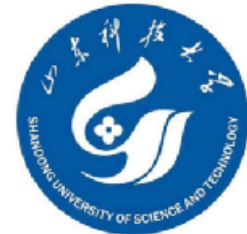


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
ШАНЬДУНСЬКИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ ГІДРОМЕХАНІКИ НАН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ



**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ, ПОБУДОВИ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ І
РЕМОНТУ СУДЕН, МОРСЬКИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД**

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

17 – 18 травня 2023 р.

МАТЕРІАЛИ

Миколаїв 2023

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
ADMIRAL MAKAROV NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDING
SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (CHINA)
MARINE ENGINEERING BUREAU
NATIONAL UNIVERSITY "ODESSA MARITIME ACADEMY"
ODESSA NATIONAL MARITIME UNIVERSITY
INSTITUTE OF HYDROMECHANIC OF NAS UKRAINE
THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE



**MODERN TECHNOLOGIES OF DESIGN, CONSTRUCTION,
OPERATION AND REPAIR OF SHIPS, MARINE FACILITIES AND
ENGINEERING STRUCTURES**

**ALL - UKRAINIAN SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION**

On the 17th – 18th of May, 2023

CONFERENCE PROCEEDINGS

Mykolaiv
2023

УДК 629.5.01
ББК 39.42-08
С 89

ОРГАНІЗАТОРИ

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Шаньдунський науково-технічний університет
Морське інженерне бюро
Національний університет «Одеська національна академія»
Одеський національний морський університет
Інститут гідромеханіки НАН України
Національна академія наук України

**Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами
Претензії до організаторів не приймаються**

Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2023. – 167 с.

ISBN 978-617-8355-00-5

У збірнику подані матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд».

Розглянуті питання побудови, проектування та експлуатації суден, конструювання, міцності та надійності, технології побудови, реновації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд, морських технологій та океанотехніки, інформаційні технології в інженерії.

Збірник може бути корисним для наукових співробітників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 629.5.01
ББК 39.42-08

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2023

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ НУК

Голова: Бондаренко О.В. – к.т.н., проф., Xinghua Zhou – проф., Libin Du – проф.

Заступники голови: Некрасов В.О. — д.т.н., проф., Hongyu Li – доц., Shengli Wang – доц.

Вчений секретар: Савенков О.І. – нач. НДЧ, Астахова А.О. – асистент кафедри ТПС

Члени організаційного комітету:

Давидов І.П. – к.т.н., доц. (UA)

Демидюк О.В. – к.т.н., доц. (UA)

Єгоров О.Г. – к.т.н. (UA)

Зайцев В.В. – д.т.н., проф. (UA)

Зайцев Вал. В. – д.т.н., доц. (UA)

Король Ю.М. – к.т.н., проф. (UA)

Коростильов Л.І. – д.т.н., проф. (UA)

Тимченко В.Л. – д.т.н., проф. (UA)

Трохименко Г.Г. – д.т.н., проф. (UA)

Щедролосєв О.В. – д.т.н., проф. (UA)

Xiushan Lu – проф.

Wenhong Li – проф.

Zhihao Yu – доц.

Xin Su – доц.

Zhengbao li – доц.

Jing Lv – доц.

Zongsheng Wang – доц.

Jie Liu – д.т.н.

Lei Lin – д.т.н.

Weizhuang Ma – д.т.н.

Organizing committee

Chairman: Bondarenko O. – Ph.D., Professor, Xinghua Zhou – Professor, Libin Du – Professor.

Deputy Chairman: Niekasov V. — Dr. of Eng. Sc., Professor, Hongyu Li – Associate Professor, Shengli Wang – Associate Professor.

Scientific Secretary: Savenkov O., Astakhova A.

Members of the Organizing Committee:

- Davydov I. – Ph.D., Associate Professor (UA)
- Demydiuk O. – Ph.D., Associate Professor (UA)
- Yehorov O. – Ph.D. (UA)
- Zaitsev V. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)
- Zaitsev Val. – Dr. of Eng. Sc., Associate Prof. (UA)
- Korol Y. – Ph.D., Professor (UA)
- Korostylov L. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)
- Tymchenko V. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)
- Trokhymenko G. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)
- Shchedrolosiev O. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)
- Xiushan Lu – Professor (CN)
- Wenhong Li – Professor (CN)
- Zhihao Yu – Associate Professor (CN)
- Xin Su – Associate Professor (CN)
- Zhengbao li – Associate Professor (CN)
- Jing Lv – Associate Professor (CN)
- Zongsheng Wang – Associate Professor (CN)
- Jie Liu – Dr. of Eng. Sc. (CN)
- Lei Lin – Dr. of Eng. Sc. (CN)
- Weizhuang Ma – Dr. of Eng. Sc. (CN)

- [31] Palumbo, D.; Galietti, U. (2014). Characterisation of Steel Welded Joints by Infrared Thermographic Methods. *Quant. InfraRed Thermogr. J.*, 11, 29–42.
- [32] Aprianur Fajri, Aditya Rio Prabowo, and Nurul Muhayat. (2022). Assessment of ship structure under fatigue loading: FE benchmarking and extended performance analysis. Department of Mechanical Engineering, Universitas Sebelas Maret, Ir. Sutami Street 36A, Surakarta, Central Java 57126, Indonesia, 163-186.
- [33] Ahmet Tasdemir, Serkan Nohut, (2012). Fatigue analysis of ship structures with hinged deck design by finite element method. A case study: Fatigue analysis of the primary supporting members of 4900 PCTC. 1-12.
- [34] [K. Chakarov](#), [Y. Garbatov](#), [C. Soares](#), (2008). Fatigue analysis of ship deck structure accounting for imperfections.
- [35] [Yingguang Wang](#). (Published 1 February 2010). Spectral fatigue analysis of a ship structural detail – A practical case study. *Physics. International Journal of Fatigue*.
- [36] [K. Gotoh](#), [Y. Nagata](#), [M. Toyosada](#), (2006). A simple estimation method of the stress distribution normal to cross section at weld toe in non-load carrying welded joints.
- [37] W. Fricke, A. Kahl, (2005). Comparison of different structural stress approaches for fatigue assessment of welded ship structures.
- [38] W. Fricke, H. Paetzold, (2010). Full-scale fatigue tests of ship structures to validate the S–N approaches for fatigue strength assessment.
- [39] Indian Register of Shipping, (2021). Guidelines on Fatigue Design Assessment of Ship Structures.

Leontyy Korostilyov, Dmytro Lytvynenko, Olena Zolotar

Analysis of existing approaches to solving the problem of fatigue strength of vessels and their verification

Annotation. *The analysis of the problem of fatigue strength of ship hull structures and existing approaches to solving this problem is carried out. The methods are considered and the reasons for the insufficiently accurate assessment of fatigue strength are highlighted. Disadvantages and advantages of the main calculation methods are presented.*

Keywords: *fatigue strength; fatigue destruction; cyclic load; prediction of destruction; welded joint; calculation of fatigue; finite element method.*

УДК 629.5

**STUDY OF INFLUENCE OF THE THICKNESS IN THE STRESS RAISER
OF THE SHIP STRUCTURE ASSEMBLY IN PLASTIC STAGE**

Sokov Valerii. M., senior lecturer of the Department of Structural Mechanics and Ship
Construction

Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Nikolaev, Ukraine

valera.sokov@gmail.com

Annotation. *There are presented investigations of influence of thickness for static and cyclic elastic-plastic strains in the stress raiser of a web for the typical ship beam-web with*

bend of axis without a free flange. The material is ideally elastic-plastic. It was proved and confirmed that this problem can't be considered to be plane, but there is transition from plane deformation to plane stress state as plastic zone grows under monotonic increase of external load.

Keywords: plasticity, elastic-plastic deformation, ideally elastic-plastic body.

Introduction. In ship hull constructions there are beams with bend of axis without a free flange, which may be attached to the top curvilinear/broken edge (fig. 1).

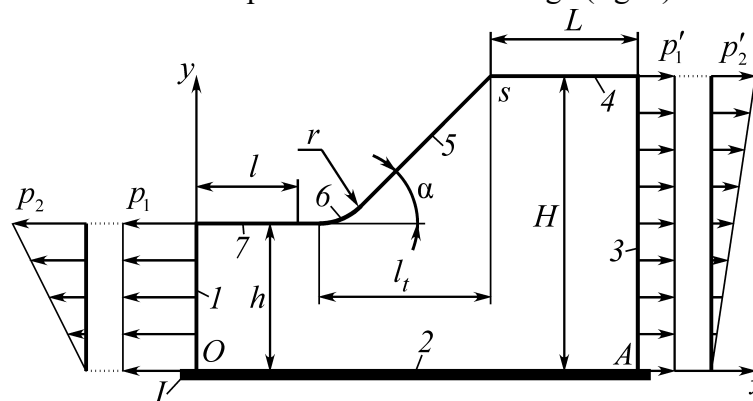


Figure 1. General view of a beam with break of web without a free flange

Such beams are affected by the axial loading p_1 , caused by common bending of a ship hull and bending loadings p_2 , caused by local deformation of grillage. Results of previous investigations are presented in [1, 2, 3]. In [1, 2] there are discussed elastic-plastic deformations of this beam-web (fig. 1) under static load and appropriate relations are offered depending on geometry and magnitude of external load. In [3] the dependencies for cyclic elastic-plastic strains in the stress raiser are presented on basis of relations published in [1, 2]. But in [1, 2, 3] and other publications there are no discussions about influence of thickness s of plate of the investigated assembly (fig. 1). Serial calculations in [2] were provided for relative thickness $s = h/20$. Such thickness provide mostly plane stress state relatively plastic zone under moderate external load. But further investigations showed complex influence of the thickness s for a magnitude of elastic-plastic strains (both static and cyclic). Thus elastic-plastic behavior in the stress raiser 6 under cyclic loading applied to edge 1 (fig. 1) is interesting. Overview of publications showed that this problem is not investigated systematically.

In this work there is offered some overview in investigation of influence of thickness s for elastic-plastic strains under cyclic symmetric external loading $p = p_1$.

Main part. The calculations with aim to ascertain the influence of the thickness s for the range of elastic-plastic strains were produced with the use of the program that realize the finite element method (FEM) developed by the author using the programming language C++. There was applied plastic flow model in the frame of FEM for ideal elastic-plastic material. The particulars of the model were explained in [1, 2]. Soft cyclic loading was realized.

On the fig. 2, 3 there are presented typical graphs which show dynamic of change of s (relative s/h) under different parameters. Results shown on the figures 2, 3 were obtained for the web with parameters: $H/h = 1,6$; $r/h = 0,05$; $\alpha = 45^\circ$; material of the web is steel "CT3" with yield limit $\sigma_s = 235$ MPa and modulus of elasticity $E = 2 \cdot 10^{11}$ MPa. On the figures 2, 3 ε_i is the range of

equivalent elastic-plastic strains (on Mises) obtained in the stress raiser 6 (fig. 1) under cyclic symmetrical load of p_1 .

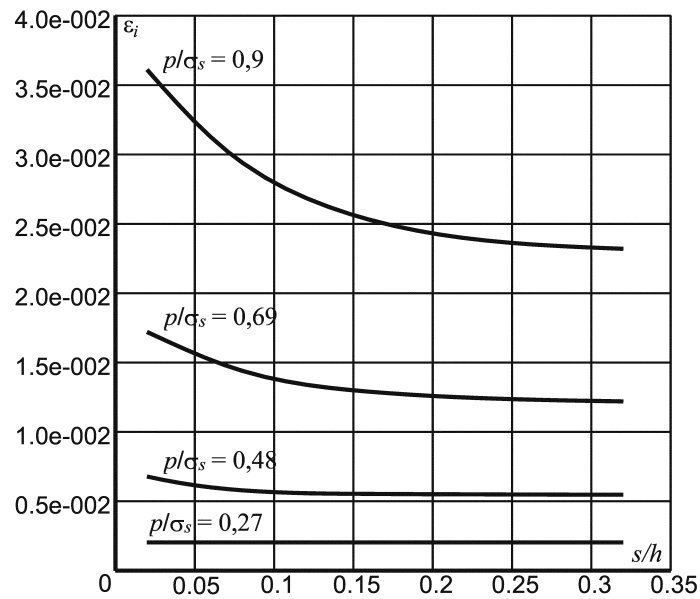


Figure 2 – The influence of the relative thickness s/h for the range of cyclic elastic-plastic strains ε_i for different levels of the external cyclic loading p/σ_s

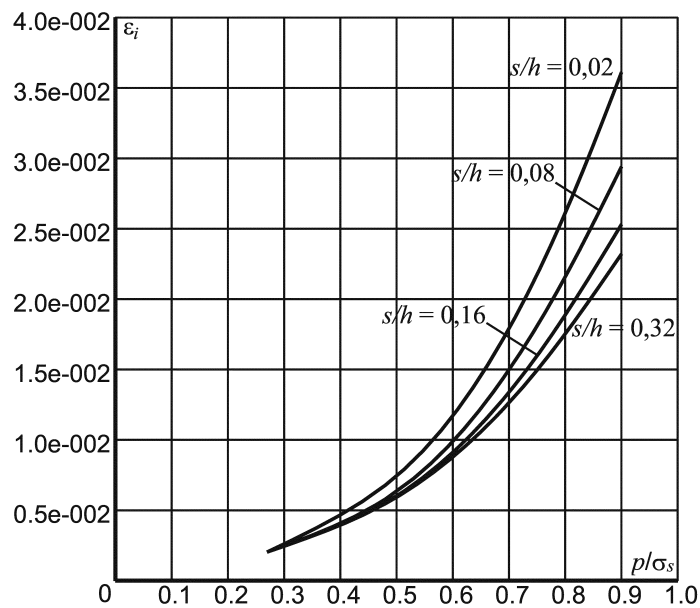


Figure 3 – The influence of the external cyclic loading p/σ_s for the range of cyclic elastic-plastic strains ε_i for different relative thickness s/h

Analyzing graphs on the figures 2 and 3 it is possible to tell next. It was clarified that the influence of the thickness s for elastic-plastic strains ε_i grows as relative load p/σ_s (where σ_s – yield limit) increases. Successive decreasing of s cause increasing of range of elastic-plastic strains ε_i for the same value of fixed load p/σ_s . For the extremal load $p/\sigma_s = 0.9$ successive decreasing of the thickness s from $s/h = 0.32$ to $s/h = 0.02$ (in 16 times) cause enlarging of the range ε_i on 50 ÷ 60% (in about 1.5 ÷ 1.6 times). For the thickness $s/h = 0.02$ the increasing of the load p/σ_s from 0.27 to 0.9 (i.e. in three times) cause enlarge of elastic-plastic strains ε_i in almost 17÷20 times (fig. 2). But for the thickness $s/h = 0.32$ (i.e. in 16 times more than for the first thickness) the same change of

external load cause enlarge of elastic-plastic strains ε_i in only about 10 times. Successive increasing of s/h mitigates the influence of load p/σ_s for the range ε_i . The upper bound of the thickness s/h or s , when it don't affect for the elastic-plastic strains ε_i depends on parameters H/h , r/h , α and p/σ_s . Thus all these parameters are mutually connected with each other. For too thick web, when there is no influence of the s/h the magnitudes of ε_i are the least from all possible, which cause underestimation. Application of plane 2D problem for elastic-plastic calculations causes overestimation in determination of ε_i . Moreover plane problem doesn't consider all the components of the stress and strain tensors.

One of particulars of the parameter s is that it doesn't influence for elastic strain-stress state (SSS) but affect for the elastic-plastic SSS. The thickness s doesn't affect for the value of the elastic/theoretical stress factor at notch δ (fig. 1).

In [4] experimental study of plastic zones in plates with cracks showed that form of plastic zones in process of its growth under successive increasing external load depends on a plate thickness. Stress raisers like δ on the fig. 1 can be considered as zero length cracks. The direction of initial propagation of such "zero" cracks is perpendicular to an edge in point where maximum elastic stresses act. At initial growth of plastic zone at notch/crack, when characteristic sizes of plastic zone are less than plate thickness, the process of elastic-plastic deformation is 3D volumetric. For this case plastic zone expands along crack. But when the sizes of plastic zone are commensurate with web thickness there is change of the mechanism of development of plastic zone. There is plane stress state relatively plastic zone. Thus in [4] it was concluded that there is transition from plain *deformation/strain* state to plane *stress* state in development of plastic zones. There are indirect proofs that stabilization of influence of thickness s for elastic-plastic strains ε_i is connected with above described process. The less thickness s the faster/earlier transition from plane *strain* (volumetric) state to plane *stress* state takes place. For example for the thickness $s/h = 0,32$ and for the load $p/\sigma_s = 0,27$ (fig. 1) there is no influence of the s/h for magnitude of ε_i , because the sizes of plastic zone (not showed here) are always less that the thickness s/h , that's why there is no transition from plane *strain* (volumetric) state to plane *stress* state. But ship hull structures are mostly thin-walled, so the influence of s/h for the development/growth of plastic zones and for cyclic elastic-plastic strains ε_i has to be taken into account. Direct consideration of s/h will cause huge enlarging of laboriousness of serial calculations. Thus there is unsolved problem of searching of the ways how to consider the influence of s/h on ε_i .

Conclusions. It was clarified that the thickness of web s influence for elastic-plastic state in the stress raiser δ (fig. 1). Decreasing of the thickness s/h cause increasing of magnitude of elastic-plastic (cyclic and static) strains ε_i for the same fixed level of the external load. The influence of the thickness s for elastic-plastic strains ε_i grows as external load p increases. Increasing of s/h mitigates the influence of load p/σ_s for the range ε_i .

REFERENCES

- [1]. Соков В. М. (2021). Пружно-пластичні деформації в осередку концентрації напружень балки-стілки зі зломом осі. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції (Миколаїв, 30 вересня-01 жовтня 2021 р.). Миколаїв : НУК, 2021. С. 86 – 89.

- [2]. Соков В.М. (2021). Пружно-пластичне деформування стінки балки зі зломом кромки. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Одеса: «Гельветика», 2021. Том 32 (71) № 4. С. 13–23.
- [3]. Sokov V.M. (2022). Cyclic elastic-plastic deformation in the stress raiser of the beam-web with bend of edges. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції (Миколаїв, 27–28 жовтня 2022 р.). Миколаїв : НУК, 2022. С. 75 – 77.
- [4]. Партон В.З., Морозов Е.М. (1985). Механика упругопластического разрушения. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. 504 с.

Соков Валерій Миколайович

Вивчення впливу товщини в концентраторі напружень суднового конструктивного вузла в пластичній стадії

Анотація. Представлено дослідження впливу товщини на статичні та циклічні пружно-пластичні деформації в концентраторі напружень стінки типової суднової балки-стінки зі зломом осі без вільного фланця. Матеріал балки ідеально пружно-пластичний. Було доведено та підтверджено що ця задача не може бути плоскою, але має місце переходу від плоскої деформації до плоского напруженого стану по мірі росту пластичної зони при дії монотонно зростаючого зовнішнього навантаження.

Ключові слова: пластичність, пружно-пластичні деформації, ідеально пружно-пластичне тіло.

УДК 629.5.015.4:539.431

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КОНСТРУКТИВНОГО ВУЗЛА
СУХОВАНТАЖНОГО СУДНА, З ВРАХУВАННЯМ ПРОСТОРОВОГО
ДЕФОРУВАННЯ ВІДСІКУ**

Литвиненко Д. Ю., к.т.н.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

dmytro.lytvynenko@nuos.edu.ua

Анотація. Розроблено 3-вимірну каркасну модель відсіку судна-суховантажника та відповідну стресневу скінченно-елементну модель. Виконано розрахунок навантажень на вісік із експлуатаційною забезпеченістю. Виконано оцінку втомної міцності вузла перетину конструкцій борту та подвійного дна суховантажного судна із врахуванням просторового деформування відсіку. Виконано розрахунок того ж вузла на втому з використанням ізольованої 2-вимірної моделі перекриття. Проведено порівняльний аналіз результатів.

Ключові слова: втомна міцність; довговічність; конструктивний вузол; 3-вимірний каркасна модель; скінченно-елементний аналіз

Вступ. Вузол перетину конструкцій борту та подвійного дна може бути критичною областю з точки зору утворення втомних тріщин, як це показано у роботі [1] для судна-

наукове видання

**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ, ПОБУДОВИ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ І
РЕМОНТУ СУДЕН, МОРСЬКИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД**

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ З МІЖНАРОДНОЮ
УЧАСТЮ**

17 – 18 травня 2023 р.

МАТЕРІАЛИ

Макетування: Астахова А.О.

Формат 60×84/8 Ум. друк. арк.13,02.
Тираж 30. Зам. № 38

Видавець і виготівник ФОП Торубара В.В.

вул. Наваринська, 5-17, м. Миколаїв, 54006
E-mail: basy1.torubara@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4626 від 09.10.2013

Scientific Publication

**MODERN TECHNOLOGIES OF DESIGN, CONSTRUCTION, OPERATION AND
REPAIR OF SHIPS, MARINE FACILITIES AND ENGINEERING STRUCTURES**

**ALL - UKRAINIAN SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE WITH
INTERNATIONAL PARTICIPATION**

On the 17th – 18th of May, 2023

CONFERENCE PROCEEDINGS

Page planning: Astakhova A.O.

Формат 60×84/8 Ум. друк. арк.13,02.

Тираж 30. Зам. № 38

Видавець і виготівник ФОП Торубара В.В.

вул. Наваринська, 5-17, м. Миколаїв, 54006

E-mail: basyl.torubara@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4626 від 09.10.2013