

КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

На правах рукопису

**СІЛЕНКО Олег Іванович**

**ДИНАМІКА ГІДРОФІЗИЧНИХ СИСТЕМ  
СІТКОВОГО ВИДУ**

01.02.04 - механіка деформівного твердого тіла

**А в т о р е ф е р а т**  
дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата фізико-математичних наук

Київ 1997

539.3

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00751814 (Q)

Роботу виконано в Київському  
університеті Будівництва і Архітектури

- Науковий керівник - чл.-кор. НАН України,  
доктор фізико-математичних наук,  
професор Шульга М.О.
- Науковий консультант - кандидат фізико-математичних наук  
старший науковий співробітник,  
Безверхий О.І.
- Офіційні опоненти - доктор технічних наук,  
професор Горошко О. О.  
- кандидат фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник  
Проценко О.П.
- Провідна установа - Інститут математики НАН України

Захист відбудеться "26" "03" 1997 р. о 14 годині  
на засіданні спеціалізованої ради К 01.01.29 при Київському універ-  
ситеті імені Тараса Шевченка за адресою 252022, Київ-22, пр. Глу-  
шкова, 6, корпус механіко-математичного факультету, ауд. 45.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Київського універ-  
ситету імені Тараса Шевченка

Автореферат розіслано " 25 " лютого 1997 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради  
кандидат фізико-математичних наук,  
доцент

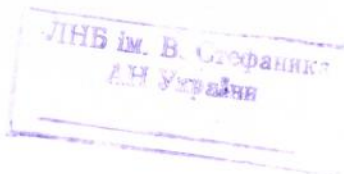
Каліон В.А.

4B - 37.076

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми . При вивченні та освоєнні багатств Світового океану завдяки своїй економічності (легкість і простота виготовлення, складання і розбирання, компактність при транспортуванні та інше) знайшли широке застосування гідрофізичні системи, які схематично можна представити як систему тіл, що з'єднані між собою пружними гнучкими протяжними елементами (троси, канати, кабелі). Для проектування, створення і забезпечення надійної експлуатації нових видів гідрофізичних систем, які виконують складний рух, постає питання дослідження їх динаміки при взаємодії з навколишнім середовищем (вітер, хвилі, потік) при різних режимах роботи.

В розвиток теорії гнучких стержнів і ниток значний вклад внесли Алексєєв Н.І., Гайдайчук В.В., Горошко О.О., Гуляєв В.І., Динник А.Н., Іконніков І.Б., Качурін В.К., Крилов А.Н., Кульмач П.П., Кочін М.С., Савін Г.М., Салтанов М.В., Светлицький В.А., Меркін Л.Р., Якубовський Ю.В., Берто О.Г., Choo Y., Casarella M., Maglior X., Webster R.L., Dowling A.P., Nath J.p. та інші. Значні результати в області розв'язку прикладних задач заякорених і буксированих систем та вивчення їх нестационарної поведінки одержані Безверхим О.І., Букачем В.І., Горбанем В.І., Дедковим В.І., Золаторенко Г.А., Каліковим В.Н., Корольовим В.І., Калюхом Ю.І., Тихоновим В.С., Ордановичем А.С., Ільїним Р.Ф., Піддубним В.І., Ядикіним Ю.С. та іншими. Необхідно зазначити, що роботи цих авторів, в основному, присвячені розгляду задач динаміки та статички одновимірних систем, які можна представити кусково – однорідним неперервним пружним гнучким протяжним елементом з прикріпленими до нього



тілами.

Питання динаміки гідрофізичних систем сіткового виду, які можна представити системою двох сукупностей кусково – однорідних неперервних пружних гнучких протяжних елементів, що перетинаються між собою в скінченному числі точок, з прикріпленими в цих точках тілами, потребують окремого розгляду. Розробка наукових основ проектування та експлуатації гідрофізичних систем сіткового виду вимагає дослідження нелінійної динаміки вказаних об'єктів при нестационарних режимах руху в умовах розвинутого морського хвилювання та течій.

• Метою роботи є:

- постановка задач динаміки дискретно – континуальної гідрофізичної системи сіткового виду в потоці рідини;
- побудова ефективного алгоритму чисельного розв'язку відповідних початково – крайових задач;
- вивчення закономірностей силових і кінематичних характеристик буйково – заякореної гідрофізичної системи сіткового виду в умовах розвинутого морського хвилювання та течій.

• Наукова новизна:

- побудована (з використанням елементів теорії графів) система рівнянь руху дискретно – континуальної гідрофізичної системи сіткового виду в потоці рідини;
- розроблено ефективний алгоритм чисельного розв'язку відповідних початково – крайових задач з використанням "алгоритму мінімального ступеня";

- одержані кількісні і якісні оцінки впливу конструктивних, гідродинамічних і пружних характеристик елементів буйково - заякореної гідрофізичної системи сіткового виду на її поведінку в умовах розвинутого морського хвилювання та течій.

**Практична цінність** дисертаційної роботи полягає в можливості за допомогою запропонованого алгоритму і створених на їх основі програм для ПК, провівши чисельні експерименти визначити раціональні, з точки зору надійної експлуатації, конструктивні, геометричні та пружні характеристики елементів гідрофізичних систем при різних умовах роботи без проведення широкомасштабних натурних експериментальних досліджень.

**Достовірність** одержаних автором результатів і висновків дисертаційної роботи визначається адекватним реальним умовам вибором розрахункових схем, математичною строгістю постановок задач, застосуванням обґрунтованих чисельних алгоритмів, заданою і контрольованою високою точністю числових розрахунків, перевіркою практичної збіжності числових результатів для конкретних задач.

**Апробація роботи.** Основні результати дисертаційної роботи доповідалися на: Українських конференціях "Моделювання і дослідження стійкості систем" (м. Київ, НУ ім. Т.Шевченка, 1995р., 1996 р.); четвертій міжнародній нараді - семінарі "Инженерно - физические проблемы новой техники" (Росія, Москва, МГТУ ім. Баумана, 1996 р.); Conference on Numerical Methods and Computational Mechanics 96' (Hungary, University of Miskolc, 1996 p.); науково - практичних конференціях Київського Державного Технічного Універси-

тету Будівництва і Архітектури (1995р., 1996 р.); семінарах відділу електропружності Інституту механіки НАН України ім. С.П.Тимошенка (м. Київ, 1995 – 1996 р.р.); семінарі НПО "Славутич" (м. Київ, 1996 р.).

**Публікації.** Основний зміст та наукові результати дисертаційної роботи відображені у публікаціях [1 – 6].

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу, трьох глав та висновку, викладених на 154 сторінках основного тексту. Робота вміщує 32 рисунка, список літератури з 121 найменувань.

### **КОРТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтовується актуальність розглянутих в дисертації питань, наведено короткий огляд робіт, в яких викладено основні рівняння і співвідношення теорії гнучких стержнів та ниток, зазначено наукову новизну, практичну значимість роботи, сформульовано мету досліджень, стисло викладено зміст дисертаційної роботи за главами.

**В першій главі** проаналізовано стан досліджень по темі дисертації та поставлено задачу динаміки гідрофізичних систем сіткового виду в потоці рідини.

Р. 1.1 присвячено огляду робіт, які стосуються даної тематики, приведено характеристику моделей і методів розрахунку задач динаміки гідрофізичних систем.

В р. 1.2 побудована система рівнянь руху гідрофізичної системи сіткового виду, яку можна представити сукупністю тіл, що з'єднані між собою протяжними пружними гнучкими елементами, в потоці рідини. Рух конструкції описується в нерухомій системі координат

$Ox^1x^2x^3$ . По аналогії з теорією графів, гідрофізичній системі поставлено у відповідність дві множини:  $\Lambda$  – множина стиків (вершин графу) та  $\Omega$  – множина гнучких елементів (ребер графу). При цьому, в стиках  $P_{q(i)}$  прикладено зосереджені сили  $\vec{F}_{q(i)}^0$ , в стиках  $P_{r(i)}$  задані кінематичні умови

$$\vec{F}_{q(i)}^0 = \vec{F}_{q(i)}^0(t) \quad \vec{x}_{r(i)} = \vec{R}_{r(i)}^0(t) \quad i \in \Lambda \quad (1)$$

В стиках  $P_{s(i)}$  прикріплені тверді тіла компактної форми, які вважаються матеріальними точками. Кожен гнучкий протяжний елемент гідрофізичної системи розбивається на  $n_\alpha$  ( $\alpha \in \Omega$ ) частин, множина всіх точок розбиття –  $\Lambda^*$ . При цьому гнучкі елементи моделюються пружною вагомою ниткою, розтяг якої відповідає закону Гука. Для опису руху конструкції використано розширення принципу віртуальної роботи на динамічні задачі пружного тіла. На основі сумісного використання підходів Ейлера та Лагранжа радіус – вектори, що описують рух гнучких елементів, представлені у вигляді функцій, які виражають зв'язок між довжиною дуги нитки  $l$  (змінна Лагранжа) та просторовими координатами  $(x_j^1, x_j^2, x_j^3)$  ( $j \in \Lambda^*$ ) точок дискретизації (змінні Ейлера). Вибираючи за узагальнені координати просторові координати точок дискретизації, виводиться система рівнянь руху гідрофізичних систем сіткового виду в потоці рідини з врахуванням сил гідродинамічного опору руху, сили інерції приєднаної маси рідини, яка залучається в рух разом з ниткою,

$$\sum_{\alpha \in \Omega} \Psi[\vec{R}_\alpha] + \sum_{i \in \Lambda} (\delta_j^{s(i)} m_{s(i)}^T \ddot{x}_{s(i)} - \delta_j^{s(i)} \vec{F}_{s(i)}^T - \delta_j^{q(i)} \vec{F}_{q(i)}^0) = 0 \quad (2)$$

$$\Psi[\vec{R}_\alpha] \equiv \delta_j^{\gamma_\alpha(0)} \delta_{i_1}^{r(i_1)} m_\alpha^0 \ddot{R}_{r(i_1)}^0 + \delta_j^{\gamma_\alpha(n_\alpha)} \delta_{i_2}^{r(i_2)} m_\alpha^0 \ddot{R}_{r(i_2)}^0 +$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{d}{dt} \left( \sum_{i=0}^{n_{\alpha}-1} \int_{L_{\gamma_{\alpha}(i)}}^{L_{i+1}} (1 - \delta_j^{\gamma_{\alpha}(0)}) \delta_{i_1}^{r(i_1)} (1 - \delta_j^{\gamma_{\alpha}(n_{\alpha})}) \delta_{i_2}^{r(i_2)} \right) m_{\alpha}^0 \ddot{R}_{\gamma_{\alpha}(i)}^* * \\
& * \frac{\partial \ddot{R}_{\gamma_{\alpha}(i)}}{\partial \ddot{x}_j} dl + \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{n_{\alpha}-1} \int_0^{L_{\gamma_{\alpha}(i)}} C_{\alpha}^E ((\text{sign}(|\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}|) - 1) + 1) * \\
& * (|\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}| - 1) \frac{\partial |\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}|}{\partial \ddot{x}_j} dl - \\
& - \sum_{i=0}^{n_{\alpha}-1} \int_0^{L_{\gamma_{\alpha}(i)}} \left\{ (m_{\alpha}^0 \vec{g} - \rho^p A_{\alpha} |\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}| \vec{g}) + \right. \\
& + \left[ \frac{C_{\alpha}^n}{|\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}|^4} |\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)} \times (\vec{u} \times \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)})| \cdot \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)} \times (\vec{u} \times \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}) + \right. \\
& + \left. \frac{C_{\alpha}^m}{|\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}|^2} (\dot{\vec{r}}_{\gamma_{\alpha}(i)} \times (\vec{u} \times \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}) + \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)} \times (\dot{\vec{u}} \times \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}) + \right. \\
& + \left. \left. \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)} \times (\vec{u} \times \dot{\vec{r}}_{\gamma_{\alpha}(i)}) - \frac{(\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)} \dot{\vec{r}}_{\gamma_{\alpha}(i)})}{|\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}|^2} \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)} \times (\vec{u} \times \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}) \right) \right] + \\
& + C_{\alpha}^* \frac{1}{|\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}|^3} |\vec{u} \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}| (|\vec{u} \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}| \vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}) \left. \right] |\vec{r}_{\gamma_{\alpha}(i)}| \left. \right\} \frac{\partial \ddot{R}_{\gamma_{\alpha}(i)}}{\partial \ddot{x}_j} dl \\
& \alpha = (i_1, i_2) \in \Omega \quad j \in \Lambda^*
\end{aligned}$$

$\vec{R}_{\alpha}(x_{i_1}, x_{i_2}, \vec{l}, t)$ ,  $0 \leq \vec{l} \leq \sum_{k=0}^{n_{\alpha}-1} L_{\gamma_{\alpha}(k)}$  - радіус - вектор, що описує рух гнучкого елемента, який з'єднує між собою стики  $P_{i_1}$  та  $P_{i_2}$ ;

$\vec{R}_{\gamma_{\alpha}(i)}(x_{\gamma_{\alpha}(i)}, x_{\gamma_{\alpha}(i+1)}, l, t) = \vec{R}_{\alpha}(x_{i_1}, x_{i_2}, \vec{l}, t)$ ,  $\sum_{k=0}^i L_{\gamma_{\alpha}(k)} \leq \vec{l} \leq \sum_{k=0}^{i+1} L_{\gamma_{\alpha}(k)}$  -

радіус – вектор, що описує рух гнучкого елемента між точками розбиття  $x_{\gamma_\alpha(i)}$  та  $x_{\gamma_\alpha(i+1)}$ ;  $n_\alpha$  – кількість відрізків, на яку розбито відповідний гнучкий елемент;  $L_{\gamma_\alpha(i)}$  – довжина  $i$  – го відрізка нитки;  $\vec{\gamma}_{\gamma_\alpha(i)} = \frac{\partial \vec{R}_{\gamma_\alpha(i)}}{\partial t}$ ;  $\vec{u}$  – відносна швидкість руху;  $m_\alpha^0$  – лінійна густина;  $A_\alpha$  – площа поперечного перерізу;  $C_\alpha^E$  – жорсткість на розтяг;  $C_\alpha^x$  та  $C_\alpha^n$  – коефіцієнти дотичної і нормальної складових сил гідродинамічного опору руху;  $C_\alpha^m$  – приєднана маса рідини одиниці довжини;  $m_{s(i)}^T$  – маса тіла, яке прикріплено в стику  $P_{s(i)}$ ;  $\vec{F}_{s(i)}^T$  – сила, що діє на тіло  $s(i)$  (конкретизація яких подається в розділі 3);  $\rho^p$  – густина рідини;  $\vec{g}$  – вектор прискорення вільного падіння;  $\gamma_\alpha(i)$  – відповідає  $i$  – тій точці розбиття гнучкого елемента  $\alpha$  у множині  $\Lambda^*$ ;  $(\dot{\phantom{x}}), (\ddot{\phantom{x}})$  – похідні по часу;  $\delta_i^j$  – символ Кронекера.

До рівнянь (2) додаються крайові умови (1) та початкові умови, загальний вигляд яких можна представити як

$$\vec{R}|_{t=0} = \vec{R}^0(\vec{x}) \quad \dot{\vec{R}}|_{t=0} = \vec{v}^0(\vec{x})$$

**В другій главі** викладено метод чисельного розрахунку початково – крайових задач динаміки гідрофізичних систем сіткового виду.

Для радіус – векторів  $\vec{R}_i$  введені функції зв'язку просторових координат  $\vec{x}_i$  точок дискретизації та довжини дуги нитки  $l$  за допомогою параметричних локальних сплайнів першого ступеня. Приведена оцінка похибки такої апроксимації. Використовуючи таке представлення, система рівнянь (2), яка описує рух дискретно – континуальної гідрофізичної системи, зводиться до системи звичайних нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку, яку

можна представити у вигляді

$$\dot{M}(\{\vec{x}_j\})[\vec{x}_j] = \Phi(\{\vec{x}_j\}, [\vec{x}_j], t) \quad (3)$$

де  $\dot{M}$  – симетрична додатньо визначена матриця, елементами якої є квадратні матриці третього порядку;  $[\vec{x}_j]$  – вектор, координатами якого є просторові координати  $(x_j^1, x_j^2, x_j^3)$  точок дискретизації.

У пункті 2.2 подається вивід лінійаризованої системи рівнянь руху. Дається оцінка міри обумовленості матриць  $\dot{M}$  та  $\|\frac{\partial \Phi}{\partial \vec{x}_j}\|$ .

Так як матриця  $\dot{M}$  залежить від  $[\vec{x}_j]$  і не має можливості (в загальному випадку) представити обернену до неї матрицю в аналітичній формі, то при чисельному інтегруванні системи рівнянь (3) на кожному кроці по часу потрібно розв'язувати систему лінійних алгебраїчних рівнянь. Матриця  $\dot{M}$  є розрідженою: кількість її елементів не перевищує  $(\max(\beta(P_i)) + 1)\dim(\dot{M})$ , де  $\dim(\dot{M})$  – розмірність матриці  $\dot{M}$ ;  $\beta(P_i)$  – кількість гнучких елементів, які з'єднані між собою в стику  $P_i$  (ступінь вершини  $P_i$  графу). Для зменшення числа операцій при нормалізації використовується перестановка рівнянь системи, яка отримується з допомогою алгоритму мінімального ступеня [5]. При цьому, так як структура матриці інцендентності графа, що відповідає гідрофізичній системі, співпадає зі структурою матриці  $\dot{M}$ , то перестановку елементів множини  $\Lambda^*$  можна виконати до початку розрахунків.

Обговорюється питання вибору кроку інтегрування по часу та кількості відрізків, на які розбиваються гнучкі елементи.

В розділі також даються оцінки різних методів чисельного розв'язку систем звичайних диференціальних рівнянь.

У третій главі досліджено основні закономірності поведінки в умовах розвинутого морського хвилювання та течій заякореної по

прямій лінії гідрофізичної системи сіткового виду, що утримується буйками, яка має  $M$  кусково – однорідних неперервних гнучких протяжних елементів в горизонтальному напрямку, та  $N$  – у вертикальному. При цьому, кінці однієї сторони неперервних гнучких елементів у вертикальному напрямку заякорені (нерухомі), а до іншої сторони прикріплені буї.

У пункті 3.1 подається вивід системи сил, що діють на буї, та конкретизується постановка задачі динаміки буйково – заякореної гідрофізичної системи сіткового виду.

У пункті 3.2 досліджується динаміка виходу на стаціонарні конфігурації буйково – заякорених гідрофізичних систем сіткового виду ( $M \times N = 3 \times 3$  та  $3 \times 7$ ) при різних величинах швидкості та напрямках потоку рідини. Проаналізовано динаміку перехідних процесів виходу на стаціонарні конфігурації при раптовій зміні напрямку та величини швидкості потоку рідини. Побудовані залежності сил натягу, які виникають в гнучких елементах системи, та положень буїв від напрямку та величини швидкості потоку рідини, виявлені елементи конструкції, в яких з'являються "прослаблення". Наявність "прослаблень" в окремих елементах конструкції викликає збурення, що поширюються по всій конструкції.

У пункті 3.3 розглядається динаміка стаціонарних коливань буйково – заякорених розглядуваних систем в умовах розвинутого морського хвилювання, яке моделюється плоскими прогресивними хвилями. Визначаються сили від дії морського хвилювання на елементи гідрофізичних систем (буї та гнучкі елементи). Проаналізовано залежності кінематичних та динамічних характеристик елементів систем від кута між лінією заякорення та напрямком розповсюдження

хвилі. Виявлено, що величина натягу в точках кріплення буйків практично не залежить від кута між лінією закорення та напрямком розповсюдження хвилі. Розглядається вплив горизонтальних гнучких елементів буйково – закорених систем на динамічні характеристики вертикальних гнучких елементів. Встановлено, що відношення максимальної величини зусилля при ривку до величини зусилля при стаціонарному положенні у вертикальному гнучкому елементі в два рази менше за цей показник для одиночно закореного буйка.

У висновках коротко формулюються результати дисертаційної роботи і подаються висновки, зроблені на основі аналізу цих результатів.

### **ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ РОБОТИ**

1. Побудована (з використанням елементів теорії графів) система рівнянь руху дискретно – континуальної гідрофізичної системи сіткового виду в потоці рідини ;
2. Побудовано ефективний алгоритм чисельного розв'язку відповідних початково – крайових задач з використанням "алгоритму мінімального ступеня";
3. Розроблено пакет прикладних програм на алгоритмічній мові PASCAL для розв'язку відповідних початково – крайових задач динаміки гідрофізичних систем сіткового виду;
4. Розглянута динаміка закореної по прямій лінії гідрофізичної системи сіткового виду, що утримується буйками, в умовах розвинутого морського хвилювання та течій. Зокрема, встановлено:

- зусилля, які виникають в крайніх вертикальних гнучких елементах, майже в півтора рази більші за зусилля у внутрішніх вертикальних гнучких елементах;
- при раптовій зміні напрямку потоку рідини система плавно переходить до нового положення рівноваги;
- в умовах розвинутого морського хвилювання для внутрішнього вертикального гнучкого елемента відношення максимальної величини зусилля при ривку до величини зусилля при статичному положенні у два рази менше за цей показник для одиночно заякореного буйка;
- визначені гнучкі елементи конструкції, в яких виникають "прослаблення".

## ОПУБЛІКОВАНІ РОБОТИ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Силенко О.И. Расчет пространственных конфигураций гибких тяжелых решетчатых конструкций // "Моделирование и исследование устойчивости систем" (Прикладная механика): Тез. докл. – Киев: КУ им. Т. Шевченка, 1995, С. 108.

2. Силенко О.И., Безверхий О.И. Моделирование динамики конструкций сетчатого вида. // "Моделирование и исследование устойчивости систем" (Прикладная механика): Тез. докл. – Киев: КУ им. Т. Шевченка, 1995, С. 18.

3. Безверхий О.И., Силенко О.И. Динамика сетчатых тросовых конструкций, удерживаемых буйками, на волнении // "Моделирование и исследование устойчивости систем" (Прикладная механика): Тез. докл. – Киев: КНУ им. Т. Шевченка, 1996, С. 17.

4. Силенко О.И., Безверхий О.И. Динамика сетчатых тросовых

конструкций, удерживаемых буйками, на волнении //Инженерно – физические проблемы новой техники: Тез.докл. – М.: МГТУ,1996, С. 76 – 77.

5. Silenko O.I., Bezverkhy A.I. Algorithm of numerical solution of dynamics problems for space remifield rope constructions // Abstr. of Conference on Numerical Methods and Computational Mechanics 96': – Mishcolc, Hungary, 1996. – P. 23.

6. Безверхий О.І., Шульга М.О., Сіленко О.І. До розрахунку динаміки тросових сіткових конструкцій в рідині //Доп. НАН України, – 1997, №.2. – С. 52–56.

Silenko O.I. Dynamics of hydrophysical mesh systems.

The thesis on obtaining the academic degree of the candidate of physics & mathematics science on the speciality 01.02.04 - mechanics of deformable rigid body.

Taras Shevchenko Kyiv University, Kyiv, 1997.

Motion equations system derived for hydrophysical mesh systems into liquid flow with using of graph theory. Approximating the motion equations by local parametrical splines of first degree the effective algorithm (with using minimum degree reordering) created for numerical solution of initial – boundary value problems of dynamics of hydrophysical systems. The created algorithm was used for the study of dynamics of mooring along a straight line hydrophysical mesh systems that are held by buoys in conditions of sea – roughnesses and currents. The flexible construction elements which have "sags" were determined.

Сіленко О.І. Динаміка гідрофізических систем сетчатого вида.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Киевский университет имени Тараса Шевченко, Киев, 1997.

Построена система уравнений движения гидрофизических систем сетчатого вида в потоке жидкости с использованием элементов теории графов. На основе аппроксимации уравнений движения локальными параметрическими сплайнами первой степени, разработан эффективный алгоритм численного решения начально – краевых задач динамики с использованием "алгоритма минимальной степени". Разработанный алгоритм был применен для исследования динамики закоренных по прямой линии гидрофизических систем сетчатого вида, удерживаемых буйками, в условиях развитого морского волнения и течений. Определены гибкие элементы конструкции, в которых возникают "прослабления".

Ключові слова: динаміка, сіткова конструкція, сплайн, потік рідини.

Підл. до друку 21.02.97  
Папір друк. № 1 . Спосіб друку офсетний. Умовн. друк. арк. 40.  
Умовн. фарбо-відб. 1,0 . Обл.-вид. арк. 10 .  
Тираж 100 . Зам. № 7-678

---

Фірма «ВПОЛ»  
252151, Київ, вул. Волинська, 60.

434455

AB 37.046