



Издается с 2008 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Каган Б.А., Софьина Е.В., Рашиди Э.Х.А.</i> Чувствительность приливной динамики к пространственной изменчивости гидродинамической шероховатости дна на примере Печорского моря .....	4
<i>Мортиков Е.В.</i> Численное моделирование влияния стратификации на силу сопротивления при движении ледяного киля в двухслойной жидкости .....	12
<i>Шамин Р.В., Смирнова А.И., Юдин А.В.</i> Вопросы обнаружения и прогнозирования волн-убийц в вычислительных экспериментах .....	23
<i>Зимин А.В., Пикуль Т.А.</i> Использование вейвлет-преобразования для выделения характеристик внутренних волн .....	34
<i>Афанасьева С.А., Белов Н.Н., Бураков В.А., Буркин В.В., Зыков Е.Н., Иценко А.Н., Родионов А.А., Симоненко В.Г., Хабибуллин М.В., Югов Н.Т.</i> Расчет высокоскоростного движения инерционной модели при входе в воду и ее взаимодействие с металлической преградой .....	43
<i>Мальшикин Г.С., Воронина Н.Г., Смирнов А.С., Тимофеев В.Н.</i> К вопросу об оптимизации параметров корабельных бортовых протяженных антенн при неравномерном распределении уровня помехи .....	56
<i>Голубев А.Г.</i> Об алгоритме квазисогласованной фильтрации тональных эхосигналов .....	69
<i>Левин И.М., Радомысльская Т.М., Савченко В.В.</i> Видимость нефтяных пленок на поверхности воды из космоса .....	75
<b>Научные сообщения</b>	
<i>Зимин А.В., Родионов А.А., Здоровеннов Р.Э., Романенков Д.А., Шевчук О.И., Родионов М.А., Жегулин Г.В.</i> Экспедиционные исследования короткопериодной изменчивости гидрофизических полей в Белом море в июле–августе 2012 г. с научно-исследовательского судна «Эколог» .....	85
<i>Тюгин Д.Ю., Куркин А.А., Пелиновский Е.Н., Куркина О.Е.</i> Повышение производительности программного комплекса для моделирования внутренних гравитационных волн IGW Research с помощью Intel® Parallel Studio XE 2013 .....	89
<b>Рецензия на книгу</b>	
<i>Галиев Ш.У.</i> Геофизические сообщения Чарльза Дарвина как модели теории катастрофических волн...	96
<b>Из истории науки</b>	
<i>Корчагин Н.Н.</i> Андрей Сергеевич Монин .....	97
<b>Конференции</b> .....	103
<b>Поздравляем!</b> .....	106
<b>Хроника</b> .....	107
Правила представления материалов в редакцию.....	109

## CONTENTS

### Articles

- Kagan B.A., Sofina E.V., Rashidi E.* Sensitivity of the Tidal Dynamics to the Spatial Variability of Hydrodynamic Roughness of the Bottom as Illustrated by the Pechora Sea Example 4

The results of investigation of the Pechora Sea tidal dynamics sensitivity to variations of the external governing parameters, obtained with the use of the 3D finite-element hydrostatic model QUODDY-4, are considered in this paper. It is shown that the tidal characteristics are weakly sensitive to variations of the critical depth separating the subdomains of rough and incompletely rough bottoms, and are strongly sensitive to variations of hydrodynamic roughness of the bottom.

**Key words:** hydrodynamically rough and incompletely rough bottoms, modeling, resistance laws, spatial inhomogeneity of the bottom roughness, the Pechora Sea.

- Mortikov E.V.* Numerical Simulation of the Stratification Effect on the Drag Coefficient of a Moving Ice Keel in a Two-Layer Fluid ..... 12

This paper considers numerical simulation of a moving ice keel in a two-layer fluid. The immersed boundary method is used for modeling of the non-stationary complex geometry on the rectangular grids. The results of the drag force computations for various Froude numbers are presented in comparison with the laboratory experiments.

**Key words:** sea ice, two-layer fluid, drag coefficient, immersed boundary method, graphic processors.

- Shamin R.V., Smirnova A.I., Ydin A.V.* Questions of Detection and Forecasting of Waves-Killers in Numerical Experiments ..... 23

Methods of forecasting and detection of rogue waves in numerical experiments are considered. Methods of operational forecast of freak waves, as well as the methods of remote sensing of the sea surface and application of computing experiments to validation of in-situ measurements, are suggested and analyzed.

**Key words:** rogue waves, computing experiments, mathematical simulations.

- Zimin A.V., Picul T.A.* Use of Wavelet Transformation for Detection of Internal Waves Characteristics ..... 34

The presence of an internal tidal bar and intensive internal wave packets with the period of 10-20 minutes were detected from the in-situ data obtained on the White Sea shelf. Along with the standard methods the wavelet analysis was applied to describe the internal wave characteristics. A well-grounded choice of a wavelet basis and its construction method was carried out. Different options of wavelet transformation are shown while describing nonlinear waves.

**Key words:** internal waves, contact sensing, wavelet analysis, the White Sea shelf.

- Afanaseva S.A., Belov N.N., Burakov V.A., Burkin V.V., Zykov E.N., Ishchenko A.N., Rodionov A.A., Simonenko V.G., Khabibullin M.V., Yugov N.T.* Calculations of High-Speed Movement of the Inertial Model Entering the Water, and Its Interaction with the Metal Target ..... 43

An initial stage of high-speed penetration of a needle-shaped metal body into the water and its interaction with the metal target are considered. The calculations are carried out in the frame of the continuum mechanics: for a solid body an elastic-plastic model, with allowance for destruction, is suggested, while for the water fluid mechanics equations are used. Over the considered range of speeds of 1.0–2.5 km/s, when the body is entering the water, a mode of developed cavitation occurs; the plastic deformation of the head part of the striker, and in some cases, its destruction, are observed, which leads to increase of the penetration resistance.

**Key words:** experimental, mathematical modeling, high-speed interaction, metal, water.

<i>Voronina N.G., Malyshkin G.S., Smirnov A.S., Timofeev V.N.</i> On the Issue of Optimization of Ship Broadside Extended Antennae Parameters, with Non- Uniform Distribution of Noise Level .....	56
--	----

The paper considers a way of weight coefficients optimization for a ship broadside extended multi-element antenna, with allowance for a number of requirements for its parameters, with the non- uniform noise level distribution over the antenna elements.

**Key words:** hydroacoustic, linear extended array-based antenna, broadsides antenna, not uniform noise, compromise optimization on the number of parameters.

<i>Golubev A.G.</i> On Algorithm of the Quasi-Matched Filtration of Tone Echo-Signals .....	69
---	----

For filtration of the tone echo-signals in the presence of reverberation interference, a narrow-band filter is synthesized, with the AFC being at a low level beyond the passband. The given property of the filter is reached due to introduction of a weighing window in the process of the spectral analysis. A traditional choice of a spectral decomposition interval, as well as the choice of the parameters of a specified window, results in the width of a filter passband being unmatched with duration of an echo-signal. The paper considers a problem of synthesis of an improved filter, with no defect described above.

**Key words:** filtration, reverberation, echo-signal, window, signal against noise ratio.

<i>Levin I.M., Radomyslskaya T.M., Savchenko V.V.</i> Visibility of Oil Films on the Water Surface From Space .....	75
---	----

Algorithms and results of the calculations of the apparent contrast of oil films on the sea surface are given for the case of observations from space in visual, ultraviolet and infrared spectral ranges (300–800 nm). The calculations were carried out for different water types and optical thicknesses of the maritime atmosphere and for various solar altitudes and wind velocities. It is shown that the oil films on the sea surface can be detected if the wind velocity ranges from 6 to 20 m/s and the solar zenith angle varies from 0 to 45 degrees. The greatest values of the contrast correspond to the highest wind velocities and solar zenith angle.

**Key words:** oil films, sea surface, contrast.

### Scientific Messages

<i>Zimin A.V., Rodionov A.A., Zdorovenov R.E., Romanenkov D.A., Shevchuk O.I., Rodionov M.A., Zhegulin G.V.</i> Research of the Short-Term Variability of Hydrophysical Fields in the White Sea in July-August 2012 Onboard the Research Vessel "Ecology" .....	85
---	----

The information on the expedition of St. Petersburg branch of the Institute of Oceanology is provided. The purpose of work is accumulation of meteorological data to study variability of the local hydrophysical fields, produced by the tidal variations, in the White Sea areas differing in hydrological conditions.

**Key words:** internal waves, probing, satellite radar images, White Sea.

<i>Tyugin D., Kurkin A., Pelinovsky E., Kurkina O.</i> Increase of Productivity of the Program Complex for Modeling of Internal Gravity Waves IGW Research with the Help of Intel® Parallel Studio XE 2013 .....	89
--	----

The new version of the program complex intended for numerical modeling of propagation and transformation of internal gravity waves in the ocean, with a finalized unit calculation of a ray of internal waves and with a paralleling of the program, which can significantly speed up the ongoing computation is presented. As a practical example of the proposed study additive properties of the shelf of the Baltic Sea from the point of view of long internal waves on the basis of the ray approach is offered. The values of the coefficient of capture are calculated and the corresponding maps are constructed.

**Key words:** numerical modeling, parallel algorithms, wave refraction.

## Научные сообщения

УДК 551.465

© А.В.Зимин<sup>1,2</sup>, А.А.Родионов<sup>1</sup>, Р.Э.Здоровеннов<sup>3</sup>, Д.А.Романенков<sup>1</sup>, О.И.Шевчук<sup>2</sup>, М.А.Родионов<sup>1</sup>, Г.В.Жегулин<sup>1,2</sup>, 2012

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский филиал Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН

<sup>2</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

<sup>3</sup>Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, г.Петрозаводск

zimin2@mail.ru

### ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРОТКОПЕРИОДНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В БЕЛОМ МОРЕ В ИЮЛЕ–АВГУСТЕ 2012 г. С НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА «ЭКОЛОГ»

Приводятся сведения об экспедиции Санкт-Петербургского филиала Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН. Цель работ экспедиции – сбор гидрометеорологических данных для изучения локальной изменчивости гидрофизических полей, связанной с приливными колебаниями, в различных по гидрологическим условиям районах Белого моря.

**Ключевые слова:** внутренние волны, контактные измерения, спутниковые радиолокационные снимки, Белое море.

Экспедиционные исследования на НИС «Эколог» проводились в Онежском, Двинском заливах, бассейне и Горле Белого моря с 17 июля по 8 августа 2012 г. Работы выполнялись Санкт-Петербургским филиалом Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН (СПбФ ИО РАН) совместно с Российским государственным гидрометеорологическим университетом (РГГМУ) и Институтом водных проблем Севера КарНЦ РАН (ИВПС РАН).

Научная программа рейса была утверждена руководством СПбФ ИО РАН и направлена на изучение локальной изменчивости гидрофизических полей, связанной с приливными колебаниями, в различных по гидрологическим условиям районах Белого моря. В рамках программы выполнялись судовые наблюдения и дистанционный спутниковый мониторинг акватории моря. Кроме того, ведущими специалистами СПбФ ИО РАН и лаборатории спутниковой океанографии РГГМУ был проведен научно-образовательный семинар для студентов, проходящих производственную практику.

Экспедиционные исследования выполнялись в двух районах моря: южном, включающем проливы Западная и Восточная Соловецкие салмы, южную часть бассейна и Онежский залив, и северном, охватывающем район по границе бассейна и Горла Белого моря, а также Двинской залив (рис.1). Указанные районы были определены на подготовительном этапе по данным обработки радиолокационных изображений ENVISAT ASAR и анализа результатов предыдущих исследований [1–4]. В этих регионах было зарегистрировано максимальное количество поверхностных проявлений пакетов короткопериодных внутренних волн с июня по август 2010 г.

В ходе экспедиционных работ были выполнены специальные полигонные эксперименты с привязкой данных к фазе приливных колебаний уровня и течений, сочетающие учащенные океанографические станции (сканирования) и буйковые станции с приборами, которые производят измерения с дискретностью близкой к частоте Вэйсяля–Брента на нескольких горизонтах. Всего было выполнено восемь полигонов. На каждом из них выполнялись одна-две мелкомасштабные океанографические съемки и устанавливались буйковые станции.

Каждая съемка состояла из трех-четырех разрезов (9–15 океанографических станций). Время выполнения съемок составляло не более 2–3 ч, что позволило четко привязаться к разным

фазам прилива. Всего выполнено 13 съемок, которые включали 154 станции. Измерения выполнялись мультипараметрическим зондом STD90М (Германия).

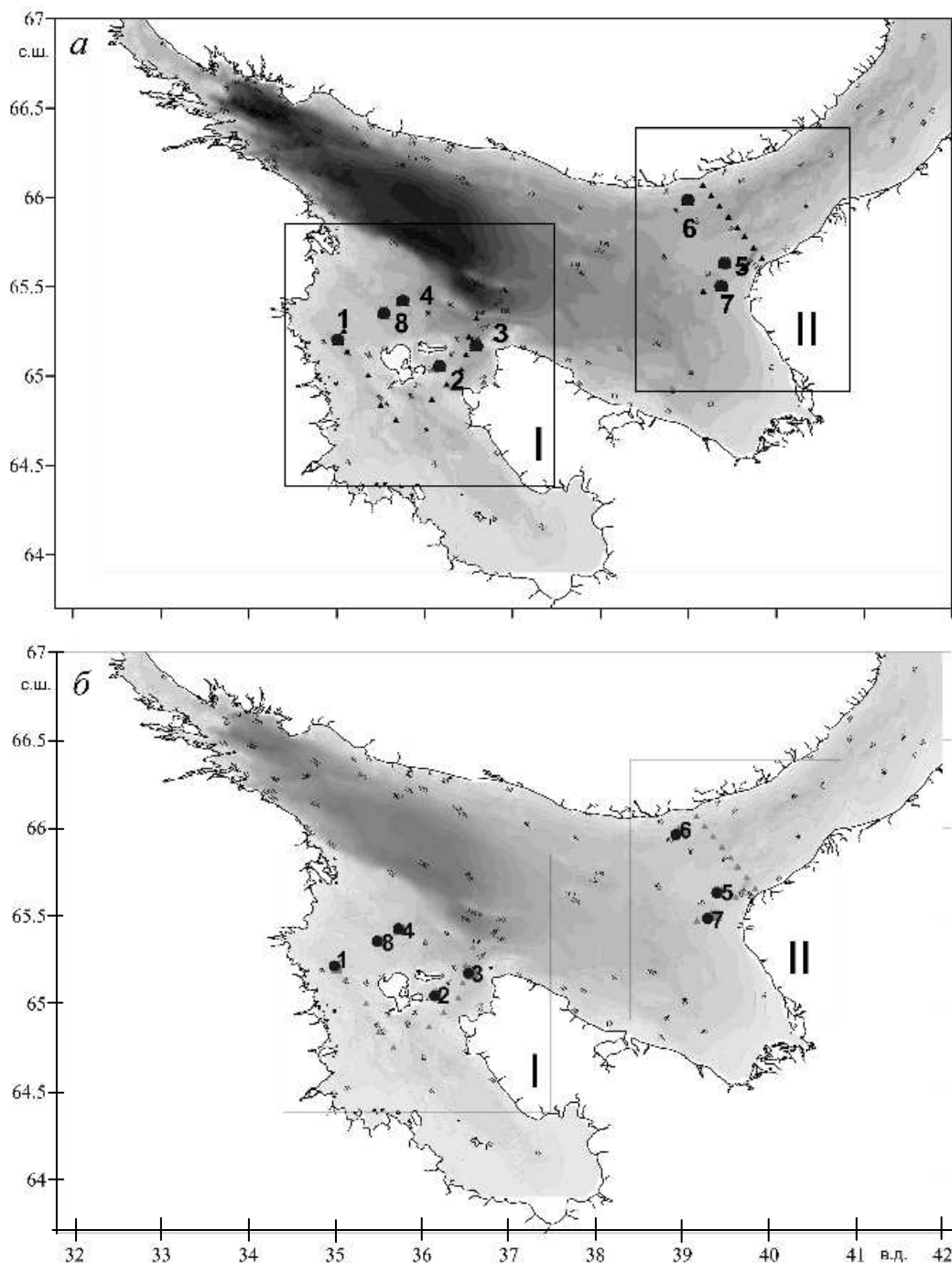


Рис.1. Расположение районов работ (а) и схема гидрологических станций (б), выполненных с борта НИС «Эколог» в период с 17 июля по 8 августа 2012 г. 1–8 – номера полигонов с суточными станциями; районы: I – южный, II – северный.

Дополнительно на каждом полигоне устанавливались системы из трех буйковых станций, расположенных треугольником со сторонами около 1–2 км. Продолжительность наблюдений составляла более суток, что позволяло охватить 2–3 приливных цикла гармоника  $M_2$ . С целью увеличения качества получаемой информации была разработана единая методика выполнения работ на полигонах. На южной и северной границах устанавливались доплеровские профилографы течений ADP SonTek-500 (США) и ADCP WHS-300 (США), оснащенные датчиками давления и температуры. Дискретность измерений составляла 2 мин. На этих же станциях в область

термоклина вывешивалось по одному прибору «Вектор-2» (Россия), фиксирующему температуру воды, скорость и направление течений с дискретностью 30 с. В центральной части полигона на горизонтах 9, 12, 15, 18, 21, 24 м с помощью электромагнитных измерителей JFE Alec (Япония) определялись скорость и направление течений с дискретностью 2 мин. В этой же точке сканировалась водная толща от поверхности до дна зондами CTD90M и SBE-25 (США); «спуск» и «подъем» зонда занимал примерно 1–2 мин. Сканирования велись непрерывно в течение 25–26 ч при переменном использовании обоих зондов. Пример регистрации короткопериодных внутренних волн в поле температуры приведен на рис.2.

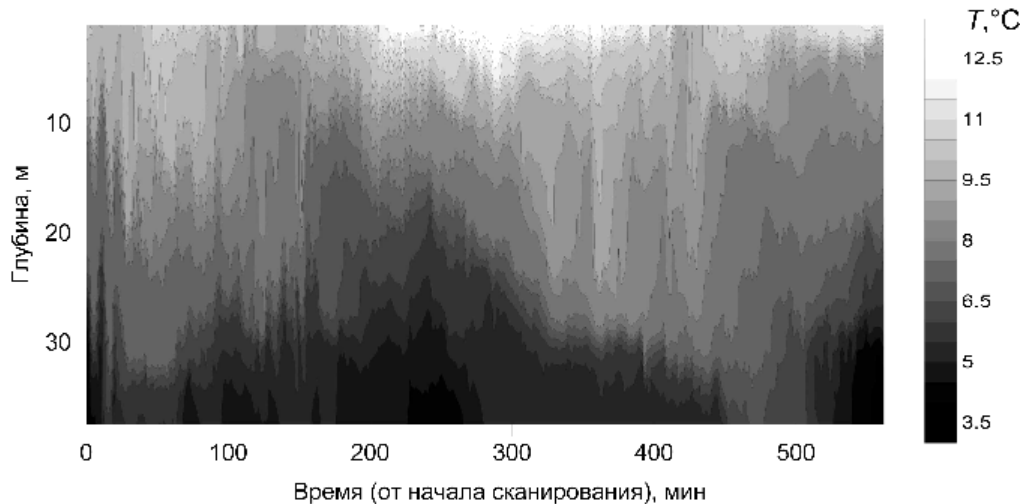


Рис.2. Временная изменчивость температуры по данным измерений СТД-зондом на полигоне № 3 с 6:26 до 15:48 23.07.2012 г.

На разрезе через Горло Белого моря на каждой гидрологической станции и на двух суточных станциях в северном и южном районах были выполнены измерения изменчивости показателя ослабления света морской водой с помощью оптического гидрофизического зонда, разработанного в СПбФ ИО РАН [5]. Измерения на станциях выполнялись с дискретностью 15 мин.

Всего за время экспедиции было выполнено 497 океанографических станций. Поставлено 18 автономных буйковых станций. Общее время сканирований составило 149 ч 11 мин.

Обработка данных выполнялась с помощью специализированного программного обеспечения, созданного в СПбФ ИО РАН [6].

На этапе предварительного анализа результатов экспедиции было установлено, что:

- несмотря на небольшую глубину и сильные приливные течения, в шельфовых районах Белого моря летом наблюдается хорошо выраженный пикноклин (термоклин), в котором генерируются и распространяются внутренние волны;
- на всех исследуемых полигонах поле внутренних волн состоит из двух основных компонент: приливных волн полусуточного периода и короткопериодных волн;
- в глубоководной части шельфа в районе бассейна наиболее интенсивное внутреннее волнение имеет полусуточный период и отмечается в слое придонных вод;
- в мелководной части шельфа бассейна в прилив наблюдаются внутренняя приливная волна в виде бора,двигающаяся к берегу, а в отлив – группы короткопериодных интенсивных внутренних волн;
- вблизи фронтальных зон наблюдаются разнонаправленные пакеты внутренних волн не связанные с фазой приливного цикла.

В ходе экспедиционных работ во второй половине рейса был выполнен подспутниковый эксперимент с использованием данных радиолокатора, снабженного синтезированной апертурой, по дистанционному космическому мониторингу у морской поверхности. На основании полученных в оперативном режиме рекомендаций был развернут гидрофизический полигон, через который наблюдалось прохождение цугов внутренних волн. Результаты подспутникового эксперимента могут стать основой для совершенствования методов интерпретации спутниковых данных для Белого моря.

Часть работ выполнена в рамках гранта Правительства РФ (договор № 11.G34.31.0078) для поддержки исследований под руководством ведущих ученых, а также в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (мероприятие 1.2.2. – Поддержка научных исследований, проводимых группами под руководством кандидатов наук по научному направлению «Науки о Земле» в области «Океанология»).

## Литература

1. Волженский М.Н., Родионов А.А., Семенов Е.В., Филатов Н.Н., Зимин А.В., Булатов М.Б. Опыт верификации оперативной модели для мониторинга гидрофизических полей Белого моря в 2004–2008 гг. // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2009. № 3(5). СПб.: Наука, 2009. С.33–41.
2. Зимин А.В., Николаев В.Г. Экспериментальное исследование связи внутренних волн с радиационной температурой по данным наблюдений в прибрежном районе Белого моря // *Тр. ЦНИИ им.акад. А.Н.Крылова*. СПб., 2010. Вып.51(335). С.181–186.
3. Зимин А.В. Внутренние волны на шельфе Белого моря по данным натурных наблюдений // *Океанология*. 2012. Т.52, № 1. С.16–25.
4. Родионов А.А., Семенов Е.В., Зимин А.В. Развитие системы мониторинга и прогноза гидрофизических полей морской среды в интересах обеспечения скрытности и защиты кораблей ВМФ // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2012. Т.5, № 2. СПб.: Наука. С.89–108.
5. Левин И.М., Родионов М.А., Французов О.Н. Погружаемый измеритель показателя ослабления света морской водой // *Оптический журн*. 2011. № 5. С.59–63.
6. Зимин А.В., Родионов А.А., Муравьев Е.В., Покровская Н.Е. Специализированное программное обеспечение для исследования характеристик внутренних волн // *Тр. XI Всерос. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики»*. СПб.: Наука, 2012. С.311–312.

Статья поступила в редакцию 28.08.2012 г.

