

УДК УДК 656.61

DOI: 10.34046/aumsuomt105/12

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ “МЯГКОГО” ПРОЦЕССА ИНВЕСТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОРТА. ПРОЦЕДУРЫ ОПТИМИЗАЦИИ НА БАЗЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Я.Я. Эглит, доктор технических наук, профессор,
К.Я. Эглите, доктор технических наук, профессор
Е.А. Юрченко, магистр
В.С. Дудин, магистр
Д.О. Яворская, аспирант*

Данная работа представляет собой обоснование использования и эффективности динамической модели мягкого процесса инвестирования строительства порта. Для этой цели в работе приведены необходимые статистические данные и математические расчёты, которые включают в себя использование различных методов анализа инвестиционного плана, а также ряда методов расчёта стоимости инвестиционных платежей, включая применение для упрощения процесса вычисления цифровой математической среды matLAB.

Ключевые слова: динамическая модель, инвестирование, инвестиционные платежи.

DYNAMIC MODEL OF “SOFT” PROCESS OF INVESTING IN PORT CONSTRUCTION. OPTIMIZATION PROCEDURES BASED ON COMPUTER TECHNOLOGY

Y. Eglit, K. Eglite, E. Yurchenko, V. Dudin, D.O. Javorskaia

This work is a rationale for the use and effectiveness of the dynamic model of the soft investment process of port construction. For this purpose, this work presents the necessary statistical data and mathematical calculations, which include the use of various methods for analyzing the investment plan, as well as a number of methods for calculating the cost of investment payments, including the use of the matLAB digital mathematical environment to simplify the process of calculating.

Key words: dynamic model, investment, investment payments.

Введение

Для того что бы обосновать любой инвестиционный проект необходимо составить комплексную математическую модель, в состав которой входит большое число различных факторов, которые в свою очередь зависят от множества других показателей [1].

В том случае, если появляется необходимость в принятии решения по инвестированию некоторого проекта необходимо обосновать их принятие, воспользовавшись формализованными и неформализованными методами. Выбор тех или иных методов или их сочетания зависит в первую очередь от специфики конкретного инвестиционного проекта, от обстоятельств при которых приходится решение принимать [2].

Так как строительство такого крупного инфраструктурного проекта как морской порт требует больших и регулярных затрат, то одной из важнейших задач инвестиционного проекта является поступление денежных средств в соответствии с графиком по строительству порта [3].

Динамическая модель

Задачу по планированию инвестиционной деятельности при строительстве порта по своей сути можно свести до проблемы по оптимизации дискретной системы управления, которая имеет следующий вид:

$$x(k+1) = Ax(k) + Bm(k),$$

где $x(0)$ и $x(N)$ – это заданные величины

Сделаем предположение о том, что заданная система является управляемой и наблюдаемой и также, что на само уравнение и переменные состояния не накладываются ограничения. В таком случае решением поставленной задачи будет являться из начального состояния $x(0)$ в конечном состоянии $x(N)$ за определённое и конечное число шагов N , с учётом того, что должен быть минимизирован критерий:

$$J = \sum_{i=1}^{N-1} m^2(i)$$

где i – это номер шага, $i = 1, N-1$;

В таком случае вектор оптимальных уравнений:

$$m = [R^+ * x(N) - A^N x(0)]$$

где $R = [A^{N-1} * B \ A^{N-2} * B \dots A * B \ B]$, а R^+ — это псевдоинверсия Мура-Пенроуза матрицы R .

Также справедливо и следующее:

$$R = (R^T * R)^{-1} * R^T = D^{-1} * R^T$$

где D – это информационная матрица

Теперь решим саму задачу по поступлению денежных средств в соответствии с графиком строительства порта. Условия задачи:

Ставка по проценту – i % в месяц

На счету у инвестора находится $x(0)$ \$

В течении следующих N месяцев инвестору необходимо перечислить денежные средства с общей суммой в $x(N)$ \$.

Для решения задачи можно применить самый простой способ, а именно вложить сразу всю сумму денежных средств $x(0)$ в начале строительства, которая к концу проекта превратится в $x(N)$, в данном случае $m(0)$ будет равен:

$$m(0) = (1 + i/100)^{-N} * x(N) - x(0)$$

В данном случае $x(0) = 0$, но тогда $m(0)$ будет иметь максимальное значение, другие же члены уравнения будут иметь следующие значения:

$$m(1) = m(2) \dots m(N-1) = 0$$

Это означает, что на протяжении длительного периода времени вложения будут просто храниться и не использоваться по назначению, что для самого инвестора является неблагоприятным вариантом.

Для того то бы деньги инвестора были введены в оборот можно применить другой метод инвестирования – перечисление определённых денежных сумм $m(k)$ на ежемесячной основе, $k = \{1; N-1\}$. Попробуем определить значение сумм этих взносов.

Любое вложение денежных средств инвестором сопряжено с определёнными затратами, которые необходимо держать на минимальном уровне, предположим, что данный уровень затрат будет определяться минимальным значением суммы квадратов управлений, в этом случае выбираем лишь сочетание нескольких определяющих значений элементов вектора:

$$\vec{m} = [m(0) \ m(1) \dots m(N-1)]$$

Сделаем следующее предположение, которое будет являться условием задачи:

Период инвестиций – 10 месяцев,

Общая сумма инвестиций $x(10) = 100\ 000\ 000$ \$,

Ставка процента – 7 %,

Первоначальная сумма вложений равна 0:

$$x(0) = 0$$

Для решения задачи составим уравнение:

$$x(k+1) = (1 + i/100) * x(k) + m(k)$$

Это уравнение соответствует алгоритму с использованием псевдоинверсии матриц Мура-Пенроуза. [4]

В данном случае алгоритм приобретёт вид:

$$A = a + i/100 \text{ и также } B = b = 1.$$

Рассмотрим такой инвестиционный план, который будет соответствовать нашему критерию минимальных затрат:

Вектор R будет состоять из ряда членов:

$$R = \begin{bmatrix} 1.8385 & 1.7182 & 1.6058 & 1.5007 & 1.4026 & 1.3108 & \dots \\ & 1.2250 & 1.1449 & 1.0700 & 1.0000 & & \end{bmatrix}$$

Перемножение двух матриц с последующей псевдоинверсией приведет к следующему:

$$C = R' * R = 19.8046$$

$$R^+ = C^{-1} * R'$$

$$= \begin{bmatrix} 0.0928 & 0.0868 & 0.0811 & 0.0758 & 0.0708 & 0.0662 & 0.0619 \dots \\ & 0.0578 & 0.0540 & 0.0505 & & & \end{bmatrix}$$

Из полученных результатов выводится вектор оптимальных уравнений:

$$M = R^+ * x(N) = R^+ * 1000000000$$

$$= \begin{bmatrix} 9.2830 & 8.6757 & 8.1081 & 7.5777 & 7.0820 & 6.6186 & 6.1857 \\ & 5.7810 & 5.4028 & 5.0493 & * 10^6 & & \end{bmatrix}$$

По итогу, за первый месяц инвестор делает вклад в размере $m(0) = 9283.000$ \$, за второй месяц $m(1) = 8.675700$ \$ и т.д. до девятого месяца, выплаты за который составят $m(9) = 5049300$ \$.

Проверим наши вычисления, посчитав общую сумму инвестиций за 10 месяцев:

$$x(N) - A^N x(0) = R * m = 1000000000 \$$$

Такой инвестиционный план позволяет инвестору более эффективно пользоваться своими денежными средствами как по критерию изменчивости параметра i , так и при учёте системы ограничений-равенств, которая влияет на вектор управления [5, 13]

Существует также и другой способ планирования инвестиционных вложений

Используя среду MatLAB можно с помощью функции `raper` рассчитать инвестиционный план с равными ежемесячными платежами. В этом случае функция будет иметь следующий вид:

$$p = \text{raper}(\text{rate}, \text{per}, \text{pv}, \text{due})$$

где `rate` – ставка процента;

`per` – число периодов очередных взносов;

`pv` – сумма взноса на начало процесса;

`fv` – ожидаемая сумма по истечении периода взноса;

`due` – вспомогательный параметр (`due=1` – взнос в начале каждого периода; `due=0` – взнос в конце периода).

Для нашего случая:

$$p = \text{raper}(0.07, 10.0, 1000000000, 1)$$

Среда `matLAB` обладает такой функцией как `fvfx`, которая предназначается для банковских расчётов при постоянном значении p , то есть при регулярных взносах (`p=cons`). [6]

$$Q = \text{fvfx}(\text{rate}, \text{per}, p, \text{pv}, \text{due}),$$

где p – это регулярный взнос.

В итоге функция приобретает вид:

$$Q = \text{fvfx}(0.07, 10, 6764300, 1)$$

После подсчётов получаем результат:

$$Q = 10.000E + 0.05,$$

Что и является проверяемым нами ответом.

Заключение

В работе были рассмотрены различные ме-

тоды расчёта инвестиционных платежей в соответствии с графиком строительства порта при использовании динамической математической модели мягкого процесса инвестирования.

Среди них наибольшую эффективность показал метод ежемесячных вложений, так как при его использовании денежные средства инвестора использовались наиболее продуктивно, что подтвердилось результатами расчётов и их сравнении с результатами расчётов при использовании других методов.

Также данная задача была успешно решена в цифровой математической среде *matLAB*, что дополнительно подтверждает вышеобозначенную теорию об эффективности метода ежемесячных инвестиционных платежей.

Литература:

1. Акопов А.С. Имитационное моделирование: учебник. – М.: Юрайт-Издат, 2021. – 389 с.
2. Гвилия Н.А. Цифровая трансформация корпоративной логистики в условиях устойчивого развития: дис. канд.эконом.наук. – М.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2022. – 440 с.
3. Пушкарёва А.С. Алгоритмизация градостроительного проектирования на примере нового города: сборник статей Перспективные разработки по приоритетным направлениям развития – М.: МЦНП «Новая наука», 2022. – 170 с.
4. Шиков Н.Н. Динамическая модель инвестиционных вложений в связанные производства // Экономический вестник ДонГТИ. – 2021. – №7. – 59-64 с.
5. Гончарова А.Р. Формирование укрупненной динамической модели устойчивого развития инфраструктурных объектов // Финансовые рынки и банки. – 2021. – №7. – 214-217 с.
6. Бирев Л.Э., Матросова Е.В. Учетные и динамические методы оценки эффективности инвестиционных проектов // Инновации. Наука. Образование. №32, 2021. – 628-633 с.
7. Kondratyev, S. I. A diagnostic system of an intelligent component based on Bayesian accurate inference networks / S. I. Kondratyev, A. I. Epikhin, S. O. Malakhov // Journal of Physics: Conference Series, Novosibirsk, 12–14 мая 2021 года. – Novosibirsk, 2021. – P. 012022. – DOI 10.1088/1742-6596/2032/1/012022. – EDN VGBGQW.
8. Епихин, А.И. Анализ безопасности безэкипажных судов на основе структуры модели риска с использованием сети байеса / А.И. Епихин, Е.В. Хекерт, М.А. Модина // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-4(52). – С. 38-46. – DOI 10.37220/MIT.2021.52.2.067. – EDN ODSQOM.
9. Епихин А.И., Хекерт Е.В., Каракаев А.Б., Модина М.А. Особенности построения прогностической нейро-фаззи сети // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-4 (50). – С. 13-17.
10. Епихин А.И., Хекерт Е.В., Модина М.А. Принципы нейроуправления и варианты архитектуры нейронных сетей, применительно к сложной динамической системе СЭУ-СУДНО // Морские интеллектуальные технологии. – 2020. – № 4-4 (50). – С. 18-22.
11. Белов А.А. Применение метода измерения частичных разрядов для определения состояния изоляции высоковольтных вращающихся машин / А. А. Белов, В. В. Шкода, Е. Г. Попова // Технические и технологические системы: Материалы двенадцатой Международной научной конференции, Краснодар, 25–27 ноября 2021 года. – Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский Дом - Юг", 2021. – С. 11-21. – EDN ZRPPSF.
12. Варианты реализации систем управления электронными диагностическими и информационными комплексами посредством микроконтроллера STM32F100C8T6 / Я.М. Кашин, С. В. Климентьев, А. В. Паврозин [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2022. – № 1. – С. 70-78. – EDN SVRGUM.
13. Сюсюка, Е. Н. Физические основы упрочнения поверхностей деталей судовых технических средств нанесением нанопокровов / Е.Н. Сюсюка, Б.П. Башуров // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 4(85). – С. 94-97. – EDN YRPIMH.

References

1. A.S. Akopov. Imitacionnoe modelirovanie: Uchebnik — М.: YUrajt-Izdat, 2021. – 389 s.
2. Gviliya N.A. Cifrovaya transformaciya korporativnoj logistiki v usloviyah ustojchivogo razvitiya: dis.kand.ekonom.nauk – М.: Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj ekonomicheskij universitet, 2022. – 440 s.
3. Pushkaryova A.S. Algoritmizaciya gradostroitel'nogo proektirovaniya na primere novogo goroda. – sbornik statej Perspektivnye razrabotki po prioritetnym napravleniyam razvitiya – М.: MCNP «Novaya nauka», 2022. – 170 s.
4. SHikov N.N. Dinamicheskaya model' investicionnyh vlozhenij v svyazannye proizvodstva. – Ekonomicheskij vestnik DonGТИ №7, 2021. – 59-64 s.
5. Goncharova A.R. Formirovanie ukрупnennoj dinamicheskoy modeli ustojchivogo razvitiya infrastruktury ob"ektov – zhurnal Finansovyje rynki i banki №7, 2021. – 214-217 s.
6. Birev L.E., Matrosova E.V. Uchetnye i dinamicheskie metody ocenki effektivnosti investicionnyh proektov – zhurnal Innovacii. Nauka. Obrazovanie. №32, 2021. – 628-633 s.

7. Kondratyev, S. I. A diagnostic system of an intelligent component based on Bayesian accurate inference networks / S. I. Kondratyev, A. I. Epikhin, S. O. Malakhov // Journal of Physics: Conference Series, Novosibirsk, 12–14 maya 2021 goda. – Novosibirsk, 2021. – P. 012022. – DOI 10.1088/1742-6596/2032/1/012022. – EDN VGBGQW.
8. Epihin, A. I. Analiz bezopasnosti bezekipazhnyh sudov na osnove struktury modeli riska s ispol'zovaniem seti bajesa / A. I. Epihin, E. V. Hekert, M. A. Modina // Morskie intellektual'nye tekhnologii. – 2021. – № 2-4(52). – S. 38-46. – DOI 10.37220/MIT.2021.52.2.067. – EDN ODSQOM.
9. 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.
10. 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.
11. Belov, A. A. Primenenie metoda izmereniya chasticnyh razryadov dlya opredeleniya sostoyaniya izoljatsii vysokovol'nyh vrashchayushchih mashin / A. A. Belov, V. V. SHkoda, E. G. Popova // Tekhnicheskie i tekhnologicheskie sistemy : Materialy dvenadcatoj Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Krasnodar, 25–27 noyabrya 2021 goda. – Krasnodar: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "Izdatel'skij Dom - YUG", 2021. – S. 11-21. – EDN ZRPPSF.
12. Varianty realizacii sistem upravleniya elektronnyimi diagnosticheskimi i informacionnymi kompleksami posredstvom mikrokontrollera STM32F100C8T6 / YA. M. Kashin, S. V. Kliment'ev, A. V. Pavrozin [i dr.] // Elektronnyj setevoj politematicheskij zhurnal "Nauchnye trudy KubGTU". – 2022. – № 1. – S. 70-78. – EDN SVR-GUM
13. Syusyuka, E. N. Fizicheskie osnovy uprochneniya poverhnostej detalej sudovyh tekhnicheskikh sredstv naneseniem nanopokrytij / E. N. Syusyuka, B. P. Bashurov // Eksploatatsiya morskogo transporta. – 2017. – № 4(85). – S. 94-97. – EDN YRPIMH.

УДК: 621.365.5

DOI: 10.34046/aumsuomt105/13

РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОГО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВАТЕЛЯ ДЛЯ НАЛИВНЫХ ГРУЗОВ

Э.К. Аблязов, кандидат технических наук, доцент

К.А. Аблязов, кандидат технических наук, доцент

Е.М. Дорофеев, кандидат педагогических наук

В статье рассматривается нагрев металлических поверхностей и токопроводящих жидкостей бегущим магнитным полем, который замыкаясь через немагнитный зазор по стенкам ферромагнитного материала и вне его, передает ему тепловую энергию за счет вихревых токов. В работе произведен обзор, анализ и предварительный расчет модульного индукционного линейного нагревателя. В конце статьи дано заключение.

Ключевые слова: индукционный нагреватель, тепловой эффект, выбор конструкции нагревателя, модульный нагреватель

DEVELOPMENT OF A MODULAR INDUCTION HEATER FOR LIQUID CARGO

E. K. Ablyazov, K. A. Ablyazov, E. M. Dorofeev

The article discusses the heating of metal surfaces and conductive liquids by a traveling magnetic field, which, closing through a non-magnetic gap along the walls of a ferromagnetic material and outside it, transfers thermal energy to it due to eddy currents. The paper provides a review, analysis and preliminary calculation of a modular induction linear heater. A conclusion is given at the end of the article.

Key words: induction heater, thermal effect, choice of heater design, modular heater

Индукционный линейный нагреватель предназначен для обогрева трубопроводов или больших металлических вместилищ жидкостей или сыпучих материалов в них находящихся без непосредственного контакта с нагреваемой поверхностью через немагнитный зазор. Питание нагревателя осуществляется от сети трехфазного тока промышленной частоты.

Эксплуатация нагревателя предусматривается на прямолинейных и криволинейных, с большим радиусом закругления, участках трубопроводов или других металлических емкостей как в за-

крытых помещениях, так и вне их в тяжелых погодных условиях, при высокой влажности и низких температурах.

Нагрев металлических поверхностей и токопроводящих жидкостей, материалов, находящихся под ними, осуществляется, в отличие от существующих нагревателей, трехфазным линейным индуктором, бегущее магнитное поле которого замыкаясь через немагнитный зазор по стенкам ферромагнитного материала и вне его передает ему тепловую энергию за счет вихревых токов [1].