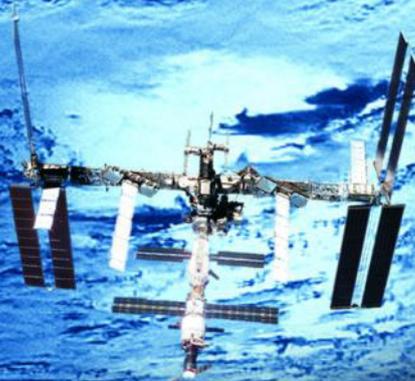


ПОЛЕТ

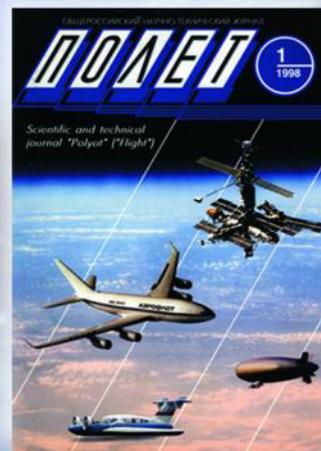
10
2015

*Scientific and technical
journal "Polyot" ("Flight")*





**Общероссийский
научно-технический
журнал «Полет»
Издается с 1998 г.**



Основные тематические направления журнала:

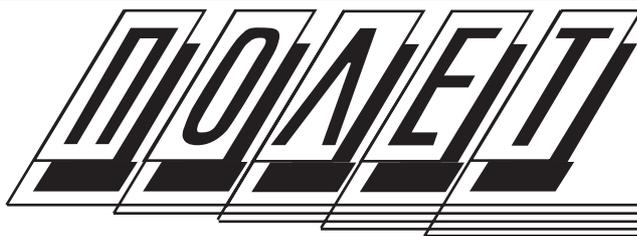
- ➔ Аэрокосмические науки
- ➔ Конструкция и проектирование ЛА
- ➔ Силовые установки ЛА
- ➔ Системы управления, оборудование и вооружение ЛА
- ➔ Ракетное оружие
- ➔ Производство ЛА
- ➔ Аэродромы и космодромы
- ➔ Экономика, конверсия и реструктуризация оборонного производства
- ➔ Космонавтика. Эксплуатация ЛА. Экология
- ➔ Человек в системе авиационного и пилотируемого космического комплекса. Подготовка летчиков и космонавтов
- ➔ Воздухоплавание. Малая авиация. Аппараты на воздушной и магнитной подушке. Планеризм. Парашюты
- ➔ Аэрокосмическое образование
- ➔ История авиации, ракетной техники и космонавтики. Выдающиеся деятели в этих областях.

«Полет» входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.

Журнал адресован ученым и инженерам НИИ, КБ, предприятий и вузов авиационной, ракетной и космической отраслей науки и производства, специалистам вооруженных сил, студентам старших курсов вузов.

**Приглашаем специалистов
и заинтересованные организации
публиковать материалы
на страницах журнала.**





АВИАЦИЯ ♦ РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА ♦ КОСМОНАВТИКА

Орган Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского
и Академии наук авиации и воздухоплавания

Журнал выходит ежемесячно
Выпускается с августа 1998 г.

Г.В. НОВОЖИЛОВ – Главный редактор (авиация), академик РАН

А.С. КОРОТЕЕВ – Главный редактор (ракетная техника и космонавтика), академик РАН, профессор

Члены редакционной коллегии

А.А. АЛЕКСАНДРОВ, д.т.н., проф.
А.П. АЛЕКСАНДРОВ, к.т.н., летчик-космонавт
Б.С. АЛЕШИН, чл.-кор. РАН
Б.В. БАЛЬМОНТ, академик РАКЦ
В.Г. ДМИТРИЕВ, чл.-кор. РАН
Б.И. КАТОРГИН, академик РАН, проф.
А.А. ЛЕОНОВ, к.т.н., летчик-космонавт
А.М. МАТВЕЕНКО, академик РАН, проф.
С.В. МИХЕЕВ, академик РАН
Н.Ф. МОИСЕЕВ, к.т.н.
М.А. ПОГОСЯН, академик РАН, проф.
И.Б. ФЕДОРОВ, академик РАН
Е.А. ФЕДОСОВ, академик РАН, проф.
В.В. ХАРТОВ, д.т.н., проф.
С.Л. ЧЕРНЫШЕВ, чл.-кор. РАН, проф.

Редактор-организатор
О.С. РОДЗЕВИЧ

Редакционный совет

А.М. МАТВЕЕНКО, председатель редсовета, академик РАН, проф.
О.М. АЛИФАНОВ, чл.-кор. РАН, проф.
И.В. БАРМИН, чл.-кор. РАН, проф.
В.Е. БАРСУК, д.т.н.
В.Ф. БЕЗЪЯЗЫЧНЫЙ, д.т.н., проф.
О.Ф. ДЕМЧЕНКО, к.э.н.
Н.Н. ДОЛЖЕНКОВ, д.т.н.
С.Ю. ЖЕЛТОВ, чл.-кор. РАН
Л.М. ЗЕЛЕНЬКИЙ, академик РАН, проф.
А.Н. КИРИЛИН, д.т.н.
А.А. КОРОТЕЕВ, академик РАН
С.Б. ЛЕВОЧКИН, д.т.н.
Л.Н. ЛЫСЕНКО, д.т.н., проф.
А.П. МАНИН, д.т.н.
К.М. ПИЧХАДЗЕ, д.т.н., проф.
С.С. ПОЗДНЯКОВ, инж.
Ю.А. РЫЖОВ, академик РАН, проф.
Г.Г. САЙДОВ, к.т.н.
В.Г. СВЕТЛОВ, д.т.н.
А.Н. СЕРЬЕЗНОВ, д.т.н.
В.П. СОКОЛОВ, д.т.н., проф.
В.А. СОЛОВЬЕВ, чл.-кор. РАН, проф., летчик-космонавт
В.А. ШАТАЛОВ, летчик-космонавт

СОДЕРЖАНИЕ

Манин А.П., Васильев В.В., Джуган Р.В. Дальность действия оптических средств наблюдения беспилотных летательных аппаратов 3

Кузнецов В.И., Шпаковский Д.Д. Оценочный расчет КПД основных узлов газотурбинного двигателя 8

Мизрохи В.Я. Построение алгоритмов управления зенитной ракеты с активной радиолокационной головкой самонаведения при наведении на низколетящие цели на фоне подстилающей морской поверхности 15

Досиков В.С., Карутин С.Н., Болкунов А.И., Лаптев Н.Н. Современные методы оценки социально-экономической эффективности функционирования спутниковых систем и их близких аналогов 20

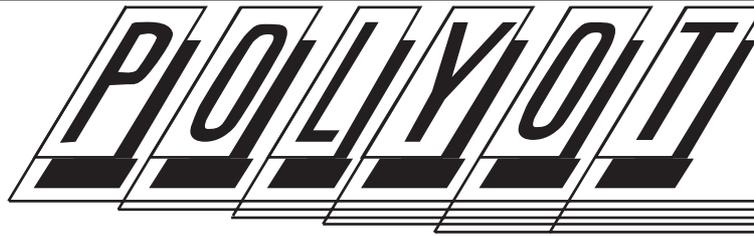
Бомштейн К.Г. Научно-технический вклад университетов различных стран в разработку малых спутников . . . 34

Болкунов А.И., Карутин С.Н., Климов В.Н., Можаров И.В., Рейтор К.И. Уточнение концепции создания единой системы нормативного регулирования в области координатно-временного и навигационного обеспечения. Часть 2 44

Цыганков О.С. Луна как объект геополитики и колонизации 52

*Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.
Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.
За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.
Аннотации статей журнала и требования к оформлению предоставляемых авторами рукописей приведены на сайте <http://www.viartpolet.ru>*

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромьинский пер., 4
Телефон: 8 (499) 269-54-97
Адрес электронной почты: rosipolet@mail.ru
Адрес в интернете: <http://www.viartpolet.ru>



AVIATION ♦ ROCKET TECHNOLOGY ♦ COSMONAUTICS

**Journal of Russian Academy of Cosmonautics named after K.E. Tsiolkovsky
and Academy of Aviation and Aeronautics Sciences**

The journal is issued monthly
Published since August 1998

G.V. NOVOZHILOV –

Editor-in-Chief (Aviation), Acad., RAS

A.S. KOROTEYEV –

Editor-in-Chief (Rocket Technology
and Cosmonautics), Acad., RAS, Prof.

Board

Members of Editorial

A.A. ALEKSANDROV,
Dr. Sci. (Eng.)
A.P. ALEKSANDROV,
Cand. Sci. (Eng.), Prof.,
Pilot-Cosmonaut
B.S. ALESHIN,
Corresp. Member, RAS
B.V. BALMONT,
Member, RACTs.
V.G. DMITRIYEV,
Corresp. Member, RAS
B.I. KATORGIN,
Acad., RAS, Prof.
A.A. LEONOV,
Cand. Sci. (Eng.), Pilot-Cosmonaut
A.M. MATVEYENKO,
Acad., RAS, Prof.
S.V. MIKHEYEV,
Acad., RAS
N.F. MOISEEV,
Cand. Sci. (Eng.)
M.A. POGOSYAN,
Acad., RAS, Prof.
I.B. FEDOROV,
Acad., RAS
E.A. FEDOSOV,
Acad., RAS, Prof.
V.V. KHARTOV,
Dr. Sci. (Eng.), Prof.
S.L. CHERNYSHEV,
Corresp. Member, RAS, Prof.

Editor Organizer
O.S. RODZEVICH

Members

of Editorial Committee

A.M. MATVEYENKO,
Chair of Edit. Committee
O.M. ALIFANOV,
Corresp. Member, RAS, Prof.
I.V. BARMIN,
Corresp. Member, RAS, Prof.
V.E. BARSUK, Dr. Sci. (Eng.)
V.F. BEZYAZYCHNYI,
Dr. Sci. (Eng.), Prof.
O.F. DEMCHENKO,
Cand. Sci. (Econ.)
N.N. DOLZHENKOV, Dr. Sci. (Eng.)
S.Yu. ZHELTOV,
Corresp. Member, RAS
L.M. ZELENY, Acad., RAS, Prof.
A.N. KIRILIN, Dr. Sci. (Eng.)
A.A. KOROTEYEV, Acad., RAS
S.B. LYOVOCHKIN, Dr. Sci. (Eng.)
L.N. LYSENKO, Dr. Sci. (Eng.), Prof.
A.P. MANIN, Dr. Sci. (Eng.)
K.M. PICHKHADZE,
Dr. Sci. (Eng.), Prof.
S.S. POZDNYAKOV, Eng.
Yu.A. RYZHOV, Acad., RAS, Prof.
G.G. SAYDOV, Cand. Sci. (Eng.)
V.G. SVETLOV, Dr. Sci. (Eng.)
A.N. SERYOZNOV, Dr. Sci. (Eng.)
V.P. SOKOLOV,
Dr. Sci. (Eng.), Prof.
V.A. SOLOV'EV, Corresp. Member,
Prof., RAS, Pilot-Cosmonaut
V.A. SHATALOV, Pilot-Cosmonaut

CONTENTS

- Manin A.P., Vasiliev V.V., Dzhugan R.V.** Optic Means Range
For Unmanned Flying Crafts Observation 3
- Kuznetsov V.I., Shpakovskiy D.D.** Estimating The Efficiency
Of Basic Units Of Gas-turbine Engine 8
- Mizrohi V.Ya.** Building Of Control Algorithms For Anti-aircraft
Missiles With Active Radar Homing Head When Aiming At
Low-Flying Targets At The Underlying Sea Surface 15
- Dosikov V.S., Karutin S.N., Bolkunov A.I., Laptev N.N.**
Current Navigation Systems Socio-Economic Performance
Evaluation Methods 20
- Bomshtein K.G.** Research And Technology Contribution To-
wards Small Satellites Development Of Universities Of Vari-
ous Countries 34
- Bolkunov A.I., Karutin S.N., Klimov V.N., Mozharov I.V.,
Reytor K.I.** Positioning, Navigation And Timing Unified Legal And
Regulatory Framework System Concept Update. Part 2 . . . 44
- Tsygankov O.S.** The Moon As An Object Of Geopolitics and
Colonization 52

**The journal is in the list of editions, authorized by the Supreme
Certification Committee of the Russian Federation to publish the works
of those applying for a scientific degree.**

*Viewpoints of authors of papers do not necessarily represent
the Editorial Staff's opinion.
Post-graduates have not to pay for the publication of articles.
Annotations of magazine articles and features required of author manuscript desing
are available at Internet Site <http://www.viartpolet.ru>*

Address of the editorial office: 107076, Moscow, Stromynsky per., 4
Phone: 8 (499) 269-54-97
E-mail address: rosipolet@mail.ru
Internet address: <http://www.viartpolet.ru>



ДОСИКОВ
Василий Станиславович —
начальник сектора математического моделирования инвестиционных проектов ЦНИИ ЭИСУ,
кандидат экон. наук



КАРУТИН
Сергей Николаевич —
начальник Информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения (ЦНИИмаш),
кандидат техн. наук



БОЛКУНОВ
Алексей Игоревич —
старший научный сотрудник Информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения (ЦНИИмаш),
кандидат техн. наук



ЛАПТЕВ
Николай Никитович —
доцент МГУ имени М. В. Ломоносова,
кандидат экон. наук

Современные методы оценки социально-экономической эффективности функционирования спутниковых систем и их близких аналогов

В.С. Досиков, С.Н. Карутин, А.И. Болкунов, Н.Н. Лаптев

E-mail: v.dosikov@cniieisu.ru; s.karutin@glonass-iac.ru; Alexei@Bolkunov.com; laptev@econ.msu.ru

Посвящена современным методам оценки социально-экономической эффективности функционирования спутниковых систем и их близких аналогов. В статье приводится обзор современных методов оценки социально-экономической эффективности функционирования спутниковых систем и их близких аналогов, широко распространенных в хозяйственной практике развитых стран.

Ключевые слова: социально-экономическая эффективность; эффективность по Парето; критерий Калдора—Хикса; издержки; выгоды; ракетно-космическая промышленность; спутниковые системы.

V.S. Dosikov, S.N. Karutin, A.I. Bolkunov, N.N. Laptev. Current Navigation Systems Socio-Economic Performance Evaluation Methods

This article is devoted to current navigation systems socio-economic performance evaluation methods. Articles describes an overview of current navigation systems socio-economic performance evaluation methods widely used in business practices of developed economies.

Keywords: socio-economic performance; Pareto performance; Kaldor—Hicks criterion; costs; benefits; aerospace industry; satellite systems.

Социально-экономическая эффективность применительно к программным мероприятиям и проектам, реализуемым в различных областях общественной жизни, широко рассматривается в качестве объекта исследования в современной зарубежной и отечественной экономической литературе. Актуальными вопросами исследований являются определение термина "социально-экономическая эффективность", а также качественные и количественные методы ее оценки в контексте категории развития в целом.

В современной экономической литературе, а также в нормативно-правовых и методических документах мировых институтов развития сформирован единый подход к определению социально-экономической эффективности, согласно которому последняя является мерой того, насколько экономические ресурсы (факторы производства) в форме капитала, труда преобразуются в конкретные конечные результаты.

Данное определение объясняет социально-экономическую эффективность как эффективность трансформации, когда используемый изначально объем ресурсов посредством процесса производства овеществляется в

конкретных результатах хозяйственной деятельности, которые по своему содержанию и являются мерой эффективности.

Проблематике социально-экономической эффективности посвящены труды многих авторитетных ученых международного уровня признания. Так, экономика благосостояния (*Welfare Economics*) как область научного знания фокусирует внимание на эффективности с позиций интересов всего общества в целом. Для целей настоящего исследования рассмотрим подходы к определению социально-экономической эффективности по Парето (*Pareto*) и по критерию Калдора—Хикса (*Kaldor—Hicks*).

Согласно подходу Парето, "всякое изменение, которое никому не приносит убытков, а некоторым людям приносит пользу (по их собственной оценке), является улучшением" [1]. Таким образом, эффективными являются все те изменения в экономике, которые не приносят дополнительного вреда каждому члену общества.

Следуя данному определению эффективности, формулируется критерий оптимума Парето: оптимум — это такое состояние экономической системы, при котором значение каждого частного показателя, характеризующего систему, не может быть улучшено без ухудшения других. Множество состояний экономической системы, оптимальных по Парето, в экономической литературе получило следующие распространенные названия: "множество Парето", "множество альтернатив, оптимальных в смысле Парето", "множество Парето-оптимальных альтернатив" [2].

Эффективность по Парето является одной из центральных категорий современной экономической науки. На основе данной категории строятся так называемые первая и вторая теоремы экономики благосостояния. Кроме того, важным теоретико-методологическим приложением Парето-эффективности является так называемое Парето-распределение ресурсов (трудовых ресурсов и капитала) в процессе международной экономической интеграции.

Оптимум по Парето предполагает, что благосостояние общества достигает максимума, а распределение ресурсов становится оптимальным, если любое изменение данного распределения

ухудшает благосостояние хотя бы одного субъекта экономической системы.

Парето-оптимальное состояние рынка является собой ситуацию, когда нельзя улучшить положение любого участника экономического процесса, одновременно не снижая благосостояния как минимум одного из остальных. Согласно критерию Парето (критерию роста общественного благосостояния), движение в сторону оптимума возможно лишь при таком распределении ресурсов, которое увеличивает благосостояние по крайней мере одного человека, не нанося ущерба никому другому.

Подход к определению социально-экономической эффективности, предложенный известными экономистами Н. Калдором и Дж. Хиксом, подразумевает, что переход от одного состояния экономической системы к другому увеличивает общее благосостояние, если те члены общества, которые выигрывают при таком переходе, способны компенсировать проигрыш тех, чье положение ухудшается.

Следуя подходу к определению социально-экономической эффективности Калдора—Хикса, деятельность субъекта хозяйствования будет оптимальной, если выгода от изменений в экономической системе в общем целом будет выше, чем сумма компенсации вреда других субъектов от произошедших изменений, что непосредственно соотносится с принципом коммерческой целесообразности.

В современной экономической литературе важное внимание уделяется различиям в исследовании равновесия, устанавливаемого в общественном секторе и на рынке. Так, равновесие в общественном секторе является сложным структурообразующим процессом, который характеризуется двумя ключевыми аспектами: внешним и внутренним.

Внешний аспект равновесия отражает сбалансированность с развитием экономики в целом, в том числе с рыночным сектором.

Внутренний аспект равновесия предполагает необходимость в соблюдении пропорций в размещении ресурсов внутри самого общественного сектора и достижение сбалансированности государственного бюджета.

Методология оценки социально-экономической эффективности применительно к программным мероприятиям и проектам, реализуемым в различных сферах общественной жизни, оперирует обилием методов, используемых в современной практике субъектов хозяйствования, например:

метод анализа издержек и выгод (*Cost-Benefit Analysis, CBA*);

метод анализа издержек и результативности (*Cost-Effectiveness Analysis, CEA*);

метод эффектов (*Effects Method*).

Метод анализа издержек и выгод, используемый для оценки социально-экономической эффективности программных мероприятий и проектов, основывается на системном подходе к исследованию и сопоставлению издержек и выгод реализуемых проектов как для отдельно взятых субъектов экономики, так и для общества в целом.

Метод анализа издержек и выгод разрабатывался и применялся сначала в развитых странах. Его широкое использование в хозяйственной практике наблюдалось применительно к проектам развития водных ресурсов в США в 1930-е гг. Рассматриваемый метод использовался в качестве инструмента определения выгод для субъектов хозяйствования, непосредственно вовлеченных в реализацию проектов, а также для американского общества в целом.

Вместе с тем для этого метода в настоящее время характерен значительный разрыв теоретических исследований и методических приемов проведения практических расчетов. В экономической литературе, в частности в работах исследователя А. Бордмана (*Boardman A.*), широко освещена необходимость сокращения данного разрыва путем совершенствования методологии анализа издержек и выгод.

Проблемы, возникающие в процессе применения рассматриваемого метода в хозяйственной практике, широко освещаются в методических рекомендациях и руководствах органов исполнительной власти стран, осуществляющих государственное регулирование, а также в обобщающих монографиях и научных публикациях, посвященных реализации программных мероприятий и

проектов в различных отраслях экономики: транспорта, контроля водных ресурсов, здравоохранения, охраны окружающей среды и природопользования.

Важный вклад в теоретико-практическое развитие метода анализа издержек и выгод применительно к общественному сектору внесли французские исследователи-экономисты. Как отмечается в работах И. Литтла (*Little I.*) и Дж. Миррлесса (*Mirrless J.*), "Францию можно провозгласить интеллектуальным отцом анализа издержек и выгод...", поскольку именно в Европе рассматриваемые методы анализа широко распространились в 1960-е гг. в целях обоснования крупных инфраструктурных проектов, таких как строительство сверхскоростных железных дорог между Парижем, Марселем, Лионом и Лондоном [3]. Следует отметить, что оценка изменения полезности потребителей, количественный учет внешних выгод и издержек, применение финансовой и экономической нормы отдачи проектов характерны для французской школы анализа издержек и выгод.

В Великобритании метод анализа общественных издержек и выгод активно использовался в хозяйственной практике реализации инфраструктурных транспортных проектов: шоссе между Лондоном и Бирмингемом, автомобильные дороги, подземная дорога в Лондоне, реконструкция третьего лондонского аэропорта.

На протяжении последних десятилетий метод анализа издержек и выгод находит свое широкое распространение и практическое применение во всех странах мира, в том числе в развивающихся странах.

Богатый опыт практического применения метода анализа выгод и издержек применительно к программным мероприятиям и реализуемым проектам накоплен Департаментом экономической оценки Национального института стандартов и технологий США. С помощью рассматриваемого метода последний осуществляет оценку частных и общественных выгод для проектов развития прикладных научных исследований и технологий в условиях проектного финансирования, основанного на механизмах государственно-частного партнерства. При этом

общественная отдача в конечном итоге измеряется положительными чистыми экономическими выгодами, распространяющимися за пределами прямых доходов участников проекта. Различие между частными и общественными оценками рассматривается как различие между первоначальным воздействием, соответствующим коммерческой деятельности получателей доходов, и последующим воздействием, соответствующим эффектам распространения.

Одной из особенностей метода анализа издержек и выгод является их измерение в денежном выражении. Для оценки изменений индивидуального благосостояния используются показатели денежной оценки изменений индивидуальных доходов, умноженные на предельную общественную оценку индивидуального дохода.

Возникновение чистого дохода в результате осуществления проекта не гарантирует увеличения чистого дохода каждого из его участников. Поэтому для оценки проектов применяется не принцип Парето-эффективности, а принцип эффективности Калдора—Хикса.

Выгоды и затраты, анализируемые с помощью рассматриваемого метода, дисконтируются по особой процентной ставке — социальной или общественной. Данная процентная ставка отражает альтернативные издержки наилучшего использования ресурсов либо частного, либо общественного сектора.

В методе анализа издержек и выгод существуют два подхода к определению соответствующей ставки дисконтирования для общественных проектов. С социальной нормы предпочтения во времени данный показатель характеризует собой компенсацию, требуемую для отказа от альтернативы текущего потребления в пользу будущего потребления. С позиций же социальной альтернативной стоимости капитала данная процентная ставка рассматривается как показатель альтернативного использования ресурсов в экономике за рамками проекта.

Соотношение двух ставок дисконтирования представляет собой отдельную научную проблему, широко обсуждаемую в экономической литературе. Так, ученый-экономист А. Харбергер (*Harberger A.*) до 1968 года считал, что предельная

производительность капитала в общественном секторе может использоваться в качестве приемлемой ставки дисконтирования при оценке инвестиций в общественном секторе в условиях совершенных рынков капитала. Затем ученый в своих исследованиях применил подход, использовавшийся ранее для измерения общественной альтернативной стоимости товаров и валютного курса, для измерения альтернативной стоимости капитала.

Согласно данному подходу соответствующая ставка в упрощенной форме есть взвешенная средняя предельной производительности капитала и предельной нормы предпочтений во времени в частном секторе. В качестве весов выступают эластичности реакции частных инвестиций, с одной стороны, и частных сбережений, с другой стороны, на изменения процентной ставки.

Такой способ определения социальной ставки дисконтирования является корректной мерой общественной альтернативной стоимости капитала для развитых стран, в которых существуют хорошо развитые рынки капитала. При этом социальная альтернативная стоимость капитала меньше либо равна социальному выпуску капитала частного сектора, поскольку предельная частная норма предпочтений во времени измеряется частным выпуском сбережений после налогообложения (которая обычно ниже предельной производительности капитала, измеряемого с учетом налогов).

Однако для стран, где развитые рынки капитала отсутствуют, рассмотренный подход неприменим. Для развивающихся стран и стран с переходной экономикой более существенное влияние на формирование ставки дисконтирования оказывают факторы риска.

Оценка экологических внешних эффектов представляет собой широкую область применения метода анализа издержек и выгод. Например, ущерб, нанесенный окружающей среде при использовании пестицидов в сельскохозяйственных проектах или распространении загрязняющих веществ, может быть оценен с помощью рассматриваемого метода. В данной области накоплен значительный опыт оценки проектов, связанный с решением двух взаимосвязанных проб-

лем: выявление возможного физического ущерба и установление для него количественных денежных измерителей.

Аэрокосмическая отрасль по аналогии с другими отраслями мирового хозяйства активно использует метод анализа издержек и выгод применительно к реализуемым специальным программным мероприятиям и проектам. Так, метод анализа издержек и затрат активно используется в практике оценки социально-экономической эффективности глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ведущими космическими агентствами развитых стран. Например, Европейское космическое агентство (*European Space Agency*) и Европейское агентство глобальных навигационных спутниковых систем (*European Global Navigation Satellite System Agency*) в официальном отчете *GNSS Market Report Issue 3* за 2013 г. в разделе "Методология и источники информации" ссылаются на теоретико-практические подходы *London Economics* и *Helios*, использующие метод анализа выгод и издержек для мониторинга рынка и прогнозирования процессов в рассматриваемой предметной области.

В совместном научно-исследовательском отчете *London Economics* и *IAF (International Astronautical Federation) Space Economy Technical Committee* 2013 года "*Space Economy: Indicators and Economic Studies*" метод анализа выгод и издержек (СВА) используется как перспективный в оценке эффективности реализации европейских космических программ. Согласно отчету при заданных государственных расходах с использованием рассматриваемого метода производится классификация и оценка прямых и косвенных выгод от реализации финансируемых проектов. При этом в качестве основных индикаторов, формализующих количественную оценку прямых и косвенных экономических выгод, выступают:

количество вновь созданных и поддерживаемых рабочих мест в экономике;

налоговые поступления в бюджеты всех уровней (налог на добавленную стоимость, подоходный налог, налог на прибыль компаний);

выгоды конечных потребителей от использования устройств, использующих сервисы GALILEO, EGNOS;

положительные экстерналии (экономические эффекты) от повышения престижа профессий, связанных с естественными науками: повышение качества трудовых ресурсов, обеспечивающих инновационное развитие аэрокосмической отрасли как высокотехнологичной сферы экономики.

В данном отчете также приводится классификация экономических выгод от проектов, реализуемых в области глобальных навигационных спутниковых систем, в соответствии с рассматриваемым методом по группам и типам.

Анализ современной экономической литературы показывает, что метод анализа издержек и выгод находит свое широкое теоретико-практическое применение в деятельности регуляторов и крупнейших игроков рынка услуг ГНСС Европы. По данным *Oxford Economics* и *The Science and Technology Facilities Council (STFC)*, рассматриваемый метод активно используется в индустрии спутниковой навигации Великобритании. С его помощью производится оценка общественных выгод от реализации программных мероприятий и проектов исследуемой области, в частности:

прямых экономических выгод (занятость населения и выручка компаний, непосредственно оказывающих услуги спутниковой навигации);

косвенных экономических выгод (занятость населения и выручка компаний, обеспечивающих поставки товаров, работ и услуг для нужд тех компаний, которые непосредственно предоставляют услуги спутниковой навигации);

индуцированных экономических выгод (занятость населения и экономическая активность, индуцированные спросом на товары, работы и услуги субъектами экономики, получающими доход от прямых и косвенных выгод).

Анализ актуальной отчетности Космического агентства Великобритании (*UK Space Agency*) за 2013 г. подтверждает данные, приводимые *Oxford Economics* и *The Science and Technology Facilities Council (STFC)*.

Оценке социально-экономической эффективности проектов в сфере аэрокосмической отрасли уделяется особое внимание Национальным управлением по воздухоплаванию и исследованию космического пространства США

(US National Aeronautics and Space Administration — NASA). На официальном web-ресурсе NASA во всемирной сети отдельно представлен раздел "NASA's Innovation Impacts Across the US", затрагивающий данную проблематику. В рассматриваемом разделе приводятся актуальные отчеты с оценками социально-экономической эффективности программных мероприятий и проектов, реализуемых NASA, применительно к различным штатам США.

Как показывает анализ актуальной отчетности, NASA использует различные методологические подходы к оценке социально-экономической эффективности реализуемых проектов, в том числе метод анализа издержек и выгод. Так, наряду с оценкой и постатейной детализацией затрат в разрезе их основных элементов и направлений развития, отражаемых в ежегодных официальных финансовых отчетах, NASA производит подробную количественную оценку экономических выгод от реализации своих проектов. В качестве подтверждения данного тезиса можно привести тексты отчетов *FY 2013 Agency Financial Report*, а также *Public-Private Partnership for Space Capability Development: Driving Economic Growth and NASA's Mission* [4].

Метод анализа издержек и результативности (*Cost-Effectiveness Analysis, CEA*), используемый для оценки социально-экономической эффективности программных мероприятий и проектов, основывается на системном подходе к исследованию и сопоставлению издержек и выгод реализуемых проектов, однако в отличие от метода *СВА* оценка выгод здесь производится не в денежной форме, а в физических величинах.

Сравнению методов *CEA* и *СВА* посвящены работы Дж. Лезурна (*Lesourne J.*), Х. Левина (*Levin H.*), Б. Хансена (*Hansen B.*), Дж. Хьюгарда (*Hougaard J.*), Л. Якобсона и др. К ключевым ограничениям метода помимо оценки выгод в денежной (физической) форме следует отнести следующее:

предположение о линейном характере функциональной зависимости затрат от результативности (для аппроксимации и последующего использования в расчетах инструментов простого приростного анализа);

ограничение на сравнение различных по природе интервенций, имеющих различные социальные эффекты;

сложность учета распределенных во времени затрат и эффектов;

сложность устранения влияния внешних эффектов на полученный результат;

высокая степень чувствительности результата к выбору показателя, характеризующего социальный эффект, и др.

В общем случае при использовании метода *CEA* полученный в ходе анализа результат выражается в приростных величинах. Поэтому в современной экономической литературе можно встретить другое название применительно к рассматриваемому методу — приростной метод анализа затрат и результативности (*Incremental Cost-Effectiveness Analysis — ICEA*).

Как показывает анализ актуальной отчетности, некоторые космические агентства развитых стран наряду с методом *СВА* частично используют метод *CEA*. Например, NASA в своем отчете *Agency Financial Report* за 2013 г. указывает, что в процессе осуществления своей миссии и достижения стратегических целей учитывает принцип рационализации и стремится обеспечить оптимальное соотношение издержек и результативности.

Вместе с тем, на взгляд авторов статьи, метод *СЕА* по своему содержанию характеризует скорее функциональную эффективность реализуемых проектов, а не социально-экономическую.

Метод эффектов (*Effects Method*) также является известным методом оценки социально-экономической эффективности реализуемых программных мероприятий и проектов. По своему содержанию рассматриваемый метод похож на метод *СВА*, поскольку оценивает издержки и выгоды в контексте заинтересованных сторон — стейкхолдеров [5].

Теория стейкхолдеров — одно из направлений экономической теории, рассматривающее процессы социально-экономического развития с позиций интересов заинтересованных сторон. При этом деятельность заинтересованных сторон (стейкхолдеров) описывается системой экономических отношений, отражающих либо ха-

рактер сотрудничества, либо конкурентный характер. Вместе с тем в теории все стейкхолдеры рассматриваются как единое противоречивое целое, равнодействующая интересов которого характеризует социально-экономическую эффективность развития в целом.

Так, официальный отчет *"Global Position System: A Comprehensive Assessment of Potential Options and Related Costs Needed"* Счетной палаты США (*United States Government Accountability Office*) за 2013 г., подготовленный для профильных комитетов Конгресса страны (*Report to Congressional Committees*), содержит специальный раздел, посвященный необходимости оценки издержек и выгод программных мероприятий и проектов GPS с позиций стейкхолдеров — *"More Information on Key Cost Drivers and Cost Estimates, and Broader Input from Stakeholders are Important for Future"*.

Европейское агентство глобальных навигационных спутниковых систем в своей операционной деятельности также уделяет особое внимание оценке издержек и выгод стейкхолдеров применительно к реализуемым проектам. Например, официальное представительство *European GNSS Agency* в сети Интернет содержит специальный раздел с соответствующими методическими материалами.

Метод эффектов, по существу, обеспечивает те же результаты, что и метод СВА, т.е. оценивает прямые и косвенные выгоды и издержки проектов, реализуемых в течение определенного периода времени, и рассчитывает чистую выгоду от реализации проектов для стейкхолдеров и общества в целом. В процессе оценки чистой выгоды от реализации проектов данный метод использует *мультипликаторы*, включая мультипликаторы конечного спроса, рассчитанные на основе моделей межотраслевого баланса (таблиц "затраты—выпуск").

Термин "мультипликатор" был впервые введен в 1931 г. английским экономистом Р. Каном (*Kahn R.*) для обоснования организации общественных работ как средства выхода из экономической депрессии и сокращения безработицы. В исследовании *"The Relation of Home Investment to Unemployment"* ученый показал, что государственные расходы на организацию общественных

работ не только приводят к созданию рабочих мест, но и стимулируют увеличение потребительского спроса, тем самым способствуя росту производства и занятости в целом по экономике.

Теория мультипликативных эффектов в экономике была сформулирована Дж. М. Кейнсом (*Keynes J.M.*), который помимо мультипликатора занятости исследовал мультипликаторы доходов и инвестиций.

Экономическая суть эффекта мультипликаторов в целом сводится к следующему: увеличение любого из компонентов автономных расходов приводит к увеличению национального дохода общества, причем на большую величину, чем первоначальные затраты.

Кейнсианская модель мультипликаторов была дополнена, в частности, предложенным Дж. Кларком (*Clark J.*) принципом акселерации. Данная модель получила в экономической литературе название "мультипликатор-акселератор". В дальнейшем теорию мультипликаторов развивали П. Самуэльсон (*Samuelson P.*), Дж. Хикс (*Hicks J.*) и другие авторитетные исследователи-экономисты.

Наиболее часто встречающийся в литературе способ расчета мультипликатора основан на сопоставлении статистических данных о том, насколько исследуемый экономический показатель изменяется в зависимости от динамики другого экономического показателя.

Задачи оценки влияния объемов производства и капитальных расходов отрасли на экономику в целом возникают достаточно часто в современной практике хозяйственной деятельности. Например, при определении приоритетных направлений государственной поддержки программных мероприятий и проектов в условиях бюджетных ограничений.

В качестве мультипликаторов в макроэкономике выступают численные коэффициенты, характеризующие, во сколько раз изменятся итоговые показатели развития экономики при росте инвестиций или производства в анализируемой отрасли экономики.

Как правило, в рамках макроэкономического анализа оцениваются производственные и инвестиционные мультипликаторы. Количественная

оценка мультипликативных эффектов производится путем умножения соответствующего мультипликатора на изменение объема производства, инвестиций и других характеристик отрасли. При этом большая величина мультипликатора не тождественна высокому мультипликативному эффекту, поскольку разные отрасли экономики имеют различный вес в суммарных показателях валового выпуска.

При равных темпах изменения динамики производства номинальные приросты выпусков в различных видах деятельности будут существенно отличаться (например, процентный пункт роста производства в аэрокосмической отрасли по номинальному объему будет значительно больше, чем в сельском хозяйстве).

Таким образом, вид хозяйственной деятельности, обладающий высоким коэффициентом мультипликатора, но при этом имеющий относительно меньший вес в экономике, характеризуется меньшим мультипликативным эффектом по сравнению с экономически более значимой отраслью.

Модель межотраслевого баланса позволяет осуществлять расчет мультипликаторов. В практике межотраслевого анализа рассматриваются два основных вида мультипликаторов:

производственный. Он характеризует изменение валового выпуска в экономике при увеличении выпуска анализируемого вида деятельности;

инвестиционный. Он характеризует изменение выпуска в экономике при росте инвестиций в анализируемом секторе.

Производственные мультипликаторы более просты с точки зрения аналитической интерпретации полученных результатов, и их воздействие на экономику формализуется тремя основными составляющими:

прямыми эффектами, связанными с ростом производства в секторе;

косвенными эффектами, связанными с межотраслевыми связями в экономике;

эффектами от распределения доходов субъектов экономики.

Механизм мультипликативного эффекта в случае производственных мультипликаторов сводится к следующему: увеличение производства,

в конкретной отрасли экономики приводит к росту затрат на промежуточную продукцию, что приведет к первоначальному импульсу в смежных отраслях. Далее через затраты смежных отраслей происходит рост выпуска во всей экономике страны в целом. Произошедшее увеличение валовых выпусков сопровождается соответствующим ростом доходов — налогов, зарплат, прибыли, — которые перераспределяются и трансформируются в рост конечного спроса государства, бизнеса и домашних хозяйств.

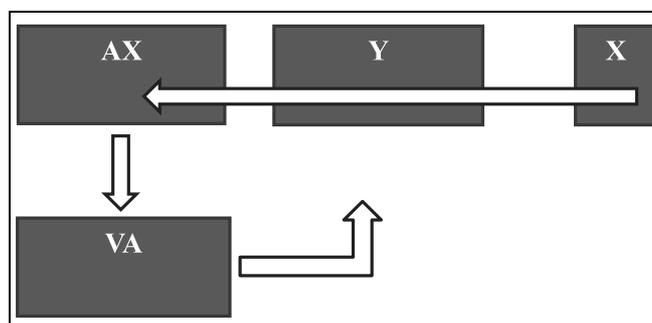
В случае с инвестиционными мультипликаторами имеется лишь одно существенное отличие от описанной выше схемы: первоначальный импульс определяется ростом инвестиций в рассматриваемый сектор экономики.

Использование мультипликаторов для анализа эффективности отдельных видов экономической деятельности связано с некоторыми особенностями.

Во-первых, с течением времени в структуре экономики происходят сдвиги, и мультипликаторы, рассчитанные в условиях конкретного года, становятся неприменимыми для динамических оценок вклада конкретной отрасли в экономический рост.

Во-вторых, использование инвестиционных мультипликаторов базируется на предположении, что эффект от вложения средств в основные фонды распределен по времени на весь срок полезного использования вводимых мощностей.

На рисунке приводится схема количественной оценки мультипликативных эффектов в



Механизм формирования мультипликативных эффектов в экономике согласно модели межотраслевого баланса:

X — вектор валового выпуска; Y — вектор конечного спроса; AX — промежуточное потребление; VA — вектор добавленной стоимости

рамках статической модели межотраслевого баланса. Эта классическая схема межотраслевого баланса не содержит непосредственных связей между доходами экономических субъектов и элементами конечного спроса (например, между фондом оплаты труда работников и потреблением домашних хозяйств). В данной связи представляются расчеты, основанные на модели межотраслевого баланса, дополняются вычислениями изменений элементов конечного спроса в зависимости от доходов субъектов хозяйствования.

Структура затрат анализируемой отрасли экономики характеризуется соответствующим столбцом межотраслевого баланса. Следуя предположению о постоянстве структуры затрат при росте объемов производства, а также перемножив прирост валового выпуска на элементы соответствующего столбца матрицы коэффициентов прямых затрат межотраслевого баланса, можно рассчитать увеличение спроса на продукцию прочих отраслей экономики со стороны анализируемого сектора, т.е. количественно оценить увеличение объемов производства прочих отраслей при увеличении объемов производства искомой отрасли.

Сведение межотраслевого баланса при помощи итеративных расчетных процедур позволяет вычислить суммарные приросты валовых выпусков по отраслям экономики. Коррекция полученных результатов на величину непосредственных эффектов позволяет определить прирост объемов производства вследствие межотраслевых связей.

Рассчитанный межотраслевой баланс позволяет проанализировать и изменения элементов валовой добавленной стоимости по отраслям экономики. Следуя предположению, что данные элементы изменяются пропорционально отраслевым выпускам, можно вычислить прирост объемов оплаты труда, прибыли предприятий и организаций и налогов.

Рассматривая данные элементы как доходы домашних хозяйств, бизнеса и государства, по их приросту можно рассчитать и увеличение объемов соответствующих компонентов конечного спроса, т. е. потребления домашних хо-

зяйств, накопление основного капитала и государственное потребление.

Данный подход является несколько упрощенным, но в целом он адекватно отражает происходящие в экономике процессы распределения финансовых потоков.

Количественная оценка мультипликативных эффектов в экономике с использованием модели межотраслевого баланса соотносится с фундаментальными теоретико-методологическими подходами к расчету валового внутреннего продукта. Так, согласно актуальной методологии существуют три основных подхода к расчету данного показателя:

- по доходам;
- по расходам;
- по добавленной стоимости.

Согласно доходному методу внутренний валовый продукт определяется как сумма доходов, образующихся от использования факторов производства в экономике страны: заработной платы, чистых процентных доходов, налога на прибыль предприятий и организаций, налогов на производство и импорт за вычетом субсидий:

$$GDP(I) = \text{comp} + GOS + TOPI, \quad (1)$$

где *comp* — заработная плата работников; *GOS* — чистые процентные доходы; *TOPI* — налоги на производство и импорт за вычетом субсидий.

Согласно методу расходов внутренний валовый продукт определяется как сумма расходов субъектов экономики, направленных на удовлетворение их конечного спроса.

Формализация расчетов валового внутреннего продукта методом расходов представляется в виде основного макроэкономического тождества:

$$GDP(E) = C + I + G + X - M = \sum_c e, \quad (2)$$

где *C* — потребительские расходы (расходы домашних хозяйств на конечное потребление); *I* — инвестиционные расходы; *G* — государственные расходы; *X* — экспорт товаров, работ и услуг; *M* — импорт товаров, работ и услуг.

Если V_{ci} — это объем производства товара, работы или услуги *c* отраслью *i*, а U_{ci} — объем про-

межуточного потребления товара, работы или услуги c отраслю i , тогда метод расходов позволяет представить валовый внутренний продукт следующим образом:

$$GDP(E) = \sum_c \sum_i (V_{ci} - U_{ci}) = \sum_c e. \quad (3)$$

Согласно методу добавленной стоимости внутренний валовый продукт определяется как сумма добавленных стоимостей, созданных отраслями в экономике страны за конкретный промежуток времени:

$$GO_i = \sum_c V_{ci}; \quad (4)$$

$$II_i = \sum_c U_{ci}; \quad (5)$$

$$VA_i = GO_i - II_i; \quad (6)$$

$$GDP(P) = \sum_i VA_i, \quad (7)$$

где GO_i — выпуск продукции отрасли i ; II_i — промежуточное потребление отрасли i ; VA_i — созданная отраслю i добавленная стоимость. При этом добавленная стоимость оценивается как разность между доходом субъектов экономики и понесенными ими материальными затратами и не включает косвенных налогов, уплачиваемых с производимых товаров, работ и услуг.

Модель межотраслевого баланса как эффективный и действенный инструмент анализа и оценки социально-экономической эффективности программных мероприятий и проектов, характеризующихся стратегической важностью, активно используется в большинстве развитых стран мира. Например, Бюро экономического анализа США (*United States Bureau of Economic Analysis, BEA*) ежегодно публикует данные по межотраслевому балансу экономики страны в отраслевом срезе, включая аэрокосмическую отрасль. Официальный web-ресурс организации содержит специальный раздел *Input-Output Accounts Data* с актуальной статистикой по таблицам "затраты—выпуск". Следует отметить, что статистика в Соединенных Штатах Америки построена на методологическом единстве системы национальных счетов, обеспечивающем системность и целостность взаимосвязей между

регистрами статистического учета, на основе которых калькулируется валовый внутренний продукт и представляется межотраслевой балансом экономики в целом.

Государственная статистическая служба Великобритании (*UK Office of National Statistics, ONS*) активно использует модель межотраслевого баланса для количественной оценки мультипликативных эффектов в экономике. Официальное представительство службы в сети Интернет также содержит специальный раздел *Input-Output UK National Accounts*, содержащий актуальную статистику по таблицам "затраты—выпуск". Как показывает анализ отчетов службы, действующая методология составления межотраслевого баланса в Великобритании позволяет количественно оценивать следующие эффекты от реализации программных мероприятий и проектов в отраслях экономики:

прямой эффект (эффект, наблюдающийся непосредственно в результате изменения конечного спроса);

косвенный эффект (эффект, предопределяемый изменением промежуточного спроса);

индуцированный эффект (эффект, объясняющийся последующим изменением доходов субъектов хозяйствования, приводящим к стимулированию расходов в экономике, и, как следствие, к изменениям величины конечного спроса).

Для каждого из отмеченных выше эффектов производится расчет соответствующих мультипликаторов.

В процессе составления межотраслевого баланса соблюдается фундаментальный принцип его построения, согласно которому совокупный спрос представляется в виде суммы промежуточного и конечного потребления произведенных в экономике товаров, работ и услуг:

$$\begin{aligned} Total\ demand &= \\ &= Intermediate\ demand + Final\ demand, \end{aligned} \quad (8)$$

где *Total demand* — совокупный спрос; *Intermediate demand* — промежуточное потребление; *Final demand* — конечное потребление.

Приведенное далее соотношение формализует собой композицию конечного спроса в терминах валовой добавленной стоимости — показателя, используемого в калькуляционных мо-

делях межотраслевого баланса и являющегося балансирующей статьёй счета производства товаров, работ и услуг национальных счетов экономики Великобритании:

$$GVA + Taxes\ on\ products - Subsidies\ on\ product = GDP, \quad (9)$$

где GDP — валовый внутренний продукт; $Taxes\ on\ products$ — налоги на производство товаров, работ и услуг; $Subsidies\ on\ product$ — субсидии на производство товаров, работ и услуг.

Европейская система национальных счетов (*The European System of Accounts, ESA95*) активно использует таблицы "затраты—выпуск" в оценке социально-экономических эффектов, включая расчет различных мультипликаторов по отраслям и экономике Европейского Союза в целом. Официальный web-ресурс Европейского статистического агентства (Eurostat) содержит специальный раздел с актуальной статистикой по межотраслевым балансам, составляемым на основе данных стран — участниц европейского экономического пространства.

По официальной информации агентства, *ESA95* рассчитывает пятилетние межотраслевые балансы, комплексно отражающие внутреннее производство и импорт еврозоны (*Five-yearly symmetric input-output tables of domestic production*, а также *Five-yearly symmetric input-output tables of imports*).

Как показывает анализ, общий подход к построению модели межотраслевого баланса Европейским статистическим агентством соотносится с общепринятыми теоретическими концепциями и международными практиками, согласно которым таблицы "затраты—выпуск" отражают баланс между производством товаров, работ и услуг в экономике и их потреблением.

Согласно методологии, используемой Европейским статистическим агентством, на основе данных межотраслевого баланса для экономики еврозоны на систематической основе производится расчет следующих мультипликаторов:

- производственных мультипликаторов;
- мультипликаторов занятости;
- мультипликаторов доходов субъектов экономики.

Экономическое содержание и аналитическая интерпретация расчетных мультипликаторов, отмеченных выше, соотносится с подходами, используемыми в практике Соединенных Штатов Америки, Великобритании и других стран мира [6]. Вместе с тем отличительной особенностью, характерной для еврозоны, является активное использование моделей линейного программирования в контексте оценки социально-экономических эффектов программных мероприятий и проектов, реализуемых в отраслях экономики, с использованием экономических данных в формате таблиц "затраты—выпуск" [6].

Следуя теоретико-методологическим разработкам авторитетных ученых мирового уровня признания — В. Леонтьева (*W. Leontief*), П. Самуэльсона (*P. Samuelson*), Р. Солоу (*R. Solow*), Дж. Данцига (*G. Dantzig*), Р. Дорфмана (*R. Dorfman*) и др., — модель межотраслевого баланса можно рассматривать как разновидность линейно-программируемых моделей, к которой применимы принципы линейной оптимизации. При этом сам процесс линейной оптимизации формализуется решением системы линейных алгебраических уравнений.

Далее приводится пример подхода линейного программирования применительно к данным таблиц "затраты—выпуск" согласно методическим материалам Евростата (моделирование динамического межотраслевого баланса) [6]:

$$X_t = AX_t + C_t + D_t; \quad (10)$$

$$D_t = BX_{t+1} - DX_t; \quad (11)$$

$$X_t = AX_t + C_t + BX_{t+1} - BX_t; \quad (12)$$

$$(I - A + B)X_t = C_t + BX_{t+1}, \quad (13)$$

где выпуск товаров, работ и услуг для периода времени t определяется как

$$X_t = (I - A + B)^{-1}(C_t + BX_{t+1}), \quad (14)$$

а выпуск товаров, работ и услуг периода $t + 1$ — соотношением

$$X_{t+1} = B^{-1}[(I + A + B)X_t - C_t]. \quad (15)$$

Здесь X_t — выпуск товаров, работ и услуг; I — единичная матрица; A — коэффициенты промежуточного отраслевого потребления выпуска; $(I - A + B)^{-1}$ — обратная матрица кумулятивных

коэффициентов затрат; B — коэффициенты, характеризующие капиталоемкость выпуска; C — экзогенный конечный спрос (потребление); D — индуцированные инвестиции.

Формулы (10)—(15) представляют собой систему линейных разностных уравнений, характеризующихся связью входящих в них переменных, с различными периодами времени.

Как показывают результаты исследований, такие страны азиатско-тихоокеанского региона, как Япония, Китай, активно используют модель межотраслевого баланса для анализа и оценки социально-экономической эффективности программных мероприятий и стратегических проектов, включая расчет мультипликативных эффектов в экономике от их реализации. Как и США, Великобритания, Европейский Союз, эти страны используют межотраслевой баланс в качестве эффективного инструмента оценки издержек и выгод, следуя методу СВА.

Так, Бюро статистики Японии (*Statistics Bureau of Japan*), используя методические подходы межотраслевого баланса, систематически оценивает величины промежуточного выпуска и валовой добавленной стоимости в отраслевом разрезе, а также оценивает валовую добавленную стоимость в разрезе основных составляющих элементов, что позволяет количественно определять мультипликативные эффекты в экономике страны в целом.

Декомпозиция произведенного в экономике страны валового выпуска на элементы промежуточного и конечного потребления в отраслевом разрезе, а также декомпозиция валовой добавленной стоимости на основные элементы, используя таблицы "затраты—выпуск", позволяет Бюро статистики Японии исчислить производственные мультипликаторы, мультипликаторы инвестиций и мультипликаторы доходов в экономике страны. При этом сам процесс такого рода вычислений соотносится с концептуальными общепризнанными теоретико-методологическими подходами.

Анализ экономической литературы наряду с исследованием актуальной статистики Национального бюро статистики Китая (*National Bureau of Statistics of China*) показывают, что Китай

также активно использует таблицы "затраты—выпуск" в процессе оценки социально-экономических эффектов в экономике.

Например, соответствующий тематический раздел отражен в официальных статистических отчетах *China Statistical Yearbooks*. Кроме того, современные китайские исследователи-экономисты в своих работах уделяют особенное внимание проблемам использования межотраслевого баланса в оценке издержек и выгод субъектов экономики в контексте реализации отраслевых программных мероприятий и стратегических инвестиционных проектов.

Так, исследователи Чен (*Chen X.*), Гуо (*Guo J.*) и Янг (*Yang C.*), используя методологические подходы межотраслевого баланса, подготовили обоснование для Государственного совета Китая (*State Council of China*) на предмет выделения дополнительных 40 млрд юаней инвестиций в капитальное строительство, которое было поддержано Правительством Китая.

Зэнг (*Zhang Y.*) и Зао (*Zhao K.*) обосновали необходимость и экономическую целесообразность практического использования межрегиональных моделей, построенных на принципах метода "затраты—выпуск" в условиях китайской экономики. Данные модели успешно применяются в современной практике макроэкономического анализа и регулирования в Китае, поскольку позволяют производить декомпозицию валового выпуска товаров, работ и услуг на элементы промежуточного и конечного потребления, валовой добавленной стоимости в разрезе экономических регионов и секторов экономики.

Рассматриваемая декомпозиция позволяет на практике дать количественные оценки социально-экономической эффективности проектов стратегических инвестиционных проектов, характеризующихся различной отраслевой принадлежностью и реализуемых в различных регионах Китая.

Помимо моделей межотраслевого баланса в оценке выгод и издержек от реализации программных мероприятий и проектов в современной хозяйственной практике активно используется *IS-LM*-моделирование.

Модель *IS-LM*, где *I* — инвестиции, *S* — сбережения, *L* — спрос на деньги, *M* — деньги, является макроэкономической моделью. Она описывает общее макроэкономическое равновесие в экономике, которое устанавливается на товарном и денежном рынках.

Модель была предложена авторитетным экономистом мирового уровня признания, лауреатом Нобелевской премии по экономике 1972 г. Дж. Хиксом (*J. Hicks*) и отражает взаимосвязь таких макроэкономических величин, как процентная ставка, денежная масса, уровень цен, спрос на наличные деньги, спрос на товары, работы и услуги, валовый выпуск экономики. Изменения одной или нескольких из рассматриваемых величин приводят к смещению точки пересечения кривых *IS-LM*, которая, в свою очередь, определяет равновесный уровень производства и дохода в экономике, а также соответствующий равновесный уровень процентной ставки на денежном рынке. Использование модели *IS-LM* позволяет рассчитать мультипликаторы государственных расходов в контексте действующих отраслевых программ развития, а также оценить общий социально-экономический эффект от осуществления данного рода расходов.

Как показывает анализ современной экономической литературы, в оценке мультипликативных эффектов используется базовая версия модели *IS-LM*, которая строится на основе двух уравнений — макроэкономическом тождестве и уравнении, описывающем равновесие на денежном рынке монетаристской теории.

Основное макроэкономическое тождество имеет вид

$$Y = I + C + G + NX, \quad (16)$$

где *Y* — ВВП страны; *I* — объем частных инвестиций в экономику; *C* — потребление населения; *G* — государственные расходы; *NX* — чистый экспорт.

Относительно уравнения (16) в модели *IS-LM* делаются следующие предположения.

Во-первых, считается, что потребление зависит от располагаемого уровня дохода населе-

ния, предельной склонности к потреблению и автономного потребления:

$$C = a + b(Y - T), \quad (17)$$

где *a* — автономное потребление; *b* — предельная склонность к потреблению; *Y* — ВВП страны; *T* — объемы налоговых поступлений.

Во-вторых, частные инвестиции имеют автономный уровень и имеют отрицательную эластичность по процентной ставке:

$$I = c - dR. \quad (18)$$

В-третьих, государственные расходы должны соответствовать государственным доходам, которые по своему экономическому содержанию являются налоговыми поступлениями. Чистый экспорт так же является некоторой функцией от уровня ВВП и ставки процента.

Таким образом, уравнение (16) принимает следующий вид:

$$Y = c - dR + a + b(Y - T) + G + NX(Y, R). \quad (19)$$

Уравнение равновесия на денежном рынке экономики страны имеет вид

$$M = eY - fR. \quad (20)$$

Согласно (20), предложение денег *M* является денежной массой *M2*, формируемой со стороны Центрального банка страны, спрос на деньги является функцией от ВВП страны и ставки процента.

Уравнения (19) и (20) формируют систему уравнений с неизвестными параметрами *a, b, c, d, e, f*, которые оцениваются с использованием современных экономико-математических методов анализа экономики. В частности, широкое практическое применение находят методы эконометрического анализа.

Уравнения (19) и (20) образуют систему уравнений с экзогенными переменными.

Переменные *Y, C, I, G, T, NX* являются эндогенными, влияют друг на друга в реальном времени, что противоречит теореме Гаусса—Маркова и не позволяет оценивать уравнения системы по отдельности.

Переменные *M* и *R* задаются в системе как экзогенные параметры. Для оценки подобных систем уравнений в эконометрике использу-

ются модели векторной авторегрессии *VAR* (*Vector Autoregression Model*).

Так, следуя теоретико-методологическим подходам *VAR*, модель *IS-LM* может быть представлена в виде

$$\begin{aligned}
 Y_t &= a_1 + \beta_{11}C_{t-1} + \beta_{12}G_{t-1} + \beta_{13}NX_{t-1} + \\
 &+ \beta_{14}T_{t-1} + \beta_{15}Y_{t-1} + \beta_{16}I_{t-1} + \\
 &+ \beta_{17}BRENT_t + \beta_{18}M_t + \varepsilon_t^1; \\
 C_t &= a_2 + \beta_{21}C_{t-1} + \beta_{22}G_{t-1} + \beta_{23}NX_{t-1} + \\
 &+ \beta_{24}T_{t-1} + \beta_{25}Y_{t-1} + \beta_{26}I_{t-1} + \\
 &+ \beta_{27}BRENT_t + \beta_{28}M_t + \varepsilon_t^2; \\
 G_t &= a_3 + \beta_{31}C_{t-1} + \beta_{32}G_{t-1} + \beta_{33}NX_{t-1} + \\
 &+ \beta_{34}T_{t-1} + \beta_{35}Y_{t-1} + \beta_{36}I_{t-1} + \\
 &+ \beta_{37}BRENT_t + \beta_{38}M_t + \varepsilon_t^3; \\
 I_t &= a_4 + \beta_{41}C_{t-1} + \beta_{42}G_{t-1} + \beta_{43}NX_{t-1} + \\
 &+ \beta_{44}T_{t-1} + \beta_{45}Y_{t-1} + \beta_{46}I_{t-1} + \\
 &+ \beta_{47}BRENT_t + \beta_{48}M_t + \varepsilon_t^4; \\
 T_t &= a_5 + \beta_{51}C_{t-1} + \beta_{52}G_{t-1} + \beta_{53}NX_{t-1} + \\
 &+ \beta_{54}T_{t-1} + \beta_{55}Y_{t-1} + \beta_{56}I_{t-1} + \\
 &+ \beta_{57}BRENT_t + \beta_{58}M_t + \varepsilon_t^5; \\
 NX_t &= a_6 + \beta_{61}C_{t-1} + \beta_{62}G_{t-1} + \beta_{63}NX_{t-1} + \\
 &+ \beta_{64}T_{t-1} + \beta_{65}Y_{t-1} + \beta_{66}I_{t-1} + \\
 &+ \beta_{67}BRENT_t + \beta_{68}M_t + \varepsilon_t^6.
 \end{aligned}
 \tag{21}$$

Спецификация модели (21) позволяет эконометрически оценить коэффициенты β_{12} и β_{42} , которые являются мультипликаторами совокупного выпуска по государственным инвестициям и частных инвестиций по государственным инвестициям соответственно.

Итак, в ходе исследования был осуществлен обзор существующих методов и практик оценки социально-экономической эффективности программных мероприятий и проектов, реализуемых

в области ракетно-космической промышленности и глобальных навигационных спутников систем. Он показал, что наиболее востребованными методами оценки в развитых странах являются метод анализа издержек и выгод и метод эффектов. При этом в процессе оценки прямых и косвенных издержек и выгод субъектов экономики активно используются современные инструменты экономико-математического анализа, такие как модели межотраслевых балансов, модели *IS-LM*, модели векторной авторегрессии, позволяющие рассчитывать мультипликативные эффекты от реализации программных мероприятий и стратегических инвестиционных проектов в рассматриваемой отрасли.

В целях повышения точности и обоснованности формируемых оценок социально-экономической эффективности проектов ракетно-космической промышленности Российской Федерации целесообразно также использовать методологический аппарат современной нелинейной динамики, который содержит широкий спектр инструментов, позволяющих оценить воздействие технологий координатно-временного и навигационного обеспечения на экономику России.

Библиографический список

1. Блауг М. Экономическая теория благосостояния Парето: экономическая мысль в ретроспективе. М.: Дело, 1994. 627 с.
2. Пигу А. Экономическая теория благосостояния. М.: Прогресс, 1985. 456 с.
3. Little I., Mirrless J.A. Project appraisal and planning for developing countries. L.: Heinemann, 1974.
4. FY 2013 Agency Financial Report // National Aeronautics and Space Administration. URL: http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/FY13_NASA_AFR.pdf (дата обращения: 05.05.2015).
5. Palenberg M. Tools and Methods for Evaluating the Efficiency of Development Interventions. Evaluation Working Papers. Bonn, 2011. URL: <http://www.oecd.org/development/evaluation/dcdndep/41612905.pdf> (дата обращения: 05.05.2015).
6. Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables // Eurostat Methodologies and Working Papers. Luxembourg, 2008. URL: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-RA-07-013/EN/KS-RA-07-013-EN.PDF (дата обращения: 05.05.2015).