

5. Эглит Я.Я., Огальцова О.Ю. Научные проблемы оптимизации управленческих решений в транспортных системах. – СПб.: XXVI Международная научно- практическая конференция, 2019.– 12 с.
6. Эглит Я.Я., Шаповалова Т.А. Методика обоснования оптимального варианта доставки труда // Marine intellectual technologies.– 2019. –10 с.
7. Епихин А.И., Кондратьев С.И., Хекерт Е.В. Применение нейронных сетей на базе многослойного перцептрона с использованием нечеткой логики для технической диагностики судовых технических средств//Эксплуатация морского транспорта.– 2020.– № 3 (96).– С. 111-119.
8. Епихин А.И., Кондратьев С.И., Хекерт Е.В. Прогнозирование многомерных нестационарных временных рядов с использованием нейромоделирования// Морские интеллектуальные технологии.– 2020.– № 4-4 (50).– С. 23-27.
9. Клюев В.В. Оценка рисков и управление рисками в практике судовождения [Текст] / В.В. Клюев, С.И. Кондратьев, В.И. Тульчинский // Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 3 (80).
10. Епихин А.И., Хекерт Е.В. Система поддержки принятия решений с модульной структурой для операторов судов двойного действия. Патент на изобретение RU 2713077 C1, 03.02.2020. Заявка № 2019114000 от 06.05.2019.
11. Епихин А.И., Модина М.А., Хекерт Е.В. Концепция экологического совершенствования судовых энергетических установок// Эксплуатация морского транспорта. –2020.– № 3 (96).– С. 127-132.
3. Galin A.V. Transportno-ekspeditorskoe obsluzhivanie. -SPB.GUMRF im. adm. S.O.Makarova, 2020. -25s..
4. Kovtun A.A. Logistika transportnyh sistem. -SPB. GUMRF im. adm. S.O.Makarova, 2020. -120s.
5. Eglit YA.YA., Ogal'cova O.YU. Nauchnye problemy optimizacii upravlencheskih reshenij v transportnyh sistemah. SPB. XXVI Mezhdunarodnaya nauchno- prakticheskaya konferenciya, 2019.- 12s.
6. Eglit YA.YA., SHapovalova T.A. Metodika obosnovaniya optimal'nogo varianta dostavki truda. «Marine intellectual technologies», 2019. -10s.
7. Epihin A.I., Kondrat'ev S.I., Hekert E.V. Primenenie nejronnyh setej na baze mnogoslownogo perceptrona s ispol'zovaniem nechetkoj logiki dlya tekhnicheskoy diagnostiki sudovyh tekhnicheskikh sredstv//Ekspluaciya morskogo transporta. 2020. № 3 (96). S. 111-119.
8. Epihin A.I., Kondrat'ev S.I., Hekert E.V. Prognozirovanie mnogomernyh nestacionarnyh vremennyh ryadov s ispol'zovaniem nejromodelirovaniya// Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 23-27.
9. Klyuev V.V. Ocenka riskov i upravlenie riskami v praktike sudovozhdeniya [Tekst] / V.V. Klyuev, S.I. Kondrat'ev, V.I. Tul'chinskij // Ekspluaciya morskogo transporta. 2016. № 3 (80).
10. Epihin A.I., Hekert E.V. Sistema podderzhki prinyatiya reshenij s modul'noj strukturoj dlya operatorov sudov dvojnogo dejstviya. Patent na izobretenie RU 2713077 C1, 03.02.2020. Zayavka № 2019114000 ot 06.05.2019.
11. Epihin A.I., Modina M.A., Hekert E.V. Konceptiya ekologicheskogo sovershenstvovaniya sudovyh energeticheskikh ustanovok// Ekspluaciya morskogo transporta. 2020. № 3 (96). S. 127-132.

REFERENCES

1. Artem'ev A.V. Transportnye sistemy dostavki gruzov. -SPB. Izd-vo «Boston – spektr», 2015. - 300s.
2. Sergeev V.G., Eglite K.YA. Ekspluaciya transportnyh sistem. -SPB.: «Feniks». 2017.-468s.

УДК 656.073

DOI: 10.34046/aumsuomt97/2

АЛГОРИТМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ КОМПЛЕКТУЮЩИМИ ИЗДЕЛИЯМИ

*Я.Я. Эглит, доктор технических наук, профессор,
К.Я. Эглите, доктор экономических наук, профессор
А.А. Ковтун, кандидат технических наук, доцент
А.О. Музыченко, лаборант кафедры УТС*

Статья посвящена вопросу обеспечения технической эксплуатации судов комплектующими изделиями, которые будут использованы при нахождении судов на судоремонтном заводе. Для этих целей разработан алгоритм, с помощью которого производится выбор оптимального варианта функционирования рассматриваемой сложной системы. При этом учтены обстоятельства, связанные с производством комплектующих изделий для ремонта судов как в России, так и в зарубежных странах.

Ключевые слова: алгоритм, комплектующие изделия, судоремонт, экспорт, импорт, оптимизация.

ALGORITHM OF PROVIDING TECHNICAL OPERATION OF SHIPS WITH COMPONENT PARTS

Y.J. Eglit, K.Y. Eglite, A.A. Kovtun, A.O. Muzychenko

The article is devoted to the issue of ensuring the technical operation of vessels with components that will be used when vessels are at the shipyard. For these purposes, an algorithm has been developed, with the help of which the choice of the optimal variant of the functioning of the considered complex system is made. At the same time, the circumstances associated with the production of components for the repair of vessels both in Russia and in foreign countries were taken into account.

Key words: algorithm, components, ship repair, export, import, optimization.

Введение

Исследуемая математическая модель входит в состав алгоритмов, которые описывают техническое обслуживание судов. В рассматриваемой модели решается задача, связанная с определением производственных мощностей предприятий, выпускающих комплектующие изделия для ремонта судов. Задача решается укрупненно в общем виде. Единицей продукта является комплектующее изделие. Ведущее место в исследуемой системе занимает исследование режимов производства комплектующих изделий, поскольку оказывает существенное влияние на процесс ремонта судов. Последний фактор находится в непосредственной зависимости от обоснования программы пополнения флота, т.е. оно влияет на решение вопроса способа размещения заказов по судоремонтным предприятиям.

Основными операциями в рассматриваемом алгоритме являются:

- 1) Производство комплектующих изделий внутри отрасли;
- 2) Производство комплектующих изделий вне отрасли.

Управление работой данной модели выполняется управляющим алгоритмом, реализующим операции, связанные с производством комплектующих изделий на предприятиях отрасли и вне её.

Работа моделирующего алгоритма построена таким образом, что в первую очередь описывается производство комплектующих изделий на предприятиях отрасли. Затем, когда все операции, связанные с производством продукции в отрасли, выполнены, начинается работа по той части моделирующего алгоритма, где описывается производство комплектующих изделий на предприятиях взаимодействующих отраслей. Особо выделены импортируемые изделия.

Обсуждение. Моделирующий алгоритм.

Выбор следующего судна на обслуживание проводится по принципу «живой очереди». Основанием на обслуживание очередного судна является обеспечение комплектующими из предше-

ствующего судна на момент времени t . Вследствие чего работа модели алгоритма предусматривает последовательный анализ всех комплектующих изделий по заводам отрасли на предмет выяснения, выпущено рассматриваемое комплектующее изделие в момент времени t или нет. Во время работы математической модели оператор $i, r > 0$ определяет место расположения комплектующего изделия в массиве и его принадлежность к тому или иному типу судна.

В части моделирующего алгоритма, где описывается производство продукции вне отрасли, предусмотрена разбивка комплектующих изделий, изготавливаемых на предприятиях взаимодействующих отраслей и зарубежных предприятиях. Комплектующее изделие считается готовым к реализации, если время его изготовления меньше или равно текущему времени.

Математическое описание моделирующего сводится к следующему.

Математическая модель представлена в виде совокупности соотношений, которые связывают переменные параметры и состояния системы.

Условные обозначения моделирующего алгоритма:

i, j, r – промежуток времени, по окончании которого потребуется r -е комплектующее изделие на i -ом заводе для j -ого проекта;

i', j, r' – номер завода-изготовителя P' -го комплектующего изделия для j -ого проекта ($i', j, r' = 1, n$);

r'_i – номер комплектующего изделия, которое может быть изготовлено на j -м заводе, $r' = 1, R$;

$\dot{u}(e)$ – количество единиц r -го комплектующего изделия, накапливаемого на i' -м заводе-потребителе для j -го проекта;

$\dot{u}(t)$ – количество единиц комплектующего изделия, накапливаемого на i' -м заводе по межотраслевым поставкам и готово к отправлению заводу-потребителю в момент времени t ;

t''_{ii} – время доставки r'' -го комплектующего изделия от i' -го завода-изготовителя i -му заводу-потребителю;

i''_r – номер завода, изготавливающего r -е комплектующее изделие во взаимодействующих отраслях, $i''_r = 1, n$;

i_r – признак, равный 1, если i' -е предприятие изготавливает r' -е комплектующее изделие и 0 – в противном случае;

$t_{r,i}$ – время окончания изготовления r' -го комплектующего изделия на i' -м предприятии;

$mp_{r,i}$ – период изготовления r' -го комплектующего изделия на i' -м предприятии;

$'$ – признак, равный 1, если на i -ом предприятии изготавливают r -е комплектующее изделие, и 0 – в противном случае (2-ая итерация);

r'' – признак, равный 1, если i'' -е предприятие по межотраслевым поставкам изготавливает r'' -е комплектующее изделие, и 0 – в противном случае;

$t_{r,i''}$ – время окончания изготовления r'' -го комплектующего изделия на i'' -ом предприятии по межотраслевым поставкам;

$mp_{r,i''}$ – период изготовления r'' -го комплектующего изделия на i'' -ом предприятии по межотраслевым поставкам;

$'$ – признак, равный 1, если на i'' -ом предприятии изготавливается r'' -е комплектующее изделие, и 0 – в противном случае; t – текущее время;

– случайная величина с заданным законом распределения.

Таким образом, в блоке производства комплектующих изделий осуществляется две операции:

1) Производство комплектующих изделий в отрасли;

2) Производство комплектующих изделий вне отрасли.

Ниже приводимое соотношение описывает эти операции:

$\{(y''i'r(t); y''i'r''(t) \ Yir'(t)) \ (i'r' > 0) \ (t < tr'i') \ (r'=r'+1) \ (r' > R')\}$

$\{y''i'r(t); (y''i'r(t) \ Yir'(t)) \ (i'r' = 0) \ (r'=r'+1) \ (r' > R') \ (i'=i'+1) \ (i' > 0) \ (i' < n') \ (r'=1)\}$

$\{(i'r' > 0) \ (t = T2r'i') \ [i'ij(t) = i'ij(t) + 1] \ [i' > 0) \ (i' < n')\}$

$\{(r' = r'+1) \ (i' := i'+1) \ [i' > 0) \ (tr'i' := tr'i' + pr'i') \ (y''i'r(t) \ Yir'(t))\}$

Из приведенного соотношения следует, что во множестве $Yir(t)$ существует элемент $y''i'r$ такой, что если $i'r' = 0$ и $t = tr'$, то они исключаются из множества

$Yir'(t)$ и заносятся во множество $Yir(t)$. Далее $lirg = lirg + 1$ и $tr'i' := tr'i' + ti'r$.

Если $i'r' = 0$; то $r' := r' + 1$. Если $r' < R'$, то процесс функционирования продолжается. В противном случае $i' = i' + 1$.

Если же $' > 0$ и $i' < n$, то моделирующий алгоритм переходит к формированию комплектующих изделий в очередном структурном элементе. Если $i'r' > 0$ и $t > tr'i'$, то время окончания изготовления r -го комплектующего изделия на i -ом заводе еще не наступило, и работа моделирующего алгоритма предусматривает передачу управления блоку формирования значений параметров очередного элемента системы.

После того, как все параметры i -го структурного элемента сформированы, т.е. $r' < R'$, управление переходит к оператору, который формирует новое значение структурного элемента. Это продолжается до тех пор, пока $i' = n'$, т.е. пока не просмотрены все структурные элементы. Если $i' = n'$, то

$\{(y''i'r''(t); y''i'r''(t) \ Yir''(t)) \ (i''r'' > 0) \ (t < tr''r'') \ (r'' := r'' + 1) \ (r'' < R'')\}$

$\{(y''i'r''(t) \ Yir''(t)) \ (r'' < n'') \ (r'' = 1)\} \{(i''i'r'' > 0) \ (t = tr''i'')\}$

$[tr''r''(t) := tr''r''(t) + 1] \ (tr''i'' = tr''i'' + 1) \ (r'' = r'' + 1) \ (i'' = i'' + 1) \ (i'' = 0)$

$(r'' = 1) \} \{(i'' = 0) \ (i'' < n'')\} \ [(y''i'r''(t); y''i'r''(t) \ Yir''(t)) \ (Yir''r''(t) / y''i'r''(t))]$

Пусть существует элемент $y''i'r''(t)$ такой, что $y''i'r''(t) \ Yir''r''(t)$.

Если $i''r'' > 0$ и в момент времени t рассматриваемое комплектующее изделие изготовлено, т.е. $t = tr''i''$, то $y''i'r''(t)$ исключается из множества $Yir''r''(t)$ и включается в множество $Yir(t)$. В таком случае, если $t = tr''i''$, то управление получает оператор, формирующий новое значение элемента, т.е. $r'' := r'' + 1$. Формирование новых значений r'' будет происходить до тех пор, пока $r'' < R''$. Как только $r'' = R''$, управление передается на выход из блока. Если же $' > 0$, но $i'' = n''$, то управление также передается на выход из блока.

Если $r'' < R''$, т.е. еще не все комплектующие изделия сформированы, то продолжается формирование новых значений параметров r -го комплектующего изделия. Даже если $i''r'' = 0$, то управление переходит к оператору, который организует цикл по r'' , т.е. $r'' = 1, R''$.

Заключение

Предлагаемая экономико-математическая модель воспроизводит процессы, связанные с исследованием режимов производства комплектующих изделий для ремонта судов. Адекватность описания процесса достигается главным образом за счет учета производственных мощностей заводов.

Комплектующие изделия используются при техническом обслуживании членами экипажа и рабочими СРЗ. Проведение ремонта комплектуемыми изделиями находит все большее распространение при техническом обслуживании флота.

Блок обеспечения технического обслуживания наиболее важный, так как значительно ускоряет процесс ремонта, что делает возможным увеличить время использования судна и значительно увеличить эффективность его использования, так как любые простои ведут к снижению прибыли судоходной компании.

Литература

1. Verkehrsprognose für den Hafen Lomonosow unter Berücksichtigung der Entwicklung der maritimen Verkehr über die Ostseebucht und von Russland.-Bremenhafen: Rogge Marine consulting, 1997.-468 s.
2. Whitman D., Geracz J.W. Legal Studies in Business.-N.Y.: West Publishing Company and International Thomas Publishing Company, 2010.-528 p.
3. Young Y.D., Freedman R.A. University Physics. – N.J.: Addison-Wesley Publishing Company, INC., 2011.- 1259 p.
4. Эглит Я.Я. Транспортные системы доставки грузов. – СПб.: «Феникс», 2005. – 300 с.
5. Эглит Я.Я. Управление транспортными системами. – СПб.: «Феникс», 2014. – 424 с.
6. Эглит Я.Я. Эксплуатация транспортных систем. – СПб.: «Феникс», 2018. – 421 с.
7. Епихин А.И., Хекерт Е.В., Каракаев А.Б., Модина М.А. Особенности построения прогностической нейронно-фазной сети// Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-4 (50). – С. 13-17.
8. Епихин А.И., Хекерт Е.В., Модина М.А. Принципы нейрорегуляции и варианты архитектуры нейронных сетей, применительно к сложной динамической системе СЭУ-СУДНО// Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-4 (50). – С. 18-22.
9. Епихин А.И., Кондратьев С.И., Хекерт Е.В. Прогнозирование многомерных нестационарных временных рядов с использованием нейромоделирования// Морские интеллектуальные технологии. 2020. № 4-4 (50). С. 23-27.
10. Бабурина О.Н. Мировой морской торговый флот: динамика, структура, перспективы [текст] / О.Н. Бабурина, Е.В. Хекерт, Ю.Л. Никулина // Транспортное дело России. – 2017. – № 1. – С. 88-92.
11. Петросьян А.В. Улучшение безопасности мореплавания в районах действия систем управления движением судов [текст] / А.В. Петросьян, Е.В. Хекерт // Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2016. – № 2 (15). – С. 22-24.
12. Кондратьев С.И., Файвисович А.В. Прогнозирование влияния волновой нагрузки на рост трещин в конструктивных элементах судна // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 1-1 (39). – С. 140-147.
13. Боран-Кешисьян А.Л., Попов В.В., Кондратьев С.И. Отдельные математические модели описывающие радиотракт и ЭМС множества взаимодействующих радиосредств в береговом сегменте АПК Е-НАВИГАЦИИ// Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 3-1 (41). – С. 170-175.

REFERENCES

1. Verkehrsprognose für den Hafen Lomonosow unter Berücksichtigung der Entwicklung der maritimen Verkehr über die Ostseebucht und von Russland.-Bremenhafen: Rogge Marine consulting, 1997.-468 s.
2. Whitman D., Geracz J.W. Legal Studies in Business.-N.Y.: West Publishing Company and International Thomas Publishing Company, 2010.-528 p.
3. Young Y.D., Freedman R.A. University Physics. – N.J.: Addison-Wesley Publishing Company, INC., 2011.- 1259 p.
4. Eglit YA.YA. Transportnye sistemy dostavki gruzov. –SPb.: «Feniks», 2005. – 300 s.
5. Eglit YA.YA. Upravlenie transportnymi sistemami. – SPb.: «Feniks», 2014. – 424 s.
6. Eglit YA.YA. Eksploatatsiya transportnyh sistem. – SPb.: «Feniks», 2018. – 421 s.
7. Epihin A.I., Hekert E.V., Karakaev A.B., Modina M.A. Osobennosti postroeniya prognosticheskoy nejro-fazni seti//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 13-17.
8. Epihin A.I., Hekert E.V., Modina M.A. Principy nejroupravleniya i varianty arhitektury nejronnyh setej, primenitel'no k slozhnoj dinamicheskoy sisteme SEU-SUDNO//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 18-22.
9. Epihin A.I., Kondrat'ev S.I., Hekert E.V. Prognozirovanie mnogomernyh nestacionarnyh vremennyh ryadov s ispol'zovaniem nejromodelirovaniya//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 23-27.
10. Baburina O.N. Mirovoj morskoy torgovyy flot: dinamika, struktura, perspektivy [tekst] / O.N. Baburina, E.V. Hekert, YU.L. Nikulina // Transportnoe delo Rossii. 2017. № 1. S. 88-92.
11. Petros'yan A.V. Uluchshenie bezopasnosti moreplavaniya v rajonah dejstviya sistem upravleniya dvizheniem sudov [tekst] / A.V. Petros'yan, E.V. Hekert // Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta im. admirala F.F. Ushakova. 2016. № 2 (15). S. 22-24.
12. Kondrat'ev S.I., Fajvisovich A.V. Prognozirovanie vliyaniya volnovoj nagruzki na rost treshchin v konstruktivnyh elementah sudna // Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2018. № 1-1 (39). S. 140-147.
13. Boran-Keshish'yan A.L., Popov V.V., Kondrat'ev S.I. Otdel'nye matematicheskie modeli opisyyayushchie radiotrakt i EMS mnozhestva vzaimodeystvuyushchih radiosredstv v beregovom segmente APK E-NAVIGACII// Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2018. № 3-1 (41). S. 170-175.