

14. Жук А.С. Методы управления судном на основе множеств достижимости [Текст] / А.С. Жук, С.И. Кондратьев // Навигация и гидрография.– 2013.– № 36.– С. 29-37.

## REFERENCES

- Sudnik, N.V. Optimization of the length of the lease period for ships on a time-charter basis. – Technological audit and production reserves, 2015. – V. 2. No. 6 (22). – P. 63-67.
- Nikolaeva, L.L. Commercial operation of the vessel. – Odessa: «Fenix», 2006.
- Timchenko, T.N. Review analysis and assessment of market conditions in the bulk section of the global freight market. – Bulletin of the State Maritime University named after admiral F.F. Ushakov, 2018. – No. 3 (24). – P. 42-43.
- Sudnik, N.V. Modeling the operator's decision-making processes for chartering leased vessels. – Business Inform, 2015. – No. 4 (447). – P. 88-91.
- Golovan, T.V. Methodology for analyzing conjuncture changes in the freight market used by marine brokerage companies. – Materials of the XI regional scientific and technical conference «Problems of the operation of water transport and training in the south of Russia», part 1, 2014. – P. 59-63.
- Market analysis: profit from tankers when transporting crude oil / [Electron. resource] // «BIMCO 2020». URL: <https://www.bimco.org/news-and-trends/market-analysis?pn=24> (data of the application 2021-02-28).
- Kondrat'ev S.I. Metody vychisleniya harakteristicheskikh polinomov v zadachah upravleniya podvizhnykh ob"ektov. Uchebnoe posobie / S. I. Kondrat'ev, G. A. Zelenkov // Federal'noe gos. obrazovatel'noe uchrezhdenie vyssh. prof. obrazovaniya "Morskaya gos. akad. im. admirala F. F. Ushakova". Novorossiysk, 2007
- Kondrat'ev S.I. Maksimizatsiya nadezhnosti processov v usloviyah mezhsistemnykh vzaimodejstvij s ne vpolne opredelennymi parametrami [Tekst] / S.I. Kondrat'ev, A.P. Lickevich V sbornike: Strategiya razvitiya transportno-logisticheskoy sistemy Azovo-CHernomorskogo bassejna. Problemy bezopasnosti morskogo sudohodstva, tekhnicheskoy i kommercheskoy ekspluatatsii morskogo transporta Materialy 1-j mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy i 6-j regional'noj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. Otvetstvennye za vypusk: akademik RAT, d.t.n., prof. V.V.Dem'yanov, akademik RAT, d.e.n., prof. V.E.Deruzhinskij. 2007. S. 204-207.
- Kondrat'ev S.I. Obespechenie bezopasnosti plavaniya transportnykh sudov v portu pri manevrirovanii v operacionnoj akvatorii prichala [Tekst] / S.I. Kondrat'ev, V.V. Ustinov // Transportnoe delo Rossii. 2012. № 6-2. S. 196-197
- Pechnikov A.N., Hekert E.V. Ergonomicheskij podhod k ocenivaniyu deyatel'nosti sudovykh specialistov: eksperimental'naya aprobatsiya predlozhenykh modelej i procedur//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 4-3 (46). S. 104-110.
- Pechnikov A.N., Hekert E.V., Savel'ev V.G., Aderihin I.V. Ergonomicheskij podhod k ocenivaniyu deyatel'nosti sudovykh specialistov: modeli transformatsii dejstviya v processe ego osvoeniya i procedura ih prakticheskogo primeneniya// Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 1-2 (43). S. 104-111.
- Studenikin D.E., Bovan S.D., Hekert E.V., Modina M.A. Ispol'zovanie nejronnykh setej dlya organizatsii vizual'nogo nablyudeniya//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 4-3 (46). S. 91-95.
- Asterin V.V. Principy koordinatsii podsistem sudna dlya preduprezhdeniya stolknovenij [tekst] / V.V. Asterin, E.V. Hekert // Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova. 2013. № 2 (21). S. 13
- ZHuk A.S. Metody upravleniya sudnom na osnove mnozhestv dostizhimosti [Tekst] / A.S. ZHuk, S.I. Kondrat'ev // Navigatsiya i gidrografiya. 2013. № 36. S. 29-37.

УДК 656.073

DOI: 10.34046/aumsuomt98/5

## ЧИСЛО ОБУСЛОВЛЕННОСТИ И ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

*Я.Я. Эглит, доктор технических наук, профессор,  
К.Я. Эглите, доктор экономических наук, профессор  
М.А. Шаповалова, кандидат технических наук, доцент  
Е.П. Мьельникова, бакалавр*

В статье рассмотрены вопросы, связанные с использованием числа обусловленности и ортогональными преобразованиями. Рассмотрена априорная оценка Эвклидовой матричной нормой, определена точность проводимых вычислений. Выполнено линейное преобразование, имеющее ортогональную матрицу. Кроме того, рассмотрен алгоритм проверки качества модели путем нахождения числа обусловленности матрицы. Для решения этой задачи была разработана программа.

**Ключевые слова:** число обусловленности, ортогональные преобразования, матрицы, априорная оценка, информационное обеспечение.

## CONDITION NUMBER AND ORTHOGONAL TRANSFORMATIONS

*Ya.Ya., Eglit, K.Ya. Eglite, M.A. Shapovalova, E.P. Mylnikova*

The article presents issues related to the use of condition numbers and orthogonal transformations. A priori assessment was considered using the Euclidean matrix norm. The accuracy of the calculations has been determined. Linear transformation having an orthogonal matrix has been done. Also, an algorithm for checking the quality of the model by finding the condition number of the matrix was considered. A program has been developed to solve this problem.

**Key words:** condition number, orthogonal transformations, matrices, a priori assessment, dataware.

### 1. Введение

Автоматизированные системы управления терминалом функционируют результативно только при наличии надежного информационного обеспечения.

При работе с информационными матрицами, нужно установить точность вычисления собственных значений векторов. Данная точность находится в зависимости от обусловленности каждого собственного значения.

Предполагая, что число обусловленности — это чувствительность  $q$  к возмущениям матрицы  $B$ , и что оно характеризуется  $Z(q) = |u^v \times a|^{-1}$ , то это называется (уникальным) числом обусловленности собственного значения.

### 2. Ортогональное преобразование числа обусловленности.

Владея априорной оценкой

$$|P_n|_L < f(d)|B|_L$$

где  $|B|_L$  — евклидова матричная норма;

$$f(d) = C_L \times d^2$$

возникает возможность установить достоверность проводимых вычислений.

Пусть:  $q$  — простое собственное значение матрицы  $B$ ;

$a$  — соответствующий нормированный собственный вектор;

$u$  — нормированный собственный вектор  $B^V$  (транспонированной матрицы) для того же собственного значения.

Когда матрица  $B$  возмущается матрицей  $P$ , возмущение собственного значения  $q$  выражается величиной с точностью до малых второго порядка:

$$\Delta q \approx (u^V \times P_a) / (u^V \times a)$$

Получается, что число обусловленности матрицы системы равно  $e = q_{max} / q_{min}$ , где  $q_{max}$  — наибольшее собственное значение матрицы и  $q_{min}$  — наименьшее собственное значение матрицы.

Как известно, линейное преобразование с ортогональной матрицей, называется ортогональным [1, 2].

Ядром линейного преобразования принято считать множество всех векторов  $M_n$ , которое линейное преобразование приводит к нулевому вектору. Множество значений линейного преобразования — это подпространство пространства  $M_n$ . Несомненно, что размерность значений линейного преобразования равна рангус матрицы данного преобразования, а размерность ядра равна  $n - c$  [3, 4].

Как известно, линейное преобразование является обратимым только в том случае, если матрица данного преобразования считается невырожденной. В этом случае обратимое преобразование тоже именуется невырожденным.

Любая невырожденная матрица  $B$  определенного порядка имеет одну обратимую матрицу  $B^{-1}$  подобного порядка такую, что выполняется следующее равенство  $B^{-1} \times B = B \times B^{-1} = 1$ . Также равенства  $(B^{-1})^{-1} = B$ ,  $(B')^{-1} = (B^{-1})'$  являются справедливы для матрицы  $B$ . Соответственно, если  $B$  и  $G$  — невырожденные матрицы одинакового порядка, то матрица  $BG$  также является невырожденной, справедливо равенство  $(BG)^{-1} = B^{-1}G^{-1}$ . Обратная матрица  $B^{-1}$  выводит следующим образом:

$$B^{-1} = \frac{1}{\det(B)} \times B$$

При больших  $n$  найти элементы матрицы  $B^{-1}$  по формуле (3) достаточно сложно, поэтому эффективные методы вычисления обратной матрицы имеют большое практическое значение. Возможно построить обратную матрицу  $B^{-1}$ , если решить системы  $n$  — линейного уравнения  $Ba^j = t^j$ , где  $a^j$  —  $j$ -ый столбец обратной матрицы  $B^{-1}$ ,  $t^j$  —  $n$ -мерный вектор-столбец,  $j$ -ая компонента которого равна единице, а все остальные компоненты нулю. Системы  $Ba^j = t^j$ ,  $j = 1, \dots, n$  могут быть решены, например, методом Гаусса — методом последовательного исключения. В случаях, когда  $n$  больше, обратные матрицы строятся именно таким образом.

Упорядоченный набор элементов  $b_{11}, b_{22}, \dots, b_{dd}$  матрицы  $B$  именуется главной диагональю данной матрицы.

В итоге, ортогональное преобразование является линейным преобразованием евклидова векторного пространства, которое сохраняет неизменными длину и скалярное произведение векторов.

Прямое использование ортогональной матрицы Якоби размерности  $2 \times 2$  в вычислительном алгоритме имеет большое практическое значение. Ниже описаны наиболее эффективные алгоритмы.

Чтобы проверить качество модели, рассмотрим алгоритм. Для этого найдем число обусловленности матрицы. Чтобы решить поставленную задачу, на компьютере используем программу (e\_2.m).

В матрицах  $B_1$  и  $B_2$ , имеющих размерность  $2 \times 2$ , первый столбец содержит максимальное значение числа работающих, а второй столбец – минимальное.

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$$

$b_{11}$      $b_{12}$  – максимальные значения  
 $b_{21}$      $b_{22}$  – минимальные значения

Установим требование, чтобы матрицы  $B_{1a}$  и  $B_{2z}$  были равны векторам столбцам  $u_1$  и  $u_2$  соответственно.

Следующий шаг – это нужно найти значения  $a$  и  $z$ , которые равны произведению инверсии матрицы и вектора-столбца. Значения  $a$  и  $z$  появились в результате процесса преобразования матриц  $B_{1a}$  и  $B_{2z}$ . На следующем этапе нужно ввести одинаковые возмущения ( $u_{11}, u_{21}$ ). В итоге будет видно насколько сильно будут отличаться результаты процесса преобразования матриц без возмущений и с ними. При сравнении решений для  $a$ ,  $z$ ,  $a_n$  и  $a_z$  видно, что  $a_n$  изменился довольно значительно, в свою очередь  $a_z$  изменился лишь на 0,49% согласно евклидовой норме. Причина изменений – высокая чувствительность первой системы уравнений (матрицы  $B_{1a}$ ) к изменениям данных (параметрическим возмущениям). Другими словами, первая система уравнений плохо обусловлена. В свою очередь, плохая обусловленность может быть выявлена путем анализа матрицы системы, стоит только определить число обусловленности. Как известно, число обусловленности определяет способность модели к принятию информации, а также отображает устойчивость системы к возмущениям.

Число обусловленности, как указывалось ранее, это отношение тахи  $\min$  растяжений, которые обеспечиваются матрицей  $B$ . Есть два способа

определить обусловленное число в MatLAB: первый – с помощью оператора `norm`, а второй – с помощью оператора `rcond`.

Используя оператор `norm`, получаем следующие результаты:

$$eB_1 = 39.900$$

$$eB_2 = 4.0050t + 003.$$

Использование оператора `rcond` означает определение числа обусловленности наиболее кратким путем, которое привело к следующим значениям:

$$rcond(B_1) = 0.0284$$

$$rcond(B_2) = 2.9963t - 004.$$

### 3. Заключение

Таким образом, система  $B_2$  является хорошо обусловленной, в то время как система  $B_1$  признается плохо обусловленной. Важно отметить, что, если матрица плохо обусловлена во время решения системы, округление может привести к результатам, которые будут сильно отличаться от реальных. Чтобы этого не произошло, следует уменьшить ошибки округления, то есть вычисления должны выполняться с максимальной точностью. В этом случае можно получить довольно точный ответ. Однако, он будет содержать значительно меньше правильных значений. С другой стороны, элементы матрицы  $B$  могут быть заданы полностью точно относительно редко. Обычно элементы матрицы  $B$  берутся либо из эксперимента (как в нашем случае), либо из расчетов, поэтому приводятся не точно, а с некоторой погрешностью. Если в этом случае матрица  $B$  окажется плохо обусловленной, полученное решение системы будет очень грубым и часто может просто не иметь смысла. Поэтому использование плохо обусловленных матриц для решения транспортных задач обычно не рекомендуется.

### Литература

1. Баканов М.Н. Теория экономического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 283 с.
2. Эглите К.Я. Анализ информационных потребностей предприятий морского транспорта. – СПб.: Менеджмент и маркетинг. Петровский фонд, 2005. – 12 с.
3. Эглите К.Я. Информационные услуги, предоставляемые руководителям морских компаний. – СПб.: Менеджмент и маркетинг, 2005. – 16 с.
4. Эглит Я.Я., Эглите К.Я. Методика обоснования оптимального варианта доставки грузов. – СПб. Сборник «Marine intellectual technologies», 2019. – 11 с.
5. Тимченко Т.Н., Худяков С.А. Разработка оптимальной схемы подогрева груза «мазут» в рейсе. // Ежеквартальный сборник научных статей «Эксплуатация морского транспорта». – 2020. – №2 (95).

6. Тонконог В.В. Анализ состояния контейнерных перевозок на морском транспорте за 2016-2017 годы: Сборник статей по итогам I Международной научно-практической конференции "Социально-экономические аспекты развития национальной экономики" / под ред. проф. П.И. Ананченковой. – М.: Издательский дом АТиСО, 2018.
7. Головань Т.В. Классификация рисков, присутствующих деятельности морских брокерских компаний. // «Современные аспекты экономики», №7-8 (191-192). – СПб.: Изд-во «Инфо-да», 2013. – С. 98-109.
8. Головань Т.В. Исследование содержания концепции «риск» и формирование ее понятийной сущности применительно к деятельности морских брокерских компаний. // Вестник Государственного Университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. № 4 (26) – Санкт-Петербург: Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2014. (Журнал включен в перечень ВАК, № 167). – С. 121-128.
9. Golovan T.V. The problems of accounting for risks in the commercial activities of a maritime brokerage company under fleet's subchartering. // Научный журнал Академии труда и социальных отношений «Труд и социальные отношения». – 2021. – №1. – С. 93-103.
10. 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.
11. Гринек А.В., Тимофеев С.П., Кондратьев С.И., Хуртасенко А.В. Способ контроля параметров геометрической точности судовых валопроводов // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 3-1 (49). – С. 90-96.
12. Епихин А.И., Хекерт Е.В., Каракаев А.Б., Модина М.А. Особенности построения прогностической нейрофазисной сети // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-4 (50). – С. 13-17.
13. Шкода В.В., Вострикова М.В., Самородов А.В. Перспективные конструкции аксиальных генераторов и генераторных установок для систем автономного электроснабжения объектов нефтедобычи // Сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции "Повышение эффективности разработки нефтяных и газовых месторождений на поздней стадии". – 2017. – С. 73.
14. 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.
15. Печников А.Н., Хекерт Е.В. Эргономический подход к оцениванию деятельности судовых специалистов: экспериментальная апробация предложенных моделей и процедур // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 4-3 (46). – С. 104-110.

#### References

1. Bakanov M.N. Teoriya ekonomicheskogo analiza. – М.: Finansy i statistika, 1995 283s.
2. Eglite K.YA. Analiz informacionnyh potrebnostej predpriyatij morskogo transporta. SPb. Menedzhment i marketing.: Petrovskij fond, 2005.,12s.
3. Eglite K.YA. Informacionnye uslugi, predostavlyаемые rukovoditel'nyam morskikh kompanij. SPb. Menedzhment i marketing., 2005.,16s.
4. Eglit YA.YA., Eglite K.YA. Metodika obosnovaniya optimal'nogo varianta dostavki gruzov. SPb. Sbornik «Marineintellectualtechnologies», 2019, 11s.
5. Timchenko T.N., Hudyakov S.A. Razrabotka optimal'noj skhemy podogreva gruza «mazut» v rejse. – Ezhekvartal'nyj sbornik nauchnyh statej «Ekspluatatsiya morskogo transporta» №2 (95), 2020.
6. Tonkonog V.V. Analiz sostoyaniya kontejnernyh perevozok na morskome transporte za 2016-2017 gody. – Sbornik statej po itogam I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii "Social'no-ekonomicheskie aspekty razvitiya nacional'noj ekonomiki" / pod red. prof. Ananchenkovoj P.I. – М.: Izdatel'skij dom ATISO, 2018.
7. Golovan' T.V. Klassifikatsiya riskov, prisushchih deyatel'nosti morskikh brokerskih kompanij. – «Sovremennye aspekty ekonomiki», №7-8 (191-192). – SPb.: Izd-vo «Info-da», 2013. – S. 98-109.
8. Golovan' T.V. Issledovanie soderzhaniya koncepcii «risk» i formirovanie ee ponyatijnoj sushchnosti primenitel'no k deyatel'nosti morskikh brokerskih kompanij. – Vestnik Gosudarstvennogo Universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova. № 4 (26) – Sankt-Peterburg: Gosudarstvennyj universitet morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova, 2014. (Zhurnal vkluchen v perechen' VAK, № 167). – S. 121-128.
9. Golovan T.V. The problems of accounting for risks in the commercial activities of a maritime brokerage company under fleet's subchartering. – Nauchnyj zhurnal Akademii truda i social'nyh otnoshenij «Trud i social'nye otnosheniya». – 2021. – №1. — S. 93-103.
10. 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.
11. Grinek A.V., Timofeev S.P., Kondrat'ev S.I., Hurtasenko A.V. Sposob kontrolya parametrov geometricheskoj tochnosti sudovyh valoprovodov Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 3-1 (49). S. 90-96.

12. Epihin A.I., Hekert E.V., Karakaev A.B., Modina M.A. Osobennosti postroeniya prognosticheskoy nejro-fazzi seti// Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2020. № 4-4 (50). S. 13-17.
13. SHkoda V.V., Vostrikova M.V., Samorodov A.V. Perspektivnye konstrukcii aksial'nyh generatorov i generatornyh ustanovok dlya sistem avtonomnogo elektro-snabzheniya ob"ektov neftedobychi// Sbornik tezisev dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Povyshenie effektivnosti razrabotki neftyanyh i gazovyh mestorozhdenij na pozdnej stadii". 2017. S. 73.
14. 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.
15. Pechnikov A.N., Hekert E.V. Ergonomicheskij podhod k ocenivaniyu deyatelnosti sudovyh specialistov: eksperimental'naya aprobaciya predlozhennyh modelej i procedur//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 4-3 (46). S. 104-110.

УДК 338.47:656.6

DOI: 10.34046/aumsuomt98/6

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ХОЛДИНГА НА ОСНОВЕ МЕТОДА РАССТОЯНИЙ

*Ю.А. Лепехина, кандидат экономических наук, доцент*

В статье рассчитаны частные показатели эффективности деятельности транспортного холдинга «НМТП», анализ которых позволил оценить текущую эффективность работы объекта исследования в современных условиях. Особенностью данного исследования является использование метода расстояний в целях интегральной оценки эффективности функционирования стивидорного холдинга. Предлагаемая методика позволила оценить динамические изменения эффективности на основе интегрального показателя, выявить наиболее проблемные блоки в управлении эффективностью и разработать мероприятия по повышению эффективности на основе четкой детализации проблемных зон.

**Ключевые слова:** транспортный холдинг, оценка эффективности, метод расстояний, комплекс мероприятий по повышению эффективности

## COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE TRANSPORT HOLDING BASED ON THE DISTANCE METHOD

*Yu. A. Lepekhina*

The article calculates the specific performance indicators of the transport holding PJSC Novorossiysk Commercial Sea Port, the analysis of which allowed us to assess the current performance of the object of research in modern conditions. A special feature of this study is the use of the distance method for the purpose of integral evaluation of the efficiency of the stevedore holding. The proposed methodology allowed to evaluate the dynamic changes in efficiency based on an integral indicator, identify the most problematic blocks in performance management and develop measures to improve efficiency based on a clear detailing of problem areas.

Key words: transport holding, performance evaluation, distance method, a set of measures to improve efficiency

Ключевая роль в обеспечении международных связей принадлежит транспортным холдингам, контролирующим основную долю транспортных рынков.

Вместе с тем, транспортные холдинги России находятся в сложном положении. В настоящее время наблюдается снижение платежеспособного спроса населения, санкционное давление на экономику, что влияет на нестабильные объемы перевозок. Но и ряд других факторов, таких как: прогрессирующее моральное и физическое старение инфраструктуры и парка подвижных средств, несовершенство системы государственного регулирования привели к тому, что результаты деятельности значительной части предприятий упали, ресурсы для поддержания высокого качества услуг и инвестиционного развития резко

сократились. В связи с этим возникает необходимость внедрения механизма комплексной оценки эффективности работы такой структуры, который позволит положительно изменить качественные показатели работы транспортных холдингов и снизить риски в вопросе обеспечения качественного транспортного обслуживания.

Своевременно проведенная оценка и меры, ориентированные на повышение эффективности, обеспечивают конкурентоспособность холдинговой структуры, качественный контроль над выполнением поставленных задач материнской компанией, поиск скрытых резервов дочерних компаний и точек оптимизации. Поэтому вопросы, связанные с оценкой эффективности его функционирования, приобретают все большую актуальность.