
УЧЕТ ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЭКОНОМИКЕ РОССИИ: ДОПУЩЕНИЯ И МЕТОДЫ

С.И. Савилов

Целями работы являются определение проблем, связанных с современными методами учета интервальной неопределенности в нестационарной экономике России, а также разработка более корректного альтернативного метода. В статье указаны недостатки различных методов учета неопределенности, а также проведен критический анализ обоснования метода Гурвица, который утвержден в современных методических рекомендациях оценки эффективности инвестиционных проектов. Также предложена и обоснована корректировка современной методики оценки эффективности проектов в условиях риска и неопределенности. Новый метод был назван модифицированным методом Гиббса–Джейнса. Применение этого метода позволит повысить качество и обоснованность инвестиционных решений в нестационарной экономике, которыми определяется устойчивое развитие России.

Ключевые слова: интервальная неопределенность, критерий Гурвица, критерий Гиббса–Джейнса, оценка инвестиционных проектов, нестационарная экономика.

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивое развитие частной компании или экономики всей страны невозможно без реализации инвестиционных проектов. Част-

ные компании реализуют инвестиционные проекты в целях увеличения чистого дисконтированного дохода, что может быть достигнуто за счет увеличения объемов выпускаемой продукции, укорачивания производственного цикла и снижения издержек. Эффект от реализации инвестиционных проектов на государственном уровне выражается в росте производства, изменении экологических тенденций и ускорении научно-технического прогресса.

Инновационная деятельность во всем мире, и в России в частности, приобретает год от года все возрастающую значимость, оценить которую можно по объемам средств, инвестируемых странами в НИОКР. Так, в 2014 г. в России затраты на инновации составили 1,5% ВВП; в Германии и США – по 2,8; в Японии – 3,4; Южной Корее – 3,6% (Global R&D funding forecast, 2015). При этом промышленно развитые страны (США, Германия, Япония, Южная Корея и др.) лидируют не только по объему выделяемых инвестиционных средств, но и по показателям эффективности их использования. Одновременно с этим у таких стран с переходной экономикой, как Россия и Белоруссия, показатели эффективности расходования средств на инновационную деятельность остаются на относительно низком уровне (Жуковский, 2012).

Реализация производственных инноваций, как правило, сопряжена со значительными инвестициями, повышенным риском, продолжительным жизненным циклом проекта. При этом инвестору необходимо уметь делать обоснованный выбор среди возможных инвестиционных проектов; кроме того, не все инвестиционные проекты дают положительный эффект. Поэтому ключевыми проблемами являются отбор проектов на прединвестиционной стадии и их максимально точная оценка. Однако эта оценка зависит не только от внутренних характеристик проекта (ожидаемой продукции, ее качества, спроса на рынке, технологий производства и пр.), но и в не меньшей мере от внешних (по отношению к проекту) условий, например от политической стабильности в стране, системы

© Савилов С.И., 2016 г.

налогообложения и др. Иными словами, при оценке эффективности инвестиций, особенно инвестиций инновационного характера, необходимо принимать во внимание и тщательно учитывать не только микроэкономические характеристики проекта, но и его макроэкономическое окружение.

Макроэкономические показатели и параметры российской экономики позволяют отнести ее к нестационарному типу (Лившиц В., Лившиц С., 2009). Одним из характерных отличий типов экономик является структура рисков. В нестационарной экономике она более сложная и серьезно влияет на проект, в результате чего невозможно применять стандартные методики, принятые в развитых странах Запада, для оценки проектов в нестационарной экономике (Савилов, 2015). А потому уточнение и адаптация методики оценки рисков для российских условий – актуальная и важная задача, решение которой необходимо для повышения эффективности реализации инвестиционных проектов, в особенности проектов производственного характера, которые важны для устойчивого развития экономики России.

Для уточнения и адаптации методики оценки рисков необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать литературу, содержащую рекомендации по учету риска и неопределенности при оценке инвестиционного проекта в нестационарной экономике России;
- определить модели и методы, которые наиболее широко используются для оценки проектов в данный момент, провести анализ этих методов и моделей, выявить их недостатки;
- установить причины недостатков этих методов и определить возможные пути их устранения;
- систематизировать существующие альтернативы и предложения на основе обобщения отечественной и зарубежной литературы, посвященной проблемам учета риска и неопределенности;
- разработать модификации существующих методов с целью уменьшения влияния их выявленных недостатков.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ УЧЕТА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Одним из распространенных случаев неопределенности является интервальная неопределенность, которая в (Коссов, Лившиц, Шахназаров, 2000) выделена наряду с вероятностной неопределенностью и определена как «случай, когда о вероятностях возможных сценариев известно только, что они положительны и в сумме равны единице».

Анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной понятию «интервальная неопределенность», представлен в таблице.

В настоящее время существует несколько методов учета такой неопределенности, причем каждый обладает своими особенными недостатками. Рассмотрим кратко это методы.

Критерий А. Вальда, максиминный. Критерий Вальда (Бережная, Бережной, 2001) можно также назвать критерием пессимизма, потому что метод предлагает ожидать, что интервальная неопределенность проявится наихудшим для инвестора способом. Иными словами, проект оценивается по минимально возможному эффекту. Предпочтение отдается проекту с наибольшей оценкой, т.е. проекту с максимальным минимумом чистого дисконтированного дохода. Очевидный недостаток этого метода заключается в том, что оценка и ранжирование проектов не зависят от возможных значений проекта, кроме минимального.

Критерий Л. Гурвица, среднее арифметическое, взвешенное из экстремальных значений возможного эффекта. Критерий Гурвица (Вентцель, 1972), впервые описанный в (Hurwicz, 1951), еще называют критерием пессимизма-оптимизма, потому что этот метод предлагает оценивать проект как среднее арифметическое, взвешенное по наилучшему и наихудшему из возможных для инвестора эффектов. В качестве весов для наименьшего и наиболь-

Развитие понятия «интервальная неопределенность»
в трудах отечественных и зарубежных исследователей XX–XXI вв.

Исследователь	Предложения, связанные с интервальной неопределенностью
Ф. Найт	Разграничены понятия риска, допускающего вероятностную оценку, и неопределенности, не поддающейся такой оценке
А. Вальд	Изложена методика последовательной проверки статистических гипотез, позволяющая принимать оптимальные решения в условиях неопределенности. Обосновано использование максиминного критерия, обуславливающего выбор альтернативы, которая из всех самых неблагоприятных ситуаций развития события (минимизирующих значение эффективности) имеет наибольшее из минимальных значений (критерий Вальда)
Л. Сэвидж	Для случая с неизвестными вероятностями возможных исходов предложен минимаксный критерий в теории принятия решений – критерий Сэвиджа, предполагающий выбор альтернативы, которая минимизирует размеры максимальных потерь по каждому из возможных решений
Л. Гурвиц	Для случая принятия решений в условиях неопределенности разработан коэффициент оптимизма-пессимизма (критерий Гурвица)
П. Шамбадаль	Рассмотрены связи между неопределенностью и энтропией в рамках теории информации
Л. Заде	Предложено использовать методы нечетких множеств для оценки интервальной неопределенности
Ю. Гермейер	При оценке проекта и принятии решения обосновано значение принципа гарантированного результата, конкретное выражение которого зависит от уровня информированности. Изложены необходимые условия максимина и примеры его определения для ряда моделей
Р. Трухаев	Предложена широкая классификация неопределенностей, основанная на различной степени информированности о возможных значениях неизвестного параметра
В. Жуковский	Изложен частный случай неопределенности, когда известны лишь границы изменений факторов, причем внутри границ они могут принимать любые, заранее непредсказуемые значения. Решение основывается на принципе максимина
О. Королев	Обоснована необходимость применения энтропии в процессе принятия решений, которая позволяет учитывать неопределенность, конфликтность, многокритериальность и обусловленный ими риск, а также оптимизировать уровень этого риска
Л. Лабскер	Представлена классификация на основе широкого и глубокого анализа существующих моделей и методов принятия решений в условиях риска и неопределенности
С. Смоляк	Приведена классификация рисков и их оценки. Предложено понятие «интервальная неопределенность», обосновано применение формулы Гурвица для неопределенностей данного вида
В. Лившиц	Собраны и кратко проанализированы основные подходы к работе с неопределенностями. Сформулирован ряд критических замечаний по применению критерия Гурвица для оценки проектов в условиях интервальной неопределенности

шего из возможных чистых дисконтированных доходов чаще всего предлагают использовать 0,3 и 0,7 соответственно. Однако для инвесторов, склонных к риску или, наоборот, избегающих рисков, веса же необходимо корректировать. Ранжирование проектов проводится на основе полученных оценок. В качестве недостатков эффекта стоит выделить, во-первых, игнорирование информации о промежуточном распределении возможных

эффектов, а во-вторых, зависимость оценки от предпочтений инвестора.

Критерий априорных вероятностей Т. Байеса – П. Лапласа. Метод предлагает присвоить возможным эффектам вероятность их наступления и тем самым свести интервальную неопределенность к вероятностной. Далее необходимо оценить проект с помощью критерия Байеса, т.е. как математическое ожидание

эффекта. В случае когда число возможных эффектов конечно и равно N , чаще всего предлагается присвоить возможным эффектам равные вероятности $1/N$. Основным недостатком этого метода является отсутствие обоснования выбора вероятностного распределения. Попытка обосновать выбор вероятностного распределения присутствует в критерии Гиббса–Джейнса. Этот метод еще называют методом максимизации энтропии, потому что из всех возможных вероятностных распределений предлагается отдавать предпочтение распределению с максимальной энтропией. Этот принцип пришел из термодинамики – раздела общей физики. Одна из формулировок второго начала термодинамики гласит: «энтропия изолированной системы не может уменьшаться». Данный принцип предлагается использовать для статистических задач с неполной информацией (Белашев, Сулейманов, 2002).

Критерий на основе использования нечетких множеств Л. Заде. Этот метод предлагает оценивать интервальную неопределенность, используя так называемые нечеткие множества. Л. Заде ввел нечеткие множества в (Zadeh, 1965). Границы нечетких множеств размыты, а принадлежность объекта множеству определяется функцией принадлежности с возможными значениями из отрезка $[0; 1]$. Подробнее о нечетких множествах можно прочитать в (Поспелов, 1986). Основным недостатком этого метода является необоснованность в выборе функции принадлежности.

СЛАБЫЕ СТОРОНЫ КРИТЕРИЯ ГУРВИЦА

Наиболее признанным является критерий Гурвица, который был обоснован в (Смоляк, 2002) и принят в методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов, утвержденных Минэкономики России, Минфином России, Госстроем.

Обоснование этого метода, которое представлено в (Смоляк, 2002), базируется на трех аксиомах-допущениях.

Аксиома согласованности. Проект, которому отвечает одноточечное множество $A=\{h\}$ возможных эффектов, естественно рассматривать как детерминированный, имеющий эффект h : $E(\{h\}) = h$.

Аксиома монотонности. Проект X доминирует проект Y , если любой возможный эффект проекта X не меньше какого-то возможного эффекта проекта Y , а любой возможный эффект проекта Y не больше какого-то возможного эффекта проекта X .

Аксиома аддитивности. Пусть X и Y – независимые интервальные альтернативы, которым отвечают множества A и B соответственно. При слиянии обоих проектов любой возможный эффект проекта X может сочетаться с эффектом Y , тогда возможными эффектами проекта $X \oplus Y$ будут точки множества $A \oplus B$ (сумма множеств A и B по Минковскому, т.е. множество, состоящее из сумм всевозможных пар A и B). Проект $X \oplus Y$ также считается интервальной альтернативой, причем ожидаемый эффект слияния проектов равен сумме ожидаемых эффектов: $E(A \oplus B) = E(A) + E(B)$.

Аксиома согласованности не вызывает сомнений в своей корректности, в то время как остальные аксиомы мы подвергнем критическому анализу. Подобный анализ представлен в (Савилов, 2015).

Предложенная Смоляком аксиома монотонности определяет доминирование только экстремальными значениями возможных эффектов и не зависит от промежуточных. Иными словами, в случае, когда проекты с возможными эффектами $\{1; 2; 4\}$ и $\{1; 3; 4\}$ считаются эквивалентными, это слабо согласуется со здравым смыслом.

Теперь рассмотрим аксиому аддитивности. Вполне естественно приравнять ожидаемый эффект от совместной реализации двух независимых проектов сумме эффектов этих проектов, воплощенных по отдельности. Но разберемся, насколько параллель-

ное воплощение двух независимых интервальных альтернатив является интервальной альтернативой.

Рассмотрим пример. Пусть X и Y – независимые интервальные альтернативы, которым отвечают множества возможных эффектов $A\{-1; 1\}$ и $B\{0; 2\}$ соответственно. При слиянии проектов X и Y получаем проект Z , которому отвечает множество $A \oplus B = C\{-1; 1; 3\}$. Обозначим вероятность возможного эффекта -1 проекта X как a ; вероятность эффекта 1 проекта ($X - b$); вероятность эффекта 0 проекта ($Y - c$); вероятность эффекта 2 проекта $Y - d$. Тогда ac – вероятность возможного эффекта -1 проекта Z ; $(ad + bc)$ – вероятность эффекта 1 проекта Z ; bd – вероятность эффекта 3 проекта Z . Заметим, что если $(ad + bc) < ac$, то $d < c$ и $b < a$, но тогда $ad + bc > bd$.

Следовательно при любых возможных значениях a, b, c, d вероятность возможного эффекта 1 ($ad + bc$) превосходит хотя бы одну из вероятностей остальных возможных эффектов (ac или bd) проекта Z . Иными словами, распределение, например, вероятностей $2/5; 1/5; 2/5$ для возможных эффектов $\{-1; 1; 3\}$ проекта Z невозможно. Потому проект, полученный путем слияния (параллельной реализацией) двух независимых проектов с интервально неопределенным ожидаемым эффектом, не обязательно также обладает интервально неопределенным ожидаемым эффектом.

Приведенный пример позволяет сделать вывод, что рекомендация использовать критерий Гурвица для оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях интервальной неопределенности недостаточно обоснована. А потому применение этого метода может давать некорректную оценку, которая приводит к неэффективному распределению средств. Например, из существующих альтернатив воплощается менее эффективный проект или вообще неэффективный проект (эффективность которого отрицательная). В результате инвестиционная деятельность страны замедляется, а усиливается стагнация экономики в целом.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ГИББСА–ДЖЕЙНСА. ОПИСАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ

В качестве возможного пути решения автор предлагает скорректировать предложенные С.А. Смоляком аксиомы монотонности и аддитивности в более очевидные утверждения и добавить две дополнительные аксиомы. Далее на полученной аксиоматике обосновать подходящий функционал. Ниже перечислены предлагаемые автором аксиомы.

Аксиома согласованности. Проект, которому отвечает одноточечное множество $A = \{h\}$ возможных эффектов, естественно рассматривать как детерминированный, имеющий эффект h : $E(\{h\}) = h$.

Аксиома монотонности. Проект X с множеством возможных эффектов A доминирует проект Y со множеством возможных эффектов B , если все элементы множества $A \setminus B$ превосходят все элементы множества $B \setminus A$.

Аксиома линейности. Пусть X и Y – независимые интервальные альтернативы, которым отвечают множества A и B соответственно. Если каждый элемент множества A больше какого-то элемента множества B в k раз, а каждый элемент множества B меньше какого-то элемента множества A в k раз, то ожидаемый эффект от проекта X больше ожидаемого эффекта проекта Y в k раз: $E(A) = k \oplus E(B)$.

Аксиома независимости. Если проект X улучшают путем увеличения какого-то возможного эффекта на d , то величина улучшения ожидаемого эффекта D не зависит от того, какой именно эффект улучшен, и прямо пропорциональна d : $D = kd$.

Аксиома аддитивности. Пусть X и Y – независимые интервальные альтернативы, которым отвечают множества A и B соответственно. При слиянии обоих проектов любой возможный эффект проекта X может сочетаться с эффектом Y , тогда возможными эффектами от проекта $X \oplus Y$ будут точки множества $A \oplus B$ (сумма множеств A и B по Минковско-

му). Проект $X \oplus Y$ также считается интервальной альтернативой тогда и только тогда, когда каждый возможный эффект слияния проектов $X \oplus Y$ воплощается одинаковым числом способов, причем ожидаемый эффект слияния проектов равен сумме ожидаемых эффектов: $E(A \oplus B) = E(A) + E(B)$.

Эти аксиомы задают метод расчета ожидаемого эффекта в случае интервальной неопределенности. Данный метод похож на метод Гиббса–Джейнса, поэтому предлагаю называть его модифицированным методом Гиббса–Джейнса.

Метод Гиббса–Джейнса позволяет выбрать вероятностное распределение на множестве возможных эффектов, отдавая предпочтение распределению с наибольшей энтропией. Затем проект можно оценить как математическое ожидание эффекта. В случае конечного множества получаем равновероятное распределение, если же множество возможных эффектов определяется отрезком, то имеем равномерное распределение.

Предлагаемый модифицированный метод Гиббса–Джейнса отличается от метода Гиббса–Джейнса тем, что, прежде чем ввести вероятностное распределение, необходимо определить структуру зависимости неизвестных параметров.

Алгоритм проведения оценки.

- Определяем первичные неизвестные величины, которые влияют на эффект проекта, о которых известна только область возможных значений, но не вероятность.

- Определяем вторичные неизвестные величины, от которых зависят значения первичных.

- Проводим декомпозицию до возможного предела, получив тем самым конечные неизвестные величины.

- Присваиваем каждой независимой интервальной неопределенности априорное вероятностное распределение на основе принципа максимума энтропии.

- Выводим формулу зависимости ожидаемого эффекта от всех конечных неизвестных величин.

- Вычисляем математическое ожидание эффекта.

Докажем согласованность предложенных аксиом и метода. Рассмотрим по очереди проекты с различными типами множеств возможных эффектов.

Теорема 1. Для проекта X с множеством возможных эффектов A , которое состоит из N элементов $\{a, b, c, \dots, z\}$, ожидаемый эффект будет средним арифметическим всех возможных эффектов:

$$E(X) = \frac{1}{N}(a + b + \dots + z).$$

Доказательство. Если все возможные эффекты проекта уменьшить до нуля, мы получим проект с точечным распределением $\{0, 0, 0, \dots, 0\}$, ожидаемый эффект которого равен нулю. При этом уменьшение каждого возможного эффекта уменьшает ожидаемый эффект проекта на величину, пропорциональную начальному значению. Получаем: $0 = E - ka - kb - kc - \dots - kz$. По аналогии можно получить уравнение: $1 = E - k(a - 1) - k(b - 1) - k(c - 1) - \dots - k(z - 1)$. Вычитая одно уравнение из другого, можно получить $k = 1/N$, т.е.

$$E(X) = \frac{1}{N}(a + b + \dots + z).$$

Лемма 1. Если возможные значения эффекта проекта X определяются полуинтервалом $[a; b)$, то $(a + b)/2$ – ожидаемый эффект проекта: $E(X) = (a + b)/2$.

Доказательство. Пусть E – ожидаемый эффект проекта X . Если проект X реализовать с проектом $\{-a\}$, а у реализованного проекта удвоить все возможные эффекты, то мы будем иметь интервальную неопределенность $[0; 2(b - a))$ с ожидаемым эффектом $2(E - a)$. Такую же интервальную неопределенность можно получить при совместной реализации проектов $X, \{-a; b - a\}$, с ожидаемым эффектом $E - a + (b - a)/2$. Тем самым имеем уравнение $2(E - a) = E - a + (b - a)/2$, откуда вытекает $E = (a + b)/2$.

Лемма 2. Если возможные значения эффекта проекта X заполняют множество $[a; b] \cup [c; d]$, то $\int_a^d p(x)xdx$ – ожидаемый эффект от проекта, где $p(x)$ – плотность вероятности, равномерно распределенная на множестве возможных эффектов.

Доказательство. Рассмотрим случай, когда $(b - a)/(d - c) = p/q$, где p – целое, а q – натуральное. Этот проект можно представить как совместную реализацию проекта Y с возможными эффектами $\left[\frac{-(b-a)}{2p}; \frac{b-a}{2p} \right)$ и проекта Z с возможными эффектами

$$\left\{ a + \frac{b-a}{2p}; a + \frac{3(b-a)}{2p}; \right. \\ \left. a + \frac{5(b-a)}{2p}; \dots; b - \frac{b-a}{2p} \right\} \cup \\ \cup \left\{ c + \frac{b-a}{2p}; c + \frac{3(b-a)}{2p}; \right. \\ \left. c + \frac{5(b-a)}{2p}; \dots \right\},$$

где в первом подмножестве p элементов, во втором – q элементов. Таким образом, получаем, что проект X обладает ожидаемым эффектом.

Теорема 2. Если возможные значения эффекта проекта X определяются множеством, состоящим из совокупности интервалов и отдельных значений, то ожидаемый эффект не зависит от отдельных значений и определяется формулой $\int_a^d p(x)xdx$, где $p(x)$ – плотность вероятности, равномерно распределенная на множестве возможных эффектов, a и d – инфимум и супремум множества возможных эффектов соответственно.

Доказательство. Пусть Y – это модифицированный проект X , в котором все точечные значения проекта X входят во множество возможных значений проекта Y вместе с σ -окрестностью. Пусть Z – это модифици-

рованный проект X , в котором все точечные значения X исключены из множества возможных значений проекта Z . Чем меньше σ , тем меньше модификация проекта и тем меньше эффект от проекта Y отличается от эффекта проекта Z . Последовательность проектов Y стремится к X при $\sigma \rightarrow 0$, а эффект стремится к эффекту проекта Z . Таким образом, проекты Z и X равноэффективны, следовательно, ожидаемый эффект проекта X можно рассчитать по формуле $\int_a^d p(x)xdx$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокая эффективность использования инвестиций, выделенных на проекты производственного характера, необходима для устойчивого развития российской экономики. Причем эффективность зачастую определяется грамотностью оценки проектов. В российской нестационарной экономике риски оказывают серьезное влияние, поскольку также обладают сложной структурой. Поэтому модификация и уточнение общепринятой методики учета риска и неопределенности под российские условия – важная и актуальная задача.

У современных отечественных решений имеются спорные места, которые заслуживают дополнительного изучения и обсуждения. Так, применение критерия Гурвица, который принят в качестве метода учета интервальной неопределенности в официальном документе (Коссов, Лившиц, Шахназаров, 2000), обосновано явно недостаточно. При этом интервальная неопределенность – один из самых распространенных случаев неопределенности в моделировании проектов.

Для более точного моделирования проекта необходимы более сложные модели, однако в случае с реальными инвестиционными проектами производственного характера затраты на создание сложной, но точной

экономической модели несоизмеримо ниже той экономии, которую можно получить на ее основе. Автор предлагает использовать иные допущения, отличные от тех, на основе которых был выведен критерий Гурвица в (Смоляк, 2002), в силу их неочевидности. На основе новых предложенных допущений обосновывается новый метод учета интервальной неопределенности, который предлагается назвать модифицированным критерием Гиббса–Джейнса. Данный критерий предлагается использовать в дополнение к критерию Гурвица или, более того, в качестве его замены.

При выборе модели необходимо отдавать предпочтение той, которая в большинстве случаев более точно предсказывает поведение системы. Поэтому в качестве дальнейших исследований в этом направлении предлагается провести оценку ряда реальных проектов различными методами и сравнить рассчитанные ожидаемые эффекты с реально полученными.

Лившиц В.Н., Лившиц С.В. Особенности оценки эффективности инвестиционных проектов в стационарной и нестационарной экономиках // Бюллетень транспортной информации. 2009. № 5 (167). Май. С. 8–15.

Поспелов Д.А. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. М.: Наука, 1986.

Савилов С.И. Проблемы учета интервальной неопределенности при оценке эффективности инвестиционных проектов в нестационарной экономике России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Вып. 30. С. 38–47.

Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности (теория ожидаемого эффекта). М.: Наука, 2002.

Zadeh L.A. Fuzzy sets // Information Control. 1965. № 8. P. 338–353.

Рукопись поступила в редакцию 10.11.2015 г.

Литература

Белашев Б.З., Сулейманов М.К. Метод максимума энтропии. Статистическое описание систем // Письма в ЭЧАЯ. 2002. № 6. С. 44–50.

Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. М.: Финансы и статистика, 2001.

Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.

Жуковский И.В. Влияние инновационной деятельности на конкурентоспособность экономики страны (на примере Республики Беларусь) // Человек, психология, экономика, право, управление: проблемы и перспективы: материалы XV Международной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. Минск: МИУ, 2012. С. 11.

Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). М.: Экономика, 2000.