

21) оригинальная регрессионная модель прогноза подводного движения разлива нефти при его погружении, которая позволит выполнять оценку параметров области погружения нефти с одновременным учетом процессов растекания и перемещения под действием глубинных течений;

22) методика оценки концентрации нефтяных углеводородов в водных объектах в процессе тренажерной подготовки;

23) оценка последствий взрывов нефтепродуктов на судах;

24) матрицы выбора типа взрывного процесса по тяжести последствий;

25) оценки распространения опасных факторов пожара (ОФП) на судах;

26) статистическая оценка ущербобразующих факторов (масса эмульсии, масса диспергировавшей нефти, масса нефти на берегу, длина загрязненной части берега, масса испарившейся нефти, масса сгоревшей нефти, масса собранной смеси, масса собранной с берега нефти, стоимость мероприятий по локализации и ликвидации ЧС(Н)).

в) в составе подсистемы локализации и ликвидации чрезвычайной ситуации

27) методика выбора рубежа локализации ЧС.

28) географически ориентированные матрицы локализации и ликвидации ЧС (матрица выбора стратегии реагирования на разливы нефти, матрица выбора тактики реагирования на разливы нефти, матрица выбора методов и способов локализации и ликвидации ЧС(Н), матрица выбора технологии локализации и ликвидации, матрица выбора оборудования (оценка вариации мин, мах и ср)).

29) оценка влияния различных факторов на процессы ликвидации нефтяного загрязнения;

30) специальные инженерно-технические и организационные мероприятия по защите экологически чувствительных территорий от разливов нефти;

г) в составе подсистемы контроля состояния окружающей среды

31) методика расстановки чувствительных элементов контроля нефтяного загрязнения в процессе тренажерной подготовки;

32) методика расстановки гидрометеобуев для мониторинга скорости и направлений течений и ветра;

33) обмен данными через системы АИС, СУДС, GPS, GLONASS.

Список литературы:

[1] Наумов В.С. Оценка ущерба при разливах нефти на объектах транспортного комплекса / В.С. Наумов, А.Е. Пластинин // Журнал университета водных коммуникаций. – 2010. – №5(1). – С. 152–157.

[2] Наумов В.С. Управление окружающей средой на промышленных предприятиях водного транспорта: Монография – Н. Новгород: Издательство ВГАВТ, 2002. – 220 с.

Н.А. Рехалова
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ТРЕБОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОВ ВНУТРЕННЕГО ПЛАВАНИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВЛЯЮЩИХ НАГРУЗКИ МАСС

В процессе оптимизации составляющих нагрузки масс при разработке проекта судна или проекта его модернизации определяется сочетание масс различных уровней стоимости при заданных ограничениях по их величине, уровням качества, навигационным и эксплуатационным качествам для данного типа судна. Полученные значения

масс судна, имеющих заданные уровни качества, являются основой для принятия решений по проекту.

Для осуществления процесса оптимизации 17 разделов и групп нагрузки масс грузовых судов внутреннего плавания по СТП 1.15-83 «Нагрузка масс судов внутреннего плавания» были объединены в 6 групп по уровням стоимости [1, 2].

Для осуществления процесса оптимизации составляющих нагрузки масс должна быть сформирована база данных по уровням качества [3].

Уровень качества составляющих нагрузки масс j -го уровня стоимости – это мера соответствия качества составляющих нагрузки масс j -го уровня стоимости качеству масс этого уровня стоимости, принятой за базовую.

Уровень качества каждого j -го уровня стоимости оценивается с помощью комплексного определяющего показателя качества – \bar{Q}_j :

$$\bar{Q}_j = \left(\prod_{i=1}^m Q_{i \text{отн}}^{g_i} \right), \quad (1)$$

который определяется в зависимости от относительных единичных показателей качества $Q_{i \text{отн}}$ с определенными поправками – весовыми коэффициентами g_i , кото-

рые назначаются с учетом условия: $\sum_{i=1}^m g_i = 1$.

$$Q_{i \text{отн}} = \frac{Q_i}{Q_{i \text{баз}}} \quad (2)$$

$$\text{или } Q_{i \text{отн}} = \frac{Q_{i \text{баз}}}{Q_i}, \quad (3)$$

где

Q_i – численное значение i -го единичного показателя качества массы, относящейся к j -му уровню стоимости;

$Q_{i \text{баз}}$ – численное значение i -го единичного базового показателя качества массы, относящейся к j -му уровню стоимости.

Формула (2) используется, когда увеличению значения Q_i соответствует улучшение качества, в этом случае относительный единичный показатель качества должен увеличиваться при улучшении качества, а формула (3) используется, в тех случаях, когда увеличению численного значения Q_i соответствует снижение качества.

Единичные показатели качества определяются для предварительно составленного перечня механизмов, оборудования и материалов (по каждому уровню стоимости), используемых при проектировании судна данного типа. В этот перечень включаются массы, оказывающие наибольшее влияние на надежность судна и в конечном итоге определяющие его.

При проектировании судов повышенной экологической безопасности или модернизации судна в направлении увеличения его экологической безопасности указанный перечень оборудования по каждому уровню стоимости, подлежащий включению в базу данных по уровням качества, расширяется.

Для определения изменений в формировании базы данных необходимо выявить разделы и группы нагрузки масс, на которые оказывают влияние требования экологической безопасности судна. Для этого были проанализированы нормативные документы по экологической безопасности судов внутреннего плавания [4–12].

Выделены требования к экологической безопасности, учитываемые на этапах проектирования разных типов судов: сухогрузных, нефтеналивных и химовозов, пассажирских, буксиров и толкачей, бункеровщиков, перекачивающих нефтестанций, станций зачистки трюмов и цистерн после нефтепродуктов, судов для сбора, хранения, обезвреживания и утилизации нефтесодержащих вод и нефтеостатков.

Требования к экологической безопасности судна учитываются в следующих разделах и этапах проектирования:

- конструкция корпуса (двойное дно и двойные борта в районе грузовых танков или трюмов; назначение минимальных толщин листов элементов корпуса судна, ответственных за экологическую безопасность; конструктивные меры и оборудование для уменьшения вероятности разлива нефти на палубу с попаданием за борт);

- расчеты общей прочности корпуса (расчет предельного момента, определяемого для корпуса в средней части);

- непотопляемость (определяются критерии аварийной остойчивости судна после повреждения);

- общее расположение (расположение топливных цистерн; сборных цистерн для нефтесодержащих (НВ) и сточных (СВ) вод, нефтешламов и шламов после очистки СВ; емкостей для мусора и других отходов, образующихся в процессе эксплуатации судна; станций очистки НВ и СВ, устройств для обработки мусора, инсинераторов);

- балластная система (конструирование цистерн изолированного балласта);

- системы (система шпигатов, системы перекачки, сдачи и сброса нефтесодержащих и сточных вод с системами автоматизации);

- палубное оборудование (судовой комплект по борьбе с разливами нефти);

- судовые устройства для сбора и обработки мусора и шламов;

- энергетические установки (требования к двигателям, котлам по предотвращению загрязнения атмосферы выбросами оксидов азота, оксида углерода, углеводородов, а также требования к дымности отработавших газов);

- газовыпускная система (оборудование для снижения выбросов указанных вредных веществ и дымности отработавших газов; система очистки выхлопных газов, как альтернативный метод снижения выбросов SO_x);

- система газоотводных трубопроводов (оборудование судна системой выдачи паров груза для предотвращения загрязнения выбросами летучих органических соединений);

- холодильные установки (требования к хладагентам), системы пожаротушения (требования к огнетушащим веществам), требования к противообрастающим покрытиям – для судов с уровнем экологической безопасности ЭКО-1 и ЭКО-2).

Отдельно рассмотрены требования к проектированию судов, перевозящих опасные грузы в упаковке или навалом. Разделы и этапы проектирования, в которых учитываются требования к экологической безопасности, для этих судов – те же, но добавляются: изоляция (требования к огнестойкости переборок и палуб); требования к конструкции люковых закрытий; специальному оборудованию; дополнительные требования к системам пожаротушения (водотушения, углекислотного тушения, объемного химического пенотушения), системе вентиляции, системе осушения грузовых помещений и электрооборудованию.

На основании проведенного анализа можно определить составляющие нагрузки масс, на которые оказывают влияние требования экологической безопасности судов – таблица 1 (выделены жирным шрифтом).

Распределение составляющих нагрузки масс грузовых судов внутреннего плавания на уровни стоимости

Уровень стоимости	Разделы и группы нагрузки масс по СТП 1.15-83
1	Электрооборудование и радиооборудование. Дистанционное управление.
2	Главные и вспомогательные двигатели
3	Палубные механизмы (судовой комплект БРН, устройства для сбора и обработки мусора и шламов). Оборудование судовой мастерской. Трубопроводы. Вспомогательные механизмы машинного отделения.
4	Оборудование помещений. Снабжение и инвентарь. Окраска, покрытия, изоляция. Системы (балластная; осушительная; шпигатов; перекачки, сдачи очистки и сброса НВ и СВ; газовыпускная; газоотводных трубопроводов; пожаротушения, вентиляции). Дельные вещи. Движители и валопроводы.
5	Котлы. Судовые устройства (люковые закрытия). Дерево в составе корпуса и надстройки.
6	Металл в составе корпуса и надстройки.

Кроме того, для выполнения оптимизации составляющих нагрузки масс, следует выделить из вышеперечисленных требования на предельные значения, таблица 2.

Требования нормативных документов по экологической безопасности судов внутреннего плавания на предельные значения

№ п/п	Нормативный документ из списка литературы	Предельные значения $X_{\min} \leq X_i \leq X_{\max}$
1.	[4]	1. $X_{\min} \leq X_i$ – автономность плавания по условиям экологической безопасности по i -му загрязнению, сут; 2. $X \leq X_{\max}$ – время накопления СВ в сборной цистерне, час. 3. $X_i \leq X_{\max}$ – концентрация i -го загрязняющего вещества в сбрасываемых НВ и СВ после очистки, мг/л.
2.	[4, 8, 9, 12]	$X_i \leq X_{\max}$ – не должны превышать предельно допустимые значения: – удельный средневзвешенный выброс оксидов азота, оксида углерода, углеводородов (e_i^P , г/кВт·ч); – коэффициент ослабления светового потока (N , %) или его расчетный эквивалент – натуральный показатель ослабления светового потока (K , м ⁻¹) или дымовое число фильтра (FSN, усл. ед.); – общее количество выбросов SO_x , г/кВт·ч (при использовании системы очистки выхлопных газов).
3.	[5]	1. $X_{\min} \leq X$ – значение предельного момента для корпуса в средней части, кН·м.

№ п/п	Нормативный документ из списка литературы	Предельные значения $X_{\min} \leq X_i \leq X_{\max}$
		2. $X_{\min} \leq X_i$ – толщина листа i -го элемента конструкции судна, ответственного за экологическую безопасность, мм. 3. $X_i \leq X_{\max}$ – озоноразрушающий потенциал (ODP), потенциал по глобальному потеплению (GWP) хладагентов и огнетушащих веществ.
4.	[5, 10, 11]	$X_{\min} \leq X_i ; X_i \leq X_{\max}$ – i -я характеристика посадки и остойчивости после аварийного повреждения.

Представленные результаты будут использованы при разработке математического описания процесса оптимизации составляющих нагрузки масс при проектировании судов внутреннего плавания с учетом требований экологической безопасности.

Список литературы:

- [1] Рехалова Н.А. Распределение строительной стоимости элементов судна по уровням стоимости с использованием метода группировки / Н.А. Рехалова // Международный научно-промышленный форум «Великие реки – 2008». Секционные доклады. Тезисы докладов. Н.Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2009. – С.308–310.
- [2] Рехалова Н.А. Зависимость строительной стоимости судна от масс элементов разных уровней стоимости / Н.А. Рехалова // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 28 – Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2010. – С.79–82.
- [3] Рехалова Н.А. Оценка уровней качества элементов судна при одном уровне стоимости / Н.А. Рехалова // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 29 – Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2011. – С. 142–147.
- [4] Правила в 4-х т. т. 4. Правила предотвращения загрязнения с судов (ППЗС) / Российский Речной Регистр – М.: Новости, 2008. – 317 с.
- [5] Руководство Р.029-2010 Требования к судам повышенной экологической безопасности; введ. 10.11.2009. – М.: Российский Речной Регистр, 2010. – 47 с.
- [6] Руководство Р.026-2008 "Требования к конструкции и оборудованию судов для борьбы с разливами нефти; введ. 20.03.2008. – М.: Российский Речной Регистр, 2008. – 18 с.
- [7] Правила в 4-х т. т. 2, 3. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания / Российский Речной Регистр – М.: Новости, 2008. (часть I, II, IV)
- [8] ГОСТ Р 51249–99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения (с изм. 1); введ. 01.01.2000. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 20 с.
- [9] ГОСТ Р 51250–99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения (с изм. 1); введ. 01.01.2000. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 12 с.
- [0] Руководство Р.027-2008 Требования к судам, перевозящим опасные грузы; введ. 10.06.2008. – М.: Российский Речной Регистр, 2008. – 107 с.
- [11] Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов по внутренним водным путям (ВОПОГ).
- [12] Правила по предотвращению загрязнения с судов, эксплуатирующихся в морских районах и внутренних водных путях Российской Федерации. НД №2020101-074; введ. 01.01.2013. – СПб: Российский морской регистр судоходства. – 79 с.