



Издается с 2008 г.

Тематический выпуск

СОДЕРЖАНИЕ

Волны-убийцы в океане (<i>Предисловие</i>)	4	
Статьи		
Анализ наблюдаемых данных		
<i>Бухановский А.В., Лопатухин Л.И.</i> Экстремальные и необычные ветровые волны: измерения, расчет, прогноз	5	
<i>Григорьева В.Г., Гулев С.К.</i> Аномальные ветровые волны в Мировом океане по данным попутных судовых наблюдений	18	
<i>Доценко С.Ф., Иванов В.А., Побережный Ю.А.</i> Волны-убийцы в северо-западной части Черного моря: анализ волнографических данных, связь с метеорологическими условиями в зимний период 2000–2001 гг.	27	
<i>Зайцев А.И., Малащенко А.Е., Пелиновский Е.Н.</i> Аномально большие волны вблизи южного побережья о.Сахалин	35	
<i>Соомере Т., Куркина О.</i> Статистика экстремального волнения в юго-западной части Балтийского моря	43	
Численное моделирование больших волн		
<i>Талипова Т.Г.</i> Механизмы образования внутренних «волн-убийц»	58	
Научные сообщения		
<i>Булгаков К.Ю., Молчанов М.С.</i> Испытание схемы турбулентного перемешивания, основанной на теории подобия, в модели Балтийского моря	71	
<i>Родионов М.А.</i> Моделирование лидарных изображений внутренних волн по результатам измерений гидрооптических и гидрофизических параметров в северных морях	80	
Из истории науки		
<i>Карпеев Э.П.</i> М.В. Ломоносов и флот (к 300-летию со дня рождения).....	88	
Конференции		92
Хроника		100
Тематический указатель 2011 г.	102	
Авторский указатель за 2011 г.	104	
Правила представления материалов в редакцию.....	105	

CONTENTS

Articles

The Analysis of the Observable Data

- Boukhanovsky A.V., Lopatoukhin L.I.* Extreme and Freak Wind Waves: Measurements, Calculation, Forecast 5

Wind waves are considered. Differences between extreme and freak waves are discussed. It is specified, that not any big wave (surge) is unusual. Such wave should have a set of certain properties and therefore can be considered as a multidimensional random variable. Generalization of the field measurements data has allowed to estimate a freak wave appearance probability. Abrupt change of wave spectral structure is one of the approaches to forecast the freak wave appearance.

Key words: extreme and freak wind waves, probability, hindcasting and forecasting, climatic wave spectra.

- Grigorieva V., Gulev S.* Estimation and Classification of the Extreme Wind Waves on the Basis of Visual Data 18

For the first time the extreme waves in the ocean are studied using the most complete database of visual wave observations, assimilated in the ICOADS (International Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set) archive. A new methodology for the data quality control and criteria for the classification of extreme wind waves and swell was established. All visual observations reporting the wind wave height of 15 meters or more likely indicate either actual severe storms (about 20% of the total number of cases), or observational artifacts. A very small number of reported extreme swells can be potentially attributed to the freak waves.

Key words: global wind waves, visual observations, extreme waves.

- Dotsenko S.F., Ivanov V.A., Poberezhny Yu.A.* Freak Waves in North-Western Part of the Black Sea: Analysis of Records, their Relation with Meteorological Conditions in Winter 2000–2001 27

Analysis of the wind wave measurements in the north-western Black Sea from December 2000 to January 2001 allowed to select 67 cases of freak waves in a form of single waves and as a member of wave packets of non-freak waves. The waves have an appreciable asymmetry: their front slopes are generally steeper than the back slopes, and the previous and the following freak wave wave troughs vary in depth and width. Involvement of meteorological data has allowed to analyze the feasible relations between the formation of abnormal waves and wind flow. Two characteristic types of situations are found. In the first, the birth of freak waves is accompanied by substantial changes in the wind speed direction, in the second situation its formation is preceded by the wind of almost constant direction.

Key words: surface gravity waves, wind waves, freak waves, data of field measurements, relation to meteorological conditions, the Black Sea.

- Zaitsev A., Malashenko A., Pelinovsky E.* Abnormal Big Waves Near the Southern Coast of Sakhalin Island 35

Results of the analysis of long time series of sea level for June – September, 2009 near the Aniva cape (Sakhalin), recorded by pressure bottom station placed on depth of 12 m are given. There are 394 abnormal big waves, waves satisfying to freak wave amplitude criterion (the wave height exceeds the significant height more than twice) recorded. The amplification during six events exceeds 2.5 times. The cumulative frequency of the abnormal wave appearance is described by the Poisson distribution as follows from the theory of extreme statistics. Freak waves occurred on the average twice a day which is in good comparison with the Raleigh prediction for narrow-band Gaussian wave field.

Key words: wind waves, freak waves, field measurements data, the Okhotsk Sea, Sakhalin.

<i>Soomere T., Kurkina O. Statistics of Extreme Wave Conditions in the South-Western Baltic Sea</i>	43
---	----

The properties of extreme wave storms in the Darss Sill area, SW Baltic Sea, are analysed based on waverider data for 1991–2010 and long-term numerical simulations. The long-term significant wave height is $H_S \sim 0.7$ m and the most frequent wave periods 2–4 s. The largest measured H_S is 4.46 m. The typical measured and modelled wave periods differ by up to 2 s. The annual maximum H_S has notched behaviour, with an increase for 1958–1990 and since 1993, and a drastic decrease in 1991–1992. The measured annual average and maximum H_S have changed insignificantly in 1991–2010 but the threshold for the top 1% of waves has considerably decreased.

Key words: wind waves, freak waves, mathematical modeling, probability distribution function.

Numerical Modeling of the Big Waves

<i>Talipova T.G. Mechanisms of the Internal Rogue Wave Formation</i>	58
--	----

A review of the physical mechanisms of internal freak wave formation in the oceans is presented. The theoretical models are based on the modified Gardner equation obtained within the asymptotic theory. The following mechanisms are analyzed: nonlinear dispersive focusing, modulation instability of nonlinear internal waves, and wave transformation at the so-called turning points.

Key words: intensive nonlinear internal waves, dispersive focusing, modulation instability, turning points, ocean shelves.

Scientific Messages

<i>Bulgakov K.Yu., Molchanov M.S. Testing of the Turbulent Mixing Scheme Based on Similarity Theory in the Baltic Sea Model</i>	71
---	----

Ocean turbulent mixing scheme based on similarity theory is considered. This scheme's been modified for including in 3-D ocean circulation model. Experiments have been made with the Baltic Sea model in which above mentioned scheme and scheme based on kinetic turbulent energy equation were used. It's shown that simulation of temperature and salinity vertical distribution were improved.

Key words: turbulent mixing, convective mixing, ocean circulation model.

<i>Rodionov M.A. Simulation of Lidar Images of Internal Waves Based on the Data of Measured Hydrooptical and Hydrophysical Parameters in the Northern Seas</i>	80
--	----

The lidar images of internal waves (the lidar echo signal as a function of lidar horizontal coordinates, the depth from which the signal arrives, and the parameters of internal waves) were simulate on the basis of field measurements of depth distributions of the hydrophysical and hydrooptical properties in the White, Barents and Kara Seas. It was shown that images of internal waves, depending on the depth distribution of hydrophysical and hydrooptical parameters and their combination, have rather complex and diverse structure.

Key words: lidar, internal waves, hydrooptics, hydrophysical parameters.

Волны-убийцы в океане

Тематика исследований волн-убийц в океане (Freak or Rogue Waves) сейчас весьма популярна в фундаментальных и инженерных науках, связанных с изучением морей и океанов. По ней проводятся регулярные симпозиумы (число секций по аномальным волнам на различных конференциях достигает не менее пяти ежегодно), публикуются труды конференций, специальные выпуски журналов, обзорные статьи; недавно вышла книга (Kharif С., Pelinovsky E., Slunyaev A. *Rogue Waves in the Ocean*. Springer, 2009). В то же время русскоязычная литература по данной тематике представлена только статьями в журналах совершенно разной направленности, за исключением небольшой книги (Куркин А.А., Пелиновский Е.Н. *Волны-убийцы: факты, теории и моделирование*. Н.Новгород, 2004). В результате читателю трудно представить себе состояние изученности данной проблемы. Именно поэтому назрела необходимость в публикации на русском языке специального тома, отражающего современное состояние проблемы аномально больших волн в океане, за которыми закрепились короткие и емкие слова – «волны-убийцы». В этой связи представляется целесообразным издание специального номера журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика», посвященного современному состоянию проблемы описания волн-убийц.

Е.Н. Пелиновский, А.В. Слюняев

УДК 551.466.3

© С.Ф. Доценко, В.А. Иванов, Ю.А. Побережный, 2011
 Морской гидрофизический институт НАН Украины, г. Севастополь
 sf_dotsenko@mail.ru

**ВОЛНЫ-УБИЙЦЫ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ:
 АНАЛИЗ ВОЛНОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ,
 СВЯЗЬ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ
 В ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2000–2001 гг.**

Анализ измерений ветрового волнения в северо-западной части Черного моря (декабрь 2000 г. – январь 2001 г.) позволил выделить 67 случаев образования волн-убийц в форме одиночных волн и в составе пакетов волн, не являющихся волнами-убийцами. Волны обладают заметной асимметрией: их передние склоны, как правило, круче задних, а предшествующая и последующая за волной-убийцей подошвы волн отличаются по глубине и ширине. Привлечение метеорологических данных позволило проанализировать возможную связь образования аномальных волн и ветра. Выделены две характерные ситуации. В первой из них возникновение волн-убийцы сопровождается значительными изменениями направления и скорости ветра, во второй – ее образованию предшествует ветер почти постоянного направления.

Ключевые слова: поверхностные гравитационные волны, волны ветровые, волны-убийцы, данные натуральных измерений, связь с метеоусловиями, Черное море.

Волны-убийцы – это одиночные волны или группы из нескольких волн на воде, которые заметно выше окружающего их ветрового волнения. Гравитационная волна на поверхности жидкости классифицируется как волна-убийца при выполнении условия [1, 2]:

$$h_{\max} / h_{1/3} \geq 2.2, \quad (1)$$

где h_{\max} – высота волны-убийцы (размах колебаний), т.е. возвышение гребня над следующей за ней подошвой волны; $h_{1/3}$ – значительная высота волн (средняя высота 1/3 наиболее высоких волн в реализации). Известны и другие критерии выделения волн-убийц [3]. Отношение в левой части формулы (1) в работе [2] названо индексом аномальности волны AI . Критерий (1) будет использоваться ниже для выделения волн-убийц по данным натуральных наблюдений. Часто применяется и более слабый критерий с константами 2.0 или 2.1 в правой части формулы (1).

О волнах-убийцах известно давно. Их прямые измерения до недавнего времени практически отсутствовали, а вся информация об этом явлении носила в основном описательный характер. Считалось, что волны в океане высотой 28–30 м – крайне редкое событие, которое наблюдается один раз в десятки лет.

Интерес к проблеме волн-убийц в Мировом океане значительно возрос в последние 15 лет. Одна из причин – получение достоверного подтверждения существования волн-убийц на основе данных инструментальных наблюдений. Вторая причина – большое число аварий крупнотоннажных грузовых и пассажирских судов, вызванных не только погодными условиями, но и ударами быстро возникающих и быстро исчезающих морских волн аномальной крутизны, высоты гребня или глубины ложбины [1, 2]. Вызванные ими повреждения судов были значительными. По современным оценкам, силовые

воздействия крутых волн-убийц на корабли могут существенно превышать нормативные значения, принятые в настоящее время в судостроении.

Волны-убийцы аномальной высоты удалось инструментально зарегистрировать с плавучих платформ, специализированных буюв и космических носителей во многих районах Мирового океана. В действительности волны-убийцы – не столь редкое природное явление, как считалось ранее [4, 5]. Обсуждение современного состояния теоретико-экспериментальных исследований волн-убийц содержится в работах [1, 2, 5, 6].

Волны-убийцы также наблюдались и в Черном море. Здесь такая одиночная волна впервые зарегистрирована 22 ноября 2001 г. с волнографического буюв в районе Геленджика [7]. Высота ее составила 10.32 м, значительная высота обычной волны – 2.6 м, а поэтому индекс аномальности $AI = h_{\max} / h_{1/3} = 3.9$. Время прохождения волной-убийцей точки наблюдения оценено в 4.3 с.

Ниже на основе измерений волнения, выполненных Морским гидрофизическим институтом НАН Украины на морской платформе «Голицыно-4» в Каркинитском заливе зимой 2000–2001 гг., рассмотрены характеристики волн-убийц в северо-западной части Черного моря. Некоторые результаты исследования аномальных ветровых волн и их связи с метеоусловиями в районе платформы для декабря 2000 г. изложены в работах [8, 9]. Недавно были выполнены регистрация и анализ ветровых волн-убийц (критерий – $AI \geq 2$) у Южного берега Крыма с гидрофизической платформы в пос. Кацивели [10].

Общая характеристика полученных данных. Измерения ветрового волнения и метеорологических параметров в северо-западной части Черного моря выполнялись, как уже было сказано, с буровой платформы «Голицыно-4» (рис. 1, а) в точке 31°52' в.д., 45°42' с.ш. Географическое положение платформы показано в виде звезды на рис. 1, б. Глубина моря в районе платформы составляет около 30 м.

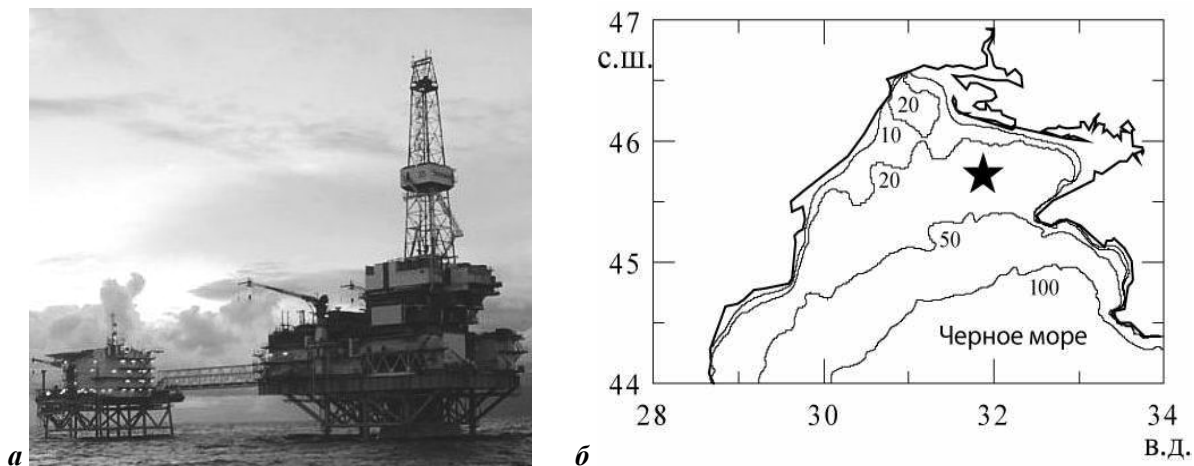


Рис. 1. Внешний вид платформы «Голицыно-4» и ее географическое положение в северо-западной части Черного моря.

Измерения волнения проведены Отделом взаимодействия атмосферы и океана МГИ НАН Украины с использованием витого волнографа [11]. Практически непрерывная регистрация колебаний поверхности моря была начата в сентябре 2000 г. и завершена летом 2001 г.

Колебания уровня моря регистрировались с частотой 4 Гц. Каждый ряд непрерывных наблюдений содержал 12 288 точек, что соответствует промежутку времени 51.2 мин. Интервалы между записями составили 8.8 мин и использовались для измере-

ния скорости ветра. При анализе ветрового волнения эти записи разделялись на три, каждая длительностью 17 мин. Для рядов такой продолжительности поле ветровых волн можно считать стационарным и эргодическим, что обычно предполагается при статистическом анализе волн-убийц по данным наблюдений [12]. Однако отмечено [13], что предположение о стационарности случайного поля ветрового волнения может привести к заниженным на порядок оценкам вероятности возникновения волн-убийц, если волновой процесс таковым не является.

Одновременно с колебаниями уровня моря измерялись (с дискретностью 3 ч) модуль W и направление (угол α) скорости ветра. Модуль скорости воздушного потока определялся как среднее значение W за последние 10 мин трехчасовых интервалов, а направление ветра определялось по мгновенным значениям скорости в конце десятой минуты интервала осреднения модуля скорости. Угол α , характеризующий направление ветра, отсчитывался по часовой стрелке от значения $\alpha = 0$ (северный ветер). Измерения проводились на высоте 70 м. Наиболее полные измерения проведены в декабре 2000 г., и поэтому они использованы при анализе связи образования аномальных ветровых волн и метеоусловий. Зимний период 2000–2001 гг. характеризовался в целом достаточно устойчивой работой волнографического комплекса.

Волны-убийцы по данным наблюдений. Для анализа волн-убийц в северо-западной части Черного моря использованы данные измерений колебаний уровня $z = z(t)$, полученные 1–31 декабря 2000 г. и 1–31 января 2001 г., где z – вертикальная координата, отсчитываемая вверх от заданного горизонта; t – время. Отметим, что измерения выполнялись в зимние месяцы, для которых характерен повышенный уровень волнового фона из-за штормовой активности.

Для выделения возможных аномальных ветровых волн в указанный двухмесячный период анализу было подвергнуто 1660 за декабрь 2000 г. и 1579 за январь 2001 г. 17-минутных центрированных записей колебаний поверхности моря $\zeta = z(t) - \langle z(t) \rangle$, где угловые скобки означают осреднение по времени. При нахождении высоты волн запись рассматривалась как последовательность полных колебаний поверхности моря. Каждое из них начинается и заканчивается нулевыми значениями ($\zeta = 0$), включает один гребень и одну подошву волны.

Одно полное колебание уровня моря на записи можно выделить двумя способами. Так, для определения его начала необходимо, двигаясь вдоль оси времени t , определить соседние нули ζ , соответствующие пересечениям горизонтальной оси $z = 0$ с ростом времени в одном вертикальном направлении, т.е. снизу вверх (zeroup-crossing wave height) или сверху вниз (zerodown-crossing wave height). В общем случае амплитудные характеристики волнового поля зависят от способа выделения отдельных волн на волнографической записи, хотя, как правило, они близки. Часто предпочтение отдается критерию, использующему пересечение нулевого уровня моря снизу вверх [12], поскольку это соответствует высоте ударного фронта волны-убийцы. Ниже выделение волн-убийц по критерию (1) выполнялось обоими способами. При этом выбиралась волна наибольшей высоты. Как правило, высоты волн, найденные этими способами, мало отличались друг от друга.

Для индивидуальной поверхностной гравитационной волны находилась ее высота h . Она принималась равной возвышению гребня волны над последующей (up-crossing criteria) или предшествующей (down-crossing criteria) подошвами волн. Далее по набору высоты $\{h\}$ для каждой 17-минутной реализации определялись максимальная высота волн $h_{\max} = \max\{h\}$ в реализации, значительная высота волн $h_{1/3}$ и индекс аномальности волны AI . Найденные по данным измерений 60-суточные распределения значений h_{\max} и

$h_{1/3}$ приведены в условных единицах на рис. 2, **а**, **б**. Реализации, включающие более одной волны-убийцы, представлены на рис. 2, **а** и только волной максимальной высоты.

Изменения индекса аномальности волны AI по данным измерений в зимний период приведены на рис. 2, **в**. Диапазон его значений охватывает интервал от 1.27 до 2.64. Следуя избранному критерию (1), область над штриховой линией на рис. 2, **в** соответствует образованию волн-убийц. Анализ данных позволил выделить 67 случаев образования волн-убийц различной высоты, т.е. в среднем более одной волны в сутки.

В работе [14] на основе анализа большого объема данных о волнах-убийцах, полученных с использованием радара на плавучей буровой платформе в зоне Агульсова течения, высказано мнение о возможности выделения двух типов аномальных волн. Первый тип, который авторы предлагают рассматривать как традиционные аномальные волны, соответствует диапазону значений $2 < AI < 4$. Для второго типа $AI > 4$. Волны-убийцы в северо-западной части Черного моря относятся к первому типу.

Анализ записей волн-убийц показал, что такие волны являются либо одиночными (рис. 3, **б**), либо входят в группу волн относительно большой высоты, не являющихся волнами-убийцами согласно критерию (1) (рис. 3, **а**). Все измеренные волны-убийцы были знакопеременными, что отличает их от наблюдавшихся, например, в Балтийском море [15]. Иногда волна-убийца лидирует в волновом пакете (рис. 3, **в**, **г**). Отмечен случай (рис. 3, **г**), когда в одной 17-минутной записи колебаний свободной поверхности жидкости присутствовало две волны-убийцы. Волны обладали заметной асимметрией: их передние склоны, как правило, были круче задних, а предшествующая и следующая за волной-убийцей подошвы волн отличались по глубине и ширине. По всей видимости, отличия в структуре волн-убийц, измеренных в северо-западной части Черного моря на глубинах около 30 м и в Балтийском море на значительно меньших глубинах, обусловлены отличиями вероятных механизмов образования волн-убийц: модуляционной неустойчивостью и частотной дисперсией поверхностных гравитационных волн.

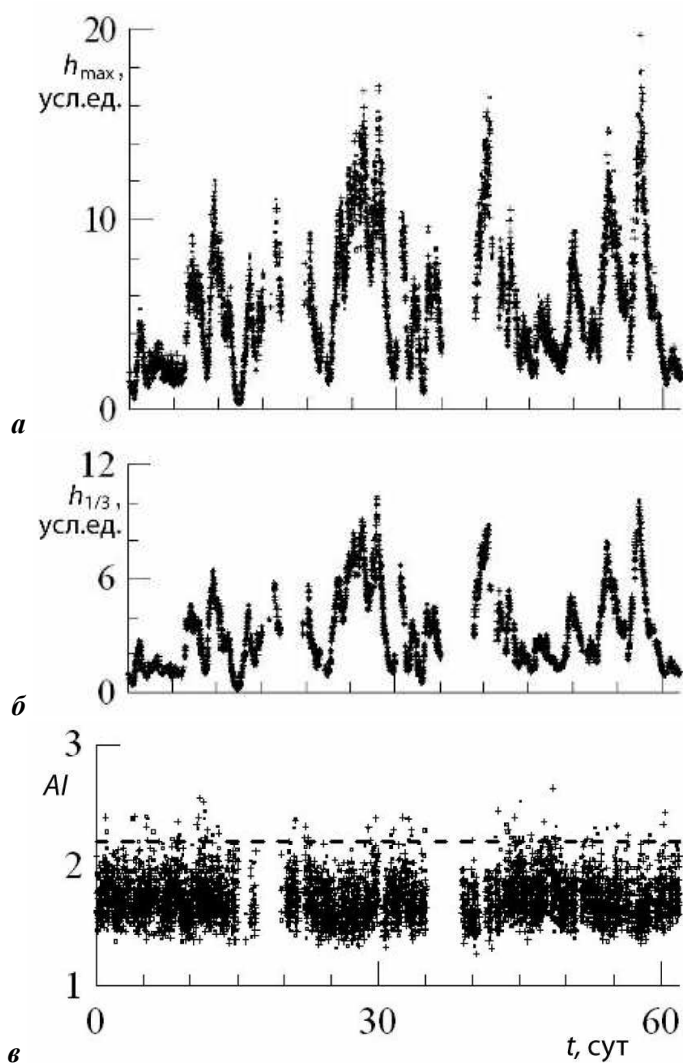


Рис. 2. Изменение максимальной высоты (**а**), значительной высоты (**б**) и индекса аномальности $AI = h_{\max} / h_{1/3}$ ветровых волн (**в**) для 17-минутных записей смещений уровня моря с 1 декабря 2000 г. по 31 января 2001 г.

Локальная высота волны определялась на отрезке между последовательными пересечениями оси нулевых значений уровня моря снизу вверх (\square) и сверху вниз ($+$).

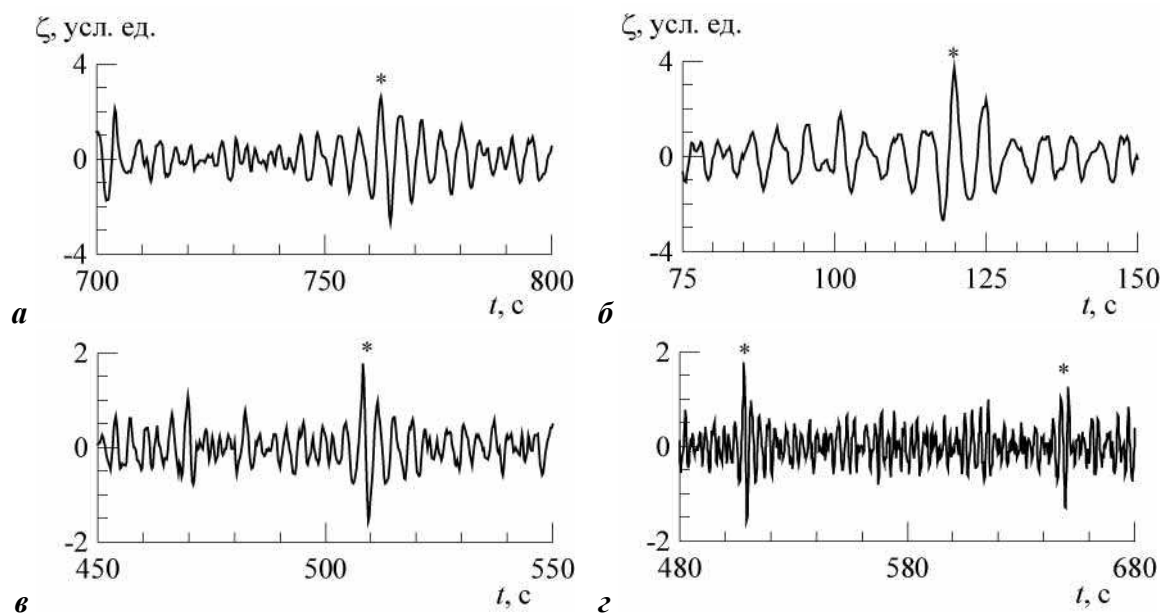


Рис. 3. Некоторые из зарегистрированных волн-убийц.
 2 декабря 2000 г., 3 ч 34 мин, $AI = 2.28$ (а); 12 декабря 2000 г., 9 ч 00 мин, $AI = 2.53$ (б); 15 января 2001 г.,
 2 ч 34 мин, $AI = 2.51$ (в); 18 января 2001 г., 13 ч 00 мин, $AI = 2.64$ (г).
 Волны-убийцы отмечены звездочками.

В подавляющем числе случаев высота гребней волн-убийц больше глубины соседних подошв. Только в 6 из 67 случаев (9 %) глубина подошвы волны-убийцы превосходила высоту гребня аномальной волны. Расчеты частотных спектров по 17-минутным записям колебаний уровня моря, содержащим ветровые волны-убийцы, показали, что, как правило, спектры являются одномодовыми. Только в двух случаях частотный спектр имел два максимума. Периоды всех волн-убийц (временной интервал между двумя последовательными пересечениями уровнем моря в одном направлении горизонта, $z = 0$) в среднем на 10 % меньше периодов волн в максимумах соответствующих частотных спектров.

Возможная связь образования волн-убийц и изменчивости ветрового поля. В настоящее время большинство исследователей склоняются к мнению, что основными физическими механизмами образования волн-убийц являются [1, 2]: пространственная фокусировка волн различных направлений; дисперсионное сжатие волновых пакетов; усиление волн в горизонтально-неоднородных течениях; нелинейное взаимодействие и модуляционная неустойчивость волн. Известны и другие источники генерации волн-убийц. Один из них – атмосферное воздействие на морскую поверхность, повышающее вероятность возникновения таких волн [16] и увеличивающее время «жизни» волны-убийцы [17].

На рис. 4 для района измерений представлены характеристики ветра с дискретностью 3 ч и максимальные высоты волн по всем 17-минутным записям волнения в декабре 2000 г. Моменты образования волн-убийц отмечены стрелками на рис. 4, в.

Рассмотрим, используя представленные на рис. 4 данные наблюдений, связь возникновения волн-убийц и изменений со временем ветрового режима в районе платформы. Моменты образования волн-убийц распределены во времени неравномерно (рис. 4, в). Так, на 1–13 декабря приходится 24 события, на 20–29 декабря – 9 событий. Можно выделить как случаи образования одной волны-убийцы в период от 1 до 6 сут., так и формирование в течение суток до 6 (11 декабря) аномальных волн.

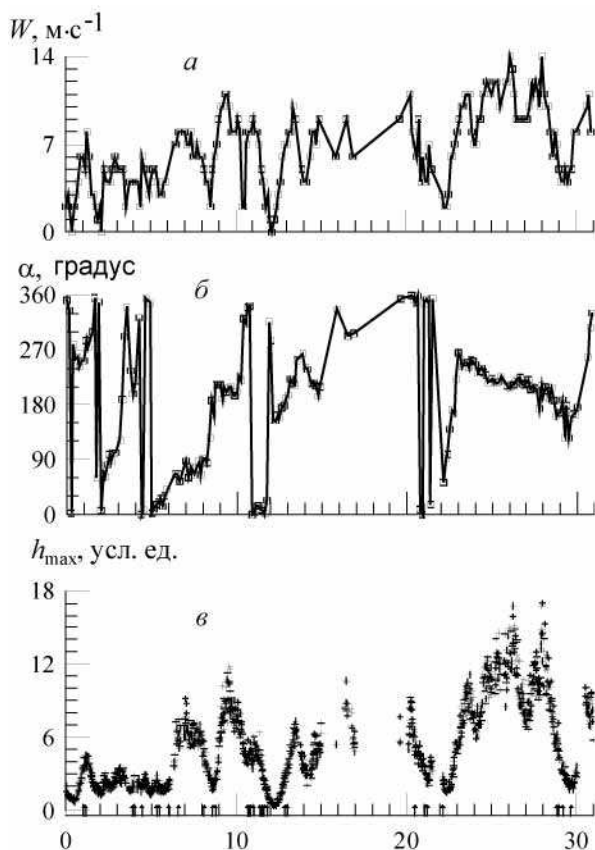


Рис. 4. Характеристики ветра и максимальная высота волны в районе измерений, декабрь 2000 г.
a – модуль скорости ветра; *б* – угол, характеризующий направление скорости ветра; *в* – максимальная высота волн h_{\max} для 17-минутных записей колебаний уровня моря.

Сопоставление моментов возникновения волн-убийц (рис. 4, *a*) и изменений характеристик ветра в предшествующие сутки (рис. 4, *б*, *в*) позволяет говорить о весьма вероятной связи образования волн-убийц с предшествующими этому событию изменениями модуля и направления скорости воздушного потока.

Можно выделить две основные ситуации. Первая соответствует возникновению аномальной волны, когда во время ее образования или перед этим событием значительно изменяется направление скорости ветра. Такой случай образования одиночной волны-убийцы показан на рис. 5, *a*, *б* (вверху). Возникновению аномальной волны соответствует почти круговой поворот скорости ветра. Наиболее вероятный механизм образования волн-убийц – фокусировка и нелинейное взаимодействие в районе платформы ветровых волн различных направлений распространения.

Вторая характерная ситуация соответствует образованию аномальной волны, когда событию предшествует ветровой режим с почти постоянным направлением воздушного потока. Подобный случай представлен на рис. 5, *a*, *б* (внизу). Образованию волны-убийцы предшествовал почти постоянный южный ветер длительностью более 2 сут., который наиболее благоприятен для развития интенсивного ветрового волнения в северо-западной части Черного моря. Вероятный механизм образования волны-убийцы в этом случае – дисперсионное сжатие нелинейного волнового пакета.

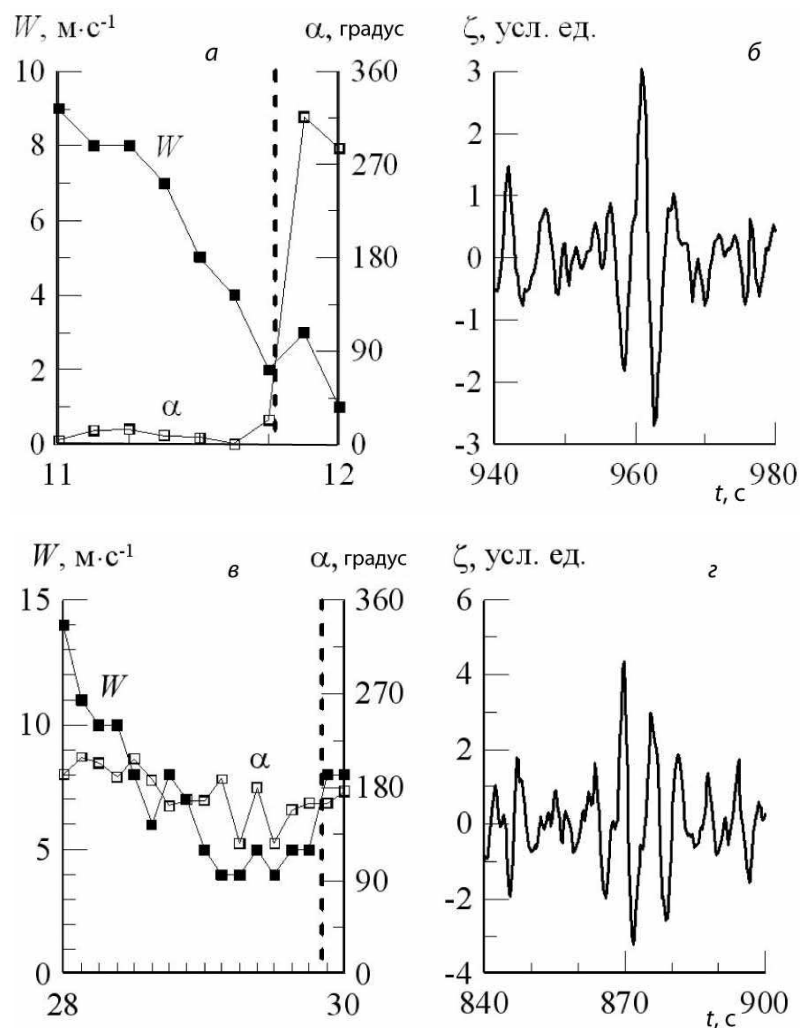


Рис. 5. Характеристики ветра (*а, в*), предшествующего образованию волны-убийцы (*б, г*) в случае поворота горизонтального (*а, б*) и однонаправленного (*в, г*) воздушного потока. Декабрь 2000 г.

Вертикальная штриховая линия – момент образования аномальной волны.

Основные результаты выполненного исследования можно сформулировать следующим образом.

На основе волнографических измерений с платформы в северо-западной части Черного моря в декабре 2000 г.–январе 2001 г. исследованы характеристики ветровых волн-убийц и возможная связь образования экстремальных волн с полем ветра в регионе.

Анализ двухмесячных данных измерений позволил выделить 67 случаев образования волн-убийц различной высоты, выделенных по критерию (1), т.е. в среднем более одной волн-убийцы в сутки. Эти короткоживущие образования проявлялись как в виде одиночных волн, так и в составе групп ветровых волн меньшей высоты с ярко выраженными дисперсионными эффектами. Волны обладали заметной асимметрией, их передние склоны, как правило, были круче задних, а предшествующая и следующая за волной-убийцей подошва волны отличалась по глубине и ширине.

Используемый для выделения волны-убийцы критерий (1) оперирует с относительной высотой экстремальных волн. Поэтому выполнение этого критерия не означает, что высота (размах колебаний) соответствующей волны действительно велика.

Привлечение метеорологических измерений в декабре 2000 г. позволило выполнить анализ возможной связи образования поверхностных волн-убийц и ветровых режимов в районе проведения наблюдений. Сопоставление моментов образования волн и предшествующих этим событиям изменений со временем скорости ветра позволили сделать вывод об их весьма вероятной связи.

Выделены две наиболее характерные ситуации. В первой из них возникновение волны-убийцы сопровождается значительными изменениями направления скорости ветра, во второй – предшествующим ветровым режимом с почти постоянным направлением скорости ветра.

Таким образом, из 33 зарегистрированных в декабре 2000 г. случаев образования волн-убийц в 10 % случаев не изменялась погодная обстановка в районе измерений, в 38 % – наблюдался разворот ветра с изменением модуля скорости, а в остальных 52 % случаев направление скорости ветра в предшествующие образованию волны-убийцы сутки практически не изменялось.

Литература

1. Куркин А.А., Пелиновский Е.Н. Волны-убийцы: факты, теория и моделирование. Н.Новгород: Нижегородский гос. техн. ун-т, 2004. 158 с.
2. Kharif C., Pelinovsky E., Slunyaev A. Rogue in the ocean. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. 216 p.
3. Lopatoukhin L., Boukhanovsky A. Freak wave generation and their probability // 8th Inter. conf. «Stability of ships and ocean vehicles». 2003. P.551–562.
4. Liu P.C., Pinho U.F. Freak waves – more frequent than rare // Ann. Geophys. 2004. V.22, N 5. P.1839–1842.
5. Бадулин С.И., Иванов А.Ю., Островский А.Г. Волны-убийцы и их дистанционное зондирование // Исследование Земли из космоса. 2006. № 1. С.77–92.
6. Доценко С.Ф., Иванов В.А. Волны-убийцы. Севастополь: Морской гидрофизический институт НАН Украины, 2006. 44 с.
7. Дивинский Б.В., Левин Б.В., Лопатухин Л.И. и др. Аномально высокая волна в Черном море: наблюдения и моделирование // Докл. РАН. 2004. Т.395, № 5. С.948–950.
8. Доценко С.Ф., Иванов В.А., Побережный Ю.А. Волны-убийцы в северо-западной части Черного моря // Доповіді НАН України. 2009. № 9. С.113–117.
9. Доценко С.Ф., Иванов В.А., Побережный Ю.А. Связь образования волн-убийц и метеорологических условий в северо-западной части Черного моря // Доповіді НАН України. 2010. № 12. С.105–109.
10. Кузнецов С.Ю., Дулов В.А., Сапрыкина Я.В. и др. Экстремально опасные штормовые условия в Черном море. Севастополь: Морской гидрофизический институт НАН Украины, 2011. 65 с.
11. Толокнов Ю.Н., Коровушкин А.И., Козлов К.Г. Автоматизированный гидрометеорологический комплекс // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ НАН Украины, 1998. С.12–16.
12. Jenkins A.D., Magnusson A.K., Niedermeier A. et al. Rogue waves and extreme events in measured time-series. Report WP2/1 from MAXWAVE project // Bergen: Norwegian Meteorological Institute, 2002. N 138. 101 p.
13. Muller P., Garrett C., Osborne A. Rogue waves // Oceanography. 2005. V.18, N 3. P.66–75.
14. Liu P.C., MacHut K.R. Are there different kinds of rogue waves // Proc. of 25th Int. conf. «Offshore mechanics and arctic engineering», 2006. OMAE2006-92619. P.1–6.
15. Didenkulova I., Anderson C. Freak waves of different types in the coastal zone of the Baltic Sea // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2010. V.10, N 9. P.2021–2029.
16. Donellan M. A., Magnusson A. K. The role of meteorological focusing in generating wave conditions // Proc. of 14th Aha Huliko'a Hawaiian winter workshop, 2005. P.139–145.
17. Touboul J. On the influence of wind on extreme wave events // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2007. V.7, N 1. P.123–128.

Статья поступила в редакцию 03.09.2011 г.



ТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ 2011 г.

	ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ГИДРОФИЗИКИ	<i>№ журнала</i>	<i>С.</i>
1.	Нелокальная гидродинамика и ее приложения. <i>Родионов А.А., Хантулева Т.А.</i>	3	22
ДИНАМИКА И ГИДРОДИНАМИКА МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ			
2.	Оценивание неизвестных статистических параметров гидродинамических потоков несжимаемой жидкости, создаваемых движущимся сторонним источником. <i>Клячкин В.И.</i>	1	4
3.	Об одном методе расчета гидродинамических характеристик крыла при нестационарном движении. <i>Романенко Е.В., Пушков С.Г.</i>	1	69
4.	Теоретическое и экспериментальное обоснование повышения мореходности быстрходных катеров на основе принципа нейтрализации волновых нагрузок. <i>Разумеев Ю.В., Юссеф М.Ю.</i>	1	81
5.	Применение метода статистических испытаний в задаче о подъеме груза с большой глубины в условиях нерегулярного волнения моря. <i>Сухоруков А.Л.</i>	2	79
ГИДРООПТИКА			
6.	Моделирование лидарных изображений внутренних волн по результатам измерений гидрооптических и гидрофизических параметров в северных морях. <i>Родионов М.А.</i>	4	80
ГИДРОАКУСТИКА			
7.	Цифровое формирование характеристики направленности гидроакустической антенны гидролокатора подводного робота во временной области. <i>Белов Б.П., Семенов Н.Н., Миронов И.В.</i>	1	32
8.	Апертурный синтез гидроакустических антенн – основа мобильных гидроакустических систем наблюдения. <i>Дашевский О.Ю., Нежевенко Е.С., Чулков В.Л.</i>	3	65
9.	Перспективы применения методов нелинейной акустики в технологиях гидроакустического поиска. <i>Тарасов С.П., Воронин В.А.</i>	3	78
10.	Проблемы и предварительные результаты испытания систем активного гашения низкочастотных сигналов в водной и воздушной среде. <i>Белозубцев Е.С., Кирюхин А.В., Кузнецов Г.Н., Михайлов С.Г., Пудовкин А.А., Смагин Д.А., Федоров В.А.</i>	3	79
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ ГИДРОФИЗИКИ			
11.	Компьютерные технологии корабельной гидромеханики: состояние и перспективы. <i>Гурьев Ю.В., Ткаченко И.В., Якушенко Е.И.</i>	3	8
12.	Концепция и ключевые технологии подводного наблюдения в условиях сетецентрических войн. <i>Коваленко В.В., Корчак В.Ю., Чулков В.Л.</i>	3	49
13.	Некоторые результаты реализации подводных сетевых технологий в СибГУТИ. <i>Арсентьев В.Г., Криволапов Г.И.</i>	3	129
ОБЩАЯ ДИНАМИКА ОКЕАНА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКЕАНА И АТМОСФЕРЫ			
14.	Моделирование поверхностного и внутреннего K_1 (деклинационных) приливов в Белом море. <i>Каган Б.А., Тимофеев А.А.</i>	2	4
15.	Исследование течений в верхнем слое Черного моря в диапазоне мезомасштабов. <i>Владимирова Э.М., Иванов В.Г., Иванов Д.В., Литвин А.Д., Скопин Н.А.</i>	2	19
16.	Методы обработки глубоководных термохалинных измерений. <i>Семёнов Е.В., Мортиков Е.В.</i>	2	45
17.	Особенности течений в восточной части Финского залива по результатам инструментальных измерений в июле 2010 г. <i>Зимин А.В., Солощук П.В., Исаев А.В.</i>	2	58
18.	Испытание схемы турбулентного перемешивания, основанной на теории подобия, в модели Балтийского моря. <i>Булгаков К.Ю., Молчанов М.С.</i>	4	71

	ВЕТРОВЫЕ, ДЛИННЫЕ НЕПРИЛИВНЫЕ И ВНУТРЕННИЕ ВОЛНЫ	<i>№ журнала</i>	<i>С.</i>
19.	Программный комплекс для численного моделирования внутренних гравитационных волн в мировом океане. <i>Тюгин Д.Ю., Куркина О.Е., Куркин А.А.</i>	2	32
20.	Экстремальные и необычные ветровые волны: измерения, расчет, прогноз. <i>Бухановский А.В., Лопатухин Л.И.</i>	4	5
21.	Аномальные ветровые волны в Мировом океане по данным попутных судовых наблюдений. <i>Григорьева В.Г., Гулев С.К.</i>	4	18
22.	Волны-убийцы в северо-западной части черного моря: анализ волнографических данных, связь с метеорологическими условиями в зимний период 2000–2001 гг. <i>Доценко С.Ф., Иванов В.А., Побережный Ю.А.</i>	4	27
23.	Аномально большие волны вблизи южного побережья о.Сахалин. <i>Зайцев А.И., Малащенко А.Е., Пелиновский Е.Н.</i>	4	35
24.	Статистика экстремального волнения в юго-западной части Балтийского моря. <i>Соомере Т., Куркина О.</i>	4	43
25.	Механизмы образования внутренних «волн-убийц». <i>Талипова Т.Г.</i>	4	58
	ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОРСКИХ ВОЛН С БЕРЕГОМ И СООРУЖЕНИЯМИ		
26.	Изменчивость берегового профиля под совместным воздействием судовых и ветровых волн. <i>Диденкулова И., Вишка М., Куренной Д.</i>	2	66
	ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ И МОРСКАЯ ТЕХНИКА		
27.	Использование автономных необитаемых подводных аппаратов для исследования Арктики и Антарктики. <i>Боженев Ю.А.</i>	1	47
28.	Мобильные подводные роботы в решении задач ВМФ: современные технологии и перспективы. <i>Кузьмицкий М.А., Гизитдинова М.Р.</i>	3	37
	МОРСКАЯ БИОМЕХАНИКА		
29.	Исследование акустического биосенсора дельфина и возможности построения его технического аналога. <i>Иванов М.П., Степанов Б.Г.</i>	3	108
30.	История, современное состояние и перспективы служебного использования китообразных в составе биотехнических систем двойного назначения. <i>Стародубцев Ю.Д., Надолишняя А.П.</i>	3	123
	Из истории науки		
31.	200 лет со дня рождения Вильяма Фруда. <i>Готман А.Ш.</i>	1	88
32.	М.В. Ломоносов и флот. <i>Карнеев Э.П.</i>	4	88
	Поздравления		
33.	Геннадия Степановича Малышкина с 75-летием	1	97
34.	Евгения Георгиевича Морозова	3	138
35.	Бориса Ароновича Барбанеля с 75-летием	3	139
	Хроника		
36.	65 лет Институту океанологии им.П.П. Ширшова РАН	1	99
37.	45 лет Санкт-Петербургскому филиалу Института океанологии им.П.П. Ширшова РАН	1	101
38.	60 лет Секции прикладных проблем при Президиуме РАН	3	4
39.	15 лет Научному совету по проблемам фундаментальной и прикладной гидрофизики Санкт-Петербургского научного центра РАН	4	100

Авторский указатель за 2011 гг.

Арсентьев В.Г. – № 3

Белов Б.П. – № 1

Белогубцев Е.С. – № 3

Боженев Ю.А. – № 1

Булгаков К.Ю. – № 4

Бухановский А.В. – № 4

Вишка М. – № 2

Владимирова Э.М. – № 2

Воронин В.А. – № 3

Гизитдинова М.Р. – № 3

Готман А.Ш. – № 1

Григорьева В.Г. – № 4

Гулев С.К. – № 4

Гурьев Ю.В. – № 3

Дашевский О.Ю. – № 3

Диденкулова И. – № 2

Доценко С.Ф. – № 4

Зайцев А.И. – № 4

Зимин А.В. – № 2

Иванов В.А. – № 4

Иванов В.Г. – № 2

Иванов Д.В. – № 2

Иванов М.П. – № 3

Исаев А.В. – № 2

Каган Б.А. – № 1

Карпеев Э.П. – № 4

Кирюхин А.В. – № 3

Клячкин В.И. – № 1

Коваленко В.В. – № 3

Корчак В.Ю. – № 3

Криволапов Г.И. – № 3

Кузнецов Г.Н. – № 3

Кузьмицкий М.А. – № 3

Куренной Д. – № 2

Куркин А.А. – № 2

Куркина О.Е. – № 2, 4

Литвин А.Д. – № 2

Лопатухин Л.И. – № 4

Малашенко А.Е. – № 4

Мионов И.В. – № 1

Михайлов С.Г. – № 3

Молчанов М.С. – № 4

Мортиков Е.В. – № 2

Надолишняя А.П. – № 3

Нежевенко Е.С. – № 3

Пелиновский Е.Н. – № 4

Побережный Ю.А. – № 4

Пудовкин А.А. – № 3

Пушков С.Г. – № 1

Разумеенко Ю.В. – № 1

Родионов А.А. – № 3

Родионов М.А. – № 4

Романенко Е.В. – № 1

Семёнов Е.В. – № 2

Семёнов Н.Н. – № 1

Скопин Н.А. – № 2

Смагин Д.А. – № 3

Солощук П.В. – № 2

Соомере Т. – № 4

Стародубцев Ю.Д. – № 3

Степанов Б.Г. – № 3

Сухоруков А.Л. – № 2

Талипова Т.Г. – № 4

Тарасов С.П. – № 3

Тимофеев А.А. – № 2

Ткаченко И.В. – № 3

Тюгин Д.Ю. – № 2

Федоров В.А. – № 3

Хантулева Т.А. – № 3

Чулков В.Л. – № 3

Юссеф М.Ю. – № 1

Якушенко Е.И. – № 3