

| Название Банка          | Достаточность нормативного капитала, % | Достаточность основного капитала, % | Показатель краткосрочной ликвидности | Мгновенная ликвидность, % | Текущая ликвидность, % | Прибыльность на 1000 рублей совокупных активов | Прибыльность на 1000 рублей собственного капитала банк | Рейтинг Банка |
|-------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|--|--|---------------|
| ОАО "Банк Москва-Минск" | 12.8                                   | 7.6                                 | 1.2                                  | 162.1                     | 147.4                  | 24.6917  | 186.503  | 1             |
| Приорбанк ОАО           | 13.3                                   | 6.8                                 | 2.4                                  | 355.1                     | 166.5                  | 30.6155  | 189.385  | 2             |
| ОАО БНБ-Банк            | 16.3                                   | 7.5                                 | 2.5                                  | 308                       | 165.5                  | 28.2541  | 176.267  | 3             |
| ЗАО "Альфа-Банк"        | 11.3                                   | 5.2                                 | 1.9                                  | 149                       | 110.4                  | 17.3235  | 148.459  | 4             |
| ЗАО "МТБанк"            | 10.2                                   | 5.6                                 | 3.4                                  | 336                       | 192.7                  | 27.896   | 227.908  | 5             |
| ОАО "Технобанк"         | 22.6                                   | 9.5                                 | 2.3                                  | 269.9                     | 140.4                  | 31.4119  | 127.028  | 6             |
| ОАО "Белгазпромбанк"    | 13.5                                   | 9                                   | 3.3                                  | 225.3                     | 208.9                  | 28.4457  | 180.002  | 7             |

Рисунок 12 – Рейтинговая оценка на основе показателей ликвидности и прибыльности

Анализируя результаты данных таблиц, можно сделать вывод, что результаты комплексной оценки на основе разных групп показателей дают более точные результаты. Наилучшие результаты на дату 01.10.2014 представили банки: ОАО «Банк Москва-Минск», ОАО «Приорбанк», ОАО «БНБ-Банк» и ЗАО «Альфа-Банк», при этом банк ЗАО «АбсолютБанк» на дату составления рейтинга показал наихудшие результаты.

Разработанное приложение позволит дать адекватную оценку деятельности белорусских банков, не меняя математического аппарата расчета рейтинговой оценки. Это, в свою очередь, даст возможность участникам финансового рынка принимать эффективные управленческие решения.

### Литература

- 1 Граков, И. Организация системы внутренних рейтингов банков // Банкаускі веснік. – 2007. – № 13 (378). – С. 49–57.
- 2 Управление деятельностью коммерческого банка (банковский менеджмент) / И. О. Лаврушин / Под ред. д-ра экон. наук., проф. И. О. Лаврушина. – М.: Юристъ, 2002. – 688 с.
- 3 Huereca, R. WordPress and Ajax: An in-depth guide on using Ajax with WordPress / Pan-American Copyright Conventions. – 2011. – 292 p.

УДК 681.3

*Ю. В. Жердецкий*

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ВАРИАНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА С ЭЛЕМЕНТАМИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ

*В статье излагаются результаты предметной ориентации аппарата вероятностно-алгебраического моделирования на область технологических систем производства с элементами потенциальной опасности. Приводится пример оценки надежности вариантов организации технологической системы производства, в качестве элементов потенциальной опасности которой рассматриваются технологические операции производства.*

Проблема выбора структурной организации технологической системы производства (ТСП) с элементами потенциальной опасности при проектировании является одной из основных. От её правильного решения зависят эффективность, надежность и

безопасность будущей ТСП [1]. Ошибки при выборе структурной организации могут привести к необратимым последствиям для окружающей среды, крайне низкой эффективности и преждевременному отказу всей системы.

На этапе проектирования ТСП для повышения надежности и эффективности работы применяются следующие методы: резервирование, упрощение системы, выбор наиболее надежных элементов, создание схем с ограниченными последствиями отказов элементов, облегчение режимов работы элементов, стандартизация и унификация элементов и узлов, встроенный контроль и автоматизация проверок. Эффективность этих методов состоит в том, что они позволяют из малонадежных элементов строить надежные системы. Эти методы позволяют уменьшить интенсивность отказов системы, уменьшить среднее время восстановления и время непрерывной работы системы. Выбрать рационально тот или иной метод повышения надежности можно только тогда, когда известны условия работы системы и эффективность методов.

Оценить надежность вариантов структурной организации ТСП с элементами потенциальной опасности позволяет математическое моделирование [2], которое направлено на более глубокое изучение объектов с учётом особенностей их функционирования как на стадии их проектирования, так и при вводе их в эксплуатацию.

В статье рассматривается подсистема технологического процесса ТСП, представленная в виде графа. Элементами подсистемы являются технологические операции (ТХО), при выполнении которых могут происходить отказы и опасные отказы [3].

Характеристиками надёжности элементов при оценке надёжности организации подсистемы технологических процессов служили вероятности отказов, возникающие в ходе выполнения ТХО. Рассматривались три состояния надёжности элементов:  $S_1$  – надёжное выполнение операции;  $S_2$  – отказы при выполнении ТХО;  $S_3$  – опасные отказы при выполнении ТХО. Первые элементы  $p_0^i$  векторов

$$P^i = (p_0^i, p_1^i, \dots, p_n^i), \sum_{j=0}^n p_j^i = 1, i = \overline{1, m}, \quad (1)$$

определяли вероятность безотказного выполнения  $i$ -ой ТХО, вторые  $p_1^i$  указывали на вероятности отказов при выполнении ТХО, не влияющие на надёжность выполнения последующих ТХО; третьи составляющие вектора (1)  $p_2^i$  задавали вероятность опасного отказа, возникающего при выполнении ТХО.

Ставилась задача провести четыре эксперимента с моделью технологического процесса ТСП, включающей совокупность  $TХО = \{TХО_j\}$ ,  $i = \overline{1, 16}$ , для определения наилучшего варианта структурной организации подсистемы с использованием метода резервирования для участка  $TХО_1 - TХО_3$  (рисунок 1) и оценки эффективности резервирования. В первом эксперименте рассматривался вариант структурной организации объекта с двумя резервными элементами  $TХО_2$  и  $TХО_3$ , предполагалось, что участок надёжен, если надёжно выполняется хотя бы одна из  $TХО_1, TХО_2, TХО_3$ . Второй эксперимент проводился при условии надёжного функционирования одного резервного элемента  $TХО_2$ , а элемент  $TХО_3$  был исключён из состава исследуемой подсистемы. Третий эксперимент проводился с использованием схемы мажоритарной логики 2 из 3-х на том же участке  $TХО_1 - TХО_3$ , при этом предполагалось, что подсистема будет работать надёжно, если хотя бы два элемента участка работают. В четвертом эксперименте были исключены из состава технологического процесса элементы  $TХО_2$  и  $TХО_3$ , т.е. оценивалась надёжность технологического процесса ТСП без использования резервных элементов.

Эффективность резервирования оценивалась при помощи коэффициента повышения надёжности  $\gamma$ , который определялся по показателям безотказности из соотношений:

$$\gamma^P = \frac{P(t)p}{P(t)} \text{ и } \gamma^Q = \frac{Q(t)}{Q(t)p}, \quad (2)$$

где  $P(t)p$ ,  $Q(t)p$ , – вероятность безотказной работы и вероятность отказа для резервируемой системы,  $P(t)$  и  $Q(t)$  – вероятность безотказной работы и вероятность отказа для системы без резервирования.

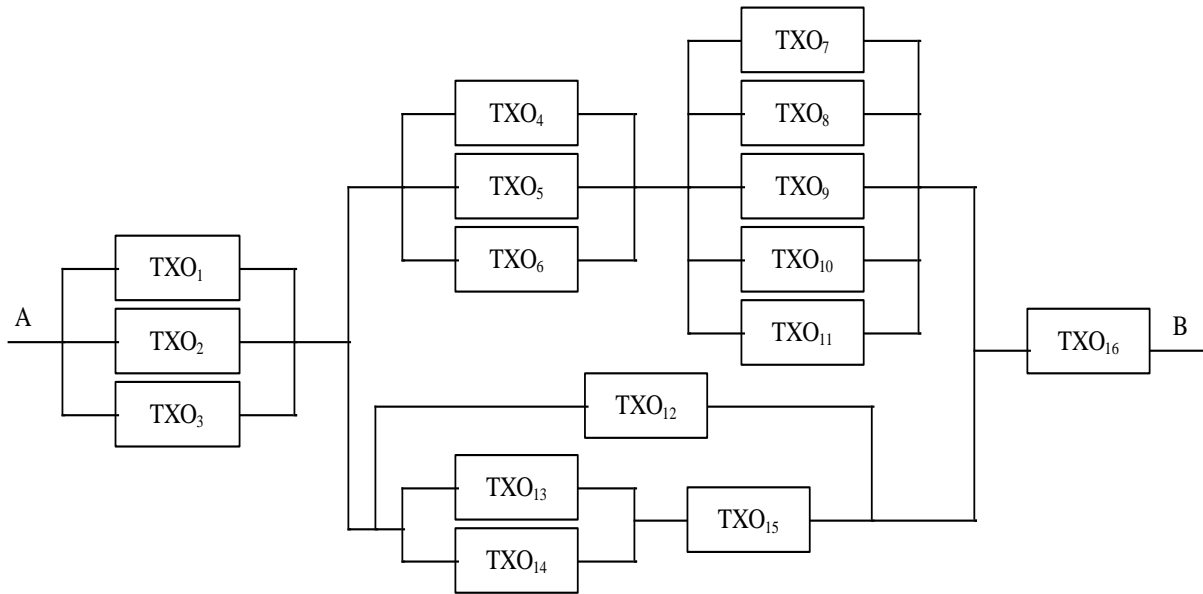


Рисунок 1 – Структура подсистемы технологических процессов с выделением отдельных ТХО в её составе

В виду того, что модель служила лишь примером, позволяющим продемонстрировать решение типовой задачи с использованием разработанного и реализованного инструмента моделирования [3], то исходные данные были выбраны в рабочей точке области параметров (таблица 1).

Таблица 1 – Исходные вектора вероятностей надёжности состояний ТХО подсистемы технологических процессов

|                  | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> |
|------------------|----------------|----------------|----------------|
| ТХО <sub>1</sub> | 0,9            | 0,09           | 0,01           |
| ТХО <sub>2</sub> | 0,8985         | 0,091          | 0,0105         |
| ТХО <sub>3</sub> | 0,897          | 0,092          | 0,011          |
| ТХО <sub>4</sub> | 0,8985         | 0,091          | 0,0105         |
| ТХО <sub>5</sub> | 0,897          | 0,092          | 0,011          |
| ТХО <sub>6</sub> | 0,8955         | 0,093          | 0,0115         |
| ТХО <sub>7</sub> | 0,894          | 0,094          | 0,012          |
| ТХО <sub>8</sub> | 0,8925         | 0,095          | 0,0125         |

|                   | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| ТХО <sub>9</sub>  | 0,891          | 0,096          | 0,013          |
| ТХО <sub>10</sub> | 0,8895         | 0,097          | 0,0135         |
| ТХО <sub>11</sub> | 0,888          | 0,098          | 0,014          |
| ТХО <sub>12</sub> | 0,8865         | 0,099          | 0,0145         |
| ТХО <sub>13</sub> | 0,885          | 0,1            | 0,015          |
| ТХО <sub>14</sub> | 0,8835         | 0,101          | 0,0155         |
| ТХО <sub>15</sub> | 0,882          | 0,102          | 0,016          |
| ТХО <sub>16</sub> | 0,8805         | 0,103          | 0,0165         |

В результате проведения четырех модельных экспериментов были получены значения векторов вероятностей состояний надёжности подсистемы технологических процессов. Результаты моделирования в виде векторов вероятностей состояний надёжности подсистемы технологического процесса ТСП представлены в таблице 2.

Сравнительный анализ полученных векторов вероятностей позволяет сделать выводы о том, что максимальная вероятность надёжной реализации технологического процесса ( $S_1$ ) соответствует первому варианту резервирования. Минимальное значение вероятности надёжного функционирования подсистемы технологического процесса имеет вариант структурной организации без резервирования участка ТХО<sub>1</sub> – ТХО<sub>3</sub>. Вероятности опасных отказов для трёх вариантов структурной организации имеют отличия, зафиксированные в четвертом знаке после запятой для полученных значений. В целом для значений параметров, выбранных в рабочей точке области параметров можно заключить, что резервирование двух элементов системы повышает надёжность системы по сравнению с резервированием одного элемента или без резервирования в целом.

Таблица 2 – Результаты моделирования в виде векторов вероятностей состояний надёжности подсистемы технологического процесса ТСП

|       | $S_1$                | $S_2$                | $S_3$                |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $P_1$ | 0,879565574030281588 | 0,103933289718495608 | 0,016501136251222805 |
| $P_2$ | 0,871549144506999072 | 0,111847587684310183 | 0,016603267808690745 |
| $P_3$ | 0,855116104537891805 | 0,128061120288486353 | 0,016822775173621841 |
| $P_4$ | 0,79130189396889     | 0,182360690606928    | 0,026337415424181    |

Полученные значения вероятностей надёжной работы имеют отличия в третьем и четвертом знаке после запятой, что является актуальным при оценке надёжности ТСП с элементами потенциальной опасности. Таким образом результаты модельных экспериментов демонстрируют возможности метода вероятностно-алгебраического моделирования и инструментальных средств его реализации, позволяющие за одну итерацию моделирования оценить вероятность опасных отказов имеющих сколь угодно малую вероятность.

В таблице 3 приведены результаты сравнения вероятности надёжного функционирования подсистемы технологического процесса ТСП для перечисленных экспериментов в процентах.

Таблица 3 – Результаты сравнения вероятности надёжного функционирования подсистемы технологического процесса ТСП

|   | 1        | 2        | 3        | 4        |
|---|----------|----------|----------|----------|
| 1 |          | 0,919791 | 2,859199 | 11,15424 |
| 2 | -0,91141 |          | 1,921732 | 10,14117 |
| 3 | -2,77972 | -1,8855  |          | 8,064458 |
| 4 | -10,0349 | -9,20743 | -7,46264 |          |

Коэффициенты рассчитывались как отношение вероятности надёжного функционирования подсистемы одного эксперимента к другому минус один, умноженное на сто. Как видно из таблицы вероятность надёжного функционирования подсистемы в первом эксперименте на 11,1 % выше, чем в четвертом эксперименте. В то же время разница в вероятностях надёжного функционирования подсистемы для первого и второго эксперимента менее 1 %.

В таблице 4 представлены коэффициенты повышения надёжности работы подсистемы для каждого из трёх экспериментов без учёта состояния  $S_2$  (простые отказы).

Таблица 4 – Коэффициенты повышения надежности для каждого из трёх экспериментов

|   | $\gamma P$ | $\gamma Q$    |
|---|------------|---------------|
| 1 | 1,111 542  | 1,596 097 082 |
| 2 | 1,101 412  | 1,586 279 022 |
| 3 | 1,080 645  | 1,565 580 896 |

Из таблицы можно сделать вывод, что наибольшие коэффициенты ( $\gamma P = 1,111\ 542$ ,  $\gamma Q = 1,596\ 097\ 082$ ) повышения надежности у первого эксперимента, а наименьшие коэффициенты повышения надежности ( $\gamma P = 1,080\ 645$ ,  $\gamma Q = 1,565\ 580\ 896$ ) у третьего эксперимента. Первый и второй эксперимент отличаются по коэффициентам повышения надежности только на втором знаке после запятой. На основании результирующего вектора надежности и коэффициента повышения надежности самым безопасным вариантом организации ТСП является первый вариант.

Практическая значимость исследований заключается в возможности проведения сравнительного анализа при выборе схемы резервирования наиболее опасных участков подсистемы технологических процессов ТСП с использованием параметризованной модели, критерием которого является надёжность организации ТСП в целом.

### Литература

1 Жердецкий, Ю.В. Анализ надёжности электроэнергетических систем на основе вероятностно-алгебраического моделирования / О. М. Демиденко, Е. И. Сукач, Д. В. Ратобыльская, Ю. В. Жердецкий // Проблемы физики, математики и техники. – 2014. – №2(13). – С.87-94.

2 Сукач, Е. И. Вероятностно-алгебраическое моделирование сложных систем графовой структуры / Е. И. Сукач; М-во образования РБ, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2012. – 224 с.

3 Жердецкий, Ю. В. Вероятностно-алгебраические модели технологических систем производства с элементами потенциальной опасности / Ю. В. Жердецкий // Известия ГГУ. – 2014. – №6(87) – С.123-128.

УДК 519.248

*В. А. Жуков*

### ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КУРСА БЕЛОРУССКОГО РУБЛЯ

*Статья посвящена исследованию динамики курсов валют по отношению к белорусскому рублю методами фрактального анализа. Рассчитан показатель Хёрста, прослежена его динамика за 2014 год. Показано, что для всех рассмотренных валют характерна персистентность, определяющая движение курса, т. е. данный ряд обладает свойством долговременной памяти.*

Основной целью валютной политики Республики Беларусь является обеспечение сбалансированности платежного баланса и устойчивости курса национальной валюты. При этом возникает вопрос о том, насколько уровень валютного курса обусловлен фундаментальными экономическими показателями страны. Поэтому вопрос соответствия обменного курса некоторому «равновесному» значению является важной и актуальной проблемой макроэкономического анализа. Высокая волатильность обменного