

УДК 656.612.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОРАЗМЕРА БАРЖЕ БУКСИРНОГО СОСТАВА**Щербина О.В.****DETERMINATION OF SIZE THE TUG BARGE COMPOSITION****Shcherbina O.**

Задача эффективной работы ББС решается за счет возможности закрепления за буксиром разного количества барж в зависимости от условий плавания и технико-эксплуатационных характеристик наличного состава флота. В условиях оперирования ограниченным числом барж и буксиров для осуществления перевозок по запланированным либо прогнозируемым направлениям судоходная компания стремится извлечь максимальную прибыль за счет оптимизации соответствия комплектации ББС условиям предстоящего рейса. Качественное соотношение количества и характеристик барж и буксира в составе, обслуживающем грузопоток, определяет экономический эффект от работы ББС.

Ключевые слова: барже буксирный состав, количество элементов ББС, типоразмер

Введение. Постановка задачи и ее актуальность. Одной из основных задач эксплуатации судов по внутренним водным путям является получение максимального экономического эффекта от перевозок грузов. Одним из направлений решения поставленной задачи является оптимизация технико-эксплуатационных характеристик (ТЭХ) судна условиям плавания. Наилучшим образом адаптироваться переменным эксплуатационным условиям позволяет конструкция барже буксирных судов (ББС). Известно, что работа ББС предполагает комбинацию буксира и одной либо нескольких барж, определяющую типоразмер состава. ББС отличаются различным тяговым усилием буксиров, количеством и грузоподъемностью барж, способом и схемой их счала. Следует учитывать, что комплект может состоять из барж, отличающихся по ТЭХ.

Каждому типоразмеру состава соответствует свои габаритные характеристики, скорость следования, время формирования и расформирования состава и др., что оказывает влияние на эффективность организации их работы на разных линиях.

Во многих работах посвященных организации работы ББС, среди общих вопросов изложены методики расчета потребного тоннажа при расстановке судов для работы на направлениях. Однако не до-

статочно уделено внимание определению потребности в составных элементах ББС при организации их работы на линиях. Повышение в последние годы спроса на мировом рынке на суда такого типа предопределяет актуальность рассматриваемой задачи.

Целью статьи является распределение наличного флота барж и буксиров для обеспечения эффективности их работы.

Изложение основного материала. В работах [1 - 3] выявлены общие ограничивающие факторы, оказывающие влияние на типоразмер состава. Среди них необходимая загрузка ББС, наличный флот, путевые условия, условия управляемости составов и безопасности движения, необходимость обеспечения определенных скоростей доставки грузов, ограничивающие условия в портах при обработке судов.

В работах [4-6] предложены некоторые методы определения вариантов типоразмеров составов. Так, в работе [4] предложено для решения задачи формирования возможных типоразмеров составов и определения числа их паросочетаний применять теорию графов. Опираясь на полученные в работе [4] результатах, в работе [5] (также как и в работе [6]) авторы предлагают применить экономико-математическое моделирование с целью нахождения такого сочетания типоразмеров составов, их схем движения с применением определенного способа организации движения судов, при котором достигается оптимум принятого критерия оптимальности. Однако, предложенная методика не в достаточной мере учитывает ограничения, оказывающие влияние на выбор и обоснование типоразмера состава, для работы на линии. В качестве альтернативы теории графов при определении типоразмеров составов предлагается следующая последовательность:

Этап 1. Определение всех возможных комбинации буксиров и барж из наличного либо возможного состава флота при помощи экономико-математической модели (5 - 10).

Этап 2. Обоснование выбора типа ББС для работы по схеме при помощи экономико-математической модели по критерию оптимальности.

Этап 3. Формирование потребного парка ББС с учетом их оборота.

Как известно, число барж типа j в составе воза влияет на регистровую грузоподъемность ББС типа z ($Dч_p^z$) и зависит не столько от их наличного состава (N_j) и регистровой грузоподъемности ($Dч_j^z$), сколько от максимально допустимой грузоподъемности ББС при работе на схеме ℓ , исходя из ограничений на трассе ($Dч_{max}_\ell$) и мощности энергетической установки тяги типа i (N_i^e).

Если максимально допустимая грузоподъемность ББС при работе на схеме ℓ , исходя из ограничений на трассе, объявляется заранее соответствующими компетентными службами либо определяется опытным путем, то прямая зависимость регистровой грузоподъемности ББС от мощности СЭУ тяги отобразена в формуле

$$\rho_i = \frac{Dч_p^z \max}{N_i^e} \quad (i=\overline{1, I}; z = \overline{1, Z}), \quad (1)$$

где $Dч_p^z \max$ - максимальная регистровая грузоподъемность ББС типа z , т.

ρ_i - удельная нагрузка тяги (ЕМ) типа i , т/кВт;

N_i^e - мощность энергетической установки тяги типа i , кВт.

Удельная нагрузка тяги и мощность энергетической установки тяги (ЕМ) типа i указывается в ТЭХ судна либо определяется из выражения (1).

При этом следует учесть, что

$$Dч_p^z = \sum_{j=1}^J Dч_j^z \cdot n_j^{z\ell} \quad (z = \overline{1, Z}; \ell = \overline{1, L}), \quad (2)$$

где $Dч_j^z$ - регистровая грузоподъемность ББС типа z , т;

$Dч_j^z$ - регистровая грузоподъемность барж типа j входящих в состав ББС типа z , т;

$n_j^{z\ell}$ - количество барж типа j входящих в состав ББС типа z для работы на схеме ℓ , ед.

Таким образом, при определении количества барж типа j входящих в состав ББС типа z для работы на схеме ℓ необходимо учитывать следующее условие

$$Dч_{max}^z = \min \{ Dч_p^z \max, Dч_{max}_\ell \}, \quad (3)$$

$$(z = \overline{1, Z}; \ell = \overline{1, L})$$

где $Dч_{max}^z$ - максимально возможная грузоподъемность ББС типа z при работе на схеме ℓ .

При составлении воза (входящего в состав ББС типа z) из барж типа j для распределения наличного тоннажа по направлениям (схемам ℓ) предлагается следующая экономико-математическая модель (4) – (9), решение которой обеспечивает максимальное использование как линейных характеристик судового хода по грузоподъемности, так и мощности СЭУ тяги. Кроме того, в модели ограничивается общее количество необходимых судов (барж типа j), наличным составом флота (N_j) с учетом его количественных изменений за счет, как убыли судов, так и пополнения.

$$Z = \sum_{j=1}^J x_{jz\ell} \cdot Dч_j^z \cdot Y_{jz\ell} \rightarrow \max \quad (4)$$

$$(j = \overline{1, J}; z = \overline{1, Z}; \ell = \overline{1, L});$$

$$\sum_{j=1}^J x_{jz\ell} \cdot Dч_j^z \cdot Y_{jz\ell} \leq Dч_{max}^z \quad (5)$$

$$(z = \overline{1, Z}; \ell = \overline{1, L});$$

$$\sum_{z=1}^Z \sum_{\ell=1}^L x_{jz\ell} \leq N_j \quad (j = \overline{1, J}); \quad (6)$$

$$Y_{jz\ell} = \{0, 1\} \quad (j = \overline{1, J}; z = \overline{1, Z}; \ell = \overline{1, L}); \quad (7)$$

$$x_{jz\ell} = 1, 2, \dots, P \quad (j = \overline{1, J}; z = \overline{1, Z}; \ell = \overline{1, L}); \quad (8)$$

$$x_{jz\ell} \geq 0 \quad (j = \overline{1, J}; z = \overline{1, Z}; \ell = \overline{1, L}), \quad (9)$$

где $x_{jz\ell}$ - количество барж типа j входящих в состав ББС типа z работающих на схеме ℓ для перевозки груза r ;

$Dч_j^z$ - регистровая грузоподъемность барж типа j входящих в состав ББС типа z ;

$Dч_{max}_\ell$ - максимально допустимая грузоподъемность ББС при работе на схеме ℓ , исходя из ограничений;

$Y_{jz\ell}$ - параметр, определяющий перевозку груза r баржами типа j входящими в состав ББС типа z , работающего на схеме ℓ , принимает следующее значение:

$$Y_{jz\ell} = \begin{cases} 1, & \text{если баржи типа } j \text{ предназначены для перевозки груза } r \text{ на схеме } \ell \text{ в составе ББС типа } z \text{ (т.е. совпадает назначение барж, их район плавания и линейные параметры, а также сцепное устройство позволяет работать в составе воза типа } z \text{).} \\ 0, & \text{в противном случае;} \\ N_j & \text{- наличный состав барж типа } j. \end{cases}$$

Описание ограничений:

(5) – суммарная загрузка ББС типа z состоящего из барж типа j перевозящих груз r не может превышать максимально допустимую грузоподъемность, лимитированую на схеме ℓ ;

(6) - суммарные число барж типа в составе всех ББС не должно превышать наличный состав флота по баржам соответствующего типа j ;

(7) - параметр, определяющий перевозку груза r баржами типа j входящими в состав ББС типа z работающего на схеме ℓ , обозначает двоичность переменных, т.е. принимает только значения 0 и 1;

(8) – условие целочисленности переменных;

(9) – не отрицательность переменных.

При наличие на схеме следования ограничений по количеству применяемых барж в возе ББС на линии в модель вводится следующее ограничение:

$$\sum_{j=1}^J x_{jz\ell} \leq N_{\max j}^{\ell} \quad (j=\overline{1, J}; z = \overline{1, Z}; \ell=\overline{1, L}), \quad (10)$$

где $N_{\max j}^{\ell}$ - максимальное количество барж типа j в возе ББС на линии ℓ .

Представленная модель (4) - (10) справедлива при распределении барж для работы на одной схеме и не зависит от рода перевозимого груза. При распределении наличного состава барж для работы в составе воза ББС типа z по нескольким схемам работы ℓ , в модель вводится ограничение (11).

$$\sum_{\ell = n_{\ell} + 1}^L \sum_{j=1}^J x_{jz\ell} \leq N_j - \sum_{\ell = 1}^{n_{\ell}} \sum_{j=1}^J n_j^{z\ell} \quad (11)$$

$$(j=\overline{1, J}; z = \overline{1, Z}; \ell=\overline{1, L}),$$

где n_{ℓ} - количество рассмотренных линий.

Возможность работы тяги типа i с возом из барж типа j в составе ББС типа z для работы на схеме ℓ определяется параметром управления ($Y_{iz\ell}$).

На значение параметра оказывает влияние соблюдение следующего условия:

$$\rho_i \geq \frac{q_{zr\ell}}{N_i^e} \quad (i=\overline{1, I}; z = \overline{1, Z}; r=\overline{1, R}; \ell=\overline{1, L}), \quad (12)$$

где ρ_i - удельная нагрузка тяги (ЕМ) типа i , т/кВт;

$q_{zr\ell}$ - загрузка ББС типа z грузом r для работы на схеме ℓ , т;

N_i^e - мощность энергетической установки тяги типа i , кВт.

Исходя из обоснованной зависимости количества барж типа j от мощности буксира типа i (формулы 1-2) следует следующая зависимость

$$Y_{jz\ell} = Y_{iz\ell} \quad (j=\overline{1, J}; i=\overline{1, I}; z = \overline{1, Z}; \ell=\overline{1, L}), \quad (13)$$

где $Y_{iz\ell}$ - параметр, определяющий работу буксира типа i , входящего в состав ББС типа z , работающего на схеме ℓ , принимает следующее значение:

$$Y_{iz\ell} = \begin{cases} 1, & \text{если буксир типа } i, \text{ входит в состав} \\ & \text{ББС типа } z \text{ для работы на схеме } \ell, \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

иначе говоря:

$$Y_{iz\ell} = \begin{cases} 1, & \text{если } \rho_i \geq \frac{q_{zr\ell}}{N_i^e}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Исходя из практики эксплуатации загрузка ББС типа z грузом r для работы на схеме ℓ представляет собой максимально допустимую загрузку комплекта барж. При оперативном планировании ее целесообразно определить из выражения:

$$q_{zr\ell} = \min \left\{ Q_{zr\ell}^1; Q_{zr\ell}^2; Q_{zr\ell}^3; Q_{zr\ell}^4 \right\} \quad (14)$$

$$(z = \overline{1, Z}; r=\overline{1, R}; \ell=\overline{1, L}),$$

где $Q_{zr\ell}^1$ - максимально допустимая загрузка судна, определяемая осадкой судна, т;

$Q_{zr\ell}^2$ - максимально допустимая загрузка судна, исходя из удельного погрузочного объема груза, т;

$Q_{zr\ell}^3$ - максимально допустимая загрузка судна, установленная по условиям плавания, т;

$Q_{zr\ell}^4$ - максимально допустимая загрузка судна, определяемая мощностью энергетической установки тяги.

$$Q_{zr\ell}^1 = Dq_p^z \cdot \frac{Te_{z\ell} - T_o}{T_p - T_o} \quad (z = \overline{1, Z}; r=\overline{1, R}; \ell=\overline{1, L}), \quad (15)$$

где Dq_p^z - регистрационная грузоподъемность ББС типа z , т;

Te_e - эксплуатационная осадка ББС, ограниченная путевыми условиями, м;

$Te_{z\ell}$ - эксплуатационная осадка ББС типа z ограниченная путевыми условиями схемы ℓ , м;

T_o - осадка судна (ББС) в порожнем состоянии, м;

T_p - осадка судна (ББС) при полной загрузке, соответствующей регистрационной грузоподъемности, м.

Эксплуатационная осадка ББС, определяется путевыми условиями в зависимости от формы организации работы ББС k либо:

- по максимально допустимой осадке ББС на схеме ℓ исходя из ограничений

$$T_e = T \max_{\ell} \quad (\ell=\overline{1,L}) , \quad (16)$$

где $T \max_{\ell}$ - максимально допустимая осадка ББС на схеме ℓ исходя из ограничений, м;

- по максимально допустимой осадке ББС на участке δ исходя из ограничений

$$T_e = T \max_{\delta} \quad (\delta=\overline{1,\Theta}) , \quad (17)$$

где $T \max_{\delta}$ - максимально допустимая осадка ББС на участке δ исходя из ограничений, м.

Эксплуатационная или возможная по условиям плавания осадка судна, ограничена проходными глубинами (T_{e1}) и высотой пролетов под мостами (T_{e2}) и определяется из выражений:

$$T_e = \min \{T_{e1}; T_{e2}\}; \quad (18)$$

$$T_{e1} = h_r - h_d; \quad (19)$$

$$T_{e2} = H - H_0, \quad (20)$$

где h_r - гарантированная глубина судового хода, м;

h_d - запас воды под днищем (по условиям плавания), м;

H - высота пролетов под мостами, м;

H_0 - высота надводного борта судна с рангоутом, м.

Допустимая загрузка судна, исходя из удельно-погрузочного объема груза определяется из выражения

$$Q_{zr\ell}^2 = \begin{cases} D_{z\ell} \cdot u_r < \omega_z , \\ \frac{W_z}{u_r} , & u_r \geq \omega_z \end{cases} \quad (21)$$

где $D_{z\ell}$ - максимально допустимая грузоподъемность ББС, определяемая из условий плавания;

u_r - удельно-погрузочный объем груза r , м³/т;

ω_z - удельная грузовместимость ББС типа z , м³/т.

Максимально допустимая загрузка судна $Q_{zr\ell}^3$ устанавливается по классу внутренних водных путей установленным по ограничениям условий плавания:

$$Q_{zr\ell}^3 = D_{z\ell} \max_{\ell} \quad (z = \overline{1,Z}; r=\overline{1,R}; \ell=\overline{1,L}) , \quad (22)$$

Максимально допустимая загрузка ББС ($Q_{zr\ell}^4$), определяемая мощностью энергетической установки тяги исходя из выражения (1):

$$Q_{zr\ell}^4 = \rho_i \cdot N_i^e \quad (i=\overline{1,I}; z = \overline{1,Z}; r=\overline{1,R}; \ell=\overline{1,L}) , \quad (23)$$

где $D_{z\ell}^z$ - регистровая грузоподъемность ББС типа z , т;

ρ_i - удельная нагрузка тяги типа i , т/кВт;

N_i^e - мощность энергетической установки тяги типа i , кВт.

Таким образом, в итоге первого этапа из отобранных барж и буксиров, формируется группа ББС типа z , типоразмер которых позволяет им работать на определенной линии с известным грузопотоком и формой организации движения барж и буксиров.

Второй этап обоснования выбора типа ББС для работы на линии (в случаях как собственного, так и арендованного флота) также предлагается реализовать с помощью экономико-математической модели. При этом выполняется расстановка судов таким образом, при которой обеспечивается максимальная прибыль. Одновременно, выполняется задача обоснования выбора схем перевозки груза и закрепления ББС типа z (входящих в одну из групп судов и отобранных на предыдущем этапе) за схемой движения. При этом реализуются ограничения по наличному составу флота, его бюджету времени, освоению планового грузопотока при условии полной загрузки ББС.

Третий этап обоснования составных элементов барже буксирного судна заключается в определении потребного парка ББС для освоения запланированного грузопотока универсальным методом оборотов исходя из интервала отправления судов [7,8]:

$$n_z^{\ell} = \frac{t_p^{\ell z}}{t_u^{\ell z}} \quad (z = \overline{1,Z}; \ell=\overline{1,L}) , \quad (24)$$

где n_z^{ℓ} - количество комплектов барж, входящих в состав ББС типа z и необходимых для освоения суммарного грузопотока на схеме ℓ ;

$t_p^{\ell z}$ - время замкнутого (кругового) рейса ББС типа z для работы на схеме ℓ , сут;

$t_u^{\ell z}$ - интервал отправления ББС типа z для работы на схеме ℓ , сут.

После некоторых преобразований с учетом оборачиваемости количество комплектов барж (n_z^ℓ), определяется из выражения:

$$n_z^\ell = \frac{t^{lz} \cdot Q_{r\ell}}{q_{zrl} \cdot T^{r\ell}} \quad (z = \overline{1, Z}; \ell = \overline{1, L}), \quad (25)$$

где $T^{r\ell}$ - период освоения грузопотока (не более периода навигации за вычетом времени ввода и вывода судов в эксплуатацию), сут;

$Q_{r\ell}$ - размер осваиваемого грузопотока r , предъявляемый к перевозке по схеме ℓ согласно запродажного контракта.

При этом необходимое количество буксиров типа i , необходимое для обеспечения обслуживания ББС при работе на схеме ℓ (n_i^ℓ), связано с числом барж, занятых освоением грузопотока, следующим соотношением [9]:

$$n_i^\ell = n_z^\ell \cdot \frac{t_x^\ell}{t_x^\ell + t_c^\ell}, \quad (26)$$

где t_x^ℓ - ходовое время кругового рейса ББС типа z при работе на схеме ℓ , сут;

t_c^ℓ - стояночное время кругового рейса ББС типа z при работе на схеме ℓ , сут.

Выводы. К настоящему времени накоплен достаточный опыт применения различных методик и применяемых в них методов для обоснования составных элементов барже буксирного судна. Все они преследуют одну цель – эффективное распределение ресурсов, которое заключается в оптимизации целевой функции по различным критериям.

Представленная методика отличается последовательностью и содержанием этапов обоснования принятия решения при формировании потребного парка ББС определенного типоразмера:

Этап 1. Отбор барж и буксиров, составляющих типоразмер ББС для возможной работы на линии;

Этап 2. Отбор типоразмера ББС для работы на линии;

Этап 3. Определение необходимого количество типоразмеров ББС для работы на линии с учетом их оборота.

Таким образом, преимуществом представленной методики, является возможность нахождения одновременно оптимального сочетания типоразмеров составов, оптимальных схем их движения и необходимого наличного состава элементов ББС с учетом их оборота.

Л и т е р а т у р а

1. Савин В.И. Расчет графика движения флота на электронных вычислительных машинах / В.И. Савин – М.: Транспорт, 1968. - 216 с.
2. Методическое руководство по разработке графика движения флота с применением электронных вычислительных машин / Главное управление перевозок и эксплуатации флота МРФ.– М.: Транспорт, 1970 - 176 с.
3. Зачесов В. П. Лекции по ОРФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngavt.narod.ru/>
4. Союзов А.А., Коврига Е.С. Некоторые проблемы оптимального планирования и управления в эксплуатации буксирно-баржевого флота. // Экономика и эксплуатация морского транспорта: Сб. науч. трудов: Транспорт, 1968, вып.4. – с. 24-35
5. Союзов А.А., Коврига Е.С. Внедрение разработок по оптимальному распределению буксирно-баржевого флота в советском дунайском пароходстве. // Экономика и эксплуатация морского транспорта: Сб. науч. трудов: Транспорт, 1971, вып.8. – с. 19-26
6. Союзов А.А. Ананьина В.З. Определение оптимального плана расстановки буксирно-баржевого флота по грузовым линиям. // «Экономика и эксплуатация морского транспорта: Сб. науч. трудов: Транспорт, 1965, вып.2. – с. 7-13
7. Казаков Н. Н. Организация работы речного флота: Учеб. пособие / Н. Н. Казаков; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2012. – 294 с
8. Союзов А.А. Организация и планирование работы морского флота: Учебн. пособие / А.А. Союзов. - М.: Морской транспорт, 1979. – 416 с.
9. Романовский Г.Ф., Шостак В.П., Иваницкий И.К. Супса Одесса: как будем возить нефть? // Судостроительство. 2000. №4. С.32.

R e f e r e n c e s

1. Savin V. I. Raschet grafika dvizheniya flota na elektronnix vychislitel'nykh mashinax / Savin V. I. – М.: Transport, 1968. – 216 s.
2. Metodicheskoe rukovodstvo po razrabotke grafika dvizheniya flota s primeneniem elektronnix vychislitel'nykh mashin / Glavnoe upravlenie perevozok i ekspluatatsii flota MRF. М.: Transport , 1976. – 176 s.
3. Zachesov V.P. Leksii po ORF. [Elektronniy resurs]. – Rezim dostupa: <http://www.ngavt.narod.ru/>
4. Soyuzov A.A. , Kovriga E. S. Nekotorie problemi optimal'nogo planirovaniya i upravleniya v ekspluatatsii buksirno-barzevogo flota. // Zb. nauch. trudov: Ekonomika i ekspluatatsia morskogo transporta. – Transport, 1968, вып.4. – s. 24-35
5. Soyuzov A.A. , Ananina V. Z. Opredelenie optimal'nogo plana rasstanovki buksirno-barzevogo flota po gruzovim liniyam. // Zb. nauch. trudov: Ekonomika i ekspluatatsia morskogo transporta. – Transport, 1971, вып.8. – s. 19-26
6. Soyuzov A.A. , Kovriga E. S. Vnedrenie razrabotok po optimal'nomu raspredeleniyu buksirno-barzevogo flota v sovetskom dunayskom paraxodstve. // Zb. nauch. trudov: Ekonomika i ekspluatatsia morskogo transporta. – Transport, 1965, вып.2. – s. 7-13
7. Kazakov N.N. Organizasiya raboti rechnogo flota: ucheb. posobie / N.N. Kazakov – М-vo obrazovaniya Resp. Belarys, gos. un-t. Gomet: BelGut, 2012. – 294 s.
8. Soyuzov A.A. Organizasiya I planirovaniye raboti morskogo flota: uchebn. Posobie / A.A. Soyuzov. – М.: Morskoy transport, 1979. – 416 s.

9. Romanovskiy G.F. , Shostak V. P. , Ivanizkiy I. K. Supsa Odessa: kak budem vozit neft? // Sudoxodstvo. 2000. №4. s. 32-33

Щербина О.В. Визначення типорозміру барже буксирного складу.

Завдання ефективної роботи ББС вирішується за рахунок можливості закріплення за буксиром різної кількості барж в залежності від умов плавання і техніко-експлуатаційних характеристик наявного складу флоту. В умовах оперування обмеженим числом барж і буксирів для здійснення перевезень по запланованим або прогнозованим напрямками судноплавна компанія прагне отримати максимальний прибуток за рахунок оптимізації відповідності комплектації ББС умовам майбутнього рейсу. Якісне співвідношення кількості і характеристик барж і буксира в складі, що обслуговує вантажопотік, визначає економічний ефект від роботи ББС.

Ключові слова: барже буксирний склад, кількість елементів ББС, типорозмір

Shcherbina O. Determination of size the tug barge composition.

The challenge of effective work the tug barge composition (TBC) solved due to the possibility of adopting a different number of tug barges, depending on sailing conditions and the technical and operational characteristics of the cash fleet. In terms of operating a limited number of barges and tugs for

carriage on scheduled or projected areas of the shipping company strives to maximize profit by optimizing the matching equipment TBC conditions upcoming flight. Qualitative characteristics and the ratio of the tug and barges in the convoy, serving cargo, determines the economic impact of the work the TBC.

Presented in the article methodology allows to determine the optimal size composition based on the conditions of the work vessels.

The assigned task is realized in the following order:

1. *Selection of TBC the type z for possible work;*
2. *Selection of size TBC, provides maximum profit;*
3. *Determination of the required number of standard sizes of the TBC for operation on the line taking into account their circulation.*

Keywords: *the tug barge composition (TBC), the number of elements of the TBC.*

Щербина О.В. – аспірантка кафедри «Морські перевезення» зі спеціальності 05.22.01. «Транспортні системи», здобувача наукового ступеня кандидата технічних наук, асистент кафедри «Морські перевезення» Одеського національного морського Університету.

Рецензент: д.т.н. проф. **Горбунов М.І.**

Стаття подана 14.03.2017