

*Завітаєв В.Л.*

## МЕТОДИ РОЗМІЩЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ВАНТАЖУ НА СУХОВАНТАЖНИХ СУДНАХ

Складання вантажного плану, одна з головних складових частин перевезення. Це складна робота, що вимагає знання тонкощів технології і специфічних особливостей у процесах доставляння вантажів. Необхідно врахувати всі вимоги, що пред'являються перевізнику, як наприклад: збереження вантажу; безперешкодне та безперебійне вивантаження; забезпечення нормальних техніко-експлуатаційних показників роботи судна; максимальне використання вантажомісткості і вантажопідйомності судна.

Вантажний план складається ще до початку навантаження - так званий «попередній план». У ході навантаження, іноді, від нього роблять відступ через неподання запланованого вантажу, виявлених неточностей у розрахунку, переадресування партій вантажу і т.п.. Тому, після закінчення вантажних операцій складають виконавчий вантажний план, що відповідає фактичному завантаженню. По ньому остаточно уточнюють характеристики міцності, остійності і диференту судна.

Правильно завантажити судно - означає забезпечити його безпечне плавання при одночасному максимальному економічному ефекті. Розрахунок вантажного плану - серйозна інженерна робота з великою кількістю рішень, з яких потрібно вибрати оптимальне для цих умов. При цьому саме поняття "оптимальне" не завжди може бути однозначним. У одному випадку - це якнайповніше використання вантажопідйомності або вантажомісткості судна, в іншому - отримання максимального доходу, в третьому - збереження судном таких- або заздалегідь заданих характеристик морехідних якостей і ін. Виробити і рекомендувати усі можливі на практиці способи досягнення оптимального завантаження судна неможливо. Численність конструктивних типів транспортних суден, широка номенклатура вантажів, що перевозяться, і нескінченна кількість можливих їх поєднань, різноманітність напрямів і умов перевезень вимагають творчого підходу до складання вантажного плану в кожному конкретному рейсі.

Вантажний план для суховантажного судна найчастіше виконують у вигляді схематичного вертикального розрізу по діаметральній площині.

**Ключові слова:** безпека судна, вантажний план, графічне зображення, максимальне розміщення вантажів, ефективність, критерії остійності судна.

### **Постановка проблеми.**

Питання теорії та практики розміщення вантажів при складанні вантажного плану отримали розвиток в наукових працях вчених Аксютіна Л. Р. [1], Снопкова В.І. [2], В.Д. Савчука [4], В.Н.Лебедева [5], та ін. Аналіз сучасних підходів щодо графічного розміщення вантажів при складанні вантажного плану визначив проблему, пов'язану з відсутністю більш наглядного схематичного вертикального розрізу по діаметральній площині судна, що потребує подальшого дослідження. Стаття складена на основі джерел і цитат відповідних публікацій.

**Актуальність статті.** Аналіз показує, що при складанні вантажного плану не використовувалася попередня оцінка можливостей розміщення максимальної кількості вантажів, яке може прийняти судно для ефективного використання вантажопідйомності і

вантажомісткості. Розміщення вантажів на схемі вертикального розрізу робилося із застосуванням аналітичних розрахунків шляхом підбору різних варіантів і займало багато часу. Не використовувалися наближені і скорочені методи.

Якщо відсутності відповідні програми, дана методика важлива для скорочення часу проведення ручних розрахунків при складанні вантажних планів. Вона присвячена вирішенню питань, пов'язаних з практичною оцінкою максимальної кількості розміщення різних видів вантажів в суховантажних судах.

**Мета статті.** Метою методики є використання графічних методів для визначення наближено максимального розміщення в судні і окремо в вантажних приміщеннях різних видів вантажів і з різними питомими навантажувальними об'ємами вантажу для забезпечення ефективної експлуатаційної дієвості.

Метою методики є максимальне використання вантажопідйомності і вантажомісткості суховантажних суден в короткий час і з мінімальною витратою часу наочне.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Найбільш важливий етап складання вантажного плану полягає в розподілі вантажів між різними вантажними приміщеннями судна, для чого вивчають і враховують усі фізико-механічні, хімічні і інші властивості вантажів. Правильний розподіл вантажів по трюмах впливає не лише на їх збереження, але і на безпеку плавання судна.

Розміщення вантажів на судні повинно забезпечувати виконання таких основних умов:

1. Створення можливості безперешкодного вивантаження і навантаження в проміжних портах заходу.
2. Виключення можливості псування вантажів від їх шкідливого взаємного впливу (дія вологи, пилу, запахів, виникнення різних хімічних процесів та ін.), а також пошкодження нижніх шарів вантажу від тяжкості верхніх.
3. Виключення змішування вантажів з різних коносаментних партій.
4. Забезпечення прийому на борт цілого числа коносаментних партій.
5. Збереження властивостей вантажів при спільному їх перевезенні та місцевої міцності корпусу.
6. Забезпечення максимальної продуктивності праці при вантажних операціях.
7. Забезпечення під час переходу оптимального (або принаймні близького до нього) диференту судна.
8. Гарантія, що на всіх етапах рейсу остійність судна не стане нижче меж, передбачених нормативними вимогами Регістру судноплавства; одночасно має бути виключено і виникнення надмірної остійності.
9. Максимальне використання вантажопідйомності і вантажомісткості судна (в залежності від того, яка із зазначених величин буде лімітованою).

Встановлена практика звичайної послідовності операцій при розрахунку завантаження судна наступна:

1. Визначення загальної кількості вантажу, що може бути прийнято до перевезення в даному рейсі;
2. Підбір вантажів, виходячи з умов повного використання вантажопідйомності судна або його вантажомісткості або отримання максимального фрахту;
3. Розподіл навантаження по вантажних відсіках, з урахуванням необхідності забезпечення міцності корпусу (під вантажним відсіком розуміється трюм плюс твіндеки над ним);
4. Розміщення у вантажних приміщеннях вантажів у залежності від можливості їх спільного перевезення і забезпечення схоронності, а також послідовності вивантаження в

проміжних портах;

5. Визначення, виправлення і перевірка диференту;

6. Визначення, виправлення і перевірка остійності.

Вантажний план для суховантажного судна найчастіше виконують у вигляді схематичного вертикального розрізу по діаметральній площині.

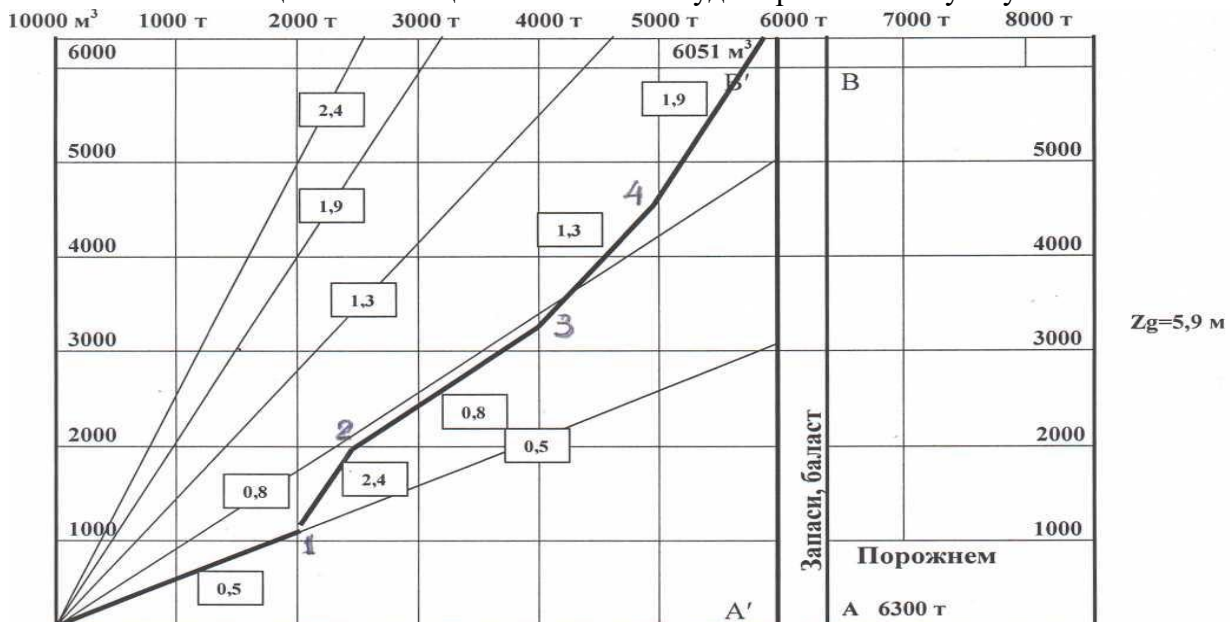
Для прискорення процесу складання вантажного плану пропонується застосовувати графічний і аналітичний методи визначення кількості вантажу, що може прийняти судно. Для цього потрібно скласти схему вертикального розрізу судна із зазначенням загальної вантажопідйомності і вантажомісткості, окремо по зерновій і кіповій місткості, а також вантажопідйомності порожнього судна і всіх запасів, разом з баластом.

Визначення кількості однорідного вантажу графічним способом при завантаженні судна, наприклад, пр.17620 типу «Буг», не складає труднощів і рекомендується виконувати у такій послідовності (див. таблиця 1): будуються осі координат; на вісі абсцис відкладається вантажопідйомність судна; на вісі ординат – кіпова вантажомісткість  $V$  (до  $6051 \text{ м}^3$ ); будуються промені за рівнянням  $V = \omega D$  з кутовими коефіцієнтами у порядку зростання  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ , що відповідають питомим навантажувальним об'ємам вантажів.

Якщо, наприклад, на судно необхідно набрати одного вигляду вантажу з питомим навантажувальним об'ємом вантажу  $0,5 \text{ м}^3/\text{т}$ , то на вертикальному розрізі судна (таблиця 1) при повному заповненні вантажних трюмів об'єм займаний вантажем складатиме близько  $3000 \text{ м}^3$ , а це означає, що є вільні простори у вантажних трюмах і потрібно сепарацію для виключення зміщення вантажу; для вантажу з питомим навантажувальним об'ємом вантажу  $1,3 \text{ м}^3/\text{т}$  кількість вантажу, що приймається, складатиме близько  $4600 \text{ т}$ . Такі об'єми і кількість вантажу, що приймається, можна отримати і аналітичним шляхом.

Якщо потрібно завантажити на судно кілька видів вантажів з різними питомими навантажувальними об'ємами рекомендується використовувати нижче описану методику і у такій послідовності (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Розміщення вантажів в судні пр. 17620 типу «Буг»



Будуються вісі координат, на вісі абсцис відкладається вантажопідйомність судна, на вісі ординат – кіпова вантажомісткість; також будуються промені за рівнянням  $V = \omega D$  з кутовими коефіцієнтами у порядку зростання  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ , що відповідають питомим навантажувальним об'ємам обов'язкових вантажів.

Будуються промені за рівнянням  $V = \omega D_{\phi}$  з кутовими коефіцієнтами у порядку зростання  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ , що відповідають питомим навантажувальним об'ємам вантажів; будуються промені  $\omega$  вантажів, з використанням  $V = D\omega$  або  $D = V/\omega$ .

У подальшому, паралельно осі ординат від вектора АВ, який відповідає дедвейту судна, в напрямку початку координат відкладається вісь А'В', яка відповідає вантажомісткості запасів і баласту (т). Надалі будується ламана лінія завантаження судна у наступній послідовності.

Наприклад, на промені із мінімальним  $\omega_1 = 0,5 \text{ т/м}^3$  в кількості 2000 т відмічається точка 1, з координатами  $(D_1, V_1)$  вантажу із  $\omega_1$ ; із точки 1, паралельно променю  $\omega_n = 2,4 \text{ т/м}^3$  в кількості 500 т будується вектор 1-2 із проєкціями  $D_{n1}$  і  $V_{n1}$ , що відповідають вантажу із  $\omega_n$ ; із точки 2, паралельно променю  $\omega_2$  будується вектор 2-3 із проєкціями  $D_{\phi 2}$  і  $V_2$ , що відповідають вантажу із  $\omega_2 = 1,9 \text{ т/м}^3$  в кількості 1500 т; із точки 3, паралельно променю  $\omega_{n-1}$  будується вектор 3-4 із проєкціями  $D_{n-1}$  і  $V_{n-1}$ , що відповідають вантажу  $\omega_{n-1} = 1,3 \text{ т/м}^3$  в кількості 1000 т.; із точки 4, паралельно променю  $\omega_{n-1}$  будується вектор 4-5 із проєкціями  $D_{n-1}$  і  $V_{n-1}$ , що відповідають вантажу із  $\omega_{n-1} = 1,3 \text{ т/м}^3$  в кількості рівної  $(5800 \text{ т} - 2000 \text{ т} - 500 \text{ т} - 1500 \text{ т} - 1000 \text{ т} = 800 \text{ т})$ .

Кінцева точка побудованої ламаної повинна мати координати  $D, V$  завантаження судна.

Для факультативних (необов'язкових) вантажів графік будують у тій же послідовності підбиранням вантажу, який приймається в такій кількості, щоби крива замкнулася у верхній точці і праворуч.

При розподілі вантажу в трюми судна варто враховувати наступне: завантаження кожного трюму має бути пропорційним його вантажомісткості; при розподілі вантажів не допускається розрив коносаментної партії; дотримання сумісності вантажів з різними фізико-хімічними властивостями; за висотою вантажного відсіку необхідно укласти вантажі, у яких більша питома вантажомісткість для уникнення механічних ушкоджень легких вантажів, а вантажі з менше міцною тарою укласти поверх більше важких.

Повне укладання вантажів потрібно виконувати з дотриманням технології завантаження і урахуванням технології розвантаження та забезпечувати попередження їхнього зсуву під час хвилювання моря.

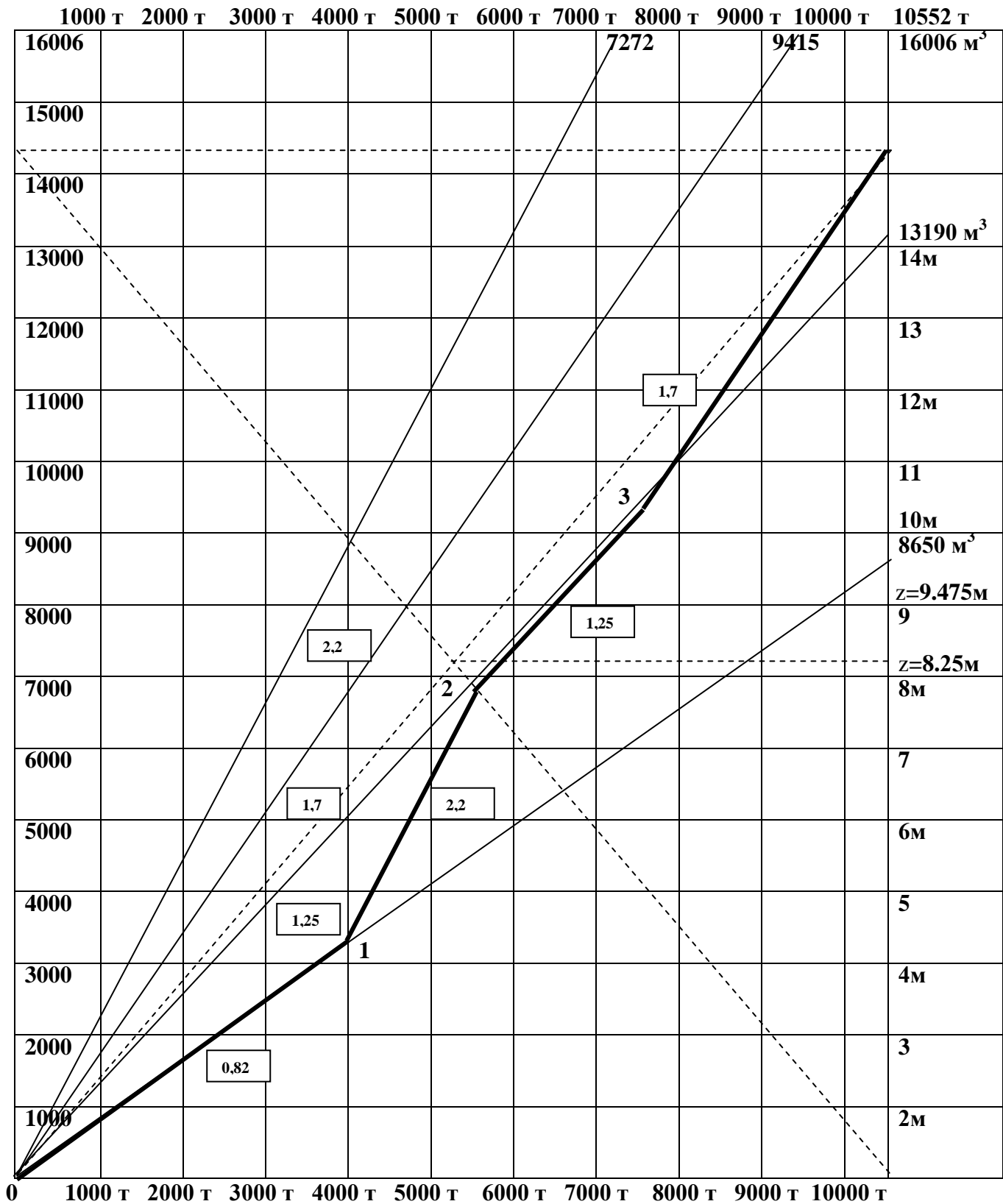
Після розміщення вантажів необхідно виконувати перевірку вантажопідйомності і вантажомісткості судна аналітичним шляхом, з метою їх не перевищення.

Після розміщення вантажів в цілому за такою ж схемою розподіляють вантаж по трюмах.

У разі наявності великої кількості дрібних партій вантажу його координати усередині судна можна визначити з креслення судна перетинами по ватерлініях (приблизно через метр), по шпангоутах (по шпаціях), а також по батоксах (приблизно через метр). У цьому випадку кожна партія вантажу може бути точно позначена номером ватерлінії, батокса і шпангоута.

В таблиці 2 наведено приклад будови графіку розміщення вантажів в трюмі судна, на якому зображені вектори 4-х різних вантажів з питомими навантажувальними об'ємами, відповідно, паркет -  $\omega = 0,82 \text{ м}^3/\text{т}$ , консерви -  $\omega = 1,25 \text{ м}^3/\text{т}$ , вино в пляшках -  $\omega = 1,7 \text{ м}^3/\text{т}$  і фанера -  $\omega = 2,2 \text{ м}^3/\text{т}$ .

Таблиця 2 – Розміщення вантажів в трюмі судна



Для визначення початкової остійності необхідно вантаж розміщувати по трюмах і визначати їх центр тяжіння від основної лінії на перетині діагоналей (точка  $Z_g=8,25$  в табл.2).

Використовуючи інформацію про остійність судна за осадкою при заданому навантаженні, з урахуванням щільності води, знаходять аплікату метацентру і початкову остійність за формулою:

$$h_0 = Z_m - Z_g,$$

де  $Z_m$  – метацентр при данному навантаженні, м;

$Z_g$  – цент тяжіння судна, м.

**Висновок.** Для досягнення поставленої мети в роботі визначене наступне: предложена структура графічного зображення різних видів вантажів; впроваджена попередня послідовність розміщення на судах вантажів з різними питомими навантажувальними об'ємами; предложена, на прикладі, таблиця для графічного використання; визначена методика розміщення вантажів в ній.

Дана методика дозволить заздалегідь передбачати кількість вантажу, що може прийняти судно на борт або у вантажне приміщення. Дана методика дозволить прискорити складання вантажного плану для ефективного використання судна.

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Аксютин Л. Р.** Грузовой план судна: Учебное пособие для ВУЗов. - Одесса.: Латстар, 1999,138 с.
2. **Снопков В.И.** Технология перевозки грузов морем: Учебник для вузов. 3-е изд. Перераб. и доп. С.Петербург: НПО «Мир и семья», 2001,560 с.
3. **Г.М.Железный, А.И. Задорожный, В.Н.Щербак.** Судоводителям. Что должен знать судоводитель. Практическое пособие. Одесса. Изд-во КП ОГТ, 2005,464 с.
4. **В.Д. Савчук.** Технология перевозки грузов. ОНМА. Одесса. Учебник для вузов,2007, 354 с.
- 5.**В.Н.Лебедев.** Технология перевозок. ГУМРФ им. Адмирала С.О.Макарова , СПб. Учебник для ВУЗов, 2015, 444 с.
6. **Revision** of the Code on Intact Stability. Submitted by Germany. (MSC78/24/1) (15 December 2003) . International maritime organization. 2003. London.
- 7.**Pierrottet E. Standards** of Stability for Ships. Transactions Institution of Naval Architects. Pavonia Avenue Jersey City, NJ. 1935. Vol. 77, pp. 208-222.

## REFERENCES

1. **Aksutin L.R.** Freight plan of ship: train aid for Institutions of higher learning. Odesa.: Latstar, 1999,138 p.
2. **Snopkov V.I.** Technology of transportation of loads a sea: Textbook for institutions of higher learning. 3th publ. of remake and amend. S.Peterburg: SPS the "World and family", 2001, 560 p.
3. **G.M. Zhelezny, A.I. Zadorozhny, V.N.Therbak.** To the navigators. What a navigator must know. Practical manual. Odesa. Publishing house of KP OGT, 2005. 464 p. with silt.
4. **V.D. Savchuk.** Technology of transportation of loads. ONMA.Odesa. Textbook for institutions of higher learning, 2007, 354 p.
- 5.**V.N. Lebedev.** Technology of transportations. HAMRF the name of Admiral S.O.Makarov, SPb. Textbook for Institutions of higher learning, 2015, 444 p.
6. **Revision** of the Code on Intact Stability. Submitted by Germany. (MSC78/24/1) (15 December 2003) . International maritime organization. 2003. London.
- 7.**Pierrottet E.** Standards of Stability for Ships. Transactions Institution of NavalArchitects. Pavonia Avenue Jersey City, NJ. 1935. Vol. 77, pp. 208-222.

**Zavitaev V.L.**

**METHODS OF PLACING OF MAXIMAL AMOUNT OF LOAD ON DRY-CARGO SHIPS**

*Drafting freight plan, one of main component parts of transportation. It is difficult work that requires knowledge of subtleties of technology and specific features in the processes of delivery of loads. It is necessary to take into account all requirements that is produced to the ferryman, as for example: maintenance of load; unimpeded and trouble-free unloading; providing of normal technical operational indexes of work of ship; maximal use of shipload and tonnage. A freight plan is made yet to beginning of loading is the so-called "preliminary plan". During loading, sometimes, from him do retreat through backing-away of the pre-arranged load, educed inaccuracies in a calculation, readdressing of parties of load etc. Therefore, after completion of freight operations make an executive freight plan that answers the actual loading. On him finally specify descriptions of durability, oh.*

*It is correct to load a ship - means to provide his safe swimming at a simultaneous maximal economic effect. A calculation of freight plan is an engineering thoughtful piece of work with plenty of decisions from that it is needed to choose optimal for these terms. Thus self concept the "optimal" not always can be unambiguous. In one case is this most complete use of carrying capacity or shipload of ship, in other is a receipt of maximal acuests, in the third are maintenances to Produce the ship of the set descriptions of the navigated qualities of and other and recommend all possible in practice methods of achievement of the optimal loading of ship it is impossible. Great number of structural types of transport courts, wide nomenclature of loads that is transported, and endless amount of their possible combinations, the variety of directions and terms of transportations is required creative going near drafting of freight plan on every certain voyage.*

*Freight plan for a dry-cargo ship ship is mostly executed as a schematic vertical cut on a centerplane.*

**Keywords:** *safety of ship, freight plan, graphic image, maximal placing of loads, efficiency, criteria of stability of ship.*