и его программная реализация позволяют достаточно точно определять месторасположение объектов заданных размеров, имеющих прямоугольную форму.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2013/1/45.html](http://www.gramota.net/materials/1/2013/1/45.html)

**Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.**

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2013. № 1 (68). С. 145-151. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2013/1/](http://www.gramota.net/materials/1/2013/1/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

опрошенных, которые считают, что ВИЧ-статус нельзя определить по внешнему виду, не знают ВИЧ-статус своего партнера и не используют барьерную контрацепцию составляет 11 (группа риска по заражению ВИЧ в результате халатного отношения к проблеме).

В ЧелГУ процент опрошенных, которые считают, что можно определить ВИЧ-статус человека по внешнему виду, которые знают ВИЧ-статус своего партнера, но не спрашивали у него справку (т.е. определили ВИЧ-статус по внешнему виду) и которые не используют барьерную контрацепцию или используют иногда, составляет 2,5 (группа риска по заражению ВИЧ в результате неосведомленности). Процент опрошенных, которые считают, что ВИЧ-статус нельзя определить по внешнему виду, не знают ВИЧ-статус своего партнера и не используют барьерную контрацепцию, составляет 7,5 (группа риска по заражению ВИЧ в результате халатного отношения к проблеме).

В ЧГПУ 100% опрошенных считают, что по внешнему виду человека можно определить его ВИЧ-статус, из них 22% знают ВИЧ-статус своего полового партнера, не спрашивая у него справку (т.е. определили ВИЧ-статус по внешнему виду), но все эти 22%, независимо от партнера, всегда используют барьерную контрацепцию, следовательно, в группу риска по заражению ВИЧ не попадают (опираясь на данные по вопросу определения ВИЧ-статуса по внешнему виду).

*Вывод.* В вопросе определения ВИЧ-статуса человека по внешнему виду показатель верной осведомленности выше у студентов медицинского вуза (ЧелГМА). Из вузов немедицинского профиля данный показатель выше у студентов технического университета (ЮУрГУ).

Студенты, уверенные, что ВИЧ-статус можно определить по внешнему виду человека, не считают нужным спрашивать справку о ВИЧ-статусе у своего партнера.

Студентов, входящих в группу риска по заражению ВИЧ в результате неосведомленности в вопросе определения ВИЧ-статуса по внешнему виду, больше всего в ЮУрГУ (5,4%). Студентов, входящих в группу риска по заражению ВИЧ в результате неосведомленности в вопросе определения ВИЧ-статуса по внешнему виду, меньше всего в ЧелГУ (2,5%). Выбор барьерной контрацепции человеком не зависит от того, считает ли он, что по внешнему виду другого можно определить его ВИЧ-статус или нельзя.

#### Список литературы

1. Ковеленов А. Ю., Загдын З. М., Баласаниянц Г. С., Ганбаатар О., Галкин В. Б. Особенности распространения ВИЧ-инфекции в Ленинградской области // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессия. 2012. Т. 4. № 3. С. 81-86.
2. Пантелеев А. М. Применение преднизолона при лечении туберкулеза у больных с ВИЧ-инфекцией // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессия. 2012. Т. 4. № 3. С. 47-51.
3. **Global HIV/AIDS Response. Epidemic Update and Health Sector Progress towards Universal Access: Progress Report 2011.** WHO, 2011. P. 1-19.

УДК 532.5.031

#### Физико-математические науки

*Цель данной работы заключается в обработке изображения, полученного в результате исследований волновых гидродинамических процессов в мелководном водоеме. Первичная обработка результатов натурального эксперимента, основанная на методах искусственного интеллекта (распознавание образов), позволяет определить значения функции возвышения уровня, зависящей от времени. Разработан алгоритм для определения расположения меток на измерительном шесте. Разработанный алгоритм и его программная реализация позволяют достаточно точно определять месторасположение объектов заданных размеров, имеющих прямоугольную форму.*

*Ключевые слова и фразы:* искусственный интеллект; обработка изображения; распознавание образов; натуральный эксперимент.

**Наталья Алексеевна Фоменко**

*Кафедра высшей математики*

*Южный федеральный университет*

*fomenko.n86@mail.ru*

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА К ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВОЛНОВЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МЕЛКОВОДНОМ ВОДОЕМЕ<sup>©</sup>

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (грант № 14.A18.21.0680).*

Данная статья посвящена первичной обработке результатов натурального эксперимента на основе методов искусственного интеллекта (распознавание образов) [1; 2]. В работе определяются значения функции возвышения уровня, зависящей от времени.

**1. Постановка задачи.** На Рис. 1 приведено исходное изображение. Требуется определить расположение поплавков (двух белых прямоугольников) относительно измерительного шеста (положение шеста определяется черными прямоугольниками).



**Рис. 1.** Исходное изображение

Для определения положения поплавков относительно измерительного шеста необходимо распознать белые прямоугольники заданного размера. Размер прямоугольников, приведенных на Рис. 1, составляет 12x60 пикселей (размер изображения равен 480x640 пикселей). Изображение хранится в памяти в виде массива, принимающего значение 0...255. Будем обозначать данный массив литерой А. Размеры белых прямоугольников обозначим:  $i_n = 12$ ,  $j_n = 60$ . Размеры изображения  $N=480$ ,  $M=640$ .

**2. Алгоритм решения поставленной задачи.** Распознавание местонахождения прямоугольников происходит в два этапа. На первом этапе убираются крупные светлые объекты (объекты, превосходящие по размерам описанные выше белые прямоугольники). На следующем этапе убираются объекты размером меньше, чем заданные белые прямоугольники.

Для того чтобы убрать объекты, превышающие по размеру заданные прямоугольники, применялся следующий фильтр:

$$B_{i,j} \leftarrow 3.5A_{i,j} - (A_{i+i_n,j} + A_{i-i_n,j} + A_{i,j+j_n} + A_{i,j-j_n}), \quad (1)$$

где  $i = \overline{i_n, N-i_n-1}$ ,  $j = \overline{j_n, M-j_n-1}$ .

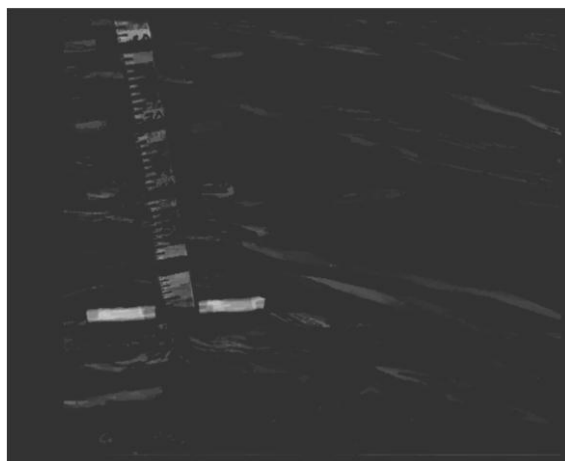
Для удобства массив В представляется в форме полутонального изображения (элементы массива принимают значения от 0 до 255). При этом отрицательные значения массива обнуляются:

$$B_{i,j} \leftarrow 0, \text{ если } B_{i,j} < 0, \text{ при } i = \overline{i_n, N-i_n-1}, j = \overline{j_n, M-j_n-1}.$$

Далее массив В обрабатывается согласно следующему выражению:

$$B_{i,j} \leftarrow \frac{255B_{i,j}}{buf}, \text{ где } buf = \max(B), \text{ при } i = \overline{i_n, N-i_n-1}, j = \overline{j_n, M-j_n-1}.$$

Результат работы данного фильтра приведен на Рис. 2. Из рисунка видно, что белые прямоугольники стали ярче, крупные светлые объекты практически исчезли, но остались мелкие светлые детали изображения.



**Рис. 2.** Результат фильтрации по выделению прямоугольников (в результате работы фильтра исчезают крупные светлые объекты)

На втором этапе мы избавляемся от высокочастотных шумов (сглаживаются элементы размерами меньше, чем заданные белые прямоугольники). Для этого найдем следующую сумму:

$$D_{i,j} \leftarrow \sum_{k=0}^{n_i} \sum_{p=0}^{n_j} B_{i+k,j+p}, \text{ при } i = \overline{0, N-i_n-1}, j = \overline{0, M-j_n-1} \quad (2)$$

Для вычисления данной суммы используется следующий алгоритм. Вначале находится вспомогательный массив С согласно следующей формуле:

$$C_{i,j} \leftarrow \sum_{k=0}^{i+n_i} \sum_{p=0}^{j+n_j} B_{k,p}, \text{ при } i = \overline{0, N-i_n-1}, j = \overline{0, M-j_n-1} \quad (3)$$

Массив С вычисляется в два шага. На первом шаге выполняется следующая операция:

$$C_{i,j+1} \leftarrow B_{i,j} + C_{i,j}, \text{ при } i = \overline{0, N-i_n-1}, j = \overline{0, M-j_n-2} \quad (4)$$

На втором шаге:

$$C_{i+1,j} \leftarrow C_{i,j} + C_{i+1,j}, \text{ при } j = \overline{0, M-j_n-1}, i = \overline{0, N-i_n-2} \quad (5)$$

После вычисления массива С вычисляется массив D, который обрабатывается согласно следующему выражению:

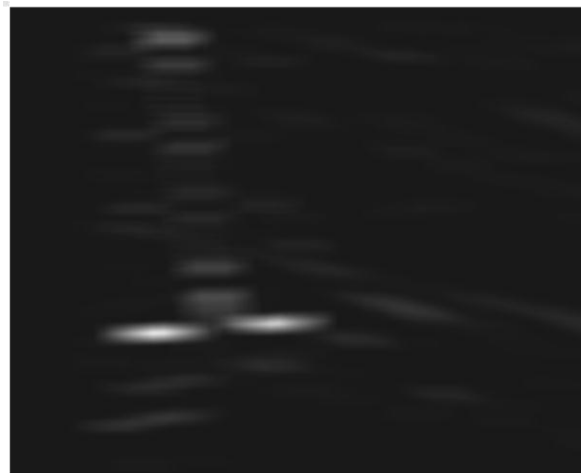
$$D_{i,j} \leftarrow C_{i,j} - C_{i-i_n,j} - C_{i,j-j_n} - C_{i-i_n,j-j_n}, \quad (6)$$

$$\text{при } i = \overline{i_n, N-i_n-1}, j = \overline{j_n, M-j_n-1}.$$

Использование предложенного алгоритма (3)-(6) для вычисления выражения (2) позволяет существенно сократить вычислительные трудозатраты по сравнению с непосредственным нахождением суммы (2). Результат использования фильтра (2), позволяющего избавиться от объектов размером меньше, чем заданные белые прямоугольники, приведен на Рис. 3.

На данном рисунке мы видим светлые объекты, примерно совпадающие с размерами заданных белых прямоугольников. Но в то же время они уступают по яркости выделяемым белым объектам.

Следует отметить, что центры светлых прямоугольников, приведенных на Рис. 3, смещены относительно центров белых прямоугольников, приведенных на Рис. 1, на  $i_n/2, j_n/2$  по осям Ох, Оу соответственно.



**Рис. 3.** Результат сглаживания изображения

Очевидно, что в результате работы фильтра на Рис. 3 стало проще выделить область, где предположительно находятся белые прямоугольники, чем из исходного изображения, приведенного на Рис. 1.

Следующим шагом все светлые объекты, у которых яркость ниже яркости заданных белых прямоугольников, окрашиваются в темный цвет. В противном случае - белым, что представлено на Рис. 4, на котором белым цветом изображено предположительное место расположения геометрических центров светлых объектов, которые были смещены относительно центров белых прямоугольников, приведенных на Рис. 1.

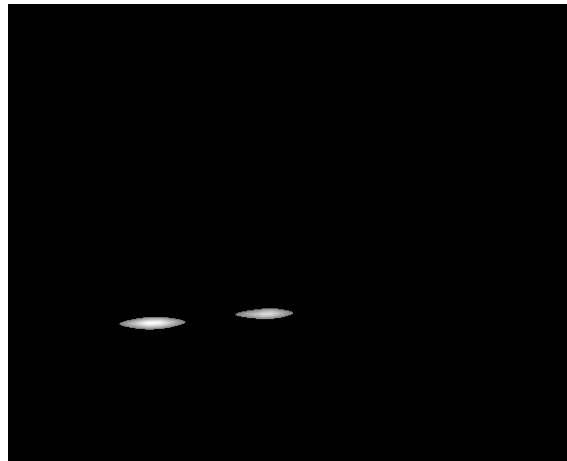
Для последующей обработки нас будут интересовать координаты точек белого цвета.

Следующей задачей после выделения координат точек вероятного местонахождения белых прямоугольников является построение оптимальной прямой, проходящей через центры искомым объектов.

Для построения оптимальной прямой  $y = kx + b$  воспользуемся методом минимальных квадратов. Согласно методу, для нахождения тангенса угла наклона прямой ( $k$ ) и точки пересечения с осью  $Ox$  ( $b$ ) нужно решить систему уравнений

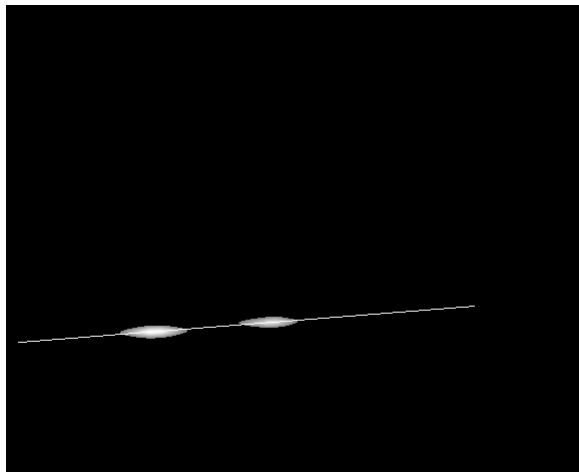
$$\begin{cases} k \sum_{i=0}^n 1 + b \sum_{i=0}^n x_i = \sum_{i=0}^n y_i \\ k \sum_{i=0}^n x_i + b \sum_{i=0}^n x_i^2 = \sum_{i=0}^n x_i y_i, \end{cases} \quad (7)$$

где  $(x_i, y_i)$  - координаты светлых точек,  $k$  - тангенс угла наклона прямой, наиболее вероятно проходящей через центр белых прямоугольников,  $b$  - угол пересечения прямой с осью  $Ox$ .



**Рис. 4.** Месторасположение предположительных геометрических центров белых прямоугольников

На Рис. 5 приведены результаты работы метода наименьших квадратов. В качестве исходного изображения для данного алгоритма использованы данные, приведенные на Рис. 4 (нахождение предположительных геометрических центров белых прямоугольников).

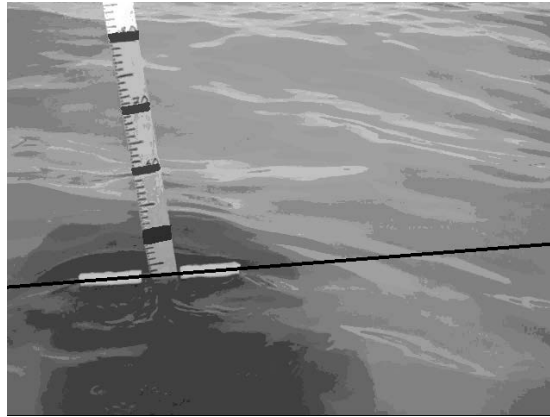


**Рис. 5.** Результат работы метода наименьших квадратов

На Рис. 6 приведена прямая, проходящая через центры белых прямоугольников, нанесенная на исходное изображение.

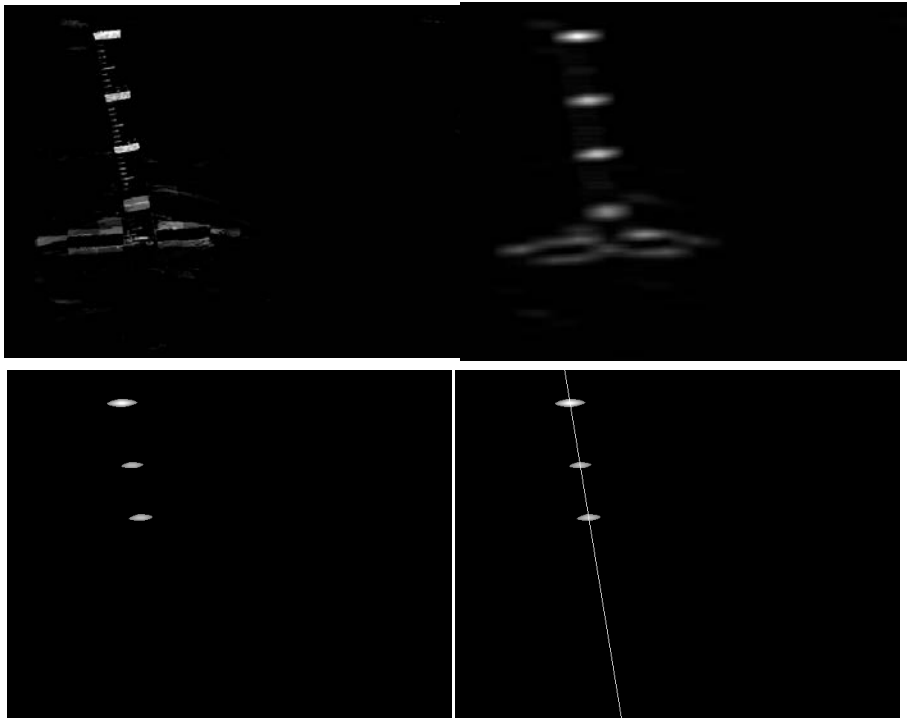
При построении данной прямой учли смещение изображения, приведенного на Рис. 3, относительно изображения, приведенного на Рис. 1.

После построения прямой, проходящей через центры белых прямоугольников, необходимо произвести операции, аналогичные выше описанным, для выделения измерительного шеста, на который нанесены метки в виде черных прямоугольников.



**Рис. 6.** Изображение прямой, проходящей через центры белых прямоугольников

Распознавание черных прямоугольников происходит так же, как и распознавание белых прямоугольников, в два этапа. На первом этапе убираются крупные темные объекты (объекты, превосходящие по размерам описанные выше черные прямоугольники). На следующем этапе убираются объекты размером меньше, чем заданные черные прямоугольники. Результат работы разработанного алгоритма приведен на Рис. 7.



**Рис. 7.** Результаты выделения прямой, проходящей через центры светлых объектов

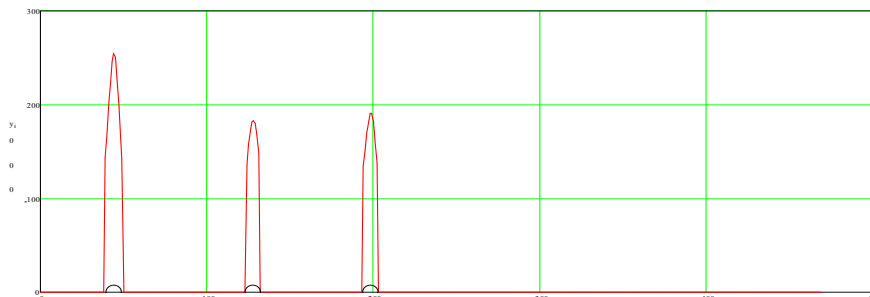
Следующим этапом обработки изображения является определение точки пересечения линий, проходящих через центры белых и черных прямоугольников, относительно нанесенных на шест меток. Далее построим зависимость значений яркости (массива  $D$ ) от пространственной координаты  $y$  при условии  $x = |ky + b|$ , которая приведена на Рис. 8.

Обозначим через  $Y$  массив значений яркости на прямой, предположительно проходящей через центры темных прямоугольников.

Следующим этапом обработки является определение значений координат меток на шесте. Для определения расположения меток на шесте был разработан следующий алгоритм:

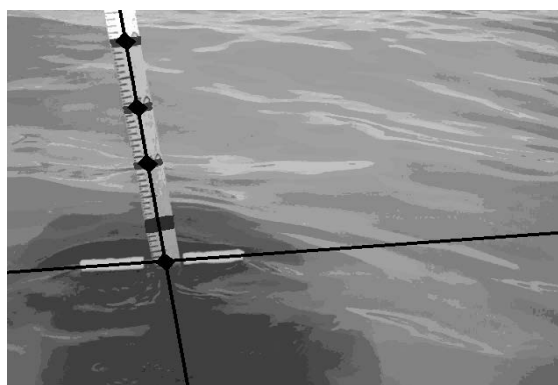
1. Вводятся две переменные:  $l$  - номер точки,  $f$  - вспомогательная переменная (флажок),  $m$  - значение начала метки. В начале алгоритма данным переменным присваиваются нулевые значения.
2. Цикл по переменной  $j$ .
3. Для определения начала метки используется следующее условие:  
если  $Y_j > 0$  и  $f = 0$ , то в переменную  $m$  записывается значение  $j$ , а в переменную  $f$  - значение 1.

4. Для определения конца метки используется следующее условие:  
если  $Y_j = 0$  и  $f = 1$ , то в переменную  $f$  записывается значение 0, а элемент массива  $R_k$  принимает значение  $\frac{j+m}{2}$ .
5. Проверка условия выхода из цикла:  $j = \overline{0, M - j_n - 1}$ .



**Рис. 8.** Зависимость яркости

Входными данными алгоритма является массив  $Y$ , а в качестве выходного параметра выступает массив  $R$ . Этот алгоритм был использован для определения месторасположения меток на шесте. В результате работы приведенного выше алгоритма было определено, что на шесте имеются три метки, центры которых принимают следующие значения:  $R = \{44, 128, 198\}$ . Данные значения соответствуют месторасположению центров меток на шесте.



**Рис. 9.** Определение месторасположения функции возвышения уровня относительно меток, нанесенных на измерительный шест

На Рис. 9 приведено исходное изображение линий, предположительно проходящих через белые и черные прямоугольники, а также месторасположение центров черных прямоугольников и функции возвышения уровня. Для определения точки пересечения прямых был использован метод Крамера.

**Выводы.** Разработанный алгоритм и его программная реализация позволяют достаточно точно определять месторасположение объектов прямоугольной формы. Результаты работы алгоритма могут быть использованы при изучении параметров волновых процессов на мелководье. Результаты измерений могут быть использованы при моделировании волновых гидродинамических процессов [3-11].

#### Список литературы

1. Лепский А. Е. Об устойчивости центра масс векторного представления в одной вероятностной модели зашумления контура изображения // Автоматика и телемеханика. 2007. № 1. С. 82-92.
2. Лепский А. Е., Броневиц А. Г. Математические методы распознавания образов. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. 155 с.
3. Сухинов А. И., Никитина А. В., Чистяков А. Е. Моделирование сценария биологической реабилитации Азовского моря // Математическое моделирование. 2012. Т. 24. № 9. С. 3-21.
4. Сухинов А. И., Тимофеева Е. Ф., Чистяков А. Е. Построение и исследование дискретной математической модели расчета прибрежных волновых процессов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 8 (121). С. 22-32.
5. Сухинов А. И., Чистяков А. Е. Адаптивный модифицированный попеременно-треугольный итерационный метод для решения сеточных уравнений с несамосопряженным оператором // Математическое моделирование. 2012. Т. 24. № 1. С. 3-20.

6. Сухинов А. И., Чистяков А. Е. Параллельная реализация трехмерной модели гидродинамики мелководных водоемов на супервычислительной системе // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. 2012. Т. 13. С. 290-297.
7. Сухинов А. И., Чистяков А. Е., Алексеенко Е. В. Численная реализация трехмерной модели гидродинамики для мелководных водоемов на супервычислительной системе // Математическое моделирование. 2011. Т. 23. № 3. С. 3-21.
8. Сухинов А. И., Чистяков А. Е., Проценко Е. А. Двумерная гидродинамическая модель, учитывающая динамическое перестроение геометрии дна мелководных водоемов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 8 (121). С. 159-167.
9. Сухинов А. И., Чистяков А. Е., Проценко Е. А. Построение дискретной двумерной математической модели транспорта наносов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 8 (121). С. 32-44.
10. Сухинов А. И., Чистяков А. Е., Тимофеева Е. Ф., Шишня А. В. Математическая модель расчета прибрежных волновых процессов // Математическое моделирование. 2012. Т. 24. № 8. С. 32-44.
11. Фоменко Н. А. Моделирование гидродинамических процессов при обтекании корпуса судна // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 8 (121). С. 139-147.

УДК 519.86

### Физико-математические науки

*Работа посвящена построению двумерной математической модели движения воздушной среды. Для адекватного математического описания процессов, происходящих в атмосфере, требуется решить проблему построения ее физической модели, поскольку она существенным образом влияет на построение поля ветра и на описание переноса, происходящего в воздушной среде. В работе представлены аппроксимация задачи по временной переменной, двумерная модель аэродинамики и приведены результаты численных экспериментов.*

*Ключевые слова и фразы:* воздушная среда; двумерная математическая модель; аппроксимация; аэродинамика.

**Дианна Самвеловна Хачунц**

*Кафедра высшей математики*

*Южный федеральный университет*

*diana-hachunts@mail.ru*

### ДВУМЕРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ<sup>©</sup>

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (грант № 14.А18.21.0680).*

**Введение.** В общем перечне актуальных задач, решаемых с помощью математического моделирования, состояние воздушной среды занимает особое место. Естественным средством объективного анализа возникающих проблем являются методы, основанные на построении и совместном изучении математических моделей природных систем. Использование математического моделирования и проведение вычислительного эксперимента позволяют оценить все аспекты реализации проектов, связанных с воздействием на природную среду. Одним из наиболее значимых исследований методов климата и динамики атмосферы является проведение численных экспериментов. Современные численные методы позволяют осуществить моделирование объектов, поведение которых описывается весьма сложными системами дифференциальных уравнений.

**1. Постановка задачи.** Основными уравнениями динамики воздушной среды являются [1-3; 8; 12; 15-16]:

- система уравнений Навье-Стокса

$$\begin{aligned} u'_t + uu'_x + vv'_y &= -\frac{1}{\rho} P'_x + (\mu u'_x)'_x + (\mu v'_y)'_y \\ v'_t + uv'_x + vv'_y &= -\frac{1}{\rho} P'_y + (\mu v'_x)'_x + (\mu v'_y)'_y; \end{aligned} \quad (1)$$

- уравнение неразрывности

$$\rho'_t + (\rho u)'_x + (\rho v)'_y = 0; \quad (2)$$

- уравнение состояния

$$P = \frac{\rho}{M} RT. \quad (3)$$

Система уравнений (1)-(2) рассматривается при следующих граничных условиях:

- на непроницаемой границе:  $\rho_v \eta u'_n = \tau_{x,b}(t)$ ,  $\rho_v \eta v'_n = \tau_{y,b}(t)$ ,  $\bar{V}'_n = 0$ ,  $P'_n = 0$ ;

- на боковых проницаемых границах:  $u'_n = 0$ ,  $v'_n = 0$ ,  $P'_n = 0$ ;

- на источнике:  $u = U$ ,  $v = V$ ,  $P'_n = 0$ ,