



Рисунок 1 – Состояние расчетов в Республике Беларусь

Источник: составлено по [2, 3, 4, 9]

тельными, поскольку снижение суммарной задолженности составило всего 0,5 % и 5,9 % от общей суммы в 2002 г. и 2005 г. соответственно. [5] Общим недостатком проводимых зачетов были: высокая трудоемкость процессов обработки данных, проводимых в нескольких местах одновременно, ранжирование организаций по приоритетности, некоторые организационные моменты, в частности бумажный документооборот, ручной счет.

Нами предлагается альтернативная схема проведения внутривнутриреспубликанского зачета по снижению совокупного долга с помощью практико-ориентированной экономико-математической модели. Её отличительными особенностями являются: простота и скорость реализации, возможность максимально полного охвата числа

экономических субъектов и централизации работ. Прежде всего, в целях наиболее эффективного и скорейшего снижения совокупного долга необходимо сконцентрировать воздействующие усилия на весь его объем одновременно с исключением документооборота между участниками до получения результатов.

Очевидно, что каждый элемент системы экономических взаимоотношений способен выступать в равной степени как должник и как кредитор, поэтому величину совокупного долга, структуру и систему его образования можно легко описать в виде матрицы, по строкам которой указываются должники, по столбцам – кредиторы, в ячейках – величины долга, а совокупный долг – это алгебраическая сумма величин по всем ячейкам матрицы (или, что является экви-

валентом, – сумма частных долгов). В качестве основы важно принять следующее равенство: в бухгалтерском балансе субъекта А кредиторская задолженность субъекта А контрагенту Б численно равна в бухгалтерском балансе субъекта Б дебиторской задолженности контрагентом А субъекту Б. Учитывая, что на практике такое равенство наблюдается только по позициям, подтвержденным бухгалтерскими актами сверки, в целях снижения совокупного долга можно рассматривать наименьшую из этих величин.

Понятно, что при уменьшении величины каждой ячейки уменьшается общая сумма частных долгов, но для решения проблемы совокупного долга важно не столько само изменение величины в каждой ячейке матрицы, сколько изменение их суммы, с учетом определенных соотношений и ограничений между ними, обусловленных «экономической природой» совокупного долга. Поэтому, с нашей точки зрения, к проблеме уменьшения величины совокупного долга необходимо подходить с позиции управляющего воздействия, то есть посредством указания направления и характера изменения его величины до экономически обоснованного уровня, и решать данную задачу математическими методами.

Необходимо отметить, что российский автор Н.Н. Калиткин еще в 1995 г. в своих работах по моделированию решения задачи зачета взаимных долгов (совокупного долга) показал основную идею и важность такого зачета на макроуровне [6]. Критерий оптимальности им изначально был сформулирован в следующей форме:

$$\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \frac{(x_{nm} - y_{nm})^2}{\rho_n^2} = \min, \quad (1)$$

где x_{nm} – долг m -го экономического субъекта n -му экономическому субъекту, при этом $x_{nm} = -x_{mn}$; y_{nm} – изменение каждого долга при взаимозачете; ρ_n – характерный финансовый вес n -го экономического субъекта; N – количество участников системы.

Однако выполненная им математическая формализация задачи имеет определенные спорные моменты.

1. Допущение о том, что долг А перед Б

равен отрицательному долгу Б перед А, которое сделано в целях представления матрицы долгов в более «удобном» виде. В результате решения при начальной дебиторской задолженности в итоге может появиться кредиторская задолженность и наоборот. Это недопустимо, поскольку противоречит самому экономическому содержанию долга, а также предполагает использование кредита банков.

2. Установка приоритетности (важности) экономических субъектов: крупный субъект имеет приоритет перед малым, большая величина долга – перед меньшей. С нашей точки зрения, величина долга и размер экономического субъекта не могут влиять на приоритетность в решении задачи снижения совокупного долга, поскольку для достижения минимального уровня совокупного долга важным является количество взаимосвязей между участниками зачета.

В силу сделанных допущений, Н.Н. Калиткин для вычислений вынужден был использовать метод Лагранжа. В результате простая, в принципе, задача линейного программирования была сведена к задаче нелинейного программирования, что существенно осложнило ее практическую реализацию. При этом сделанные автором допущения не являются принципиальными для моделирования задачи снижения совокупного долга и в разработанной нами модели не используются. По нашему мнению, матрица данных и целевая функция линейного вида достаточно полно и адекватно моделируют задачу снижения совокупного долга и поэтому решение возможно на основе методов линейного программирования.

Предлагаемый подход основан на использовании хорошо известного «симплекс-метода». В соответствии с ним задаются линейного вида целевая функция от некоторого количества переменных (плана задачи), стремящаяся к своему экстремуму, и система линейных ограничений, накладываемых на эти переменные. [9] При этом, если набор значений переменных в результате вычислений удовлетворяет системе ограничений и определяет для целевой функции экстремальное значение, то его называют оптимальным планом. Таким образом, «симплекс-метод» предполагает не перебор возможных вариантов решения, а последовательное улучшение плана от опорного к оптимальному:

1. Отыскание начального опорного плана;
2. Проверка наличия признака оптимальности опорного плана;
3. Переход к нехудшему опорному плану.

В результате вычислений нехудший опорный план признается оптимальным, если его дальнейшее улучшение невозможно.

Следовательно, применение «симплекс-метода» как инструмента проведения внутривнутриреспубликанского зачета предполагает использование в качестве целевой функции величину совокупного долга, стремящегося к минимуму:

$$F = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M x_{ij} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где F – величина совокупного долга; x_{ij} – новая величина задолженности i -го должника j -му кредитору; N – количество должников; M – количество кредиторов;

В качестве базовых ограничений принимаются следующие:

- все переменные неотрицательны: $x_{ij} \geq 0$ для всех x ;
- для каждого x необходимо соблюдать условие $x_{ij} \leq d_{ij}$, где d_{ij} – первоначальный долг кредитору;
- общая сумма по строкам равна общей сумме по столбцам, что и составляет совокупный долг.

В определенных целях можно вводить дополнительные ограничения, исходя из целесообразности воздействия на величину долга конкретного должника или кредитора. При постановке задачи имеет место только одно допущение: к взаимному зачету принимается минимальная величина встречных требований.

Результат вычислений представляет собой матрицу, размерностью равной исходной, где в каждой ячейке находится новое значение долга, соответствующее задаче минимизации целевой функции, и само значение целевой функции – новая величина совокупного долга. Адекватность результатов расчетов определяется качеством используемой для вычислений информации и правильностью составления системы ограничений.

Для наглядности приведем условный пример. Пусть в проведении взаимозачета участвуют 5 субъектов хозяйствования, при этом субъект хозяйствования А должен субъектам Б и Д по 2 и 5 денежных единиц (далее – д. е.) соответственно, субъект Б должен субъектам В и Г по 4 и 8 д. е., субъект В должен субъектам А, Г и Д по 1, 7 и 4 д. е., субъект Г должен субъектам А и Б по 8 и 3 д. е., субъект Д должен субъекту Г 2 д. е. Данная информация сведена в матрицу совокупного долга размерностью 5x5, где по столбцам отражены кредиторы, по строкам – должники, в ячейках – частный долг кредитору. Совокупный долг равен 44 д. е. (таблица 2).

Исходя из поставленных целей и потребностей дальнейшего использования, задача снижения совокупного долга может формализоваться в двух видах моделей:

1. Стандартная – модель, предусматривающая использование в расчетах только базовых ограничений. В результате расчетов совокупный долг принимает строго математическое минимальное значение, в данном примере – 24 д. е., а исходная матрица будет иметь следующий вид (таблица 3).

2. Расширенная – модель, предусматривающая использование дополнительных огра-

Таблица 2 – Исходная матрица

Кредитор \ Должник	А	Б	В	Г	Д	Итого
А	0	2	0	0	5	7
Б	0	0	4	0	8	12
В	1	0	0	7	4	12
Г	8	3	0	0	0	11
Д	0	0	0	2	0	2
Итого	9	5	4	9	17	44

ничений для организаций, бюджета, отрасли в целях решения определенных социально-экономических задач. Так, пусть допустимый долг субъекта Г перед субъектом А может составлять 6 д. е., а долг субъекта Б перед субъектом Д не должен превышать 6,5 д. е. Тогда в результате расчетов совокупный долг уменьшится до 26 д. е., а матрица совокупного долга будет иметь вид (таблица 4).

Понятно, что введение дополнительных ограничений накладывает на структуру образования совокупного долга определенные рамки, поэтому целевая функция стремится к своему минимуму, отличному, в общем случае, от минимума при стандартной модели. Тем не менее, использование расширенной модели оправдано при решении приоритетных государственных задач.

Практическая реализация модели требует подготовительных действий:

- отсев участников, у которых существует только один вид задолженности;
- отсев участников, которые не являются ни должниками, ни кредиторами в отношении других участников взаимозачета;
- отсев неподтвержденных сумм задол-

женности.

В целях реализации данного подхода на практике предлагается создать рабочую комиссию по проведению внутриведомственного зачета совокупного долга на базе трех ведомств: Министерства экономики, Министерства финансов и Национального банка Республики Беларусь. Субъекты хозяйствования, как участники системы зачета, должны будут предоставить данные по долгам каждого своего контрагента. В качестве идентификационного номера в системе целесообразно использовать УНН. Создание интернет-ресурса, с помощью которого участники зачета будут вносить и корректировать свои данные, значительно ускорит и упростит осуществление взаимозачета. После проведения вычислений и формирования сводного отчета каждый участник получит индивидуальный отчет о структуре долгов по каждому контрагенту. При этом данный документ должен признаваться налоговыми органами как основание для списания задолженности и внесения корректировок в бухгалтерскую отчетность организации.

В целях более полного охвата участников зачета и снижения величины совокупного дол-

Таблица 3 – Матрица стандартной модели

Должник \ Кредитор	А	Б	В	Г	Д	Итого
А	0	0	0	0	3,25	3,25
Б	0	0	0	0	7,75	7,75
В	1	0	0	3	4	8
Г	4,25	0,75	0	0	0	5
Д	0	0	0	0	0	0
Итого	5,25	0,75	0	3	15	24

Таблица 4 – Матрица расширенной модели

Должник \ Кредитор	А	Б	В	Г	Д	Итого
А	0	0	0	0	4,5	4,5
Б	0	0	0,5	0	6,5	7
В	0,5	0	0	4	4	8,5
Г	6	0	0	0	0	6
Д	0	0	0	0	0	0
Итого	6,5	0	0,5	4	15	26

га возможно предусмотреть участие бюджета, который может оказывать государственную поддержку субъектам хозяйствования: за январь–сентябрь 2013 г. размер возмещения части процентов за пользование банковскими кредитами и финансовая помощь за счет республиканского бюджета составил 2097,5 млрд. руб. [8], или 129,2 % к соответствующему периоду 2012 г.

В целом для получения максимального эффекта при организации внутриреспубликанского зачета необходимо учитывать, что совокупный долг формируется по сложным цепочкам его возникновения между различными институциональными единицами и уровнями хозяйствования. Поэтому для наиболее эффективного снижения совокупного долга необходимо рассматривать все факторы его возникновения во всех их комбинациях и сочетаниях, а механизм уменьшения совокупного долга должен предусматривать максимально возможный охват участников, даже если это изначально не так очевидно.

Поскольку разработанная экономико-математическая модель создана на основе матрицы и вычисления проводятся с использованием хорошо проработанных методов линейного математического программирования, то точность

расчетов основывается на строгих математических соотношениях. Несмотря на то, что для наилучшего эффективного результата расчета необходимо увеличить размерность матрицы до максимально возможного уровня, скорость вычислений будет достаточно высокой в силу простоты и разработанности алгоритма вычислений на основе «симплекс-метода».

Таким образом, предложенная схема реализации внутриреспубликанского зачета совокупного долга с использованием практико-ориентированной экономико-математической модели может стать действенным государственным инструментом для решения существующих проблем в сфере расчетов между субъектами хозяйствования, бюджетом и финансовыми организациями. Перспективным видится использование методов нелинейного программирования, которые значительно расширяют возможности экономико-математического моделирования, но и требуют особых вычислительных мощностей ввиду специфики вида целевой функции, ограничений и их комбинации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Производство валового внутреннего продукта* (2014), доступно на: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/gross.php> (доступ 10 марта 2014).
2. *Состояние расчетов в Республике Беларусь* (2014), доступно на: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/finance1.php> (доступ 10 марта 2014).
3. *Средний официальный курс белорусского рубля по отношению к иностранным валютам* (2014), доступно на: <http://www.nbrb.by/statistics/Rates/AvgRate> (доступ:

REFERENCES

1. *Proizvodstvo valovogo vnutrennego produkta* [The production of gross domestic product], (2014), available at: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/gross.php> (accessed 10 March 2014).
2. *Sostojanie raschetov v Respublike Belarus'* [The status of settlements in the Republic of Belarus], (2014), available at: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/finance1.php> (accessed 10 March 2014).
3. *Srednij oficial'nyj kurs belorusskogo rublja po otnosheniju k inostrannym valjutam* [An

10 марта 2014).

4. *О состоянии расчетов организаций Республики Беларусь на 1 января 2014 г.* (2014), доступно на: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/pressrel/accounts.php> (доступ 12 марта 2014).
 5. *По итогам внутреспубликанского зачета задолженности погашено ...* (2014), доступно на: <http://afn.by/news/i/69095> (доступ 10 марта 2014).
 6. Калиткин, Н.Н. (2014), Оптимальный взаимозачет долгов предприятий, *Математическое моделирование*, 1995, том 7, выпуск 1, С. 11 – 21.
 7. *О валовом внутреннем продукте Республики Беларусь в 2013 году* (2014), доступно на: http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/pressrel/gdp_rgdp.php (доступ 11 марта 2014).
 8. *Сведения о государственной поддержке, оказанной юридическим лицам за счет средств Республиканского Бюджета* (2014), доступно на: http://www.minfin.gov.by/budget_execution/info_state_support (доступ 11 марта 2014).
 9. Кузнецов, А.В. (1994), *Высшая математика. Математическое программирование*, Минск, Высшейшая школа, 286 с.
- average official exchange rate of the Belarusian ruble to foreign currencies], (2014), available at: <http://www.nbrb.by/statistics/Rates/AvgRate> (accessed 10 March 2014).
 4. *O sostojanii raschetov organizacij Respubliki Belarus' na 1 janvarja 2014 g.* [On the settlement status of organizations in Belarus on 1 January 2014], (2014), available at: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/pressrel/accounts.php> (доступ 12 марта 2014).
 5. *Po itogam vnutriguespublikanskogo zacheta zadolzhennosti pogasheno ...* [According to the results of intra republic offsetting debt repaid...], (2014), available at: <http://afn.by/news/i/69095> (accessed 10 March 2014).
 6. Kalitkin, N.N. (2014), Optimal canceling of mutual debts fracturing [Optimal'nyj vzaimozachet dolgov predpriyatij], *Matematicheskoe modelirovanie - Mathematical modeling*, 1995, vol. 7, issue 1, pp. 11 – 21.
 7. *O valovom vnutrennem produkte Respubliki Belarus' v 2013 godu* [On the gross domestic product of the Republic of Belarus in 2013], (2014), available at: http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/pressrel/gdp_rgdp.php (accessed 11 March 2014).
 8. *Svedenija o gosudarstvennoj podderzhke, okazanoj juridicheskim licam za schet sredstv Respublikanskogo Bjudzheta* [Information on the state support provided to legal entities at the expense of the republican budget], (2014), available at: http://www.minfin.gov.by/budget_execution/info_state_support (accessed 11 March 2014).
 9. Kuznetsov, A.V. (1994), *Vyshshaja matematika. Matematicheskoe programmirovanie* [Higher Mathematics. Mathematical programming], Minsk, Vusheyshaya shkola, 286 p.

Статья поступила в редакцию 31. 11. 2014 г.