

УДК 621.4

Влияние разных факторов на расход топлива в судовой дизельной установке

Авторы: Шостак В.П., Кисарова А.И., Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

В ряде случаев для линейного судоходства при принятии проектных решений, например при повышении эффективности судовой пропульсивной установки путем минимизации расходов топлива за счет адаптации малооборотного двигателя (МОД) на стадии проектирования судовой энергетической установки (СЭУ) к предстоящим условиям эксплуатации судна, в качестве критерия сравнительной эффективности выступает суммарный расход топлива на главный двигатель (ГД) за жизненный цикл судна (ЖЦС), отнесенный к пройденному судном пути [1]. В связи с появлением добавочной пропульсивной тяги за счет управляемого воздушного змея (кайта (kite)) задача по определению суммарного расхода топлива на ГД за ЖЦС стала более актуальной [2].

Для определения критерия сравнительной эффективности альтернативных СЭУ, являющегося стохастической величиной из-за индетерминированных исходных данных, разрабатывается математическая модель, имитирующая процессы, оказывающие влияние на суммарный расход топлива на ГД за ЖЦС и отражающая связь СЭУ как с судном, так и с условиями его эксплуатации: гидрометеорологической обстановкой, эксплуатационно-ремонтными циклами, состоянием корпуса судна и прочими особенностями его функционирования. Реализация модели осуществляется методом Монте-Карло на ЭВМ ввиду необходимости обработки больших объемов неоднозначной информации и проведения не менее 1000 статистических испытаний.

Расход топлива, как математическое ожидание стохастической величины, определяется по интегральной зависимости параметров за ЖЦС, как функция от «мгновенных» нагрузки на ГД и удельного расхода топлива

$$B_{\Sigma} = \int_0^T N_{ГД}(t) b_{сГД} \left(N_{ГД}(t), P_1(t), P_2(t) \dots P_k(t) \right) dt,$$

где $N_{ГД}(t)$ – нагрузка на ГД, кВт; $b_{сГД}$ – удельный эффективный расход топлива на ГД, г/(кВт·ч);

T – предел интегрирования по времени, год; $P_1, P_2, \dots, P_k$ – функции параметров, зависящих от текущего времени t .

Удельный расход топлива зависит от мощности, развиваемой двигателем, и факторов, связанных с окружающей средой – температурой воздуха в МКО, температурой забортной воды и давлением атмосферного воздуха.

Эксплуатационная мощность ГД преимущественно зависит от скорости хода и загрузки судна, гидрометеофакторов (ГМФ) и технического состояния корпуса судна.

Факторы и ограничения, влияющие на критерий сравнительной эффективности и определяемые в диапазоне практически граничных значений (min, max) с соответствующими законами распределения которые получены по частотным таблицам (построенным на основании статистических данных), приведены в таблице и отображены на рисунке.

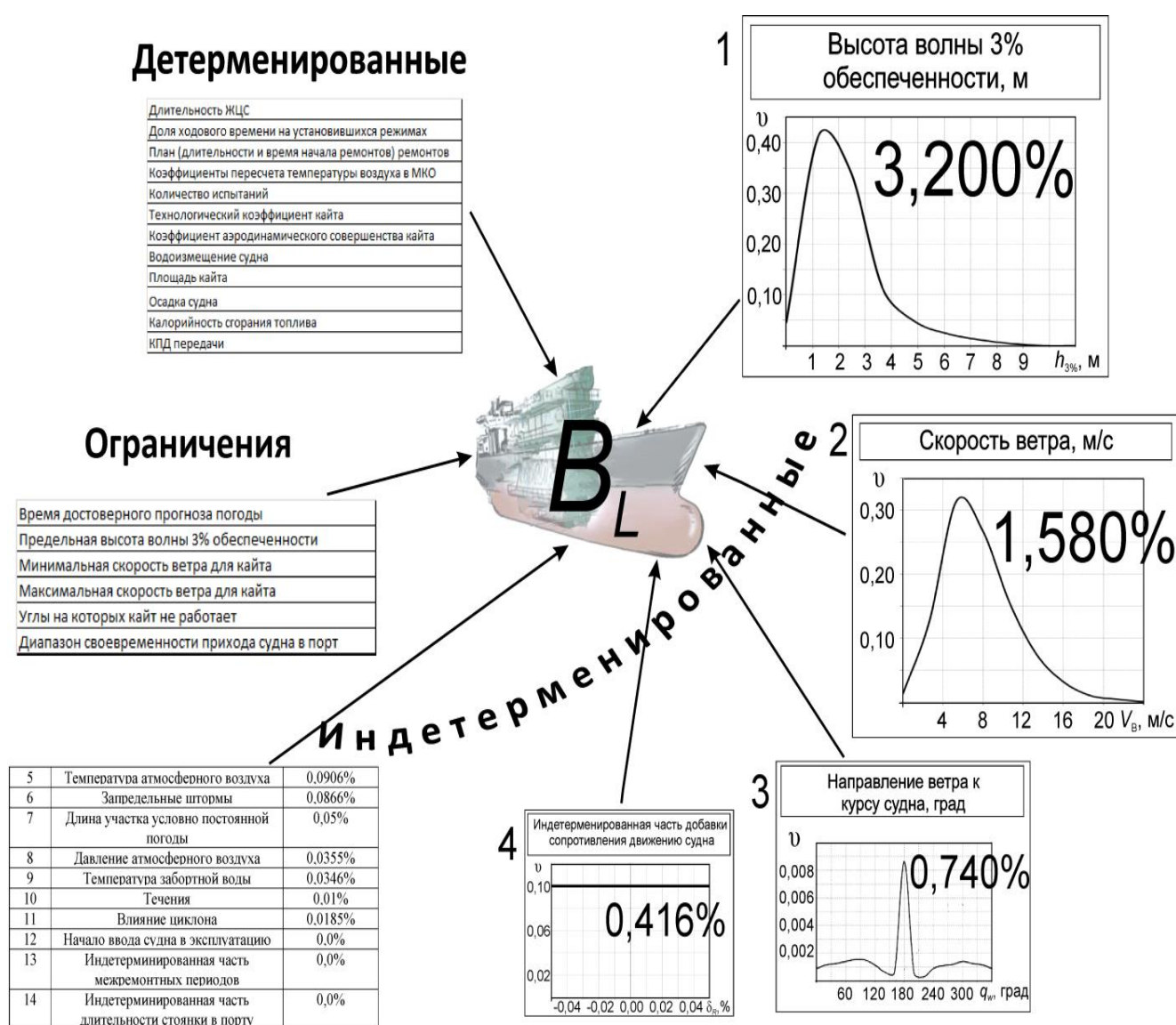


Рис. 1. Влияние основных факторов на суммарный расход топлива на ГД, отнесенный к пройденному за ЖЦС пути

Таблица 1. Исходные данные, влияющие на критерий и степень (в %) их влияния, определенный по методу чувствительности отклика

№, п/п	Исходные данные	ΔB _i [% (кг/мили)]		Тип распределени я
		С кайтом	Без кайта	
1	Высота волн 3% обеспеченности, м	2,16%	3,2%	Эмпирическое
2	Скорость ветра, м/с	2,39%	1,58%	Эмпирическое
3	Направление движения ветра и волн по отношению к курсу судна, град	0,83%	0,74%	Эмпирическое
4	Индетерминированная часть добавки сопротивления движению судна от ГМФ, %	0,161%	0,162%	Равномерное
5	Индетерминированная часть сопротивления от шероховатости движению судна, %	0,130%	0,131%	Равномерное
6	Индетерминированная часть добавки сопротивления движению судна от обрастания, %	0,123%	0,123%	Равномерное
7	Температура атмосферного воздуха, град	0,0906%	0,0906%	Эмпирическое
8	Запредельные штормы, %	0,0866%	0,0875%	Равномерное
9	Длина участка условно постоянной погоды, миля	0,05%	0,05%	Эмпирическое
10	Давление атмосферного воздуха, Па	0,0355%	0,0355%	Эмпирическое
11	Температура забортной воды, град	0,0346%	0,0346%	Эмпирическое
12	Течения, уз	0,01%	0,0196%	Равномерное
13	Влияние циклона, %	0,0185%	0,018%	Эмпирическое
14	Начало ввода судна в эксплуатацию, день	0,0%	0,0%	Равномерное
15	Индетерминированная часть межремонтных периодов, %	0,0%	0,0%	Равномерное
16	Индетерминированная часть длительности стоянки в порту, %	0,0%	0,0%	Равномерное

Выводы: 1. Наиболее сильно влияющие на величину суммарного расхода топлива на ГД за ЖЦС факторы – индетерминированные, связанные с ГМФ и сопротивлением движению судна. 2. Учет этих факторов необходим для корректного определения критерия сравнительной эффективности альтернативных СЭУ.

Список литературы

1. Шостак, В. П. Укрупненная математическая модель для определения параметров адаптации МОД [Текст] / В. П. Шостак, А. И. Кисарова // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Суднова енергетика: стан та проблеми». – Миколаїв: НУК, 2013.

2. Elsner, R. Simulating possible Savings of the SkySails-System on International Merchant Ship Fleets. [Text] / R. Elsner, M. Schlaak, R. Kreutzer: In: Journal of Marine Engineering and Technology, 2010.