



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
КОМПЕТЕНТНЫЕ РЕШЕНИЯ

Программное обеспечение РС для сопровождения проектирования корпуса

Никонов Семён Анатольевич

Инженер

Отдел конструкции корпуса и судовых устройств РС

Санкт-Петербург

8 сентября 2021



ПО для проверки корпусных судовых конструкций

ПО для Prescriptive проверок

Цель: осуществление проверок путем сопоставления значений геометрических и физических характеристик принятых в проекте конструктивных элементов с регламентируемыми Правилами.

- для проведения проверок необходимы вычисления по формулам из Правил;
- относительно простые модели (обычно 2D);
- математические формулы и зависимости.

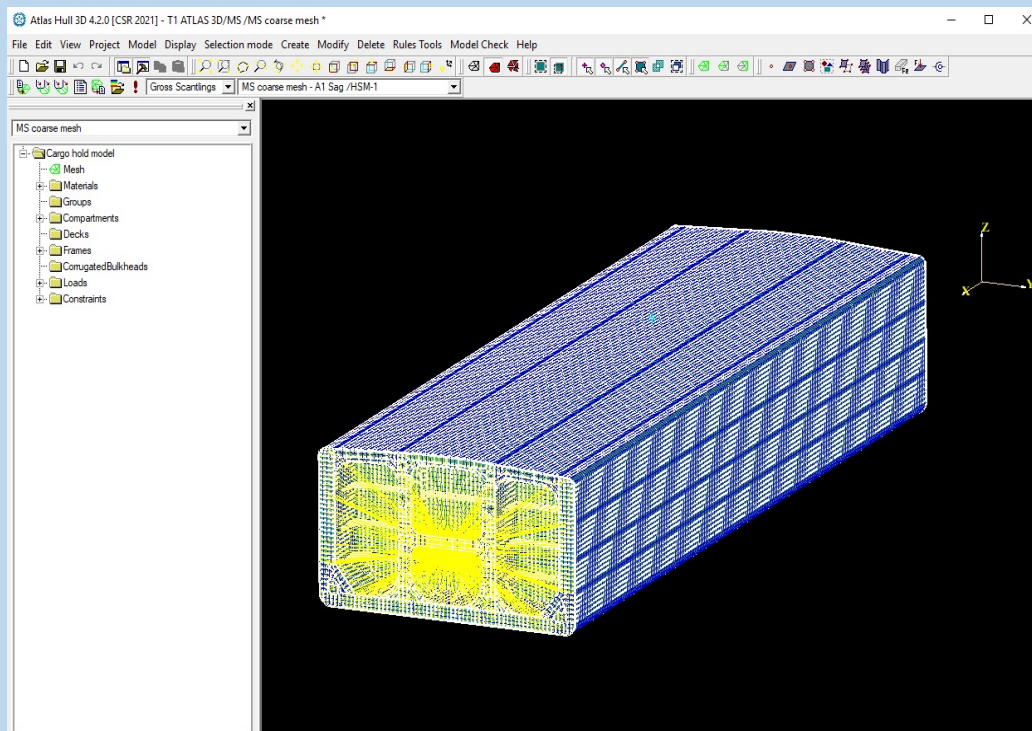
ПО для проверок на основании прямых расчетов

Цель: осуществление проверок путем анализа результатов прямых расчетов математических моделей, подготовленных на основании принятой в проекте конструкции и на основании требований Правил к таким моделям, на соответствие критериям, отраженным в Правилах.

- для проведения проверок необходимо выполнение прямых расчетов;
- сложные модели (обычно 3D);
- сложные методы расчета (метод конечных элементов, метод граничных элементов и т.п.).



Программное обеспечение РС для проверок на основании прямых расчетов



Руководящие НД: Общие правила МАКО

В настоящее время используется: ATLAS 3D

Позволяет производить расчеты методом конечных элементов в соответствии с Общими правилами МАКО и упрощает анализ полученных результатов



Программное обеспечение РС для prescriptive проверок

The screenshot displays the ODYSSEY software interface for ice strengthening analysis. The main window shows a cross-section of a ship's hull with various zones labeled: Region C, Zone_C_side, Region B, Zone_B_side, Ice load line, Ballast waterline, Region A₁, and Zone_A₁. A green box highlights the 'Frame 94, 108' area. Below the hull section, a table provides data for the selected frame.

	X [m]	Frame #	Z1 [m]	Z2 [m]	
1	73.20	94	1.98	11.50	X
2	86.40	108	5.60	11.50	X
+					

The Data Browser on the right shows the following details for the selected frame:

- Type: Side
- Framing System: Frame transverse
- Bilge: No
- Calculation Method: Detailed
- Compartment: Dry tank 108

Руководящие НД: Правила РС, Общие Правила МАКО

В настоящее время используется: ATLAS 2D

Позволяет проводить prescriptive проверки на соответствие Общим правилам МАКО

В разработке: ODYSSEY

Позволяет производить prescriptive проверки на соответствие Правилам РС и Общим правилам МАКО



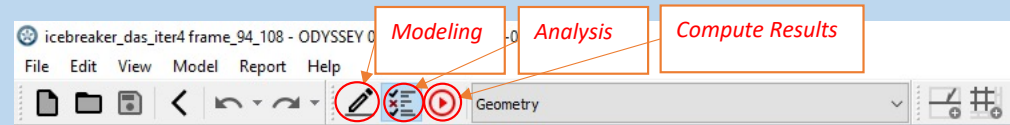
Перечень документов, расчеты согласно которым интегрированы в ПО ODYSSEY:

- Правила РС часть II «Корпус»;
 - Выбор материалов;
 - Общая прочность;
 - Местная прочность продольных и поперечных связей;
 - Устойчивость продольных связей;
 - Расчет ледовых усилений судов с ледовым классом РС (глава 3.10);
 - Расчеты, характерные для специализированных судов (раздел 3);
- Общие правила МАКО (танкеры длиной более 150 метров и навалочные суда длиной более 90 метров);
- Унифицированное требование МАКО UR S6 (проверка материалов);
- Унифицированное требование МАКО UR S11A (стандарт прочности контейнеровозов);
- Правила РС часть XVII «Дополнительные знаки символа класса и словесные характеристики, определяющие конструктивные или эксплуатационные особенности судна»;
 - Расчеты ледовых усилений судов двойного действия (DAS);
- Правила РС часть III «Устройства, оборудование и снабжение»;
 - Проверки рулей;
- Руководство по оценке усталостной долговечности судов (РС);
 - Prescriptive расчеты узлов пересечения продольных балок основного набора с поперечными рамными связями;
- Правила классификации и постройки судов для перевозки сжиженных газов наливом.

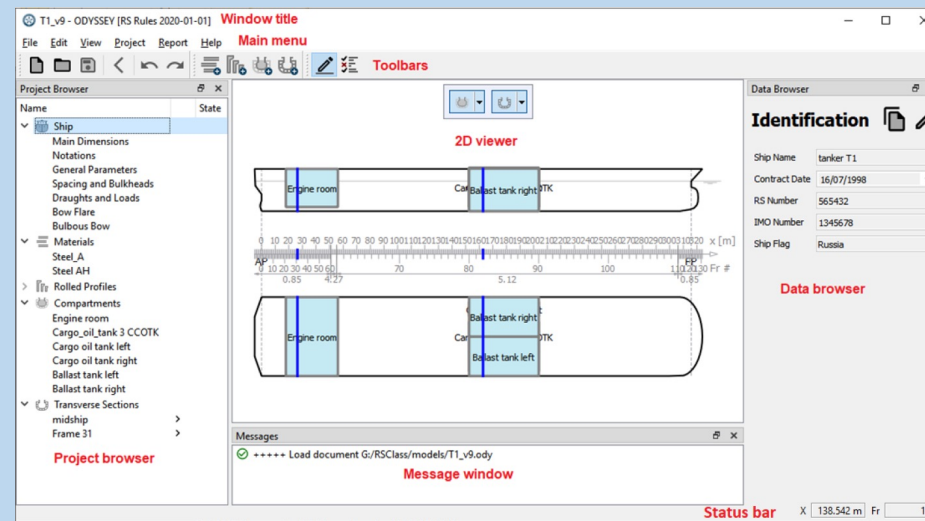


Перечень документов, функциональность по которым находится в разработке (ПО ODYSSEY):

- Правила РС часть XVII «Дополнительные знаки символа класса и словесные характеристики, определяющие конструктивные или эксплуатационные особенности судна»;
 - Расчеты ледовых усилений судов балтийских и полярных классов;
 - Расчеты для обеспечения дополнительного знака символа класса NAABSA.
- Унифицированное требование МАКО UR S10 (расчет рулей);
- Руководство по оценке напряженно-деформированного состояния судовых корпусных конструкций на основе метода конечных элементов;
 - Расчеты перекрытий в балочной конечно-элементной постановке (подготовка моделей).



Панель переключения режимов работы



Основные элементы интерфейса ПО ODYSSEY



- > Ship
- > Ice Class
- > Materials
- > Rolled Profiles
- > Compartments
- > Stem
- > Stern-post
- > Transverse Sections
- > Bulkhead Arrangements
- > Grillages
- > Ice Strengthenings

- Ship
 - Main Dimensions
 - Notations
 - General Parameters
 - Spacing and Bulkheads
 - Loads
 - Bow Flare

Data Browser

Identification

Ship Name

Contract Date 01.01.1990

RS Number

IMO Number

Ship Flag

Data Browser

Main Dimensions

Length (L)

Scantling Length

Load Line Length (L_{LL})

Breadth (B)

Depth (D)

Draughts

Scantling Draught (d_s)

Design Draught (d)

Ballast Draught 0.6 d

Form Factor Parameters

Block Coefficient (C_b)

Displacement (Δ)

Designed Waterplane Coefficient (C_w)

Has Bulbous Bow No

Specified Speed (v_s)

Data Browser

Notations

Service Notations Oil tanker (ESP)

Container No

Navigation Notation Unrestricted

Berth-connected ship No

Helicopter None

NAABSA None

Ice Class

RS Ice Class None

DAS Class None

Polar Class None

Baltic Class None

Data Browser

General Parameters

Planned service life 25 years 25 years

Check of Materials

Minimum surrounding air temperature (T_a)

Check according to RS Rules



- > Ship
- > Ice Class
- > Materials
- > Rolled Profiles
- > Compartments
- > Stem
- > Stern-post
- > Transverse Sections
- > Bulkhead Arrangements
- > Grillages
- > Ice Strengthenings

Data Browser

Spacing and Bulkheads

Spacing

Numbering from fore to aft: No

X of frame #0: 0.00 m

First Frame #: -6

	To frame #	Spacing [m]
1	60	0.85
2	61	4.27
3	110	5.12
4	131	0.85

Watertight bulkheads

X of afterpeak bulkhead: 12.75 m Fr # 15

X of collision bulkhead: 306.15 m Fr # 110

	Name	X from AE [m]	Frame #
1	engine room	51.00	60
2	4 cargo hold	101.35	70
3	3 cargo hold	152.55	80
4	2 cargo hold	203.75	90
5	1 cargo hold	254.95	100

X of stern counter: 15.30 m Fr # 18

Engine room position: Aft

Number of bulkheads required by Pt V: 9

Data Browser

Loads

Still Water Loads

	X from AE [m]	Frame #	Max. pos. [kN·m]	Max. neg. [kN·m]	Max. pos. [kN]	Max. neg. [kN]
1	63.00	63*2510 mm	3776000	-3079000	42936	-42936
2	94.50	69*1730 mm	5663000	-4619000	42936	-42936
3	126.00	75*950 mm	7551000	-6159000	35000	-35000
4	189.00	87*610 mm	7551000	-6159000	35000	-35000
5	204.75	90*1000 mm	7551000	-6159000	42500	-42500
6	220.50	93*1380 mm	6472000	-5279000	50000	-50000
7	267.75	102*2650 mm	3236000	-2639000	50000	-50000

Regular Change of Sign of Bending Moment on Still Water:

Weight and Accelerations

Full load (design draught) condition

X_c: 115.00 m L/2

Z_c: 9.00 m auto

Transverse Metacentre (m): 4.060 m 0.078

Roll period factor (c): 0.8000 auto

Ballast (minimal draught) condition

X_c: 115.00 m L/2

Z_c: 9.00 m auto

Transverse Metacentre (m): auto

Roll period factor (c): 0.7358 auto



Функциональность вкладки Materials

- > Ship
- > Ice Class
- > Materials
- > Rolled Profiles
- > Compartments
- > Stem
- > Stern-post
- > Transverse Sections
- > Bulkhead Arrangements
- > Grillages
- > Ice Strengthenings

- Materials
 - Steel_A
 - Steel AH
 - Steel DH

Data Browser

Edit Material Steel_A

Name: Steel_A

Material type: Hull Structural Steel

Steel grade: A

R_{eH} : 235 MPa

η : 1.00

Data Browser

Edit Material Steel_A

Name: Steel_A

Material type: Hull Structural Steel

Steel grade: A

R_{eH}

η

- A
- B
- D
- E
- AH A32
- AH A36
- AH A40
- AH A420
- AH A460
- AH A500
- AH A550
- AH A620
- AH A690
- AH A890
- AH A960
- DH D32
- DH D36
- DH D40
- DH D420
- DH D460
- DH D500
- DH D550
- DH D620
- DH D690
- DH D890
- DH D960
- EH E32
- EH E36
- EH E40
- EH E420
- EH E460
- EH E47
- EH E500
- EH E550
- EH E620
- EH E690
- EH E890
- EH E960
- FH F32
- FH F36



Функциональность вкладки Rolled Profiles

- > Ship
- > Ice Class
- > Materials
- > Rolled Profiles
- > Compartments
- > Stem
- > Stern-post
- > Transverse Sections
- > Bulkhead Arrangements
- > Grillages
- > Ice Strengthenings

Data Browser

Rolled Profiles

	Name	Type
1	P GOST 100×6	P GOST 100×6
2	P GB 260×12	P GB 260×12

Data Browser

Edit Profile P DIN 100×7

Name: P DIN 100×7

Profile: Bulb

Scantling

Standard: DIN (EN)

Profile: P DIN 100×7

Web Height (h_w): 100.0 mm

Web Thickness (t_w): 7.0 mm

Flange Breadth (b_f): 15.5 mm

r_1 : 4.5 mm

r_2 : 4.5 mm

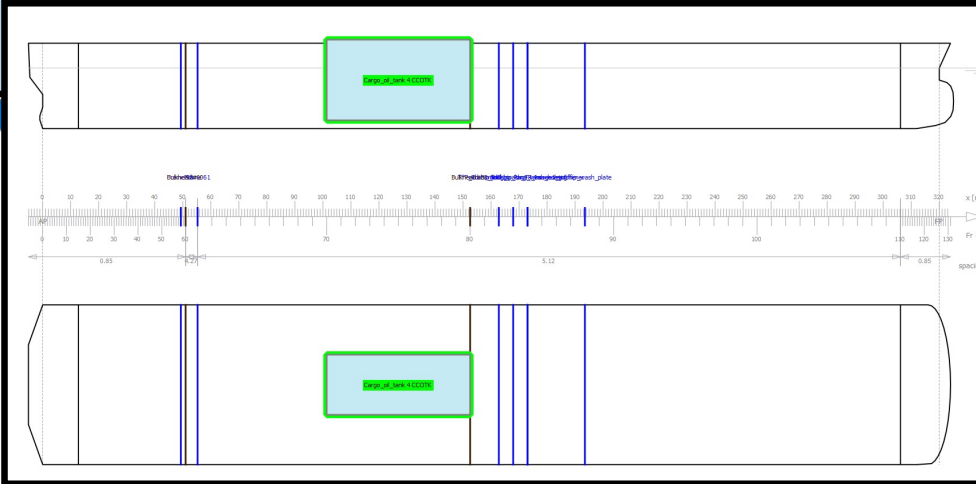
r_3 : 0.0 mm

Flange Angle (α): 30 °



Функциональность вкладки Compartments

- Compartments
- Engine room
- Cargo_oil_tank 3 CCOTK
- Cargo oil tank 3
- pump room
- HFTK(P)
- service
- superstructure
- water
- Cargo_oil_tank 5 CCOTK
- Cargo_oil_tank 4 CCOTK
- Cargo oil tank 5
- Cargo oil tank 4
- Ballast tank 3
- Ballast tank 4
- Ballast tank 5



Data Browser

Compartment Cargo_<

General Data

Symmetric: Yes (one compartment)

Type: Cargo tank

Heating: No

Insulation: No

Inert gas: No

Minimal temperature (T_{min}): 10.00 °C (radio buttons: 10.00 °C, default)

Size and Position

X_{min}: 101.35 m Fr# 70

X_{max}: 152.55 m Fr# 80

Y_{min}: -10.92 m

Y_{max}: 10.92 m

Z_{min}: 3.00 m

Z_{max}: 32.30 m

Height of air pipe (Δz): 2.50 m

Length: 51.20 m (radio buttons: 51.20 m, auto)

Breadth: 21.84 m (radio buttons: 21.84 m, auto)

Loadings

May be empty in full load condition: No

Ballast

Liquid

Liquid density (ρ_L): 0.900 t/m³

Setting pressure of safety valve (p_s): 25.000 kPa

Partial filling is allowed: Yes



Функциональность вкладки Stern-post

Data Browser

Edit Stern-post

Material: A

Steering gear

Steering gear type: Case 1

l_1 : 0.610 m

Quadrant radius (r_1): 0.580 m

Mean inertia moment (I_1): 65600 cm⁴

Sternframe

Sternframe type: Welded

Length (l_2): 0.900 m

Thickness (s): 24.0 mm

Propeller

Number of propellers (n): 1

Thrust (T): 1093 kN

Diameter (D_0): 4.342 m

Average wake factor (W): 0.296 auto

Maximum astern speed (v_{10}): 8.0 kn 0.5 v ₀ > ₀ </sub>

Fixed steering nozzle

Data Browser

Edit Rudder

Rudder type: III

Rudder blade

Rudder behind propeller: Yes

Rudder area (A): 14.60 m²

Rudder area in non-reversed position (A₀): 13.23 m²

Mean height (h_1): 4.830 m

Rudder blade area forward of CL (A₁): 5.94 m²

Mean moment of inertia (I): 145000 cm⁴

Dimensions

l_1 : 2.010 m

l_2 : 5.360 m

l_3 : 3.516 m

e : 0.468 m

Solepiece

	Distance (x) [m]	Vertical section	Horizontal section	
1	3.52	38295.00	57165.00	×
+				

Data Browser

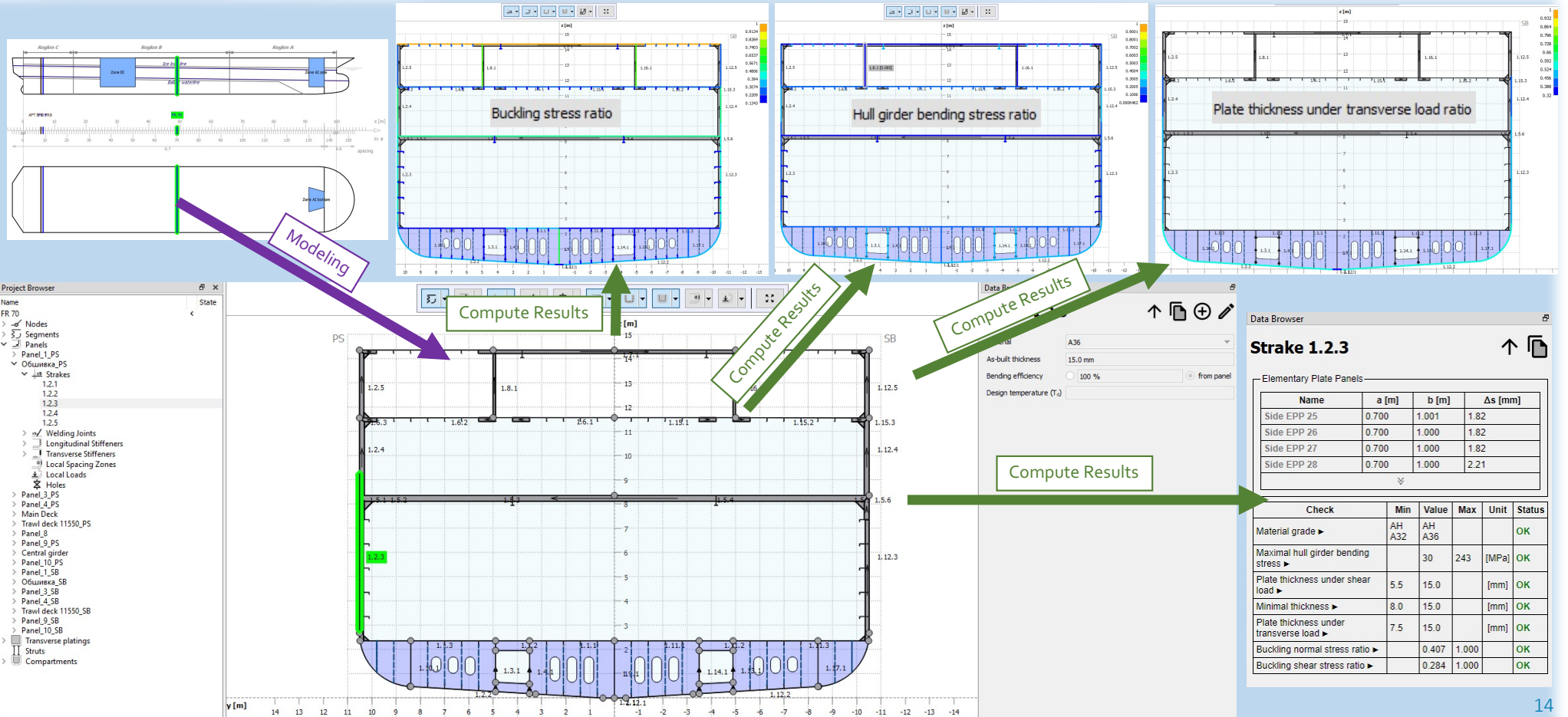
Stern-post

Check	Min	Value	Max	Unit	Status
Welded sternframe, length (l_2) ▶	0.429	0.900		[m]	OK
Welded sternframe, thickness (s) ▼	23.0	24.0		[mm]	OK
$s_{req} = \text{round}_{0.5}[s_{min}] = 23.0 \text{ mm} \blacktriangledown$ $s_{min} = 1.6s_0 = 23.0 \text{ mm} \blacktriangledown$ $s_0 = 0.1L + 4.4 = 14.4 \text{ mm} \blacktriangleright$					
Solepiece vertical section modulus ratio ▶	1.00	2.00			OK
Solepiece horizontal section modulus ratio ▶	1.00	5.96			OK

Checks are OK



Проверки поперечных сечений на примере мидель-шпангоута рыболовного судна

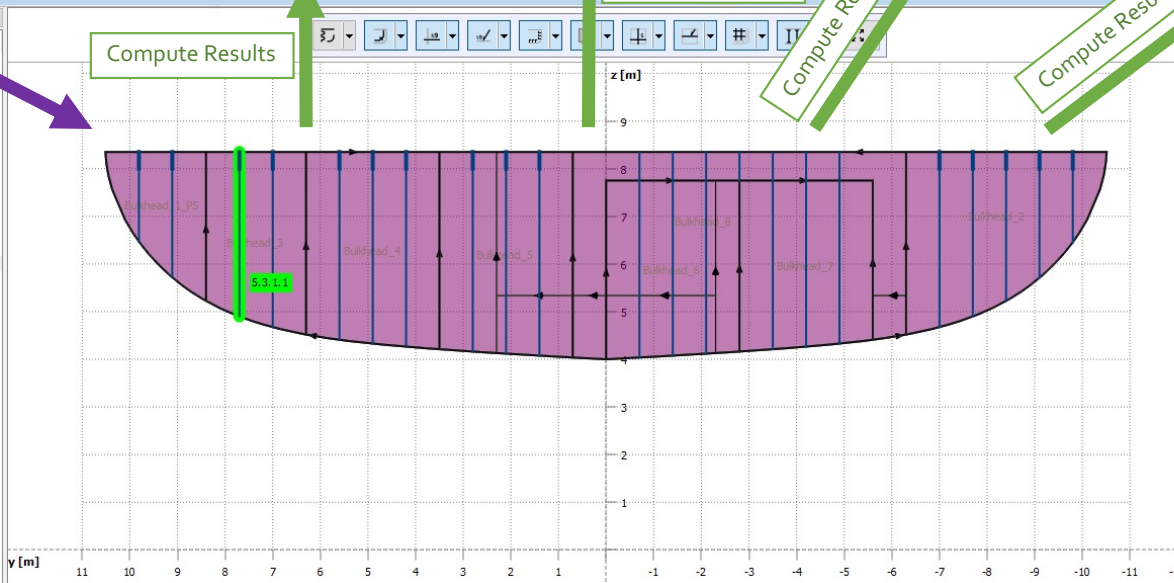
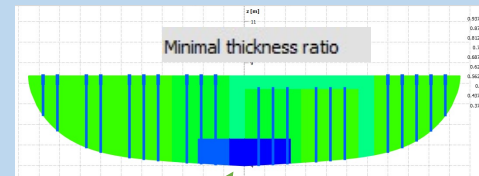
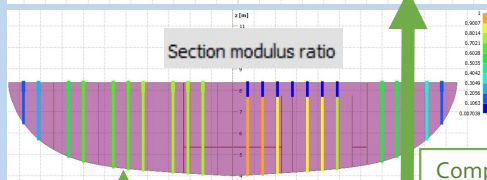
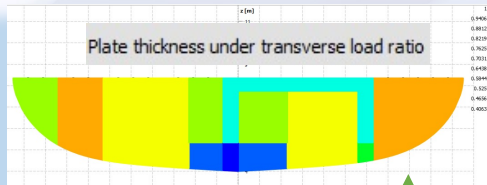
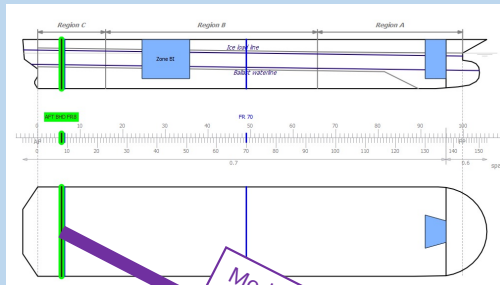


Name	a [m]	b [m]	Δs [mm]
Side EPP 25	0.700	1.001	1.82
Side EPP 26	0.700	1.000	1.82
Side EPP 27	0.700	1.000	1.82
Side EPP 28	0.700	1.000	2.21

Check	Min	Value	Max	Unit	Status
Material grade	AH A32	AH A36			OK
Maximal hull girder bending stress		30	243	[MPa]	OK
Plate thickness under shear load	5.5	15.0		[mm]	OK
Minimal thickness	8.0	15.0		[mm]	OK
Plate thickness under transverse load	7.5	15.0		[mm]	OK
Buckling normal stress ratio		0.407	1.000		OK
Buckling shear stress ratio		0.284	1.000		OK



Проверки поперечных переборок на примере
ахтерпиковой переборки рыболовного судна



Data Browser

Bh Stiffener 5.3.1.1

Notifications

The combination of connection types does not match RS Rules Pt II Table 2.7.4.2: Stiffener 5.3.1.1

Properties

Parameter	Value	Unit
Role	Stiffener	
l	3.273	[m]
a	0.700	[m]
B _y	0.546	[m]
s _{plate}	9.0	[mm]
Δs	1.30	[mm]

Check	Min	Value	Max	Unit	Status
Material grade	A	A			OK
Web minimal thickness	6.5	14.0		[mm]	OK
Section modulus	229.45	433.379		[cm ³]	OK

Project Browser

- Name
- AFT BHD FR8
- Nodes
- Segments
- Panels
- Bulkheads
 - Bulkhead_1_PS
 - Bulkhead_2
 - Bulkhead_3
 - Welding Joints
 - Bulkhead Plates
 - 5.3.1
 - Bulkhead Stiffeners
 - 5.3.1
 - 5.3.1.1
 - 5.3.1.2
 - Bulkhead_4
 - Bulkhead_5
 - Bulkhead_6
 - Bulkhead_7
 - Bulkhead_8

Data Browser

Bh Stiffener 5.3.1.1

Common

Role: Stiffener

Fabrication: Rolled

Profile: r24a

Material: A

Design temperature (T_d):

Connection type at start: Continuous

Connection type at end: Continuous

Brackets: Only at end

End bracket

Size along stiffener (c₁): 350 mm

Size across stiffener (c₂): 700 mm

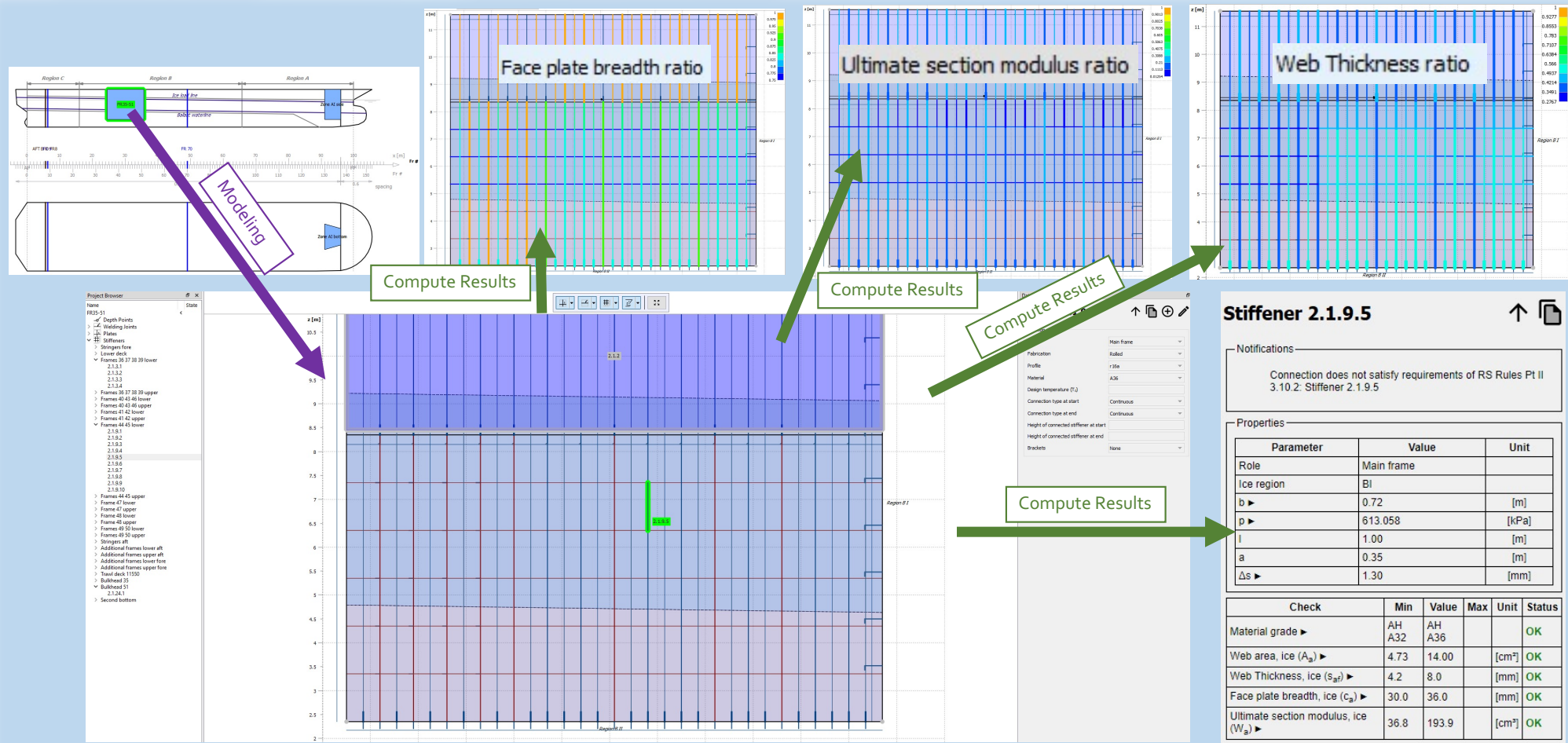
Thickness: 12.0 mm

Radius: Straight

Free edge stiffening: None



Проверки ледовых усилений перекрытия на примере
перекрытия в районе В1 для рыболовного судна





РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
КОМПЕТЕНТНЫЕ РЕШЕНИЯ



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!