

УДК 728:629.514

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ НА ВОДІ ЗА НОРМАМИ СУДНОБУДУВАННЯ

ШЕХОРКІНА С. Є.^{1*}, к.т.н.,

^{1*} Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: S_VT@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7799-2250

Анотація. Постановка проблеми. Зведення будівель і споруд на воді є одним з новітніх напрямків у будівництві та архітектурі, який останнім часом набирає популярність і в Україні. Нормативна база з питань проектування, будівництва та експлуатації житлових будинків на воді фактично відсутня, а наявні дослідження, пов'язані з проектуванням плавучих будинків, здебільшого носять оглядовий характер. Характерною рисою будівлі на воді є поєднання функціональних особливостей традиційного будинку і судна. Тому основним завданням при проектуванні малоповерхових житлових будинків на воді, поряд із забезпеченням міцності, стійкості, довговічності і т.п., є також забезпечення безпечної експлуатації з точки зору суднобудування. **Мета.** Розробка методики визначення і перевірки основних техніко-експлуатаційних характеристик (посадки, плавучості, остійності, непотоплюваності) малоповерхових житлових будинків у відповідності з діючими суднобудівними нормами. **Висновок.** На основі аналізу чинних в галузях будівництва та суднобудування нормативно-технічних документів визначені критерії забезпечення безпечної експлуатації малоповерхових житлових будинків на воді. Розроблено метод визначення техніко-експлуатаційних параметрів малоповерхових житлових будинків на воді, який враховує вимоги Регістру судноплавства України. За результатами аналізу підходів до визначення вітрового навантаження за нормами Регістру судноплавства України та ДБН В.1.2-2: 2006 «Навантаження і впливи» встановлено, що при розрахунках остійності більш обґрунтованим є застосування значень вітрового навантаження у відповідності з будівельними нормами.

Ключові слова: малоповерхові житлові будівлі на воді, техніко-експлуатаційні характеристики, плавучість, остійність, норми проектування

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА ВОДЕ ПО НОРМАМ СУДОСТРОЕНИЯ

ШЕХОРКИНА С. Е.^{1*}, к.т.н.

^{1*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: S_VT@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7799-2250

Аннотация. Постановка проблемы. Возведение зданий и сооружений на воде является одним из новейших направлений в строительстве и архитектуре, которое в последнее время набирает популярность и в Украине. Нормативная база по вопросам проектирования, возведения и эксплуатации жилых зданий на воде фактически отсутствует, а имеющиеся исследования, связанные с проектированием плавучих зданий, в основном носят обзорный характер. Характерной чертой здания на воде является сочетание функциональных особенностей традиционного дома и судна. Поэтому основной задачей при проектировании малоэтажных жилых зданий на воде, наряду с обеспечением прочности, устойчивости, долговечности и т.п., является также обеспечение безопасной эксплуатации с точки зрения судостроения. **Цель.** Разработка методики определения и проверки основных технико-эксплуатационных характеристик (посадки, плавучести, остойчивости, непотопляемости) малоэтажных жилых зданий в соответствии с действующими судостроительными нормами. **Вывод.** На основе анализа действующих в отраслях строительства и судостроения нормативно-технических документов определены критерии обеспечения безопасной эксплуатации малоэтажных жилых зданий на воде. Разработан метод определения технико-эксплуатационных параметров малоэтажных жилых зданий на воде, который учитывает требования Регистра судоходства Украины. По результатам анализа подходов к определению ветровой нагрузки по нормам Регистра судоходства Украины и ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия» установлено, что при расчетах остойчивости более обоснованным является применение значений ветровой нагрузки в соответствии со строительными нормами.

Ключевые слова: малоэтажные жилые здания на воде, технико-эксплуатационные характеристики, плавучесть, остойчивость, нормы проектирования

PECULIARITIES OF LOW-RISE RESIDENTIAL FLOATING HOUSES DESIGN ACCORDING TO THE SHIPBUILDING CODES

SHEKHORKINA S. E.^{1*}, *Ph.D.*

^{1*} Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: S_VT@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7799-2250

Summary. Raising of problem. Erection of floating buildings and structures is one of the newest direction in construction and architecture, which becomes popular in Ukraine recently. Normative base for design, construction and exploitation of residential floating houses is practically absent and present investigations related to floating houses design mainly have reviewing style. The characteristic feature of floating house is a combination of functional peculiarities of a traditional house and a ship. Therefore while designing of low-rise residential floating house, among guaranteeing strength, stability, durability, etc., the main objective is to ensure safe exploitation according to the shipbuilding. **Purpose.** Development of method of determination and verification of main technical-exploitation parameters (seat, buoyancy, stability, floodability) of low-rise residential floating houses according to the operating shipbuilding codes. **Conclusion.** According to the analysis of the normative and technical documents existing in building and shipbuilding industries, criteria of safe exploitation of low-rise residential floating houses were defined. The method of determination of technical-exploitation parameters of low-rise residential floating houses was developed considering demands of the Shipping Register of Ukraine. According to the analysis of approaches to the determination of wind loads according to the standards of the Shipping Register of Ukraine and DBN B.1.2-2:2006 “Loads and effects” it is determined that use of wind load values from building code is more reasonable in stability calculations.

Key words: low-rise residential floating houses, technical-exploitation parameters, buoyancy, stability, design codes

Введение

Возведение зданий и сооружений на воде является одним из новейших направлений в строительстве и архитектуре, которое в последнее время набирает популярность и в Украине [3 – 5, 10].

Не смотря на распространенность строительства на воде, нормативная база по вопросам проектирования, возведения и эксплуатации жилых зданий на воде фактически отсутствует, а имеющиеся немногочисленные исследования, связанные с проектированием плавучих зданий, в основном носят обзорный характер [11 – 13].

Характерной чертой здания на воде является объединение функциональных особенностей традиционного дома и судна. Поэтому основной задачей при проектировании малоэтажных жилых зданий на воде, наряду с обеспечением прочности, устойчивости, долговечности, надежности и энергоэффективности, является также обеспечение безопасной эксплуатации с точки зрения судостроения.

В статье приведена методика определения и проверки основных технико-эксплуатационных характеристик (посадки, плавучести, остойчивости, непотопляемости) малоэтажных жилых зданий в соответствии с действующими судостроительными нормами.

Изложение основного материала

Здание на воде по классификации Регистра судоходства Украины является несамостоятельным судном стояночного типа. Здание на воде проектируется с учетом «Правил классификации и постройки малых судов» [7], если его длина не превышает 24 м и предполагается одновременное нахождение в доме не более 12 человек, а в случае превышения данных характеристик – с учетом «Правил классификации и постройки судов

внутреннего плавания» [8]. Данные нормативные документы являлись базой для разработки методики расчета технико-эксплуатационных характеристик малоэтажного жилого здания на воде.

Одной из основных характеристик здания на воде с точки зрения обеспечения комфортного и безопасного нахождения в нем людей является плавучесть и непотопляемость. Под плавучестью понимается способность объекта, погруженного в жидкость, при заданной нагрузке находиться в определенном положении относительно поверхности воды. Непотопляемостью плавздания называется его способность оставаться на плаву при нарушении водонепроницаемости подводной части конструкции.

При статическом равновесии здание на воде находится под действием сил тяжести и сил поддержания (см. рис. 1). Сила тяжести (P_g) является результирующей всей массы плавучего объекта и его составляющих, приложена в центре тяжести здания и направлена вертикально вниз. Сила поддержания (P_c) является результирующей сил давления воды на погруженную часть объекта, приложена в центре тяжести подводной части здания и направлена вертикально вверх.

Теория поддержания тела на плаву основана на законе Архимеда (на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной этим телом жидкости). Таким образом, сила поддержания численно равна произведению плотности воды, ускорения свободного падения и погруженного объема:

$$P_c = \rho g V, (1)$$

где ρ – плотность воды; g – ускорение свободного падения; V – объем погруженной в воду части объема.

В расчетах, связанных с проектированием плавучих объектов различного назначения, плотность

воды принимается $\rho=1025 \text{ кг/м}^3$ для морской воды и $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ для пресной воды.

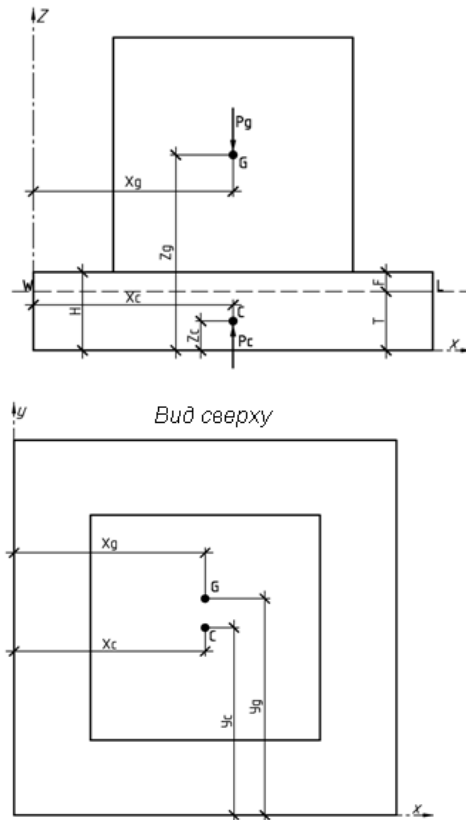


Рис. 1. К условию равновесия плавздания / For conditions of floating building stability

Для равновесия тела под действием двух сил необходимо, чтобы они были равны, противоположно направлены и действовали по одной прямой. При этом необходимо, чтобы здание на воде имело прямую посадку на воде, т.е. плоскости его симметрии были перпендикулярны плоскости воды, а центр тяжести подводной части находился ниже центра тяжести здания. Данные условия для плавучего объекта выражаются системой уравнений:

$$P_g = P_c, x_g = x_c, y_g = y_c, z_g > z_c, \quad (2)$$

где P_g – сила тяжести; P_c – сила поддержания; x_g, y_g, z_g – координаты центра тяжести здания на воде; x_c, y_c, z_c – координаты центра тяжести погруженной в воду части.

Положение центра тяжести здания на воде (точка G, рис. 1) как объекта, состоящего из отдельных элементов, можно определить по формулам (3):

$$x_g = \frac{\sum g_i x_i}{\sum g_i}, y_g = \frac{\sum g_i y_i}{\sum g_i}, z_g = \frac{\sum g_i z_i}{\sum g_i}, \quad (3)$$

где g_i - масса элементов здания на воде (плавучей платформы, помещений, перекрытия и т.д.); x_i, y_i, z_i - координаты центра тяжести данных элементов.

Аналогичным образом определяются координаты центра тяжести погруженной в воду части здания (точка C, рис. 1). В данном случае, для определения значений x_c, y_c, z_c в формулы (3) подставляются масса и координаты центра тяжести элементов плавучей платформы-основания, а также оборудования, расположенного в ней.

Непотопляемость обеспечивается за счет придания зданию на воде достаточных запасов плавучести, устойчивости и прочности при проектировании судна, а также конструктивных мероприятий (делением корпуса подводной части на водонепроницаемые отсеки; установкой элементов плавучести, наполненных вспененными полимерами или воздухом).

Величина запаса плавучести (F , рис. 1) характеризуется минимально допустимой высотой надводного борта – расстоянием от поверхности спокойной воды до верха плавучей платформы.

Жилые здания на воде предназначены для эксплуатации в прибрежных зонах внутренних морей, водохранилищ и рек на внутренних водных путях, а также защищенных акваториях несудоходных рек и озер, в которых не наблюдаются значительные волновые и ветровые воздействия. Исходя из этого, по классификации Регистра судоходства Украины [7] конструкцию плавздания относят к категориям С – «Прибрежная» или D – «Для защищенных вод» с возможностью размещения в прибрежных районах. Основные характеристики ветрового и волнового воздействий для данных категорий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Расчетные характеристики ветрового и волнового воздействий категорий конструкции плавздания [7] / Design characteristics of wind and wave impacts for categories of floating buildings

Категория конструкции	Высота волны, м	Сила ветра по шкале Бофорта, балл	Скорость ветра, м/с
С	До 2	До 6	17
D	До 0.5	До 4	13

В зависимости от категории конструкции и района эксплуатации для зданий на воде назначается минимальная высота надводного борта. Характеристики районов эксплуатации зданий на воде и значения минимальной высоты надводного борта приведены в табл. 2.

Для обеспечения осадки, в первую очередь выполняется расчет массы здания, которая состоит из собственного веса плавучей платформы и элементов надстройки. Кроме того, необходимо учитывать снеговые нагрузки, а также полезные нагрузки от людей и оборудования для жизнеобеспечения здания (автономная электростанция, цистерны запасов воды и т.п.).

Таблица 2

Характеристики районов эксплуатации зданий на воде и значения минимальной высоты надводного борта [7] / Characteristics of exploitation regions of floating buildings and minimum freeboard height

Район эксплуатации	Высота волны, м	Сила ветра по шкале Бофорта, балл	Минимальная высота надводного борта F_{\min} , мм
2	2	до 6	500
3	1.2	до 6	300
4	0.6	до 4	150
5	0.3	до 4	100

Осадка здания на воде численно равна глубине погружения в воду [1]. Объем погруженной в воду части зависит от массы здания на воде и формы его подводной части. Здания на воде, как правило, размещаются на плавучих платформах прямоугольного поперечного сечения. Тогда объем подводной части можно определить по формуле:

$$V = b_{pl} l_{pl} h, \quad (4)$$

где b_{pl} , l_{pl} – длина и ширина плавучей платформы-основания; h – глубина погружения (осадка) здания.

Учитывая, что сила тяжести численно равна произведению массы тела на ускорение свободного падения с использованием формул (1), (2) можно записать:

$$\rho g V = g G, \quad (5)$$

где G – масса здания на воде.

Тогда с учетом выражения (4) получим выражение для определения осадки:

$$h = \frac{G}{\rho b_{pl} l_{pl}}. \quad (6)$$

Проверка минимально допустимой высоты надводного борта выполняется по следующей формуле:

$$F = H - h \geq F_{\min}, \quad (7)$$

где H – высота плавучей платформы, F – высота надводного борта, F_{\min} – минимально допустимая высота надводного борта (табл. 2).

Остойчивость жилого здания на воде проверяется по критерию ветростойкости [7], который характеризуется сопоставлением потенциальных возможностей здания противостоять возможному

внешнему воздействию ветра с величиной этого воздействия, выраженным через соотношение:

$$\frac{M_{\text{дон}}}{M_w} \geq \frac{l}{\sqrt{V}}, \quad (8)$$

где $M_{\text{дон}}$ – предельно допустимый кренящий момент; M_w – кренящий момент от воздействия ветровой нагрузки, l_{pl} – длина плавучей платформы-основания, V – объем подводной части здания на воде.

Предельно допустимый кренящий момент определяется по формуле (9) [7]:

$$M_{\text{дон}} = G l_{\max}, \quad (9)$$

где l_{\max} – максимальное значение плеча статической устойчивости.

Максимальное значение плеча статической устойчивости определяется по диаграмме статической устойчивости при максимуме диаграммы статической устойчивости либо при максимально допустимом угле крена.

Кренящий момент от давления ветра на надводную часть здания определяется как [7]:

$$M_w = A_{LV} (z_{CP} + a_1 a_2 d_A) P_w, \quad (10)$$

где A_{LV} – площадь парусности; z_{CP} – возвышение центра парусности над плоскостью ватерлинии; d_A – усредненная осадка площади погруженной части судна; a_1 – коэффициент, учитывающий влияние сил сопротивления воды; a_2 – коэффициент, учитывающий влияние сил инерции; z_g – возвышение центра массы над основной плоскостью судна; P_w – расчетное давление ветра.

Расчетное ветровое давление для здания на воде может быть определено как по нормам Регистра судоходства [7], так и в соответствии с ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия» [6]. При этом районы эксплуатации по классификации Регистра судоходства не соответствуют районированию территории Украины по ветровому давлению в соответствии с [6]. В связи с этим возникает необходимость определить применимость данных нормативных документов при расчетах устойчивости плавзданий.

Расчетное давление ветра по [7] определяется по формуле (11):

$$P_w = W_{CT} + W_{DM}, \quad (11)$$

где W_{CT} и W_{DM} – статическая и динамическая составляющие ветровой нагрузки.

Статическая составляющая ветровой нагрузки определяется по формуле [7]:

$$W_{CT} = 0.61 k v_0^2, \quad (12)$$

где v_0 – скорость ветра на уровне 10 метров над водной поверхностью, принимаемая как среднее значение диапазона скорости ветра в соответствии с [7]; k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте.

Динамическая составляющая ветровой нагрузки определяется по формуле [7]:

$$W_{DM} = 0.5W_{CT}\zeta\eta, \quad (13)$$

где ζ - коэффициент пульсации ветрового давления; η - коэффициент корреляции пульсаций ветрового давления.

Значения ветрового давления для категорий конструкции плавзданий «С» и «D» приведены в табл. 3. Сравнительная характеристика ветрового давления по нормам ДБН В.1.2-2:2006 [6] и Регистра судоходства [7] приведена в табл. 4.

Таблица 3

Значение ветрового давления в зависимости от категории плавздания / Wind pressure values according to the floating building category

Категория конструкции	v , м/с	$W_{ст}$, Па	$W_{д}$, Па	P_w , Па
С	1	77.3	23.	10
	3	2	66	0.98
D	1	132.	40.	17
	7	22	46	2.68

Таблица 4

Сравнительная характеристика ветрового давления по нормам ДБН В.1.2-2:2006 [6] и Регистра судоходства [7] / Comparative characteristics of wind pressure according to DBN V.1.2-2:2006 [6] and Shipbuilding register [7]

Ветровой район	Ветровое давление с наветренной стороны по [6], Па	Соотношение значений ветрового давления	
		k_1	k_2
1	328,32	3.25	1.90
2	369,36	3.67	2.14
3	410,4	4.06	2.38
4	451,44	4.47	2.61
5	492,48	4.88	2.85

Примечание: $k_1 = P_i/P_w^C$, $k_2 = P_i/P_w^D$ – соотношение значений ветрового давления, определенных по нормам [6] и [7], где P_w^C , P_w^D – соответственно, ветровое давление для категорий конструкции «С» и «D» (см. табл. 3); P_i – ветровое давление с наветренной стороны для i -го ветрового района по [6].

Как видно из табл. 4, значения ветрового давления на конструкцию здания на воде, определенные по судостроительным нормам ниже, чем определенные по нормам ДБН для категории конструкции С в 3.25 – 4.88 раз, категории конструкции D в 1.9 – 2.85 раз. Отличие значений ветровых нагрузок связано с тем, что малые суда проектируются на определенную интенсивность

ветрового воздействия (скорость ветра). В случае, когда скорость ветра превышает допустимые для данной конструкции судна значения, последнее, согласно требованиям Регистра судоходства должно находиться в укрытии. Поскольку данное условие трудно реализуемо для здания на воде, с точки зрения безопасности эксплуатации при расчетах устойчивости более целесообразным является применение значений ветровой нагрузки по [6].

Метацентрическая высота является мерой устойчивости плавучего объекта. Чем больше данный параметр, тем выше устойчивость объекта. Из схемы, приведенной на рис. 2, видно, что при наклонении плавучего объекта (положения ватерлинии – WL и W'L') изменяется форма подводной части и, соответственно, положение ее центра тяжести (точки C и C').

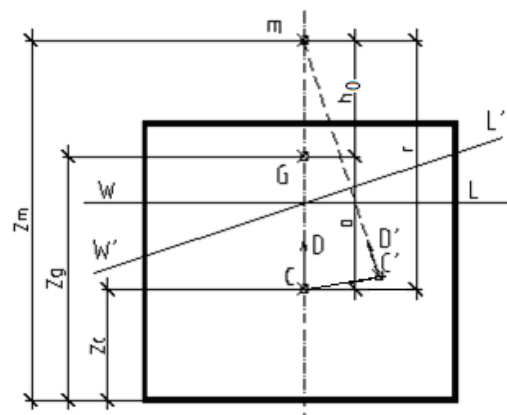


Рис. 2. Схема к определению метацентра и метацентрической высоты / Scheme for metacenter and metacentric height determination

Точка, в которой пересекаются линии действия сил поддержания при наклонении в поперечной плоскости (точка m), называется поперечным метацентром и является центром дуги, по которой перемещается центр тяжести погруженной части при наклонении. Радиус кривизны дуги перемещения точки C в поперечной плоскости называется метацентрическим радиусом.

Значение метацентрической высоты в общем случае определяется по формуле [2, 9]:

$$h_0 = r + Z_C - Z_g, \quad (14)$$

где r – метацентрический радиус; Z_c – аппликата центра тяжести подводной части здания; Z_g – аппликата центра тяжести здания на воде.

Метацентрический радиус равен [1, 2]:

$$r = \frac{I_x}{V}, \quad (15)$$

где I_x – момент инерции площади ватерлинии относительно продольной оси x , лежащей в ее плоскости, m^4 ; V – объем погруженной части здания.

Поскольку поперечное сечение плавучей платформы-основания по ватерлинии представляет

собой прямоугольник, момент инерции может быть рассчитан по формуле:

$$I_x = \frac{lb^3}{12}, \quad (16)$$

где l и b – длина и ширина плавучей платформы-основания по ватерлинии.

Тогда метацентрический радиус может быть определен по формуле:

$$r = \frac{lb^3}{12V}. \quad (17)$$

Нормы [7] регламентируют минимально допустимое значение метацентрической высоты:

$$h_0 \geq h_{0(R)}, \quad (18)$$

где h_0 – метацентрическая высота здания; $h_{0(R)}$ – минимально допустимая метацентрическая высота.

Минимально допустимая метацентрическая высота определяется по формуле [7]:

$$h_{0(R)} = \frac{M_P}{Gg \sin \theta_{0(R)}}, \quad (19)$$

где M_P – кренящий момент из-за смещения людей к краю платформы-основания; $\theta_{0(R)}$ – допускаемый угол крена здания на воде при смещении людей к краю платформы-основания; G – масса здания на воде.

Кренящий момент от скопления пассажиров у одного края платформы-основания рассчитывается по формуле, представленной в [7, 8]:

$$M_P = gPy, \quad (20)$$

где P – общая масса максимально разрешенного числа людей на борту, при средней массе одного человека принятой 75 кг; y – поперечное отстояние

центра тяжести общей массы людей от центра тяжести здания в направлении длинной стороны.

Угол крена судна при смещении людей к одному борту не должен превышать значения, определяемого по формуле [7]:

$$\theta_{0(R)} = 10 + \frac{(24-l)^3}{600}. \quad (21)$$

Из (19) было получено выражение для проверки величины угла крена от скопления людей на одном борту:

$$\sin \theta_0 = \frac{M_P}{Ggh_0} \leq \sin \theta_{0(R)}. \quad (22)$$

Проверка величины угла крена от скопления людей на одном борту выполняется путем подстановки в (22) фактических значений начальной метацентрической высоты, массы здания на воде и кренящего момента от скопления людей на краю плавучей платформы-основания.

Выводы

На основе анализа действующих в отраслях строительства и судостроения нормативно-технических документов определены критерии обеспечения безопасной эксплуатации малоэтажных жилых зданий на воде. Разработан метод определения технико-эксплуатационных параметров малоэтажных жилых зданий на воде, который учитывает требования Регистра судоходства Украины. По результатам анализа подходов к определению ветровой нагрузки по нормам Регистра судоходства Украины и ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия» установлено, что при расчетах устойчивости более обоснованным является применение значений ветровой нагрузки в соответствии со строительными нормами.

<http://www.seychas.ua/money/2007/8/22/articles/49338.htm>. – Загл. с экрана.

Bungalo po-ukrainski [Bungalows in Ukrainian]. Available at: <http://www.seychas.ua/money/2007/8/22/articles/49338.htm>.

4. Дом на воде [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.domnavode.ru/>. – Загл. с экрана.

Dom na vode [A house on the water]. Available at: <http://www.domnavode.ru/>.

5. Мишутин Н. В. Железобетонные плавучие сооружения и перспективы их использования / Н. В. Мишутин, А. В. Мишутин // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - Одеса, 2002. – Вип. 6. - С. 181-186.

Mishutin N.V. Mishutin A. V. Zhelezobetonnyye plavuchie sooruzheniya i perspektivy ih ispolzovaniya [Reinforced concrete floating structures an perspectives of their application] *Visnyk Odeskoi derjavnoi akademii budivnyctva ta arkhitektury* [Bulletin of Odeska State Academy of Civil Engineering and

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Бекенский Б. В. Практические расчеты мореходных качеств судна / Б. В. Бекенский. - М. : Транспорт, 1974. - 264 с. : ил.

Bekenskiy B. V. Prakticheskie raschety morekhodnykh kachestv sudna [Practical calculations of seagoing qualities of ship]. Moscow, Transport, 1974. 264 p.

2. Благовещенский С. Н. Справочник по статике и динамике корабля : в 2-х т. / С. Н. Благовещенский, А. Н. Холодилин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Судостроение, 1976.

Blagoveschenskiy S. N. Spravochnik po statike i dinamike korablya [Statics and dynamics of ship handbook]. Leningrad, Sudostroyeniye, 1976.

3. Бунгало по-украински [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

Architecture], 2002, issue 6, pp. 181 – 186.

6. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования : ДБН В.1.2-2:2006 - ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Минстрой Украины, 2006. – 78 с. – (Національні стандарти України).

DBN V.1.2-2:2006 Nagruzki i vozdeystviya. Normy proektirovaniya [State Building Code V.1.2-2:2006 Loads and impacts. Norms of design]. Kyiv, Minstroy Ukrainy, 2006. 9 p.

7. Правила постройки и классификации малых судов : в 4-х т. – К. : Регистр судоходства Украины, 2007.

Pravila postroyki i klassifitsiyi malykh sudov [Rules of construction and classification of small ships]. Kyiv, Registr sudohodstva Ukrainy, 2007.

8. Правила постройки и классификации судов внутреннего плавания: в 4-х т. – К.: Регистр судоходства Украины, 2006.

Pravila postroyki i klassifitsiyi sudov vnutrennego plavaniya [Rules of construction and classification of small ships]. Kyiv, Registr sudohodstva Ukrainy, 2006.

9. Статика корабля : уч. пособие / Р. В. Борисов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Судостроение, 2005. – 256 с., ил.

Borisov R.V. Statika korablya: uch. Posobiye [Ship statics: tutorial]. St. Petersburg, Sudostroyenie, 2005. 256 p.

10. Строительство домов на воде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.floating-house.com.ua. – Загл. С экрана.

Stroitelstvo domov na vode [Construction of floating buildings] Available at: www.floating-house.com.ua.

11. Design Studies on Flood-Proof House / D. Han [a. oth.]. – Bristol, 2007. – 37 p.

<http://www.architecture.com/files/ribaprofessionalservices/competitionsoffice/resultsbooklets/norwichunionfloodproofhouseofthefuture.pdf>

12. Koekoek M. Connecting Modular Floating Structures: A General Survey and Structural Design of a Modular Floating Pavilion: Master Thesis / M. Koekoek. – Delft University of Technology: Netherlands, 2010. – 173 p.

<http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid:33b59201-1718-4dda-98f8-ee16d5b7c023>.

13. **Patrick Y.** Development of integrated floating house conceptual model for flood prone area in Malaysia : NOAH project, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia, 2012.

<http://eprints.utm.my/9432/>

Статья рекомендована к публикации д-ром.техн.наук, проф. Н. В. Савицким (Украина); д-ром.техн.наук, проф. В. В. Данишевским (Украина)

Статья поступила в редколлегию 11.08.2015