



# **ЕКОЛОГІЯ МІСТ ТА РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН**

## **ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**4-5 ЧЕРВНЯ 2009р.  
ОДЕСА**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СТАН ДОВКІЛЛЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b> <i>ЛЮБАРСЬКИЙ І С</i>	1
<b>АКТУАЛЬНІСТЬ ДІАГНОСТИКИ ВІТРОВОГО ПОДПОРА В ОДЕСЬКОМУ РЕГІОНІ</b> <i>ЯРОШЕНКО В.Н., КАПОЧКИН Б.Б., КРЮЧКОВ Л.Я.</i>	7
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ ЗАДАЧ В ОХРАНЕ БИОСФЕРЫ</b> <i>АСТРОВА Н.Г., АСТРОВ В.В.</i>	12
<b>«ЖИВОЙ» ВОЗДУХ ЕЛЕКТРОКУРОРТА ОДЕССЫ</b> <i>ШАЛИМОВ Н.А.</i>	14
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ЧЕРНОГО МОРЯ</b> <i>В.И. МИХАЙЛОВ, Б.Б. КАПОЧКИН, Н.В. КУЧЕРЕНКО, КАПОЧКИНА А.Б.</i>	19
<b>ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМСТОКІВ, ЩО МІСТЯТЬ ЖИР, МІЮЧІ ЗАСОБИ ТА ГАЛОЇДИ</b> <i>ІВАНІЦЯ В.О., ШИЛОВ В.І., БАРАНОВ М.О., ГУДЗЕНКО Т.В., МЕНЧУК В.В., ДРАГУНОВСЬКА О.І.</i>	24
<b>ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМСТОКІВ, ЩО МІСТЯТЬ ЖИР, МІЮЧІ ЗАСОБИ ТА АЛЬДЕГІДИ</b> <i>ІВАНІЦЯ В.О., ШИЛОВ В.І., БАРАНОВ М.О., ГУДЗЕНКО Т.В., МЕНЧУК В.В., ДРАГУНОВСЬКА О.І.</i>	28
<b>ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМСТОКІВ, ЩО МІСТЯТЬ ЖИР, МІЮЧІ ЗАСОБИ ТА ФЕНОЛИ</b> <i>ІВАНІЦЯ В.О., ШИЛОВ В.І., БАРАНОВ М.О., ГУДЗЕНКО Т.В., МЕНЧУК В.В., ДРАГУНОВСЬКА О.І.</i>	32
<b>ТЕХПРОЦЕС ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ</b> <i>ІВАНІЦЯ В.О., ШИЛОВ В.І., БАРАНОВ М.О., МЕНЧУК В.В., КРАСВЬСЬКИЙ В.М., РИБАКОВ С.В., МЕНЧУК К.М.</i>	36
<b>ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА</b> <i>ШАЦЕРКЛЯННЫЙ А.М.</i>	40
<b>К РАСЧЕТУ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ</b> <i>ШАЦЕРКЛЯННЫЙ М.М., СТОЛЕВИЧ Т.Б., ЗАЦЕРКЛЯННЫЙ А.М.</i>	46
<b>ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА</b> <i>М.М. ЗАЦЕРКЛЯННЫЙ, Т.Б. СТОЛЕВИЧ, А.М. ЗАЦЕРКЛЯННЫЙ</i>	48
<b>НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДИНАМИКОЙ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ПЛЯЖА ПОС. ЛЮБИМОВКА</b> <i>ДОЛОТОВ В.В.</i>	51
<b>КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ПЛЯЖЕЙ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА КРЫМА</b> <i>САНИН А.Ю., ДОЛОТОВ В.В.</i>	55
<b>СПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАМОРОЗКОВ НА УКРАИНЕ 23-24.04.2009</b> <i>В.Х.КОРБАН, Б.Б.КАПОЧКИН, Н.В.КУЧЕРЕНКО</i>	63
<b>САНИТАРНАЯ ОХРАНА АКВАТОРИИ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ ПОРТОВ УКРАИНЫ</b> <i>ГОЛУБЯТНИКОВ Н.И., КАРПЕНКО Л.П.</i>	67

<b>НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА УКРЭНЕРГО «ПЛ 330 КВ НОВООДЕСЬКА – АРЦИЗ» ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НИЖНЕДНЕСТРОВСКОГО РУСЕВИТ</b>	72
<b>МИКРОВОДОРОСЛИ КАК ИНДИКАТОРЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ</b> <i>Н В ДЕРЕЗЮК, Н В КОВАЛЬОВА В И МЕДИНЕЦ, О П КОНАРЕВА</i>	77
<b>РОЛЬ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ФОРМИРОВАНИИ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОДЕССКОГО РЕГИОНА</b> <i>О П КОНАРЕВА, В И МЕДИНЕЦ, Ю М ЛЕНЬГА, МЕГРАБЯН С К, МИТЮКОВА М Г, СТИВЕН УОРРЕН</i>	82
<b>ЕКОЛОГІЧНО-РЕКРЕАЦІЙНІ ПРОБЛЕМИ ДЕЛЬТИ ДНЕСТРА</b> <i>В І МЕДИНЕЦЬ, О П КОНАРЕВА, Н В КОВАЛЬОВА Н В, І Є СОЛТИС</i>	87
<b>БІОРИЗНОМАНІТТА МОРСЬКОГО ЗООБЕНТОСУ В РАЙОНІ ЗАКАЗНИКА ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ «ОСТРІВ ЗМІНІЙ»</b> <i>О М АБАКУМОВ, В М ЧІЧКІН, С М СНИГРЬОВ В І МЕДИНЕЦЬ</i>	92
<b>ИХТИОФАУНА АКВАТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА НИЖНЕГО ДНЕСТРА В УСЛОВИЯХ УСИЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ</b> <i>С М СНИГРИВ, В И МЕДИНЕЦ, А Н АБАКУМОВ</i>	98
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ФОНОВОГО АТМОСФЕРНОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ ВЕЛИЗИ ОДЕССЫ В 2007-2008 ГГ.</b> <i>С В МЕДИНЕЦ, В З ПИЦЫК, В И МЕДИНЕЦ, В ДУРИЧИЧ, С ВИДИЧ, С Я ТАГ, М САТТОН, В М ДЕРЕВЕНЧА</i>	104
<b>МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ НА ОСТРОВІ ЗМІНІЙ У 2003-2008 РР.</b> <i>В В ПРОЦЕНКО, В І МЕДИНЕЦЬ, А П МІЛЕВА, С В МЕДИНЕЦЬ</i>	108
<b>СЦЕНАРИЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ</b> <i>В И КОМОРИН, Л В МАЦЮКИН, А В КОЧЕТКОВА</i>	111
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ ОДЕССЫ</b> <i>С П КОВАЛИЩИНА, І А ЖУРАВЕЛЬ, М А ГРАНДОВА, Д С ДУДНИК, Г В САПЧЕВА</i>	116
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХОЛДИНГА КАК СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА</b> <i>Е А ШУКЛИНА-МАТЮШКИНА</i>	121
<b>ФОРМУВАННЯ ФАКТОРІВ ПОТЕНЦІЙНО ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ МІСЬКИХ ГЕОСИСТЕМ М.КИЄВА ТА КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b> <i>СКУЛЬСЬКИЙ М О, ПИДИПЬНКО Л А, ЛИСЕНКО Л В, РАДЧУК В В, ЛИСЕНКО О Б</i>	128
<b>ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ЛИТОДИНАМИКИ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ С УЧЕТОМ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ</b> <i>САХНЕНКО О И, ТУЧКОВЕНКО Ю С</i>	129
<b>ПОДТОПЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ОДЕССЫ</b> <i>ПЮРЕМИН И И</i>	134
<b>НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСКУССТВЕННОГО УВЕЛИЧЕНИЯ ПЛЯЖНОЙ ЗОНЫ В ГОРОДЕ ОДЕССА</b> <i>ПЮРЕМИН И И</i>	138

## ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ЛИТОДИНАМИКИ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ С УЧЕТОМ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Сахненко О.И., ас., Тучковенко Ю.С., с.н.с. д.г.н.*

*Одесский государственный экологический университет, г.Одесса*

Изучение литодинамики прибрежных акваторий с учетом существующих или планируемых берегозащитных сооружений представляет интерес с точки зрения решения существующих экологических проблем прибрежных зон моря и поиска возможных путей их решения. Речь идет о проблемах загрязнения вод, гибели морских гидробионтов, разрушения береговой отмели, транспортировки и перераспределения донного материала, а также выноса его за пределы прибрежных акваторий в результате совместного действия волн и течений.

Для прогноза литодинамических процессов в мелководных бассейнах с различными конструкциями берегозащитных сооружений (подводные и незатопленные волноломы, молы с наклоном, вертикальные бетонные стенки) предлагается использовать комплекс численных гидродинамических моделей. Комплекс включает блок расчета ветрового волнения, блок расчета ветро-волновых течений в прибрежной зоне моря и блок транспорта наносов. Методика расчета морфодинамических изменений, основанная на совместном моделировании ветровых волн, течений и перемещения наносов, включает следующие этапы:

- определение, согласно инженерному обоснованию либо экспериментально, формы препятствия, его размера и глубины затопления;
- реализация блока ветрового волнения с учетом дополнительного граничного условия трансмиссии цуга волн через берегозащитное сооружение;
- численная реализация блока ветро-волновой циркуляции вод с использованием в качестве входной информации волновых параметров или волновых радиационных напряжений, предварительно рассчитанных в блоке волнения;
- реализация блока транспорта наносов совместно с гидродинамическим блоком.

В качестве блока расчета волнения используется спектральная волновая модель SWAN (Нидерланды), основанная на решении уравнения спектрального баланса плотности действия [1]. В качестве граничного условия в районе берегозащитного сооружения в модели рассчитывается коэффициент трансмиссии, определяемый как соотношение высот волн на подветренной и наветренной сторонах волнолома. Он является функцией высоты волны, разницы между уровнем верхней границы волнолома и уровнем воды, а также зависит от формы препятствия:

$$K_{rr} = 0.5 \left[ 1 - \sin \left( \frac{\pi}{2\alpha_1} \left( \frac{F}{h_1} + \beta_1 \right) \right) \right] \quad \text{при} \quad -\beta_1 - \alpha_1 < \frac{F}{h_1} < \alpha_1 - \beta_1 \quad (1)$$

где  $F = d - H$  - глубина верхней границы волнолома,  $h_1$  - высота волны на наветренной стороне препятствия;  $d$  - высота волнолома по отношению к дну,  $H$  - средняя глубина моря в месте расположения волнолома, коэффициенты  $\alpha_1, \beta_1$  устанавливаются в зависимости от формы препятствия.

В гидродинамическом блоке комплекса ветро-волновая прибрежная циркуляция описывается осредненными по глубине и периоду ветровых волн уравнениями Рейнольдса, дополненными компонентами волновых радиационных напряжений

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + g \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{1}{\rho h} \left( \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right) - \frac{1}{\rho h} (\tau_{xx} - \tau_{yy}) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} - f_0 V = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + g \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{1}{\rho h} \left( \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} \right) - \frac{1}{\rho h} (\tau_{yy} - \tau_{xx}) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + f_0 U = 0,$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(Uh)}{\partial x} + \frac{\partial(Vh)}{\partial y} = 0, \quad (3)$$

оси  $x$  и  $y$  направлены, соответственно, во вдольбереговом и поперечном направлениях;  $t$  - время;  $U$  и  $V$  - осредненные по глубине компоненты вектора скорости течений по осям  $x$  и  $y$ , соответственно,  $\xi$  - возвышение уровня свободной поверхности;  $h = h_0 + \xi$  - локальная глубина;  $h_0$  - расстояние от дна до некоторой поверхности отсчета, характеризующей невозмущенный уровень водоема;  $\rho$  - средняя плотность воды,  $f_0$  - параметр Кориолиса,  $g$  - ускорение свободного падения,  $\tau_{xx}$  и  $\tau_{yy}$  - компоненты тангенциальных напряжений ветра на свободной поверхности.

Турбулентные напряжения потока  $\tau_{xy}$  представляются в виде:

$$\tau_{xy} = \rho \left( \varepsilon_x \frac{\partial V}{\partial x} - \varepsilon_y \frac{\partial U}{\partial y} \right), \quad (4)$$

где  $\varepsilon_x = \text{const}$  - коэффициент турбулентного обмена во вдольбереговом направлении;  $\varepsilon_y$  - коэффициент турбулентного обмена в поперечном направлении

$S_{xx}, S_{yy}, S_{xy}$  - компоненты волновых радиационных напряжений, определяемые следующим образом [2]:

$$\begin{aligned}
 S_{\alpha} &= \frac{1}{8} \rho g h_b^2 (n \cos^2 \alpha + n - 1/2), \\
 S_{\beta} &= \frac{1}{8} \rho g h_b^2 (n \sin \alpha \cos \alpha), \\
 S_{\gamma} &= \frac{1}{8} \rho g h_b^2 (n \sin^2 \alpha + n - 1/2),
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

где  $n = \frac{1}{2} + \frac{K_w h_0}{sh 2K h_0}$ ,  $K_w = \frac{2\pi}{\lambda}$ ,  $\lambda$  - длина ветровых волн,  $h_b$ ,  $\alpha$  - высота и угол подхода ветровых волн к берегу, соответственно.

Градиенты волновых радиационных напряжений учитывают силы, которые вызывают течения при обрушении ветровых волн над пространственно неоднородным мелководным дном. В гидродинамическом блоке комплекса возможно усвоение градиентов волновых радиационных напряжений из блока расчета волнения (SWAN), либо расчет их пространственных полей по параметрам волнения. При расчете градиентов волновых радиационных напряжений в районе берегозащитных сооружений реализуется неявная численная схема 1-го порядка.

Компоненты тангенциальных напряжений потока у дна  $\tau_{0x}$  и  $\tau_{0y}$ , обусловленные совместным действием течений и волн, представлены в соответствии с [3]:

$$\begin{aligned}
 \tau_{0x} &= \rho k_1 U \left[ (U + u_0 \sin \alpha)^2 + (V + u_0 \cos \alpha)^2 \right]^2 \\
 \tau_{0y} &= \rho k_1 V \left[ (U + u_0 \sin \alpha)^2 + (V + u_0 \cos \alpha)^2 \right]^2
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

$$k_1 = \frac{g}{c^2} \left[ 1 + \left( \frac{f C^2}{2g} \right)^2 \right],
 \tag{7}$$

$$\frac{C}{\sqrt{g}} = 2.5 R \ln \left[ 1 + \frac{4h}{d_{cp}} \right]
 \tag{8}$$

где  $f = 2u_{*m}^2 / u_m^2$ ,  $u_m = \pi h_b / (T sh K_w h)$ ,  $u_0 = (2/\pi) u_m$ ,  $d_{cp}$  - средний диаметр донных наносов;  $u_{*m}^2$  - амплитуда придонных тангенциальных напряжений в волновом потоке,  $T$  - период ветровых волн.

В литодинамическом блоке комплекса расчет переноса взвешенных наносов в морской среде осуществляется численным решением уравнения переноса в неконсервативной форме:

$$\frac{\partial(hC)}{\partial t} + \frac{\partial(hUC)}{\partial x} + \frac{\partial(hVC)}{\partial y} - K_L \left( \frac{\partial[h \partial C / \partial x]}{\partial x} + \frac{\partial[h \partial C / \partial y]}{\partial y} \right) = E,
 \tag{9}$$

где  $C$  - массовая концентрация взвеси ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ),  $E = \frac{\partial(C_h)}{\partial t}$  - локальный поток взвешенных частиц со дна, обусловленный процессами турбулентного взмучивания и гравитационного осаждения взвеси,  $K_L$  - коэффициент горизонтальной турбулентной диффузии взвеси. Величина  $E$  может быть связана с интегральной по глубине равновесной концентрацией взвеси  $C_e$  соотношением:

$$E = w_g (C_e - C_h),$$

где  $C_e^* = 0.015 d_{cp} T_*^{1.5} D_*^{-0.3} / z_{0b}$ ;  $T_* = \tau_{b0} / \tau_{cr} - 1$ ;  $D_* = d_{cp} [g(\rho_c / \rho - 1) / \nu^2]^{1/3}$ .

Тогда  $C_e = \left( \int_{z_{0b}}^h C_e^* \exp(-2bz/h) dz \right) / h = \frac{C_e^*}{2b} \left( \exp(-2b \frac{z_{0b}}{h}) - \exp(-2b) \right)$ ,

при условии, что  $b = 5w_g / u_*$ .

Здесь  $C_e^*$  - равновесная концентрация взвеси у дна ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ),  $z_{0b}$  - параметр шероховатости дна,  $w_g$  - гравитационная скорость оседания частиц, рассчитываемая как  $w_g = g d_{cr}^2 \Delta \rho (18\nu\rho_0)^{-1}$ , ( $\Delta\rho = \rho_c - \rho_0$ ),  $\rho_0$  - плотность морской воды,  $\nu$  - коэффициент молекулярной вязкости воды,  $T_*$  - параметр транспортирующей способности потока,  $D_*$  - седиментационный диаметр,  $\rho_c, \rho$  - плотности взвешенных частиц и суспензии соответственно,  $\tau_{b0} = \sqrt{\tau_{0x}^2 + \tau_{0y}^2}$  - эффективное напряжение донного трения, обусловленное совместным действием волн и течений,  $\tau_{cr}$  - критическое напряжение донного трения, при котором частицы отрываются от дна, рассчитываемое по методике Ван- Рейна

Для расчета векторов расхода взвешенных  $q_b^r$  и донных  $q_b^i$  наносов используются следующие зависимости:

$$q_b^i = 0.053 \left( \left( \frac{\rho_c}{\rho} - 1 \right) g \right)^{0.5} d_{cp}^{1.5} T_*^{-2.1} D_*^{-0.3} \sqrt{|\vec{V}|}, \quad q_b^r = \vec{V} C$$

где  $\vec{V}$  - вектор скорости течений.

После определения компонент удельного расхода влекомых наносов, входящих в уравнение деформации дна, проводится их коррекция, основанная на введении поправочных множителей [4]. Эти множители учитывают влияние уклонов дна в районе берегозащитного сооружения на перемещение донного материала. Используемые формулы коррекции, в которых  $s_1 = 0.5$   $s_2 = 10$  - эмпирические константы, имеют вид:

$$\bar{q}_{m1} = b_{11} b_2 q_m, \quad \bar{q}_{m2} = b_{12} b_2 q_m,$$

$$h_{1,x} = 1 + s_1 \frac{\partial h}{\partial x}, \quad h_{1,y} = 1 + s_1 \frac{\partial h}{\partial y},$$

$$b_2 = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{при } \eta_b \geq 1 \\ \eta_b(2 - \eta_b) & \text{при } \eta_b < 1 \end{array} \right\}, \quad \eta_b = \frac{-h}{s_2(h + \zeta)}$$

Учитывается также неразрываемость верхней границы берегозащитного сооружения.

Изменение отметок дна во времени  $\partial \eta / \partial t$  определяется процессами локальной эрозии и седиментации, а также дивергенцией расхода донных наносов:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = -\frac{1}{1 - \varepsilon} \left( E - \frac{r}{V} q_b \right)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент пористости донного грунта.

Комплекс моделей адаптирован к условиям акваторий г.Одессы, с различной степенью изолированности от моря волноломами, и применен к исследованию гидро- и литодинамики прибрежной рекреационной зоны.

#### Список литературы

1. SWAN. User manual / Delft University of Technology. Department of Civil Engineering. – Cycle IV, Version 40.31, 2004. – 110 p.
2. Krishna Kumar, C S Murty Wave-induced nearshore circulation along the Calangute-Candolim beach, Goa, west coast of India.- Proc. Indian Acad. Sci., Vol.98, No. 3, 1989, pp. 265-278.
3. Михинов А.Е. Транспортирующая и эрозионно-аккумулятивная способность волновых потоков в береговой зоне открытых водоемов//Управление вод. ресурсами суши: теория и практика. – М.: Наука, 1989. – С. 136– 145.
4. Delft 3D –MOR User Manual // WL Delft Hydraulics – Netherlands. – 2003. – 238 p.