

ОПТИМИЗАЦИЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ КОМПАНИИ

А.Ю. Домников, П.М. Хоменко, М.Я. Ходоровский

В статье рассматриваются особенности инвестиционной деятельности энергогенерирующих компаний. Исследована специфика финансирования инвестиций в российской энергогенерирующей отрасли. Поставлена проблема оптимизации структуры финансирования инвестиций энергогенерирующих компаний. Предложен методический подход к оптимизации структуры финансирования на основе метода нелинейной оптимизации. Рассмотрено применение подхода к оптимизации структуры финансирования инвестиционной программы на примере российской энергогенерирующей компании.

Ключевые слова: оптимизация, инвестиции, энергогенерирующие компании.

Энергетика является важнейшей инфраструктурной отраслью экономики. Системообразующим элементом современной энергетики является генерация – производство электрической и тепловой энергии, существующее на базе энергогенерирующих компаний.

Одной из наиболее актуальных проблем, стоящих перед энергогенерирующими компаниями России является проблема привлечения инвестиций [1]. Это обусловлено необходимостью осуществления больших капитальных вложений с целью обновления изношенных основных фондов в энергогенерации.

Износ производственных мощностей в энергетике по некоторым оценкам, составляет 60%. В дальнейшем ожидается ухудшение ситуации с устареванием генерирующих мощностей, и к 2020 г. объем выбывших основных производственных фондов в энергогенерации может составить 75%. [2]. Решение данной проблемы требует привлечения значительных инвестиционных ресурсов в энергогенерирующую отрасль.

Привлечение инвестиционных ресурсов предполагает задействование нескольких источников финансирования. При этом важно сформировать такую структуру финансирования инвестиционного бюджета, при которой средневзвешенная стоимость финансовых ресурсов будет минимальна, а объем ресурсов, привлекаемых из каждого источника, соответствовал инвестиционным потребностям и критериям финансовой устойчивости энергогенерирующей компании.

Проблема оптимизации структуры финансирования компании рассматривается в фундаментальных работах ведущих зарубежных и отечественных ученых, таких как Шарп У., Александер Г., Дж. Бэйли М. [4], Биргхэм Э., Эрхард М. [5], Бланк И. [6], Лукасевич И.Я. [7]. На основе исследований в этой области [8–10] и специфических особенностей

стей энергогенерирующей отрасли была предложена модель оптимизации финансирования инвестиционной программы энергогенерирующей компании.

Предположим, энергогенерирующая компания реализует i инвестиционных проектов. Данные проекты финансируются из j источников финансирования инвестиций энергогенерирующей компании. Каждый источник финансирования можно отнести к собственным, либо заемным средствам. Обозначим данный признак как k .

Инвестиционные проекты энергогенерирующей компании отличаются друг от друга по величине бюджета, уровню рисков, стоимости и ликвидности обеспечения обязательств и иным факторам, определяющим стоимость ресурсов. Поэтому для каждого из i инвестиционных проектов, финансируемых из j -го источника, возможно определить стоимость ресурсов c_{ij} . Каждому инвестиционному проекту соответствует определенный уровень процентной ставки по привлекаемым ресурсам, при котором реализация инвестиционного проекта становится экономически нецелесообразной, ввиду превышения дисконтированных расходов над дисконтированными доходами по проекту.

При оптимизации источников финансирования инвестиций необходимо учитывать влияние структуры финансирования на финансовую устойчивость энергогенерирующей компании. С этой целью в модель был введен коэффициент финансовой устойчивости, представляющий собой интегральный показатель финансовой устойчивости [3] энергогенерирующей компании. Оценка параметров модели осуществлялась на основе эмпирических данных о компаниях энергетического сектора России

$$G = 0,627 \times F1 + 0,796 \times F2 + 0,410 \times F3 + 0,428 \times F4 + 0,316 \times F5 + 0,282 \times F6,$$

где G – интегральный показатель финансовой устойчивости энергогенерирующей компании, $F1$ – коэффициент финансового левериджа, $F2$ – коэффициент покрытия процентов, $F3$ – коэффициент обеспеченности оборотного капитала собственными источниками финансирования, $F4$ – коэффициент абсолютной ликвидности, $F5$ – коэффициент рентабельности собственных средств, $F6$ – рентабельность EBITDA.

Было установлено, что влияние доли заемных источников на финансовую устойчивость носит нелинейный характер (рис. 1). Увеличение доли заемных источников в структуре финансирования до определенного уровня приводит к повышению финансовой устойчивости в силу положительного эффекта финансового рычага. Однако дальнейшее увеличение доли заемных средств приводит к снижению финансовой устойчивости энергогенерирующей компании по причине снижения автономии и роста долговой нагрузки. С целью учета данной зависимости в модель оптимизации будет введено нелинейное ограничение, связанное с зависимостью финансовой устойчивости от доли заемных источников.

Определим величину x_j как долю средств, привлекаемых из j -го источника при заданном уровне процентных ставок в общем объеме привлекаемых ресурсов.

Целевая функция минимизирует стоимость привлекаемых ресурсов для финансирования инвестиционной программы:

$$F(w) = \sum_j \sum_k r_{jk} \times x_{jk} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где r_{jk} – стоимость ресурсов, привлекаемых энергогенерирующей компанией из j -го источника k -го типа, x_{jk} – доля j -го источника k -го типа в бюджете инвестиционной программы.

Оптимизационная модель будет включать в себя следующие балансы и ограничения:

1. Ограничения по стоимости источников финансирования инвестиционной программы

$$\sum_i \sum_j \sum_k c_{ij} \times x_{jk} \leq b_i, \quad (2)$$

где b_i – максимальная стоимость ресурсов, привлекаемых для финансирования i -го источника, c_{ij} – стоимость средств, привлеченных из i -го источника собственных средств для финансирования j -го проекта.

2. Баланс бюджета инвестиционной программы

$$\sum_i x_j = 1. \quad (3)$$

3. Нелинейное ограничение на соотношение собственных и заемных средств:

$$\sum_i \sum_j \sum_k (a_{ij} \times x_{jk} + d_{ij} \times x_{jk}^2 + e_{ij}) \geq G_i, \quad (4)$$

где G_i – интегральный показатель финансовой устойчивости (коэффициент финансовой устойчивости), a_{ij} , d_{ij} , e_{ij} – эмпирические коэффициенты модели.

4. Ограничения по объему заемных средств

$$S_{i\min} \leq \sum_{i=k} x_i \leq S_{i\max}, \quad (5)$$

где $S_{i\min}$ – нижняя граница величины заемных средств, $S_{i\max}$ – верхняя граница величины заемных средств.

4. Ограничения по объему инвестиционного проекта

$$0 \leq x_j \leq 1. \quad (6)$$

Модель оптимизации структуры инвестиционного бюджета энергогенерирующей компании в формальной постановке примет вид:

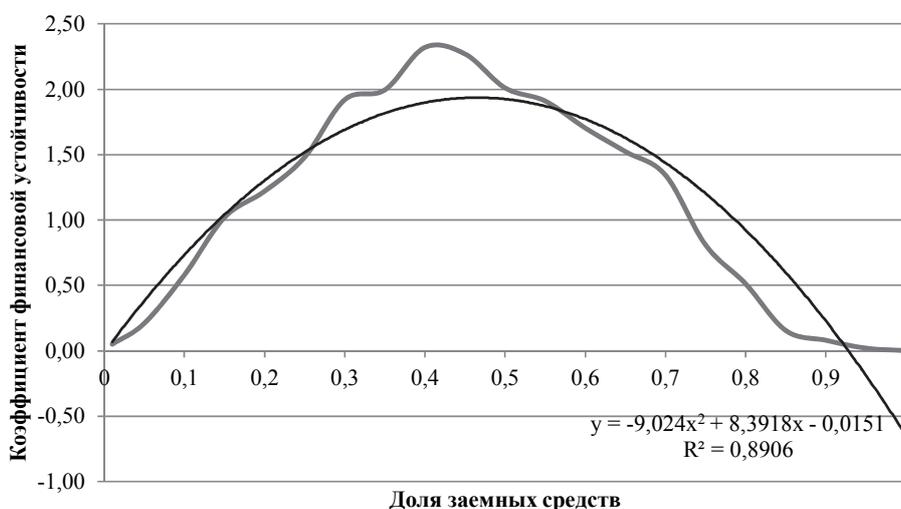


Рис. 1. Зависимость финансовой устойчивости энергогенерирующей компании от доли заемных средств

$$\left\{ \begin{array}{l} F(w) = \sum_j \sum_k r_{jk} \times x_{jk} \rightarrow \min \\ \sum_i \sum_j \sum_k c_{ij} \times x_{jk} \leq b_i \\ \sum_i \sum_j \sum_k (a_{ij} \times x_{jk} + d_{ij} \times x_{jk}^2 + e_{ij}) \geq G_i \\ S_{i\min} \leq \sum_{i=k} x_i \leq S_{i\max} \\ \sum_i x_j = 1 \\ 0 \leq x_j \leq 1 \\ i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \end{array} \right. \quad (7)$$

Представленная модель является задачей нелинейной оптимизации, поскольку система ограничений содержит один нелинейный компонент [11].

Рассмотрим решение задачи оптимизации структуры инвестиционного бюджета энергогенерирующей компании на примере региональной энергогенерирующей компании ТГК-9. Основные источники финансирования инвестиционной программы энергогенерирующей компании можно разделить на собственные, заемные и привлеченные средства (рис. 2). К собственным средствам относятся накопленная нераспределенная прибыль предприятия и резервы [12]. Привлеченные средства представляют собой финансовые ресурсы, полученные от дополнительной эмиссии обычно-

венных и привилегированных акций и государственное финансирование. Заемные средства – получаемые на условиях платности, срочности, возвратности средства кредиторов. К ним относятся банковские кредиты, инвестиционные кредиты, средства проектного финансирования, лизинг, факторинг, форфейтинг, облигации и секьюритизация.

Каждому источнику финансирования соответствует уровень стоимости, который определяется финансовыми издержками [13]. Держателям обыкновенных и привилегированных акций выплачиваются дивиденды – часть чистой прибыли компании в отчетном периоде. По облигационным займам выплачивается купонный доход, по кредитам банка, инвестиционным кредитам, проектному финансированию и лизингу – процентные платежи. Стоимость секьюритизации также зависит от ставки купона, а также от организационных и управленческих издержек, связанных с деятельностью SPV.

При определении оптимальной структуры источников финансирования важно определить количественное значение стоимости ресурсов, привлекаемых из каждого источника финансирования. Цена финансовых ресурсов является одним из определяющих факторов, формирующих структуру финансирования инвестиционного проекта. При этом не менее важными факторами при формировании структуры финансирования являются гибкость управления (flexibility), степень риска (risk),



Рис. 2. Механизм оптимизации финансирования инвестиций энергогенерирующей компании

Экономика и финансы

ожидаемые доходы и их вариабельность (income), сохранение контроля над бизнесом (control) и момент времени проведения операции (timing) [3]. Факторы, влияющие на стоимость ресурсов, привлекаемых энергогенерирующей компанией для финансирования инвестиций, приведены в табл. 1.

Согласно инвестиционной программе ТГК-9 в компании реализуется 11 инвестиционных проектов. Данные о названии проектов, их содержании и затратах на реализацию представлены в табл. 1.

Оценка уровня дивидендных выплат с целью расчета стоимости финансирования инвестиций за счет дополнительной эмиссии обыкновенных акций осуществлялась на основе уровня дивидендов по обыкновенным акциям основных участников

фондового рынка, принадлежащих энергогенерирующему сектору (табл. 2).

Оценки стоимости и объема финансирования инвестиционной программы путем размещения рублевых облигаций можно дать на основе расчета средних по отрасли показателей купона и величины облигаций в обращении. Исходные данные, использовавшиеся для расчета, даны в табл. 3.

Средняя ставка купона составляет 7,96 % годовых, при этом средняя доходность по облигациям с 5-летним сроком обращения превышает 8 %. Средний объем облигаций в обращении равен 4375 млн руб. Таким образом, для финансирования инвестиционной программы возможно размещение выпуска биржевых облигаций объемом 5 млрд

Таблица 1

Инвестиционная программа ТГК-9

Инвестиционный проект	Содержание программы	Бюджет, млн руб.
Реконструкция Пермской ТЭЦ-6	Установка газовых турбин SGT-800 пр-ва Сименс мощностью по 47 МВт ($\Sigma N = 94$ МВт) с двумя котлами утилизаторами и одной паровой турбины SST-600 пр-ва Сименс мощностью 30 МВт	7 429
Реконструкция Пермской ТЭЦ-9	Газовая турбина мощностью 165 МВт, с котлом утилизатором	7 511
Строительство Ново-Березниковской ТЭЦ	Строительство ПГУ на Ново-Березниковской ТЭЦ с применением 2-х газовых турбин PG6111 (производство GE) с котлами-утилизаторами и 2-х паровых турбин Т-40/50-8,8	10 482
Реконструкция Нижнетуринской ГРЭС	Установка моноблока ПГУ-230: одна газотурбинная установка типа ALSTOM GT13E2, мощностью 180 МВт, один двухконтурный котел-утилизатор, одна паровая теплофикационная турбина типа Кт-63-7,7 ЗАО «УТЗ», мощностью 63 МВт. Также предусматривается строительство пиково-водогрейных котлов для покрытия пиков теплового графика и резервирования теплофикационной установкой ПГУ-230	17 000
Строительство Ново-Богословской ТЭЦ	ПГУ-230 в составе одной газовой турбины типа ГТЭ-167, мощностью 167 МВт, одного двухконтурного котла-утилизатора, одной паровой теплофикационной турбины типа Т-63/76-8,8 ЗАО «УТЗ», мощностью 63 МВт. Также предусматривается строительство пиково водогрейных котлов для покрытия пиков теплового графика и резервирования теплофикационной установки ПГУ-230	10 040
Строительство ТЭЦ Академическая	Установка ПГУ-230 в составе одной газовой турбины GT13E2 производства Alstom, мощностью 168,15 МВт, одного двухконтурного котла-утилизатора производства ОАО «ЗиО», одной паровой 168,15 МВт, одного двухконтурного котла-утилизатора производства ОАО «ЗиО», одной паровой теплофикационной турбины типа КТ-63-7,7 производства ЗАО «УТЗ», мощностью 63 МВт. предусматривается строительство двух пиковых водогрейных котлов КВГМ-140-150 производства ЗАО «Энергомаш», единичной мощностью по 120 Гкал/ч	10 565

Таблица 2

Уровень дивидендов основных энергогенерирующих компаний

Компания	Дивиденды на акцию, %		
	2009	2010	2011
Русгидро	0	0,64	1,01
Интер РАО	0	0,04	0
Э.ОН Россия	0	0	2,54
ОГК-2	0	0,32	0,2
Энел ОГК-5	0	0	0
Мосэнерго	0,4	0,75	1,84
Иркутскэнерго	1,1	0,55	0,71

руб. с доходностью 8 % годовых.

Оценка процентных ставок по банковскому и инвестиционному кредитованию, лизингу производилась на основе данных ЦБ РФ и среднетраслевых показателей с учетом риска каждого проекта [14].

Итоговые значения параметров модели оптимизации финансирования инвестиционных проектов из каждого источника представлены в табл. 4. В модели рассмотрена возможность финансирования инвестиционных проектов при помощи дополнительной эмиссии акций ($j = 1$), облигаций ($j = 2$), банковских кредитов ($j = 3$), инвестиционного кредитования и проектного финансирования ($j = 4$) и лизинга ($j = 5$).

При оценке эмпирических параметров зависимости между интегральным показателем финансовой устойчивости и долей заемных средств

в бюджете инвестиционной модели было получено нелинейное ограничение, представленное в табл. 5. В работе были оптимизированы источники финансирования инвестиций для трех разных значений коэффициента финансовой устойчивости: не ниже 0,58, не ниже 1,48, не ниже 2,05.

В результате решения оптимизационной задачи на основе модели (7) и данных табл. 1, 4, 5 были получены несколько оптимальных структур финансирования инвестиций, исходя из различных значений показателя финансовой устойчивости (рис. 3–5).

Проблема инвестиций для энергогенерирующих компаний является одной из наиболее важных. Инвестиции могут финансироваться из внутренних (акции, резервы, нераспределенная прибыль) и внешних источников (долгосрочные и краткосрочные займы, кредиторская за-

Таблица 3

Ставка купона по облигациям территориальных генерирующих компаний

Облигация, выпуск	Дата погашения	Ставка купона	Доходность к погашению	Всего в обращении, млн руб.
ТГК-1-1-об	11.03.2014	7,6	8,85	4000
ТГК-1-2-об	01.07.2014	6,7	8,19	5000
ТГК-1-3-об	14.12.2021	7,6	7,74	2000
ТГК-1-4-об	14.02.2022	7,6	7,74	2000
ТГК-2-1-боб	17.09.2013	9	47,23	5000
ТГК-5-1-об	06.10.2017	8,75	10,15	5000
ТГК-6-1-об	24.08.2017	8,3	9,77	5000
ТГК-9-1-об	07.08.2017	8,1	10,35	7000
Среднее:		7,96	13,75	4375,00

Таблица 4

Стоимость финансирования инвестиционных проектов из различных источников

i	j				
	1	2	3	4	5
1	0,010	0,080	0,120	0,100	0,120
2	0,010	0,090	0,125	0,150	0,131
3	0,030	0,095	0,128	0,180	0,140
4	0,020	0,105	0,130	0,122	0,148
5	0,040	0,100	0,131	0,142	0,138
6	0,040	0,101	0,128	0,140	0,140

Таблица 5

Эмпирические оценки модели показателя финансовой устойчивости

i	j			G		
	1	2	3	1	2	3
1	-8,207	7,266	-0,004	0,58	1,48	2,05
2	-9,977	7,675	-0,014	0,58	1,48	2,05
3	-9,500	5,457	-0,014	0,58	1,48	2,05
4	-7,253	7,225	-0,010	0,58	1,48	2,05
5	-7,237	4,450	-0,012	0,58	1,48	2,05
6	-7,337	6,732	-0,007	0,58	1,48	2,05



Рис. 3. Результаты оптимизации финансирования инвестиционной программы ТГК-9 ($G = 0,58$)

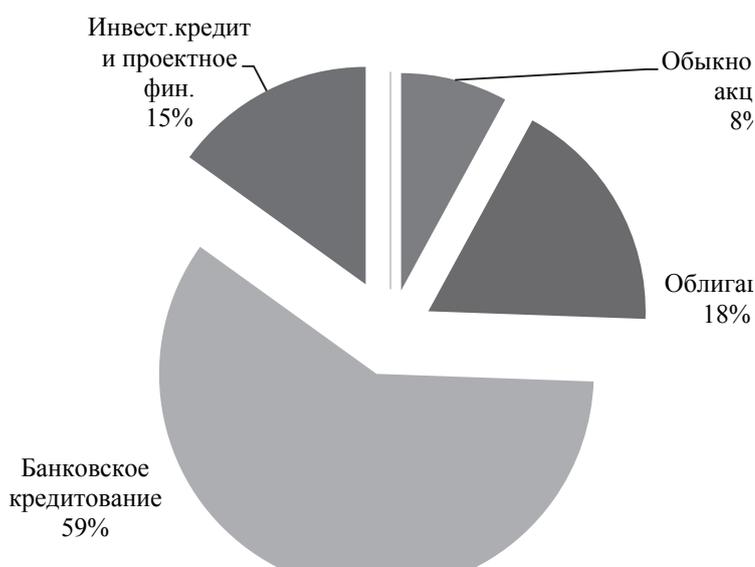


Рис. 4. Результаты оптимизации финансирования инвестиционной программы ТГК-9 ($G = 1,48$)

долженность). Для снижения издержек на обслуживание привлекаемых ресурсов необходимо достижение оптимальной структуры финансирования инвестиций. Решение данной задачи может быть осуществлено с помощью методов нелинейной оптимизации, позволяющих оптимизировать структуру финансирования инвестиций энергогенерирующей компании с учетом ее финансовой устойчивости. Применение данного метода позволяет достичь такой структуры финансирования, при которой будет получена минимальная средневзвешенная стоимость финансирования при заданных ограничениях, определяемых бюджетом инвестиционных проектов и требованиями к финансовой устойчивости энергогенерирующей компании.

Литература

1. Домников, А.Ю. Конкурентное развитие системы когенерации энергии / А.Ю. Домников. – Екатеринбург, УГТУ-УПИ: 2008. – 364 с.
2. Годовой отчет за 2011 г. ОАО «ТГК-9».
3. Канке, А.А. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия / Канке А.А., Кошечкина И.П. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2007. – 288 с.
4. Шарп, У. Инвестиции: [пер. с англ.] / У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бэйли. – М.: Инфра-М, 1997. – С. 442.
5. Бригхэм, Ю. Финансовый менеджмент / Ю. Бригхэм, М. Эрхардт; пер. с англ. под ред.

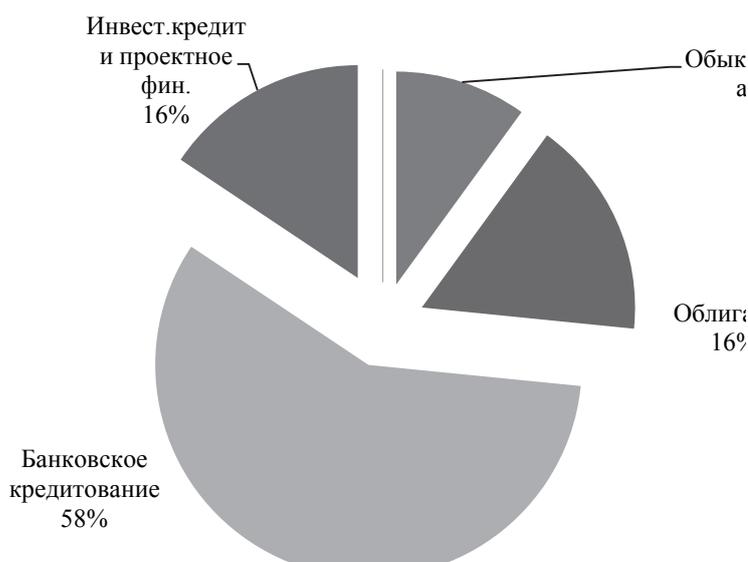


Рис. 5. Результаты оптимизации финансирования инвестиционной программы ТГК-9 ($G = 2,05$)

к.э.н. Е.А. Дорофеева. – 10-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 960 с.

6. Бланк, И.А. Основы финансового менеджмента: в 2 т. / И.А. Бланк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Эльга, Ника-Центр, 2004.

7. Лукасевич, И.Я. Финансовый менеджмент / И.Я. Лукасевич. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Эксмо, 2010. – 768 с.

8. Математическое моделирование экономических процессов и систем / О.А. Волгина, Н.Ю. Голодная, Н.Н. Одяко, Г.И. Шуман. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2008. – 84 с.

9. Холод, Н.И. Экономико-математические методы и модели / Н.И. Холод, А.В. Кузнецов, Я.Н. Жихар. – 2-е изд. – Минск: БГЭУ, 2000. – 412 с.

10. Орлова, И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование /

И.В. Орлова, В.А. Половников. – М.: Вузовский учебник, 2007. – 365 с.

11. Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах / И.Л. Акулич. – М.: Высшая школа, 1986. – 319 с.

12. Шеремет, А.Д. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций / А.Д. Шеремет, Е.В. Негашев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Инфра-М, 2009. – 208 с.

13. Шевчук, Д.А. Финансы предприятия / Д.А. Шевчук. – М.: 2009. – 209 с.

14. Средневзвешенные процентные ставки по кредитам, предоставленным кредитными организациями физическим лицам и нефинансовым организациям, в рублях / Официальный сайт Банка России. – http://www.cbr.ru/statistics/print.aspx?file=b_sector/dii_rates_2-7.htm&pid=cdps&sid=ITM_60399

Домников Алексей Юрьевич. Доктор экономических наук, профессор кафедры «Банковское дело», Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург). Научные интересы – конкурентоспособность энергетического бизнеса, управление энергетическими системами, финансовый менеджмент и инвестиции в промышленности.

Хоменко Павел Михайлович. Аспирант 1 года обучения, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург). Научная специальность 08.00.10 «Финансы, денежное обращение, кредит». Научные интересы – управление рисками в коммерческом банке, модернизация банковской системы, финансовый менеджмент и инвестиции в промышленности. Телефон 912-625-21-27.

Ходоровский Михаил Яковлевич. Доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Банковское дело», Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург). Научные интересы – банковский менеджмент, финансовый менеджмент и инвестиции в промышленности.

OPTIMIZATION OF INVESTMENT FINANCING BY POWER GENERATING COMPANY

A.Y. Domnikov, P.M. Khomenko, M.I. Khodorovskiy

The article discusses some features of investment operations of power generating company. Specific characteristics of financing investment in the Russian power generation industry are analyzed. The problem of optimization of investment financing structure of power generating companies is given. Methodical approach to optimize the financing structure is based on the method of nonlinear optimization. The use of approach to optimize the financing structure of the investment program is shown with the Russian power generating company.

Keywords: optimization, investment, power generating companies.

Domnikov Alexey Yurievich, Doctor of Sc. (Economics), Professor of Banking Management Department, the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg. Research interests: the competitiveness of energy business, energy management systems, financial management and investment in industry.

Khomenko Pavel Mikhailovich a first-year post-graduate student of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg. Field of study - 08.00.10 «Finance, monetary circulation, credit». Research interests: risk management in commercial banks, the modernization of banking system, financial management and investment in industry. Telephone: 912-625-21-27

Khodorovskiy Mikhail Yakovlevich. Doctor of Sc. in Economics, Professor, Head of Banking Management Department of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg. Research interests: bank management, financial management and investment in industry.

Поступила в редакцию 1 октября 2013 г.