

## **РАЗДЕЛ 5. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**



**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ НАУКА  
ПОЗВОЛЯЕТ НАМ  
ЛУЧШЕ ПОНИМАТЬ, ЧТО МЫ  
ВИДИМ,  
БОЛЕЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО  
И ЛОГИЧНО РАЗМЫШЛЯТЬ  
О ШИРОКОМ КРУГЕ  
СЛОЖНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ  
ВЗАИМОСВЯЗЕЙ.**

*Хейне П. Экономический образ мышления:  
пер. с англ. 2-е изд., стер.  
М.: Дело, 1993. С. 699.*

**08.00.01. – Экономическая теория**

**08.00.05. – Экономика и управление  
народным хозяйством**

01. – Экономика, организация и управле-  
ние предприятиями, отраслями, комплексами.

02. – Управление инновациями.

03. – Региональная экономика.

04. – Логистика.

05. – Экономика труда.

06. – Экономика народонаселения  
и демография.

07. – Экономика природопользования.

08. – Экономика предпринимательства.

09. – Маркетинг.

10. – Менеджмент.

11. – Ценообразование.

12. – Экономическая безопасность.

13. – Стандартизация и управление качеством  
продукции.

14. – Землеустройство.

15. – Рекреация и туризм.

**08.00.10. – Финансы, денежное обращение  
и кредит**

**08.00.12. – Бухгалтерский учет, статистика**

**08.00.13. – Математические  
и инструментальные методы в экономике**

**08.00.14 – Мировая экономика**

**Приглашаем на сайт научного журнала:**

**<http://vestnik.volbi.ru>**

**Все вопросы**

**по e-mail: [meon\\_nauka@mail.ru](mailto:meon_nauka@mail.ru)**

## **01. – ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ, ОТРАСЛЯМИ, КОМПЛЕКСАМИ**

УДК 658.588.8  
ББК 65.305.142

**Секретарев Юрий Анатольевич**,  
д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой систем электроснабжения предприятий  
Новосибирского государственного технического университета,  
г. Новосибирск,  
e-mail: sekretarevua@mail.ru;  
**Мошкин Борис Николаевич**,  
канд. техн. наук, доцент каф. систем управления и экономики энергетики  
Новосибирского государственного технического университета,  
г. Новосибирск,  
e-mail: bmoshkin@yandex.ru

### **МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЯХ**

#### **MODELS OF MANAGEMENT OF THE HEAT POWER STATIONS REPAIR-REGENERATIVE PROCESSES**

*Для энергетической отрасли России сегодня характерен значительный износ основных производственных фондов. Большая их часть отработала нормативный срок службы, что ведет к увеличению затрат на ремонтно-восстановительные работы и необходимости управлять ими. В работе предложены модели управления ремонтно-восстановительными процессами на тепловых станциях с целью планирования величины затрат на капитальные и средние ремонты основного оборудования. Показана область применения каждой из них, которая определяется эффективностью использования заложенной в нее информации. Подробно рассмотрена модель принятия решения на основе нечетких интервалов изменения ремонтных затрат. Данная модель позволяет локализовать области принятия решения по принципу наиболее предпочтительных для лица принимающего решение вариантов. В качестве примера приведены результаты по определению затрат на капитальный и средний ремонты для основного оборудования Новосибирской ТЭЦ-4.*

*The power engineering industry of Russia is currently characterized by significant depreciation of basic production assets. Their major part has worked out the regulatory service life, which leads to the increase of expenses for repair and maintenance and the necessity to manage them. The article has proposed the models of management of repair-rehabilitation processes at the heat power stations in order to plan the amount of expenses for the overhauls and repairs of medium size of the main equipment. The area of application of each model has been provided, which is determined by the efficiency of the use of information that is input into the model. The model of decision-making on the basis of unclear intervals of changes of the repair expenses had been discussed in details. The said model allows localizing the areas of the decision-making based on the options most preferable for the decision-maker. The results of determination of expenses for the overhaul and repair of medium size of the main equipment of Novosibirsk heat power station-4 have been provided as the example.*

*Ключевые слова или фразы: износ, ремонтно-восстановительный процесс, затраты, капитальный ремонт, средний ремонт, модели управления, определенная информация, веро-*

*яностная информация, неопределенная информация, сценарии принятия решений, область использования моделей.*

*Keywords or phrases: depreciation, repair-regenerative process, costs, capital repair, medium repair, management models, certain information, probable information, uncertain information, decision making scenarios, area of the models use.*

Доля ремонтных затрат в общем объеме издержек, связанных с производством тепловой и электрической энергии на теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), варьируется от 10% до 24% и изменяется в процессе эксплуатации. Эти изменения определяются степенью износа основного оборудования, который, в свою очередь, зависит от режима работы станции в энергосистеме, качества первичных энергетических ресурсов, режима и состава работающего оборудования на станции, а также от уровня выполнения предшествующих ремонтно-восстановительных работ. В работе предлагаются модели управления ремонтно-восстановительными процессами на тепловых станциях с целью планирования величины затрат на капитальные и средние ремонты основного оборудования. Решение данной проблемы весьма актуально, т. к. в энергетике продолжается процесс старения основных производственных фондов, сопровождающийся ростом ремонтной составляющей затрат.

Любая задача функционирования инженерно-технического объекта в качестве конечной стадии должна иметь решение, которое непосредственно связано с выбором и формированием некоторого типа или вида управления, направленного на сознательное воздействие на этот объект.

Основой успешной работы этих моделей является использование в них все более сложной и неточной информации. Однако формализация управленческих решений осложняется рядом особенностей [1].

Реальные задачи управления требуют в качестве необходимого элемента участия в нем людей, т. е. процесс управления представляет собой интерактивный или человеко-машинный.

И наконец, сам процесс управления практически всегда ориентирован не только на получение числовых значений, но и на здравый смысл. Причем здравый смысл, опыт

и интуиция зачастую как раз и используются тогда, когда решение принимается на основе сложной и неточной информации.

Современная практика показывает, что основные трудности при выборе и принятии решений обусловлены прежде всего недостаточно высоким качеством и неполнотой имеющейся в распоряжении лица, принимающего решение (в дальнейшем – ЛПР), информации.

Эти трудности можно сформулировать следующим образом:

1. Исходная статистическая информация, как правило, недостаточно достоверна, т. е. имеет место неточность информации.

2. Часть информации имеет качественный характер и не поддается количественной оценке.

3. Существуют факторы, которые известны и могут повлиять на реализацию решения в будущем, но предсказать их точно не представляется возможным.

4. Любая идея содержит в себе потенциальную возможность различных схем ее реализации. Поэтому всегда существует проблема выбора при принятии решения из нескольких альтернатив.

5. При выборе наилучшего решения ЛПР сталкивается с многозначностью трактовки обобщенного критерия. Иными словами, многозначность, многомерность и качественное различие оцениваемых факторов или показателей является серьезным препятствием для получения обобщенной оценки принятого решения.

Очевидно, что на процесс принятия решения значительное влияние оказывает вид и характер имеющейся в распоряжении ЛПР информации [1]. При этом всю возможную информацию можно условно разбить на три класса: *определенная*, или детерминированная, *вероятностная*, или стохастическая и *неопределенная*, носящая качественный, расплывчатый характер.

Все названные особенности принятия решений были учтены при разработке моделей управления восстановительными процессами на станции. Эти модели носят универсальный характер, т. е. они применимы для управления издержками как по капитальным и средним ремонтам, так и по аварийным. Различие заключается только в том, что при построении модели для капитальных и средних ремонтов используется информативный показатель, отражающий процесс деградации. В модели аварийных ремонтов фигурирует информативный показатель случайных процессов. При этом само управление, по сути, представляет собой ожидаемый прогноз объема ремонтных затрат, необходимых для компенсации деградационных и случайных процессов, имеющих место в процессе эксплуатации основного оборудования станции.

Для решения этой сложной задачи предлагается использовать различные модели управления. Они могут быть реализованы либо раздельно, либо в некоторой последовательности, которая формируется на основе проведенных исследований. В качестве таких моделей предлагаются следующие [2]:

1. Модель принятия решения на основе расчета удельных ремонтных затрат.

2. Модель принятия решения на основе точечной оценки ремонтных затрат.

3. Модель принятия решения на основе доверительных интервалов изменения ремонтных затрат.

4. Модель принятия решения на основе нечетких интервалов изменения ремонтных затрат.

Каждая из рассмотренных моделей имеет свою область применения, которая определяется эффективностью использования заложенной в нее информации. Следует заметить, что, на наш взгляд, наибольшей эффективностью обладает композиция различных моделей, выстроенных в определенной последовательности.

Как уже отмечалось, предлагаемые модели управления ремонтно-восстановительным процессом на станции носят универсальный характер. Это означает, что их можно использовать для прогнозирования как затрат на капитальные и средние ремонты (деградационный процесс), так и затрат, связанных с проведением аварийных ремонтов основного оборудования станций (случайный процесс). В статье представлены результаты, полученные только по моделям планирования затрат на капитальные и средние ремонты Новосибирской ТЭЦ-4 (НТЭЦ-4). Кроме того, модели с первой по третью относятся к числу наиболее распространенных принципиальных схем принятия решения в управлении [1], чего нельзя сказать о последней, четвертой, модели. Ее мы и рассмотрим более подробно.

#### **Модель принятия решения на основе нечетких интервалов изменения ремонтных затрат**

Использование точечного прогноза ремонтных затрат на основе небольших статистических выборок может привести к значительным погрешностям при использовании их в управлении ремонтами на станции. Применение доверительных интервалов приводит к значительному расширению области принятия решения, что делает необходимым использование дополнительных процедур выбора из этой области, т. е. разработки моделей поддержки принятия решения для ЛПР. Именно в таком контексте и следует рассматривать предложенный в данном разделе подход для решения этой задачи.

Использование теории нечетких множеств дает возможность выбрать такое решение из набора вариантов, которое будет учитывать предпочтение ЛПР. Таким образом, происходит локализация области принятия решения по принципу наиболее предпочтительных для ЛПР вариантов.

Нечеткое множество или нечеткий интервал – это удобная форма представления неточных величин, более богатая информацией, чем обычный, точный интервал. Действительно, часто встречаются ситуации, когда требуется оценить точность некоторого параметра или обеспечить прогноз значения некоторого признака, а обычный интервал оказывается неудовлетворительным представлением. Следует ли в таком случае фиксировать границы этого интервала: давать пессимистические оценки (тогда интервал окажется широким, а проводимые расчеты будут иметь ничтожную ценность из-за их неточности) или оптимистические (тогда будет существовать риск выхода за пределы назначенной области, что подвергает сомнению получаемые «точные» оценки)? Нечеткий интервал позволяет иметь одновременно пессимистическое и оптимистическое представление: носитель нечеткого интервала будет выбираться так, чтобы гарантировать «невыход» рассматриваемой величины за нужные пределы, а его ядро будет содержать наиболее правдоподобные значения [3].

Так как функция принадлежности  $\mu$  представляет собой распределение возможностей  $Pos$ , которые могут служить численной мерой предпочтений ЛПР, то представляется возможным сформировать некоторый набор вариантов с точки зрения принятия решения по величине ремонтных затрат (рис. 1) [3]. Тогда будем иметь в виду, что  $\mu = Pos$ .

При этом значение затрат (ось X), для которого  $\mu = 1$ , является наиболее возможной ее величиной. Диапазон изменения ремонтных затрат, для которого построены функции принадлежности, определяется верхней и нижней границами доверительного интервала, рассчитанного по распределению Стьюдента.

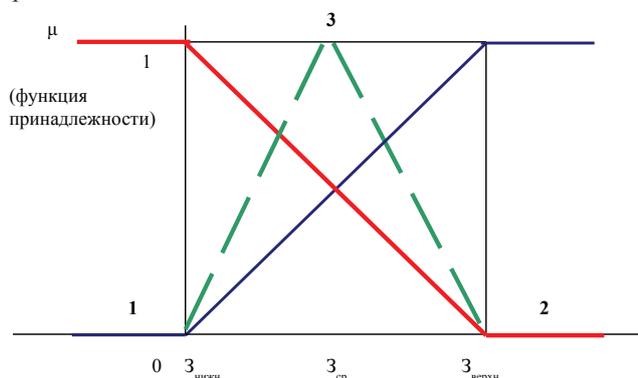


Рис. 1. Функции принадлежности для трех возможных вариантов стоимости ремонта

Первый вариант (1) характеризуется тем, что ЛПР в большей степени ( $\mu = 1$ ) рассчитывает на величину ремонтных затрат, соответствующую верхней границе доверительного интервала ( $z_{верхн.}$ ), и в меньшей степени ( $\mu = 0$ ) – на величину  $z_{нижн.}$ . Все остальные значения затрат находятся внутри этого интервала и имеют соответствующие возможные меры, изменяющиеся по линейному закону в диапазоне от 0 до 1. Такой вариант можно назвать пессимистическим, т. к. полученный прогноз ориентирован на максимально возможную величину ремонтных затрат. Его можно представить в виде неубывающего нечеткого интервала.

Во втором варианте (2) ЛПР считает, что максимально возможным значением ремонтных затрат является  $z_{нижн.}$ , а минимально возможным –  $z_{верхн.}$ . Условно этот вариант можно назвать оптимистическим. Он будет описываться невозрастающим нечетким интервалом.

Третий вариант (3) является некоторым средним между двумя выше названными. Этот вариант учитывает то, что ЛПР предполагает с наибольшей возможностью реализацию промежуточного значения ремонтных затрат ( $z_{ср.}$ ), то есть  $z_{нижн.} < z_{ср.} < z_{верхн.}$ . Такую систему предпочтения ЛПР можно представить нечетким числом, т. к.  $m = m$ .

Очевидно, что приведенные варианты практически охватывают все возможные стратегии поведения ЛПР. На основе этих вариантов можно наметить несколько сценариев принятия решения ЛПР о целесообразной величине ремонтных затрат.

Первый сценарий является наложением оптимистического и пессимистического вариантов предпочтений ЛПР (рис. 2, а), второй сценарий – оптимистического и среднего (рис. 2, б), а третий – пессимистического и среднего (рис. 2, в).

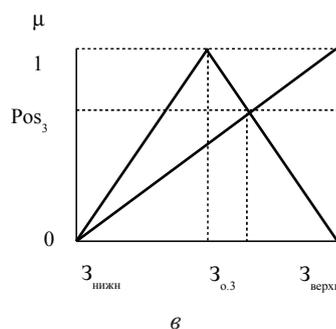
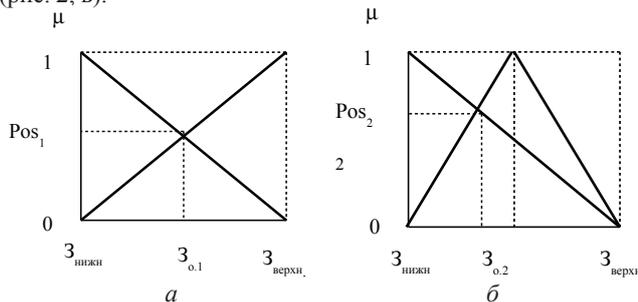


Рис. 2. Области принятия решений при использовании различных сценариев:  
а) первый сценарий; б) второй сценарий; в) третий сценарий

Наложение вариантов во всех сценариях рассматривается как операция логико-множественного пересечения двух вариантов из трех возможных [4]. При этом в каждом сценарии можно определить целесообразную величину ремонтных затрат ( $z_{0.1}$ ,  $z_{0.2}$ ,  $z_{0.3}$ ) в соответствии с максимальной возможностью его реализации ( $Pos_1$ ,  $Pos_2$ ,  $Pos_3$ ).

Наилучшим из трех рассмотренных сценариев будет тот, у которого возможность реализации будет наибольшей.

Рассмотрим применение данной модели для прогнозирования затрат на капитальный и средний ремонт котельного оборудования НТЭЦ-4, рис. 3–5.

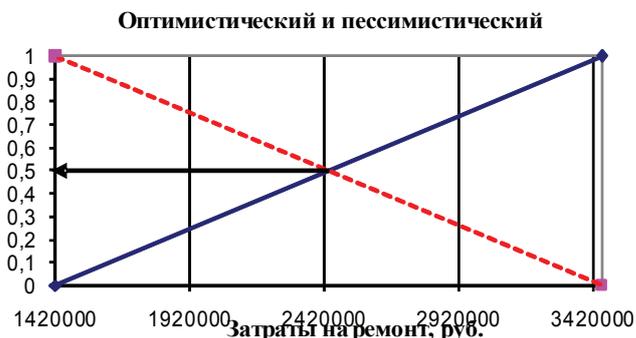


Рис. 3. Первый сценарий принятия решения по величине капитальных и средних ремонтных затрат на котлах НТЭЦ-4



Рис. 4. Второй сценарий принятия решения по величине капитальных и средних ремонтных затрат на котлах НТЭЦ-4

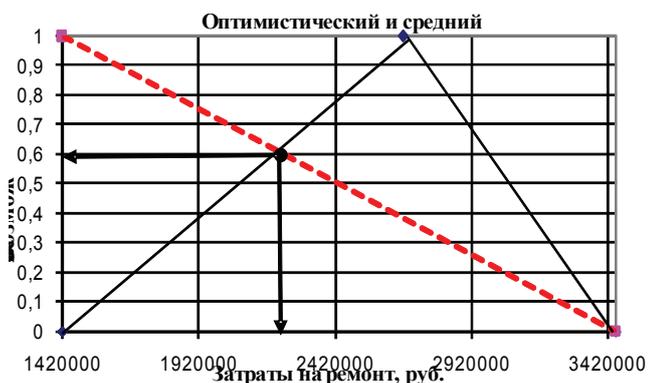


Рис. 5. Третий сценарий принятия решения по величине капитальных и средних ремонтных затрат на котлах НТЭЦ-4

Результаты расчетов приведены в табл. 1. На их основании можно выбрать наиболее возможный сценарий прогноза ремонтных затрат, который выделен в таблице жирным шрифтом.

Таблица 1

**Возможностные меры и денежные оценки сценариев принятия решения (капитальные и средние ремонты котлов НТЭЦ-4)**

Сценарии принятия решения	Затраты на капитальный и средний ремонт котла-агрегата (3 рем), руб.	Возможность принятия решения (о. е.)
Первый сценарий	2420000	0,5
Второй сценарий	2857500	0,7
Третий сценарий	2170000	0,6

Аналогичные расчеты были проведены для принятия решения о возможной величине затрат на капитальный и средний ремонты турбин (табл. 2) Новосибирской ТЭЦ-4. В них, так же как и для предыдущего случая, наиболее возможная величина ремонтных затрат выделена жирным шрифтом.

Таблица 2

**Возможностные меры и денежные оценки сценариев принятия решения (капитальные и средние ремонты турбин НТЭЦ-4)**

Сценарии принятия решения	Затраты на капитальный и средний ремонты турбин, тыс. руб.	Возможность принятия решения (Pos), о. е.
Первый сценарий	815	0,5
Второй сценарий	881	0,72
Третий сценарий	778	0,65

Таким образом, при использовании нечеткой модели принятия решения появляется возможность получения единственного значения величины ремонтных затрат. Отличие этой оценки от точечной заключается в том, что в последнем случае решение ориентировано на систему предпочтения ЛПР и характеризуется парой чисел: величиной затрат и мерой возможности ее реализации, с точки зрения лица, принимающего решение.

**Область использования моделей**

Остановимся на сравнительном анализе предлагаемых моделей и сформулируем области их практического использования.

Модель удельных ремонтных затрат целесообразно применять в тех случаях, когда необходимо провести прикилочные расчеты. Действительно, в силу нелинейного

характера рассчитанных регрессионных зависимостей для определения величины ремонтных затрат приходится использовать среднее значение удельных ремонтных затрат, что позволяет достаточно приближенно решить поставленную задачу. Переход от удельных затрат к их отсылительным приростам (дифференциальным характеристикам) возможен при выполнении требования по монотонности дифференцируемой регрессионной зависимости, которое трудно выполнимо, т. к. подбор аппроксимирующего полинома осуществляется по методу наименьших квадратов.

Использование модели точечной оценки ремонтных затрат обладает существенным достоинством, связанным с тем, что дает единственное решение. Таким образом, трудоемкая процедура выбора наилучшего решения в данной модели не является необходимой. Основным недостатком точечной модели является значительная погрешность в получении среднего значения ремонтных затрат, которое и является, по сути, точечной оценкой. Это объясняется тем, что при малом объеме выборки точечная оценка не может служить надежной оценкой полученного решения. При значительном возрастании статистической выборки (строго говоря, при приближении ее размерности к объему генеральной совокупности) получаемая регрессионная зависимость будет практически точно описывать статистический ряд. Точечная оценка в этом случае также будет являться достаточно надежной. Это обстоятельство необходимо учитывать при использовании этой модели ремонтных затрат.

Расчет доверительных интервалов для прогноза ремонтных затрат при работе с малыми выборками является более предпочтительным, чем использование точечной оценки. В этом случае диапазон изменения ремонтных затрат расширяется, притом тем больше, чем выше значение доверительной вероятности, с которой мы хотим получить желаемое решение. Это является платой за малый объем используемых статистических данных. При этом полученный доверительный интервал затрат может быть настолько значителен, что возникают трудности при выборе решения для ЛПР.

Использование шкалы предпочтений ЛПР в виде нечеткого интервала для нахождения наиболее возможного значения ремонтных затрат внутри доверительного интервала позволяет достаточно эффективно осуществить процесс выбора наилучшего (с точки зрения ЛПР) варианта прогноза ремонтных затрат на станции.

На основе проведенного анализа можно осуществить синтез предложенных моделей принятия решения.

Если объем статистики для построения регрессионной зависимости достаточно большой (о чем можно судить по величине достоверности аппроксимации), то ЛПР может воспользоваться точечной моделью принятия решения.

Как правило, объем выборки для построения регрессионной зависимости является малым. В этом случае необходимо использовать интервальную оценку для определения величины ремонтных затрат. При этом, как было показано, разброс значений достигает значительной величины, что усложняет процесс принятия решения.

Для получения обоснованной, с точки зрения ЛПР, значения величины ремонтных затрат, заключенной в доверительном интервале с доверительной вероятностью 0,95, целесообразно использование модели принятия решения, основанной на представлении субъективного мнения ЛПР в виде нечетких множеств. Наилучший сценарий решения, связанный с оценкой ремонтных затрат, определяется по максимальному значению возможности его реализации.

Во всяком случае, в процессе принятия решения ЛПР может использовать любую из предложенных моделей, хотя наиболее обоснованным, на наш взгляд, представляется использование всех моделей в указанной последовательности. Такой подход является логичным и непротиворечивым с точки зрения информационных возможностей, которыми обладает ЛПР на момент принятия решения.

В табл. 3 для иллюстрации приведены результаты прогнозных значений затрат на капитальный и средний ремонт котлов НТЭЦ-4, полученные по различным моделям. Последовательность использования моделей целесообразно осуществлять в соответствии с указанными в таблице этапами.

Таблица 3

**Результаты использования различных моделей**

Этапы последовательного расчета	Модель прогноза ремонтных затрат	Затраты на ремонт, тыс. руб.
1	Точечная оценка	2670
2	Оценка по доверительным интервалам	(1420–3450) при $P = 0,95$
3	Оценка по нечетким интервалам	2857,5 при $Pos = 0,7$

Для практического использования рассмотренных моделей представляется целесообразным на их основе построить систему поддержки принятия решения по оценке величины затрат, необходимых для проведения ремонтно-восстановительных работ на основном оборудовании тепловых электрических станций. Эта система включает в себя программный комплекс вычислительных модулей, предназначенных для построения необходимых регрессионных зависимостей (по капитальным, средним, текущим и аварийным ремонтам), а также для расчета точечных, доверительных и нечетких интервалов ремонтных издержек турбинного и котельного оборудования станции. Необходимый набор расчетных модулей и последовательность их использования формируется ЛПР в зависимости от поставленной им цели.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Секретарев Ю. А. Получение и использование эвристической информации при принятии решений: учебное пособие. Новосибирск: НГТУ, 2002. 44 с.
2. Караваев А. А., Мошкин Б. Н., Секретарев Ю. А. Выбор и принятие решения о величине затрат на ремонт основного оборудования тепловой электрической станции // Энергосистема: управление, качество, безопасность: сб. докладов Всероссийской научно-техн. конференции / Уральский гос. техн. универ. Екатеринбург, 2001. С. 64–67.
3. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложение к представлению знаний в информатике. М., 1990. 322 с.
4. Калужнин Л. А. Элементы теории множеств и математической логики. М., 1978. 88 с.

**REFERENCES**

1. Sekretarev Yu. A. Obtaining and use of the heuristic information for decision-making: Textbook. Novosibirsk. NGTU, 2002. 44 p.
2. Karavaev A. A., Moshkin B. N., Sekretarev Yu. A. Choice and decision-making regarding the amount of expenses for repair of the main equipment of the heat power plant // Power system: management, quality, safety: Collection of reports of the All-Russia scientific-technical conference / Ural state technical university. Ekaterinburg, 2001. P. 64–67.
3. Dubois D., Prad A. Theory of possibilities. Appendix to representation of knowledge in computer science. M., 1990. 322 p.
4. Kaluzhnnin L. A. Elements of the theory of sets and the mathematical logic. M., 1978. 88 p.

УДК 338.43  
ББК 65.32

**Горбунова Екатерина Геннадьевна,**  
аспирант каф. экономики и управления, ст. преподаватель  
каф. финансово-экономических дисциплин  
Волгоградского института бизнеса,  
г. Волгоград,  
e-mail: rfnt2006@yandex.ru

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

### **MODERN TRENDS OF DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE RUSSIAN FEDERATION**

*В статье рассмотрены тенденции развития сельскохозяйственного производства в Российской Федерации. Проанализировано производство продукции растениеводства*

*и животноводства в разрезе сельскохозяйственных организаций, хозяйств населения, крестьянских (фермерских) хозяйств, субъектов Российской Федерации. Выявлены*