

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

П.В.Дружинин, студент

А.М.Зверев, студент

*Научный руководитель А.С.Баёв, академик
(Санкт-Петербург, СПбГМТУ)*

В соответствии с [1,2] интеллектуальные технологии (ИТ) - это симбиоз автоматизированных информационных систем принятия решений с элементами искусственного интеллекта, а искусственный интеллект (ИИ) – это алгоритмическое и программное обеспечение этих систем, позволяющее выполнять функции, которые традиционно считаются прерогативой человека. Отличительными признаками такого обеспечения ИТ являются наличие баз данных и банков знаний как совокупности объектов (чисел, знаков, слов) и правил, устанавливающих отношения между объектами или их свойствами. Включение в состав автоматизированных систем элементов ИИ делает их автономными (действия оператора сводятся лишь к формированию целей выбора решений) и адаптивными к целям, задачам и внешним условиям путем смены (настройки) алгоритмов и моделей поиска альтернатив и выбора оптимальных решений. Степень автономности и адаптивности зависит от характера решаемых задач и используемого инструментария реализации искусственного интеллекта. В данном случае при проектировании главного энергетического комплекса (ГЭК) судов в качестве такого инструментария использованы семантические сети, различного рода предикаты и лингвистические операции булевой логики. С их помощью алгоритм обоснований автоматически настраивается на решение конкретной задачи и в общем случае включает [3,4]:

- ввод исходных данных, включая цель поиска решения и параметры назначения проектируемого судна, и обращение в архив для подбора судна-прототипа;

- обоснование требуемой мощности главных двигателей и подбор из информационной базы данных (ИБД) обычно 3-4 альтернатив с параметрами не хуже чем у судна-прототипа;

- для каждого варианта обоснование оптимальной частоты вращения гребных винтов и подбор из ИБД главных передач с требуемыми параметрами;

- определение комплексных показателей качества (коэффициентов конкурентоспособности) K_k вариантов ГЭК;

- выбор состава ГЭК по максимальному значению K_k ;

- при равенстве K_k дополнительная оценка эффективности вариантов ГЭК, например, по КПД судового комплекса;

- окончательный выбор состава ГЭК и уточнение параметров гребных винтов выбранного варианта комплекса;

- обоснование схемы и параметров валопровода выбранного варианта ГЭК;

- пополнение архива программы.

Ключевым звеном этого алгоритма является полином, который представляет собой «свертку» семи частных относительных показателей элементов ГЭК, учитывающих массогабаритные, экономические, надежность и стоимостные параметры элементов ГЭК. Структура и значения этих параметров при каждом обосновании автоматически настраиваются на основе арифметических и логических действий. Аналогично определяются и приоритеты выбора для различных типов судов по коэффициентам весомости частных показателей, которые находятся на основе их попарного ранжирования и двухкратного нормирования, а именно: сумма их равна единице, а максимальное значение не превышает отношения 2 на число частных показателей. Такой подход позволяет свести к минимуму субъективность принимаемых решений.

На основе этого алгоритма была составлена компьютерная программа проектирования ГЭК судов. С учетом учебно-исследовательских целей программа составлялась в среде пакета Excel.

Как известно, пакет Excel – это электронная таблица, содержащая десятки тысяч строк и сотни столбцов, пересечения которых именуются ячейками. Каждая ячейка имеет адрес из

имени столбца и номера строки. При построении программы в ячейках размещались различного рода объекты, а для формирования базы знаний компьютерной программы применялись формулы на основе количественных и логических операций: «равно (=)», «больше и равно (>=)», «меньше и равно (<=)», «макс()», «мин()», «если, то ...» и их комбинаций.

На рисунке 1 представлен фрагмент программы, касающийся выбора главных двигателей. Он состоит из двух частей: исходных данных и банка знаний. Исходные данные – это показатели 3 дизелей (6НВД48-АУ, 6ЧРН24/36 и 6ВД26/20АЛ1) с мощностями близкими к требуемой.

1	A	B	C	D	E	F	G	H
2.				Таблица 1				
3	СОПОСТАВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ							
4	ПАРАМЕТРЫ,	Марка дизеля						
5	размерность	6НВД48-АУ	6ЧРН24/36	6ВД26/20АЛ1				
	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ							
7	Номинальная эффективная мощность, кВт	485	485	470				
8	Номинальная частота к/вала, об/мин	330	330	800				
9	Реверсивность	1	1	0				
10	Удельный расход топлива, г/кВт*ч	224	190	215				
11	Удельный расход масла, г/кВт*ч	3,61	3,4	3,4				
12	Род топлива (ДТ-0,5; Л-1)	0,5	0,5	1				
13	Габаритные размеры, мм:							
14	длина	5155	3454	3310				
15	ширина	1763	1280	1300				
16	высота	2800	2100	2180				
17	Масса, кг	19000	14100	8685				
18	Ресурс до капремонта, тыс. ч	30	40	40				
	БАНК ЗНАНИЙ							
20	Удельная мощность, кВт/м.куб.	19,06	52,24	50,10				
21	Удельная масса, кг/кВт	39,18	29,07	18,48				
22	Стоимость дизеля, у.е.	32 411	48 876	39 140				
	ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ:							
25	удельная мощность	0,36	1,00	0,96				
26	удельная масса	0,47	0,64	1,00				
27	удельный расход топлива	0,85	1,00	0,88				
28	удельный расход масла	0,94	1,00	1,00				
29	ресурс до капремонта	0,75	1,00	1,00				
30	род топлива	1,00	1,00	0,50				
31	стоимость дизеля	1,00	0,66	0,83				
33	КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА	0,78	0,93	0,89				
34	Марка главного двигателя	6ЧРН24/36	B34 = ЕСЛИ(F33=C33;C5;ЕСЛИ(F33=D33;D5;ЕСЛИ(F33=E33;E5)))					
35	Количество главных двигателей	2	B35 = A2					
36	Номинальная эффективная мощность, кВт	485	B36 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B7;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C7;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D7)))					
37	Номинальная частота к/вала, об/мин	330	D37 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B8;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C8;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D8)))					
38	Реверсивность	1	D38 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B9;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C9;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D9)))					
39	Удельный расход топлива, г/кВт*ч	190	B39 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B10;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C10;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D10)))					
40	Удельный расход масла, г/кВт*ч	3,4	B40 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B11;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C11;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D11)))					
41	Род топлива (ДТ-0,5; Л-1)	0,5	B41 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B12;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C12;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D12)))					
42	Габаритные размеры, мм:		B42 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B13;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C13;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D13)))					
43	длина	3454	B43 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B14;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C14;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D14)))					
44	ширина	1280	B44 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B15;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C15;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D15)))					
45	высота	2100	B45 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B16;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C16;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D16)))					
46	Масса, кг	14100	D46 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B17;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C17;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D17)))					
47	Ресурс до капремонта, тыс. ч	40	B47 = ЕСЛИ(\$B\$34=\$B\$5;B18;ЕСЛИ(\$B\$34=\$C\$5;C18;ЕСЛИ(\$B\$34=\$D\$5;D18)))					

Рисунок 1. Фрагмент программы проектирования ГЭК

Банк знаний содержит в каждой ячейке формулы на основе арифметических и логических операций, которые устанавливают связи между объектами.

Как уже упоминалось, выбор главных двигателей выполняется по максимуму комплексного показателя качества дизелей K_k , для определения которого вначале рассчитываются удельная мощность, удельная масса и стоимость дизелей, а затем формируются их относительные параметры. Соответственно, например, в ячейке B20 на самом деле записывается не число 19,06, а формула для расчета удельной мощности первого дизеля (эта формула

приведена выше в B19), а в ячейке B22 – формула для расчета стоимости дизеля (она приведена ниже в B23). Аналогично и по другим параметрам дизелей.

Что касается относительных параметров, то они формируются с учетом того, что базовыми значениями удельной мощности и ресурса являются большие значения среди выбранных дизелей и соответственно при расчете они располагаются в знаменателе, а у остальных параметров базовыми значениями являются меньшие значения и они при расчете располагаются в числителе. В связи с этим вначале с использованием логических операций «мин()» и «макс()» в столбце E выбираются базовые значения. Например, в ячейке E10 на самом деле записывается не число 190, а формула для выявления минимального значения удельного расхода топлива среди дизелей. Эта формула приведена справа в F10. Аналогично и по остальным параметрам. Далее с учетом базовых значений рассчитываются относительные параметры в ячейках с B25 по D31 (B25:D31). При этом опять же, например, в ячейке B25 не число 0,36, а формула относительной удельной мощности первого дизеля ($=B20/E20$, что приведено выше), где E20 - базовое значение (максимальное среди дизелей, выбранное в ячейке E20) располагается в знаменателе, а в ячейке B31 не 1,00, а формула для расчета относительной стоимости первого дизеля ($=E22/B22$, что приведено ниже), где E22 - базовое значение (минимальное среди дизелей, выбранной в ячейке E22) располагается в числителе и т.д.

Комплексные показатели качества рассчитываются на основе относительных показателей с учетом коэффициентов весомости в ячейках B33:D33, где опять же располагаются не числа, а формулы, аналогичные приведенной выше. Далее в ячейке E33 с помощью логической операции «макс()», приведенной в ячейке F33, определяется максимальное значение K_k и по нему в ячейке B34 с помощью логической формулы « $=ЕСЛИ(F33=C33;C5;ЕСЛИ(F33=D33;D5;ЕСЛИ(F33=E33;E5)))$ » выбирается марка главного двигателя и с помощью аналогичных формул в ячейках B36:B47 его основные параметры.

Рассмотренный подход к составлению программы позволяет наглядно и в доступной форме осуществлять обучение учащихся, которые в дальнейшем полученные навыки используют при формировании программ по оптимизации работы судовых энергетических комплексов и при построении интеллектуальных систем их управления.

Литература

1. Валетов, В.А. Интеллектуальные технологии производства приборов и систем: учебное пособие. / В.А.Валетов, А.А.Орлова, С.Д.Третьяков. – СПб.: СПбГУИТМО, 2008.
2. Искусственный интеллект: справочник в 3-х томах. / Под ред. Д.А.Поспелова. – М.: Радио и связь, 1990.
3. Методические указания по курсовому проектированию по дисциплине «Судовые энергетические установки»: специальность 140200 / А.С.Баёв - СПб.: ИПЦ СПбГУВК, 1997.
4. Судовые энергетические установки: методическое пособие по курсовому проектированию / А.С.Баёв - СПб.: СПбГМТУ, 2016.