

## ПОДБОР ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Стрелковская Л. А., старший преподаватель кафедры информационных технологий, компьютерных систем и сетей Херсонской государственной морской академии, E-mail: liliya\_strelkovskaya@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8050-5276

*Важным аспектом эксплуатации сложных технических объектов, к которым можно отнести судовые двигатели внутреннего сгорания, является информационная поддержка процессов управления с целью выбора наиболее эффективных режимов, позволяющих поддерживать безотказность технического объекта в течение установленных сроков при сохранении технико-экономических показателей. Достижение этого возможно только при условии, если система поддержки принятия решения способна отслеживать не только заданные параметры, но и учитывать состояние технического объекта в текущий момент времени.*

*В представленной работе описаны критерии подбора информации для оценки технического состояния судового двигателя внутреннего сгорания, которая необходима для принятия экспертной системой решения о выборе эксплуатационного режима. Представленные критерии используются экспертами по производству судовых двигателей внутреннего сгорания, а также экспертами по их эксплуатации для параметров, которые являются источниками информации о техническом состоянии двигателя. Данные критерии применяются в технической диагностике и строго определены для всех технических систем. На примере топливной системы судового двигателя внутреннего сгорания описана процедура использования многомерного корреляционного анализа для уменьшения количества параметров, характеризующих состояние данной системы в режиме реального времени, которые необходимы для создания базы знаний экспертной системы. В результате проведенных расчетов было установлено, что между вязкостью топлива и давлением топлива перед топливным насосом высокого давления существует прямая корреляционная связь, что касается температуры топлива перед топливным насосом высокого давления, то этот параметр можно считать менее информативным. Полученные результаты подтверждены экспертами в области эксплуатации судовых двигателей внутреннего сгорания.*

*Использование многомерного корреляционного анализа позволит провести выборку из большого количества параметров, характеризующих техническое состояние судового двигателя и его систем, и таким образом отобрать наиболее информативные, которые будут использованы в дальнейшей работе при создании базы знаний экспертной системы.*

**Ключевые слова:** судовые двигатели внутреннего сгорания, экспертные системы, критерии подбора информации, многомерный корреляционный анализ.

**Постановка проблемы.** Безотказная работа судового двигателя внутреннего сгорания в процессе эксплуатации достигается путем оптимального сочетания мероприятий по техническому использованию и по техническому обслуживанию [1]. При этом следует учитывать, что решение по выбору того или иного эксплуатационного мероприятия принимается или очень ограниченным числом лиц, или вообще одним человеком – старшим механиком [2]. В этой связи обеспечение безотказной работы такого сложного объекта как судового двигателя внутреннего сгорания зависит от знаний и опыта одного человека, что повышает степень риска принятия неправильного решения.

Значительно снизить риск принятия неправильного решения позволяет экспертная система, которая на основе полученных исходных данных способна генерировать варианты возможных решений [3]. Судовой механик, на основе предложенных экспертной системой вариантов принимает управленческое решение по выбору эксплуатационных мероприятий по дальнейшей эксплуатации судового двигателя внутреннего сгорания.

Очевидно, что адекватность принятых экспертной системой решений в значительной степени будет зависеть от правильности выбора исходных данных, на основе которых будут выработываться варианты решений. При этом вполне естественно, что процедура выбора должна учитывать особенности эксплуатации двигателей в судовых условиях.

**Анализ публикаций.** В настоящее время существует множество средств, методов и систем получения информации о техническом состоянии судового двигателя путём контроля структурных и функциональных параметров. К неразрушающим методам контроля можно отнести: виброакустический [4], ультразвуковой [5], магнитный [6] и т.д. В основу методов комплексной оценки положены статистические методы [7], методы определения технического состояния двигателя по комплексным параметрам [8], методы диагностирования по параметрам отработавших газов [9]. Разработана методика тепловизионного диагностирования судовых дизелей [10]. В работе [11] предложена система контроля и восстановления работоспособности двигателей внутреннего сгорания с применением диагностирования по анализу смазочного масла. Автор [12] описал управление техническим состоянием цилиндропоршневой группы судовых двигателей на основе трибомониторинга отработанного цилиндрического масла. Автором использовались методы многомерной статистики и теории статистических решений для распознавания образов технического состояния деталей цилиндра – поршневой группы судовых крещкопфных малооборотных двигателей. Однако не всегда можно своевременно выявить неисправность в связи с нечеткостью и несвоевременностью поступления объективной информации о состоянии двигателя в режиме реального времени [13]. Для решения подобных задач широкое распространение получили системы нечеткого логического вывода, в основе которых лежит теория нечетких множеств [14]. Вместе с тем необходимо совершенствование существующих и разработка новых технологий, а также практических методов, которые бы на основании большого количества измеряемых параметров могли определять техническое состояние двигателя в реальном времени.

**Цель статьи** проанализировать особенности подбора исходной информации для экспертной системы оценки технического состояния судового двигателя внутреннего сгорания в режиме эксплуатации.

**Основная часть.** Важным аспектом эксплуатации судового двигателя внутреннего сгорания, является информационная поддержка процессов управления с целью выбора наиболее эффективных эксплуатационных мероприятий, позволяющих поддерживать его безотказность в течение установленных сроков при сохранении высоких технико-экономических показателей [1]. Обеспечение безотказности судового двигателя внутреннего сгорания, в процессе его эксплуатации с использованием систем информационной поддержки возможно только при условии, если эта система способна отслеживать не только заданные параметры, что в той или иной степени присуще существующим системам автоматического управления [15], но и учитывать состояние двигателя в текущий момент времени [16].

В общем виде, разработка экспертной системы для эксплуатации судового двигателя внутреннего сгорания сводится к разработке методов и систем, позволяющих обобщить и формализовать опыт большого числа специалистов по эксплуатации, представив этот опыт в виде модели, позволяющей отображать наиболее важные с точки зрения эксплуатации свойства технического объекта. Полученные данные могут быть использованы для моделирования с целью прогнозирования различных сценариев изменения технического состояния объекта, выработке рекомендаций необходимых для принятия решения в соответствии со сложившейся ситуацией.

Объективность оценки технического состояния и правильность принятого управленческого решения о назначении эксплуатационного режима или проведения необходимого эксплуатационного мероприятия в значительной степени зависит от правильности выбора исходных параметров состояния.

Эти параметры могут быть использованы системой в качестве исходной информации, если они в достаточной степени характеризуют состояние объекта и могут быть проконтролированы в процессе эксплуатации [3]. На рис. 1 представлены

контрольные параметры одного из компонентов судового двигателя внутреннего сгорания – системы смазки.



Рисунок 1 – Контрольные параметры системы смазки

Исходя из сложившейся практики, модель принятия решения судовым механиком можно представить в следующей форме:

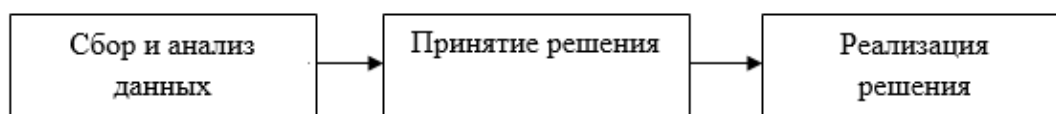


Рисунок 2 – Модель принятия решения

Сбор и анализ данных, которые служат для оценки технического состояния судового двигателя внутреннего сгорания и лежат в основе принятия решения о выборе эксплуатационного режима в текущий момент времени, является первым и самым важным этапом.

Процесс подготовки исходной информации осложняется тем, что происходит в специфических условиях:

- данные подаются в разных формах (показание приборов, результаты обмеров элементов конструкции, сигналы с датчиков и т.д.);
- большой объем поступающей информации, которую необходимо обработать;
- неполнота и противоречивость информации, поступающей из различных источников;
- ограниченное время для принятия решения;
- большой уровень ответственности судового механика за принятое решение.

На этапе сбора данных проводятся измерения структурных и функциональных параметров. При этом используются как прямые, так и косвенные методы.

Параметры состояния, которые являются источниками информации и отбираются в качестве диагностических, должны удовлетворять ряду критериев, которые достаточно хорошо разработаны в технической диагностике и в полной мере могут быть применены к судовому двигателю внутреннего сгорания. Эти критерии широко используются экспертами, как со стороны производителей самих двигателей, так и экспертами судоходных компаний, занимающихся эксплуатацией судовых двигателей внутреннего сгорания. Данные критерии применяются в технической диагностике и строго определены

для всех технических систем [17]. Очевидно, что они могут быть перенесены и на процедуру отбора параметров для функционирования экспертных систем. Критериями отбора данных для экспертной системы являются:

– информативность диагностического параметра является главным критерием, положенным в основу определения возможности применения параметра для целей диагностирования. Характеризует существование четкой взаимосвязи между значением параметра и техническим состоянием объекта:

$$I(\Pi) \approx \frac{|\overline{\Pi}_1 - \overline{\Pi}_2|}{\sigma_1 + \sigma_2}. \quad (1)$$

Чем выше информативность диагностического параметра, тем на большую величину снижается неопределенность состояния объекта диагностирования при использовании данного диагностического параметра.

– доступность данного параметра для проведения измерений в процессе функционирования технического объекта (функциональные параметры) или в ходе проведения технических мероприятий (обмер, контроль структурных параметров);

– однозначность диагностического параметра означает отсутствие экстремума  $d\Pi/du = 0$  в диапазоне от начального  $u_n$  до предельного  $u_n$  значений параметра технического состояния;

– воспроизводимость, т.е. отсутствие существенных различий между результатами измерений, выполняемых в отличающихся условиях;

– чувствительность  $K_r$  диагностического параметра  $\Pi$ , т.е. его приращение  $d\Pi$  при изменении  $d_u$  параметра технического состояния будет:

$$K_r = \frac{d\Pi}{du}. \quad (2)$$

Чем больше значение этой величины, тем чувствительнее диагностический параметр к изменению структурного параметра;

– стабильность диагностического параметра определяется вариацией его значений при многократном измерении на объектах, имеющих одну и ту же величину соответствующего структурного параметра. Ее оценивают с помощью среднеквадратичного отклонения.

$$\sigma_{\Pi(u)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\Pi(u) - \overline{\Pi}(u)]^2}{n-1}}. \quad (3)$$

Нестабильность диагностического параметра снижает его фактическую чувствительность.

Проведенный анализ технической документации судовых двигателей внутреннего сгорания различных типов позволяет утверждать, что основная масса контрольных параметров устанавливаемых производителями двигателей отвечает приведенным выше критериям. Более того, для разных типов двигателей (малооборотные двухтактные, высоко- и среднеоборотные четырехтактные), номенклатура параметров, контролируемых во время эксплуатации, практически одинакова. Это указывает, на единство подходов в данном вопросе и на достаточную информативность имеющегося набора параметров, по которым эксперты могут определить уровень технического состояния двигателя и назначить эксплуатационный режим или процедуру по техническому обслуживанию и ремонту.

Однако количество таких параметров достаточно велико и использование их при создании базы знаний экспертной системы приведет к ее увеличению, что не всегда

оправдано. Используя многомерный корреляционный анализ можно не только проанализировать связи между параметрами, но и сжать полученную информацию, сохранив при этом ее достоверность.

В качестве примера было рассмотрено применение многомерного корреляционного анализа к комплексным параметрам топливной системы судового двигателя внутреннего сгорания, а именно:

- вязкость тяжелого топлива;
- давление топлива перед топливным насосом высокого давления;
- температура топлива перед топливным насосом высокого давления.

Коэффициенты парной корреляции определяются по формуле [18]:

$$r_{x,y} = \frac{\sum d_x \cdot d_y}{\sqrt{\sum d_x^2 \cdot \sum d_y^2}}, \quad (4)$$

где  $d_x$  и  $d_y$  – отклонения каждого числового значения от среднего значения вариационного ряда.

Множественный коэффициент корреляции:

$$R = \sqrt{\frac{r_{x,y}^2 + r_{x,z}^2 - 2r_{x,y} \cdot r_{x,z} \cdot r_{y,z}}{1 - r_{y,z}^2}}, \quad (5)$$

где  $r_{i,j}$  – коэффициенты парной корреляции.

Проверка значимости множественных коэффициентов корреляции с уровнем значимости  $\alpha=0,05$ :

$$F_{набл}(r_x^2) = \frac{r_x^2 / 2}{(1 - r_x^2) / (n - 3)}. \quad (6)$$

Частный коэффициент корреляции:

$$r_{xy/z} = \frac{r_{xy} - r_{xz} \cdot r_{yz}}{\sqrt{(1 - r_{xz}^2) \cdot (1 - r_{yz}^2)}}. \quad (7)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Значения парной корреляции, множественной корреляции и наблюдаемые значения F – критерия

Параметры	$r$	$R$	$F_{набл}$
xy	0,2	0,538221645	4,48603352
xz	0,45	0,841554019	26,69875376
yz	0,82	0,7670289	15,72064777

Выборка была произведена из 25 проведенных замеров. Уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

По таблице F – распределений, критическое значение F – статистик равно 3,44. Поскольку  $F_{набл}$  превышают критическое значение, то гипотеза о равенстве нулю каждого множественного коэффициента корреляции отвергается, при этом вероятность ошибки равна 0,05. Таким образом, все множественные коэффициенты корреляции не равны нулю.

Для проверки уровня значимости коэффициентов корреляции  $r_{xy/z} = - 0,52192$ ;  $r_{xz/y} = 0,15756$ ;  $r_{yz/x} = 0,717141$ , рассчитанных по формуле (7) по таблице r-статистики

было найдено значение  $r_{кр}$ , которое находится в диапазоне от 0,381 до 0,423. Значимыми являются два коэффициента  $r_{xy/z}$  и  $r_{yz/x}$ .

Таким образом, можно говорить о том, что между вязкостью топлива и давлением топлива перед топливным насосом высокого давления существует прямая корреляционная связь. Что касается температуры топлива перед топливным насосом высокого давления, то это параметр можно считать менее информативным.

Аналогичным образом можно провести анализ контрольных параметров остальных компонентов СДВС.

**Выводы.** К основным критериям подбора информации для оценки технического состояния судового двигателя внутреннего сгорания относятся: информативность, доступность, однозначность, воспроизводимость и чувствительность. Данные критерии применяются в технической диагностике и строго определены для всех технических систем.

С целью выбора наиболее информативных параметров из большого количества характеризующих техническое состояние судового двигателя и его систем, был использован многомерный корреляционный анализ. По результатам проведенных расчетов для топливной системы была определена прямая корреляционная связь между такими параметрами как вязкость топлива и давление топлива перед топливным насосом высокого давления. Температура топлива перед топливным насосом высокого давления, оказалась менее информативным параметром и в дальнейшей работе им можно пренебречь. Аналогичным образом был проведен анализ контрольных параметров остальных компонентов СДВС.

Определенные таким образом наиболее информативные параметры будут использованы в дальнейшей работе при создании базы знаний экспертной системы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров Г. В. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок / Г. В. Захаров. – М. : Транс Лит, 2009. – 256 с.
2. Международная конвенция о подготовке и дипломированию моряков и несении вахты 1978 года с поправками. / Пер. с англ. Стрелков В. П., Курнекова Т. В., Лапченков С. И. – СПб. : ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. – 214 с.
3. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему / К. Нейлор. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 286 с.
4. Попков В. И. Виброакустическая диагностика в судостроении / В. И. Попков. – Ленинград : Судостроение, 1983. – 256 с.
5. Клюев В. В. Неразрушающий контроль. Том 3. Ультразвуковой контроль / В. В. Клюев. – М. : Машиностроение, 2004. – 864 с.
6. Белокур И. П. Дефектоскопия материалов и изделий / И. П. Белокур, В. А. Коваленко. – К. : Техника, 1989. – 192 с.
7. Никитин Е. А. Диагностирование дизелей / Е. А. Никитин, Л. В. Станиславский, Э. А. Улановский и др. – М. : Машиностроение, 1987. – 224 с.
8. Крашенников С. В. Современные подходы к диагностированию дизельных двигателей внутреннего сгорания / С. В. Крашенников // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2013. – № 2 (12). – С. 59–68.
9. Нор Д. А. Бесконтактные методы диагностики дизельного двигателя основанные на анализе формы волны выхлопных газов / Д. А. Нор, Н. Ж. Кук. // Доклад сделан в Ряде Технических документов САЕ. – 1987. – 8 с.
10. Безюков О. К. Диагностирование технического состояния судовых дизелей по инфракрасному излучению их наружных поверхностей / О.К. Безюков, А. А. Кордаков, С. В. Шаршавин. // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. – 2009. – № 2 (2) – С. 160–164.

11. Надежкин А. В. Мониторинг работающего моторного масла в системе обеспечения безопасной ресурсосберегающей эксплуатации судовых дизелей : автореф. дис. д-ра тех. наук. / А. В. Надежкин. – Владивосток, 2011.

12. Ломухин В. Б. Трибологические основы без разборного ремонта элементов судовых энергетических установок : автореф. дис. д-ра тех. наук. / В. Б. Ломухин. – Новосибирск, 2010.

13. Бабичев С. А. Система технической диагностики судовых установок на основе нечёткой логики / С. А. Бабичев, Л. А. Стрелковская // Современные энергетические установки на транспорте, технологии и оборудование для их обслуживания : материалы научно-практической конференции (01–03 октября 2014 г., г. Херсон.) – Херсон : Херсонская государственная морская академия, 2014. – 435с.

14. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница : УНИВЕРСУМ, 1999. – 320с.

15. Крутов В. И. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания. – М. : Машиностроение, 1989. – 416 с.

16. Судовые энергетические установки. Судовые дизельные энергетические установки :учебник / [Румб В. К., Яковлев Г. В., Шаров Г. И., Медведев В. В., Минасян М. А.]. – СПб. : изд. СПб ГМТУ, 2007.

17. Биргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер – М. : Машиностроение, 1978. – 240 с.

18. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М. : Высшая школа, 2003. – 479 с.

## REFERENCES

1. Zakharov G. V. (2009). *Tekhnicheskaya ehkspluatatsiya sudovihkh dizelnykh ustanovok*. M. : Trans Lit.

2. *Mezhdunarodnaya konvenciya o podgotovke i diplomirovaniyu moryakov i nesenii vakhtih 1978 goda s popravkami*. (2010). SPb. : ZAO «CNIIMF».

3. Neylor K. (1991) *Kak postroit' svoyu ehkspertnuyu sistemu* M. : Ehnergoatomizdat.

4. Popkov V. I. (1983). *Vibroakusticheskaya diagnostika v sudostroenii*. Leningrad : Sudostroenie.

5. Klyuev V. V. (2004) *Nerazrushayutiy kontrolj. Tom 3. Ul'trazvukovoy kontrolj*. M. : Mashinostroenie.

6. Belokur I. P., Kovalenko V. A. (1989) *Defektoskopiya materialov i izdeliy* K. : Tekhnika.

7. Nikitin E. A., Stanislavskiy L. V., Ulanovskiy Eh. A. et al. (1987) *Diagnostirovanie dizelej*. M. : Mashinostroenie.

8. Krashennikov S. V. (2013) Sovremenniye podkhodiy k diagnostirovaniyu dizelnykh dvigateley vnutrennego sgoraniya *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta, № 2 (12)*, 59–68.

9. Hor D. A., Kuk H. Zh. (1987). Beskontaktniye metodiy diagnostiki dizel'nogo dvigatelya osnovanniye na analize formiy volniy vikhlopnykh gazov *Doklad sdelan v Ryade Tekhnicheskikh dokumentov SAE*.

10. Bezyukov O. K., Kordakov A. A., Sharshavin S. V. (2009) Diagnostirovanie tekhnicheskogo sostoyaniya sudovihkh dizeley po infrakrasnomu izlucheniyu ikh naruzhnykh poverkhnostey *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admiralaya S. O. Makarova, 2 (2)*, 160–164.

11. Nadezhkin A. V. (2011). Monitoring rabotayuthego motornogo masla v sisteme obespecheniya bezopasnoy resursosberegayuthey ehkspluatatsii sudovihkh dizeley : *avtoref. dis. d-ra tekh. nauk*. Vladivostok.

12. Lomukhin V. B. (2010). Tribologicheskie osnovih bez razbornogo remonta ehlementov sudovihkh ehnergeticheskikh ustanovok : *avtoref. dis. d-ra tekhn. nauk*. Novosibirsk.
13. Babichev S. A., Strelkovskaya L. A. (2014) Sistema tekhnicheskoyj diagnostiki sudovihkh ustanovok na osnove nechyotkoyj logiki *Sovremennihe ehnergeticheskie ustanovki na transporte, tekhnologii i oborudovanie dlya ikh obsluzhivaniya : materialih nauchno-prakticheskoyj konferencii* Kherson : Khersonskaya gosudarstvennaya morskaya akademiya, 435.
14. Rotshteyjn A. P. (1999) *Intellektualjnihe tekhnologii identifikacii: nechetskaya logika, geneticheskie algoritmi, neyronnihe seti*. Vinnica : Universum, 1999.
15. Krutov V. I. (1989) *Avtomaticheskoe regulirovanie i upravlenie dvigateleyj vnutrennego sgoraniya*. M. : Mashinostroenie.
16. Rumb V. K., Yakovlev G. V., Sharov G. I., Medvedev V. V., Minasyan M. A. (2007). *Sudovihe ehnergeticheskie ustanovki. Sudovihe dizeljnihe ehnergeticheskie ustanovki : uchebnik* SPb. : izd. SPb GMTU.
17. Birrer I. A. (1978) *Tekhnicheskaya diagnostika* M. : Mashinostroenie.
18. Gmurman V. E. (2003) *Teoriya veroyatnosteyj i matematicheskaya statistka* M. : Vihsshaya shkola.

**Стрелковська Л. О. ПІДБІР ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СУДНОВОГО ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

*Важливим аспектом експлуатації складних технічних об'єктів, до яких можна віднести суднові двигуни внутрішнього згоряння, є інформаційна підтримка процесів управління з метою вибору найбільш ефективних режимів, що дозволяють підтримувати безвідмовність технічного об'єкта протягом встановлених строків при збереженні техніко-економічних показників. Досягнення цього можливе лише за умови, якщо система підтримки прийняття рішення здатна відстежувати не тільки задані параметри, а й враховувати стан технічного об'єкта в поточний момент часу.*

*У представленій роботі описані критерії підбору інформації для оцінки технічного стану суднового двигуна внутрішнього згоряння, яка необхідна для прийняття експертною системою рішення про вибір експлуатаційного режиму. Представлені критерії використовуються експертами з виробництва суднових двигунів внутрішнього згоряння, а також експертами з їх експлуатації для параметрів, які є джерелами інформації про технічний стан двигуна. Дані критерії застосовуються в технічній діагностиці та строго визначені для всіх технічних систем. На прикладі паливної системи суднового двигуна внутрішнього згоряння описана процедура використання багатовимірного кореляційного аналізу для зменшення кількості параметрів, що характеризують стан даної системи в режимі реального часу, які необхідні для створення бази знань експертної системи. В результаті проведених розрахунків було встановлено, що між в'язкістю палива і тиском палива перед паливним насосом високого тиску існує прямий кореляційний зв'язок, що стосується температури палива перед паливним насосом високого тиску, то цей параметр можна вважати менш інформативним. Отримані результати підтверджені експертами в галузі експлуатації суднових двигунів внутрішнього згоряння.*

*Використання багатовимірного кореляційного аналізу дозволить провести вибірку з великої кількості параметрів, що характеризують технічний стан суднового двигуна і його систем, і таким чином відібрати найбільш інформативні, які будуть використані в подальшій роботі при створенні бази знань експертної системи.*

**Ключові слова:** суднові двигуни внутрішнього згоряння, експертні системи, критерії підбору інформації, багатовимірний кореляційний аналіз.

**Strelkovskaya L. A. SELECTION OF INFORMATION FOR EXPERT SYSTEM OF THE ASSESSMENT OF TECHNICAL CONDITION OF THE SHIP INTERNAL COMBUSTION ENGINE IN USE**

*An important aspect of the operation of complex technical facilities, which include marine engines, internal combustion, is information support management processes in order to select the most efficient mode, allowing to maintain reliability of the technical object within the deadlines while maintaining the technical and economic indicators. Achieving this is possible only provided that the decision support system is able to monitor not only the specified parameters, but also take into account the technical condition of the object at the current time.*

*In the present study describes the criteria for selection of information for the assessment of marine internal combustion engine technical condition, which is necessary for the adoption of the expert system decision on*



*the choice of operating conditions. The criteria used by the experts for the production of marine engines, internal combustion, as well as their operation experts for the parameters, which are the sources of information about the technical condition of the engine. These criteria are applied in the technical diagnosis and strictly defined for all technical systems. On an example fuel system of the internal combustion engine of the ship described procedure using multivariate correlation analysis to reduce the number of parameters characterizing the state of the system in real time that are necessary to create an expert system knowledge base. As a result of the calculations, it was found that the viscosity between the fuel and the fuel pressure before the high pressure fuel pump there is a direct correlation with regard to the fuel temperature high pressure fuel pump, this option can be considered less informative. These results were confirmed in the field of ship internal combustion engine experts.*

*Using multivariate correlation analysis allow for a sample of the large number of parameters describing the technical condition of the ship's engine and its systems, and thus to select the most informative, which will be used in future work to create a knowledge base of the expert system.*

**Keywords:** *marine internal combustion engines, expert systems, data selection criteria, multivariate correlation analysis.*

© Стрелковська Л. О.

Статтю прийнято  
до редакції 18.05.16