

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ЯРУСОВ

Д-р техн. наук, проф., директор Центра компьютерных технологий
в рыболовстве и образовании В.И. Габрюк, Е.В. Осипов – Дальрыбвтуз

Во многих странах мира широко используют горизонтальные ярусные порядки для лова тунцов, марлин, акул, трески, палтуса. В последние годы в связи с развитием прибрежно-го рыболовства горизонтальные ярусы стали применять и на Дальневосточном бассейне.

На промысле используют крючки, имеющие различные форму и исполнение, наибольшее применение получили крючки круглой и полукруглой формы с жалом, загнутым внутрь. Они меньше цепляются за выступающие части судна и механизмов, и более безопасны.

О ярусном лове написано много, но до последнего времени не исследованы формы и натяжения всех элементов яруса при наличии течений, а также при дрейфе и буксировке порядка и их влияние на его уловистость.

Для моделирования ярусного порядка на компьютере мы разработали математические модели (ММ) всех его элементов (якоря, якорного линия, крючка, поводца, буя, буйлиния, хребтины).

Основным элементом ярусных порядков является канат в потоке воды (хребтина, якорный линия, буйлиния, поводец), математическая модель которого имеет вид:

$$dT/dl = q\sin\alpha\cos\varphi - r_{xV}\cos\alpha + r_{zV}\sin\alpha;$$

$$d\alpha/dl = (q\cos\alpha\cos\varphi + r_{xV}\sin\alpha + r_{zV}\cos\alpha)/T;$$

$$d\varphi/dl = -(q\sin\varphi + r_{yV})/T\sin\alpha;$$

$$dx/dl = \cos\alpha, \quad dy/dl = \sin\alpha\sin\varphi, \quad dz/dl = -\sin\alpha\cos\varphi,$$

где d/dl – символ производной по дуговой координате l ; T – натяжение каната в текущей точке; q – вес в воде 1 м каната; α – угол атаки каната; φ – угол крена плоскости потока каната; r_{xV} , r_{yV} , r_{zV} – проекции гидродинамических сил, действующих на 1 м каната на оси x_v , y_v , z_v поточной системы координат.

Таким образом, математические модели всех канатных элементов ярусного порядка одинаковы, отличаются только граничные условия (ГУ), которые для всех канатных элементов яруса были получены из условий равновесия узловых соединений ярусного порядка, показанных на рис. 1. Например, из условия равновесия узла К крепления поводца к хребтине (см. рис. 1) следует:

$$\operatorname{tg}\varphi_o = T\sin\alpha\sin\varphi / (T\sin\alpha\cos\varphi - T_n\sin\alpha_n);$$

$$\operatorname{tg}\alpha_o = (T\sin\alpha\cos\varphi - T_n\sin\alpha_n) / (T\cos\alpha - T_n\cos\alpha_n)\cos\varphi_o;$$

$$T_o = (T\cos\alpha - T_n\cos\alpha_n) / \cos\alpha_o,$$

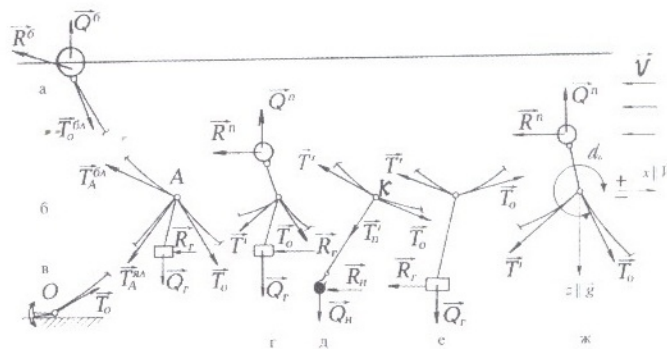


Рис. 1. Основные типы соединений, используемых в ярусных порядках: а – буй с буйрепом; б – линия с хребтиной, буйрепом и грузом; в – якорного линия с якорем; г – хребтины с грузом и плавом; д – крючкового поводца с хребтиной; е – хребтины с грузом; ж – хребтины с плавучестью. $\vec{R}_r, \vec{R}_b, \vec{R}^o, \vec{R}^n$ – гидродинамические силы – груза, наживки, буя, плова; $\vec{Q}_r, \vec{Q}_b, \vec{Q}^o, \vec{Q}^n$ – силы веса в воде – груза, наживки, буя, плова; \vec{T}^o, \vec{T}^n – натяжения канатов в начальных и конечных точках

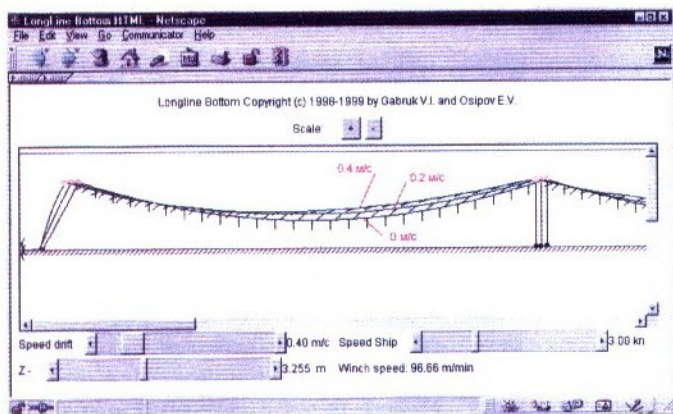


Рис. 2. Компьютерное моделирование придонного яруса

где α_n, T_n – угол атаки и натяжение поводца; $\alpha, \varphi, T; \alpha_o, \varphi_o, T_o$ – углы атаки хребтины, углы крена плоскости потока хребтины и натяжения до и после точки К.

На компьютере решали задачи (3) определения формы, натяжения и сопротивления всех канатных элементов ярусного порядка: $Z_i = MM_i + GU_i$.

Общую задачу моделирования всего порядка решали путем «стыковки» частных задач: $Z = \sum Z_i = \sum (MM_i + GU_i)$.

При разработке программы моделирования ярусных порядков на компьютере использовали язык Java и объектно-ориентированную технологию программирования, при которой ярусный порядок разбивают на классы и объекты и устанавливают связи между ними. Результаты моделирования придонного порядка на компьютере показаны на рис. 2.

Интерфейс Java – программы позволяет путем перемещения движков по экрану дисплея менять число участков ярусного порядка, скорость течения и получать характеристики и форму яруса в реальном масштабе времени. Программу используют в учебном процессе на кафедре промышленного рыболовства Дальрыбвтуза при курсовом и дипломном проектировании и в качестве тренажера. Ее можно применить на промысле при определении массы якорей и грузов, которые необходимо крепить к порядку, длин грузовых поводцов, стрелок прогиба хребтины и при микропроцессорном управлении скоростью выметки хребтины для обеспечения заданной формы ярусного порядка и нахождения положения крючков в слое рыбы. Но при этом надо иметь базы данных рельефа грунта и течений в районе промысла.