

УДК 330.35.011

ОСОБЕННОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ЭКОНОМИКЕ ИННОВАЦИЙ

Фирстов Ю. П., Хуснияров М. Р.

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия (115409, Москва, Каширское ш., д. 31)

Современная технико-экономическая система характеризуется тенденцией к повышению интеграции и темпов развития. Это создает особые условия для прогнозирования. В статье рассматриваются особенности постановки современной задачи прогнозирования инновационного развития научно-технологических направлений, некоторые модели для ее решения. 1. В условиях высокой интеграции и быстрых изменений возникают существенные трудности применения статистических методов и экспертных оценок. 2. Реальность «убегает» из-под устаревших моделей. Собранные статистики быстро устаревают. Возрастает число параметров, требуемых для проведения оценки. В условиях меняющегося рынка уменьшается мера ответственности за предоставляемые статистические сведения. 3. Применение известных методов экспертных исследований начинает встречать существенные трудности. В частности: высокая скорость изменений приводит к дезориентации экспертов. Большие объемы новых знаний и обстоятельств не успевают должным образом осмысливаться. У экспертов не успел накопиться опыт мышления в моделях нового класса. 4. Процедуры «подстройки» аналитических моделей по результатам прогнозирования не успевают за изменениями реальности. Модели постоянно остаются неадекватными. Происходит накопление ошибок. Это требует разработки новых подходов к прогнозированию. В частности, в статье предлагается метод, суть которого состоит в следующем. Выделяются структуры (технологические, продуктовые, рыночные) отношения, в которых создают условия для развития процессов совершенствования. Прогнозирование осуществляется по отношению к развитию этих структур. Полученные результаты позволяют делать прогнозные оценки в отношении других комплексов.

Ключевые слова: статистика, прогнозирование, эксперты, модели, интеграция, инновации, развитие.

FEATURE PREDICTION RESEARCH AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN ECONOMICS OF INNOVATION

Firstov Y. P., Khusniyarov M. R.

“National Research Nuclear University «MEPHI»”, (Kashirskoyeshosse 31, Moscow, 115409, Russian Federation)

Modern techno-economic system is characterized by the tendency to integration and development pace increasing. It creates special forecasting conditions. The article discusses statement features of a modern forecasting problem of innovative development in scientific-technological areas, some models to address it. 1. With high integration and rapid changes had substantial difficulties in applying statistical methods and expertise. 2. The reality is "running away" from the older models. The collected statistics quickly become obsolete. The number of parameters required for the evaluation increases. In a changing market the level of responsibility for provided statistical information decreases. 3. Application of known expert research techniques begins to meet significant challenges. In particular: the high rate of change leads to experts disorientation. Large amounts of new knowledge and circumstances do not have time to properly comprehend. The experts have not yet accumulated the experience of thinking in a new class of models. 4. "Tuning" procedures of analytical models by predicting results are not keeping pace with reality changes. The models always remain inadequate. Errors are accumulating. This requires development of new forecasting approaches. In particular, the paper proposes a method, the essence of which is as follows. Structures (process, product, market) in which relations create conditions for process improvement development are defined. Forecasting is being performed in these structures development direction. Obtained results allow us to make forward-looking statements related to other systems.

Key words: statistics, forecasting, experts, models, integration, innovation, development.

Особенности динамики экономики инноваций

Прогнозирование научно-технологического развития должно, прежде всего, исследовать собственные проблемы технологической сферы нового поколения. Возникают

фундаментальные вызовы, природа которых состоит в том, что мощные массовые технологии начинают выступать как «интеграторы» процессов развития [1,2].

Массовые технологии управляют направлениями совершенствования многих других технологий. Пример: потребители интернета, микроэлектроники, систем коммуникаций и др. формулируют свои задачи таким образом, чтобы создавать условия для эффективного применения этих технологий.

При этом барьеры развития отдельных технологий снимаются за счет быстрого прогресса технологической системы в целом. В такой ситуации отдельные «яркие» технологии или продукты могут оказаться не значимыми, если они не создают волны улучшения множества потребительских и производственных технологий. При этом возникают существенные проблемы экспертизы. Очень часто эксперты руководствуются эмоциями по поводу возможных достижений в применении тех или иных решений. Однако реальная значимость технологий состоит в их полезности для формирования широких комплексов решений.

Главная проблема, решаемая прогнозированием: из возможных направлений совершенствования множества объектов (производства, продуктов, рыночных отношений и др.) нужно выявить те, которые в наибольшей степени поддерживают друг друга, не создают противоречий в формировании технико-экономической системы. К сожалению, вследствие высоких темпов развития, ошибочные решения, принятые на основе прогнозирования, быстро закрепляются в свойствах элементной базы. Исправлять их будет крайне сложно в связи с «наслоением» всё новых проблем.

Поэтому, быстрые изменения должны согласовываться по своей природе, а не по результатам. «Синхронизация» по «результатам» создает накопление ошибок рассогласования, т. к. ее действие запаздывает, создавая возможности закрепления ошибочных управлений. Требуется определение моделей, проявляющих согласованность причин изменений. Это оказывается возможным, поскольку в высоко интегрированных системах, основанных на массовых технологиях, причины изменений выражены в свойствах объектов (продуктов, технологий, производств) [3].

Доминирующие проблемы анализа

В условиях высокой интеграции и быстрых изменений возникают существенные трудности применения статистических методов и экспертных оценок.

1. Реальность «убегает» из-под устаревших моделей. Собранные статистики быстро устаревают. Возрастает число параметров, требуемых для проведения оценки. В условиях меняющегося рынка уменьшается мера ответственности за предоставляемые статистические сведения.

2. Применение известных методов экспертных исследований начинает встречать существенные трудности. В частности: высокая скорость изменений приводит к дезориентации экспертов. Большие объемы новых знаний и обстоятельств не успевают должным образом осмысляться. У экспертов не успел накопиться опыт мышления в моделях нового класса.

3. Процедуры «подстройки» аналитических моделей по результатам прогнозирования не успевают за изменениями реальности. Модели постоянно остаются неадекватными. Происходит накопление ошибок.

Методологические проблемы

Для построения модели динамики комплекса технологических единиц нужно вскрыть структуру отношений технологий (производство, доставки, потребления, подготовки кадров и др.) в процессах развития.

Первоначально можно применить метод «вызовов и парирований». Его суть состоит в следующем. Технология А естественно совершенствуется, но для нее возникает техническое ограничение (вызов). Для снятия (парирования) можно применить дополнительные технологии Б, В. Тогда технология А продолжит развитие в новом качестве. У дополнительных технологий Б, В также проявятся технические ограничения. Для их снятия потребуются технологии Г и т. д. Таким образом, технологии увязаны отношениями снятия технических ограничений, поддерживающими их совершенствование. При этом выявляется система взаимосвязанных направлений, по которым происходит естественное совершенствование комплекса как согласованного целого.

Однако такая схема (модель отношений, создающих динамику) достаточно хорошо описывает лишь простые технико-экономические системы. При повышении сложности она обычно теряет эффективность, например, вследствие действия обратных связей.

Главным «вызовом» становится рост «сложности», т.е. необходимости перехода к новым аналитическим методам. По этой причине прогнозирование инновационной модернизации следует начинать с поиска методов анализа, отражающих новое существо дела.

Именно действие массовых технологий облегчает решение этой проблемы.

Базовые модели для выявления структур, в отношении которых возможно объективное прогнозирование динамики.

Для снятия возрастания сложности в решении этих задач нужно использовать модели, фиксирующие устойчивые взаимосвязи, поддерживающие динамику. Рассмотрим некоторые из базовых моделей.

Элементарная модель формирования инновационного объекта

Нужно прогнозировать совершенствование комплексов объектов, сохраняющих согласованность. Поэтому важно прогнозировать сохранность механизмов, скрепляющих систему в ходе быстрых изменений. Для этого нужно фиксировать отношения, увязывающие согласованные процессы совершенствования. Они должны представляться соответствующими моделями.

Для построения моделей следует учитывать особенность современной экономики – ее инструментализацию. Инструментами являются заводы, продукты, специалисты на предприятии и т.д. Поэтому обобщенные модели должны формулироваться в языке инструментальных сред (в языке задач и инструментов).

В основе массовой технологии лежит массовый инструмент. Поэтому нужно определить обобщенную модель формирования базового объекта идеальной экономики инноваций – модель формирования массового инструмента.

Для решения каждой отдельной задачи (рис.1) можно предложить много вариантов специальных инструментов (СИ). Если задач много, число СИ быстро растет.

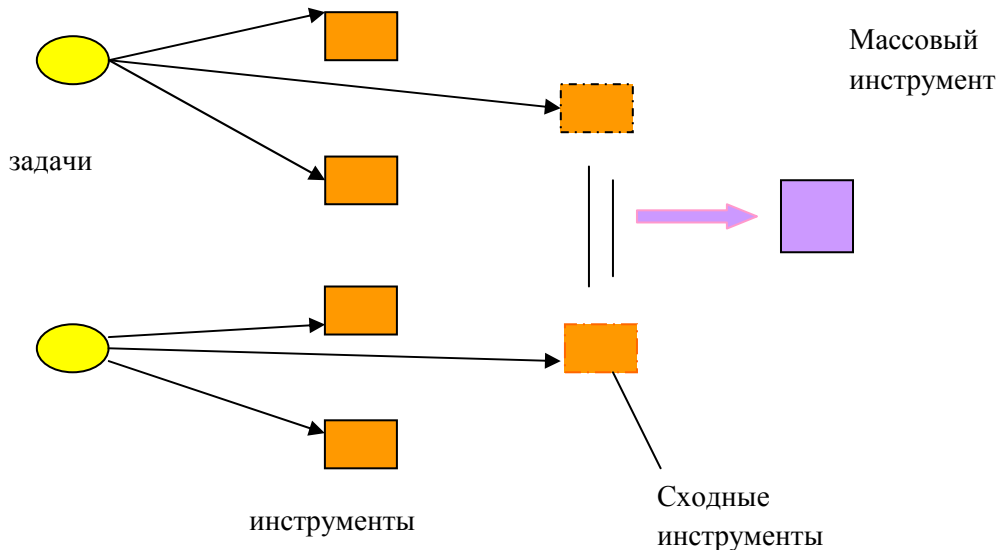


Рис. 1. Формирование массового инструмента

При сопоставлении СИ можно заметить, что среди них существуют СИ, вполне похожие по своей организации.

Пример. Инструмент для сверления похож на инструмент для закручивания болтов.

Это позволяет создать инструмент массового действия (МИ), в котором «склеены» специальные инструменты СИ (рис. 1) с аналогичной организацией.

Пример. Инструменты для сверления и для закручивания болтов можно «склеить» в один. При решении каждой отдельной задачи МИ работает как соответствующий этой задаче СИ.

Таким образом, массовый инструмент способен решать все задачи. Это позволит для его совершенствования привлечь большие инвестиции (включить экономический механизм) и создать массовое производство. В результате этого можно оптимизировать технологию производства инструмента, улучшить его функциональные параметры, уменьшить стоимость и т.д. Кроме того, потребителям становится выгодно использовать постановки задач, удобные для применения именно массового инструмента. Поэтому происходит изменение потребительской технологии (задачи сегментируются в новом отношении, в отношении удобства массового изготовления решающего их инструмента).

Благодаря этому массовый инструмент превосходит все специальные, из которых он синтезирован.

В контексте этой модели инновациями являются не просто наиболее новые и «яркие» решения, но те из них, которые попадают в класс «склеивающихся» и порождающих новый массовый инструмент.

Общий вопрос состоит в следующем: как должны соотноситься число и свойства специальных инструментов разных типов для порождения оптимального массового инструмента (интеграция средств потребителей, действие массовой технологии производства, эффективность проектирования). Точные и взаимоувязанные ответы следуют из анализа тенденций развития массовых технологий [3,4,7,8] (объем статьи не позволяет рассмотреть их предметно).

Для прогнозирования нужно выявлять объекты, формирующиеся в согласии с рассмотренной моделью. Пример соответствующего анализа развития научно-технического направления «наноиндустрия» в университете приведен, например, в статье [5].

Модель кластера предприятий

Новая сложная массовая технология должна вводиться в рынок сразу как массовая и совершенствоваться как единое целое. При этом возникает много сложных проблем, которые фактически решаются целым спектром предприятий и исследовательских единиц (явной или неявной кооперацией), отрабатывающих различные особенности массовой технологии. Например, при производстве интегральных схем одно предприятие акцентирует внимание на уменьшении размеров транзистора, другое на идентичности их параметров и т.д. Они совершенствуют разные «границы» сложной технологии выпуска БИС. Группа предприятий (кластер) является носителем вариантов сложной массовой технологии как целого. В этой

группе и ее потребителях создается согласованное для эффективного совершенствования пространство сценариев массовой технологии.

Для эффективного совершенствования массовая технология должна быть представлена в кластере производствами и потребителями разного типа (таблица 1).

Таблица 1. Элементарная совокупность предприятий полупроводникового производственного кластера

	Класс А	Класс Б	Класс В
Тип производства	Массовое производство.	Производство средних партий,	Малые партии, инновационное производство
Тип потребителя	Сложившийся, трудно изменяющийся потребитель.	легко меняющийся потребитель	новый потребитель.
Тип отношений с государством	Закупки продукции со стороны государства	Поддержка госзаказами	Сильная государственная поддержка
Пример предприятия	АО «Ангстрем»	НИИСИ РАН	Военные предприятия

Предприятия, обладающие вариантом технологии типа А, создают связь новой технологии с устойчивой потребительской средой. Предприятия с вариантом технологии типа В создают связь с потребительским сегментом, отрабатывающим будущие состояния. Предприятия типа Б обладают технологиями, являющимися наиболее перспективными и достаточно отработанными для современного состояния потребителя. В разных предприятиях происходит совершенствование технологии по разным направлениям, обеспечивающее ее оптимальное совершенствование как целого за счет кооперации. Кластер – группа производственных единиц, которая является формой естественного совершенствования сложной массовой технологии. Развитие такой группы как целого должно прогнозироваться. Эта задача упрощается, поскольку организация кластера должна отвечать определенным моделям [5]. Важно выявить соответствующие производственные конфигурации в реальной системе. Они являются базовыми объектами прогнозирования, т. к. естественным образом сохраняют согласованность изменений.

Модель формирования согласованных изменений в потребительской среде

Одна из главных проблем развития нового поколения технологий связана с трудностями перестройки потребительской системы. В связи с этим в организации потребительской системы возникают специальные отношения, в частности, естественная сегментация, поддерживающая развитие. Например, под влиянием уменьшения размера транзистора происходит изменение спроса и предложения во всех сегментах

потребительского рынка. В частности, новые технологические системы (например, компьютеры и средства связи) возникают сначала для нужд военной промышленности или науки. Там же накапливается опыт их эксплуатации. Уменьшение размера транзистора позволяет создать массовое производство, резко снижающее цену. Это создает условия для перехода продуктов и опыта эксплуатации в сферу гражданских предприятий. Дальнейшее уменьшение размеров переводит продукцию и опыт эксплуатации в домохозяйства. Процесс происходит достаточно быстро, так как используется уже наработанный опыт эксплуатации. Не требуется фундаментальной переработки множества технических решений.

Для того чтобы такая последовательность потребительских сегментов функционировала оптимально, должны выполняться определенные соотношения. В ходе мониторинга должны быть выявлены потребители и продукты, поддерживающие механизм такого рода. Некоторые системы продуктов, кажущиеся на первый взгляд не значительными, тем не менее оказываются весьма востребованы для создания рассмотренных отношений в потребительской системе. В частности, солнечная энергетика играет существенную роль в процессе реформирования потребительской системы для внедрения средств энергосбережения.

Модель формирования и развития продуктовой ниши

При совместном развитии продуктов и технологии возникает драйвер согласованных изменений – продуктовая ниша. Ее простейшая модель представляет следующее [3,6]. Изменение свойств продукта в интегрированной системе должно происходить в некотором порядке. Например (рис. 2), изменение в продукте А свойства 1 порождает требование улучшения свойства 2, улучшение свойства 2 создает необходимость изменения свойства 3. Технологии также изменяются в некотором порядке. Для согласованного развития нужно, чтобы порядки изменений свойств продукта и технологии не нарушались в ходе совместного совершенствования.

Например, пусть совершенствование продукта происходит путем улучшения свойства 1 и вызванным этим улучшением свойства 2. В этом случае требуется совершенствование технологии. Если технология должна изменить свойство 1, а затем 3, то это не правильно, т.к. нарушается естественный порядок изменений. В ходе дальнейшего совершенствования могут возникнуть технические проблемы. В состав ниши должен включаться такой продукт, чтобы его последовательное совершенствование с изменением свойств 1,2 создавало требование к изменению технологии в порядке 1,2. Нужно выделить блок продуктов, которые поддерживают естественный порядок формирования сложной массовой технологии, и осуществлять его прогнозирование. В статье [6] приведен такой анализ и выбран состав ниши.

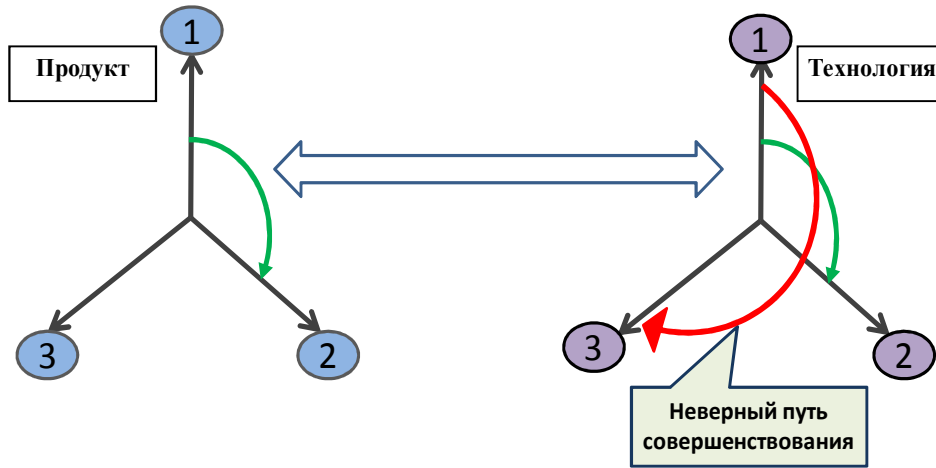


Рис. 2. Пояснение согласованности развития свойств продукта и технологии

Модель совершенствования комплекса элементов технологической системы

Прогресс технологической системы чаще всего определяется возможностями совершенствования группы доминирующих типов ее элементов. Например, комплекс технологий солнечной энергетики представлен своими доминирующими элементами: *a* – микромеханика, *b* – полупроводниковые фотоэлементы, *в* – элементы охлаждения.

Их совершенствование является основной и наиболее трудной задачей. Поэтому процесс совершенствования поддерживается как государством, так и корпорациями. Процессы совершенствования доминирующих элементов взаимосвязаны (рис. 3). В результате естественного совершенствования батарей возникают условия совершенствования микромеханики. Совершенствование микромеханики упрощает проблемы совершенствования системы охлаждения. Улучшение системы охлаждения снимает проблемы совершенствования полупроводниковых элементов. Происходит постоянный процесс улучшений.

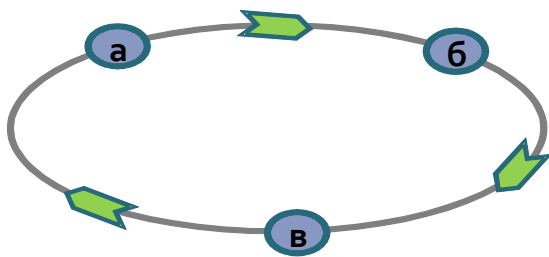


Рис. 3. Доминирующие направления совершенствования солнечной энергетики: *a* – микромеханика, *b* – полупроводниковые элементы батарей, *в* – элементы охлаждения

В интегрированной технологической системе оптимальна ситуация, когда улучшение качества элемента создается благодаря постоянному улучшению массовой технологии его

производства (рис. 4), т. е. за счет привлечения ресурсов очень широкого круга потребителей. Например, совершенствование фотоэлементов происходит за счет естественного улучшения качества выпускаемого электронной промышленностью кремния. Совершенствование происходит практически без затрат со стороны разработчиков солнечных станций.

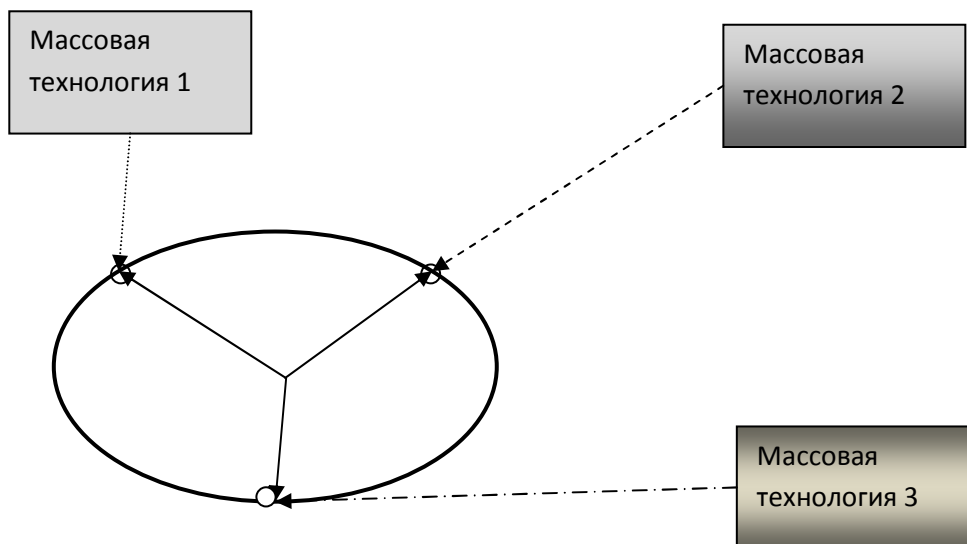


Рис. 4. Механизм совершенствования в интегрированной технологической системе
Для определения эффективно развивающихся структур нужно выявить наличие соответствующих конфигураций в комплексе элементов прогнозируемой технико-экономической системы.

Такой подход отражает понимание того, что развитие мощных массовых технологий происходит вследствие прогресса целого комплекса технологий мировой технико-экономической системы. Важно оказаться полезным для его динамики, найти в нем свое место. Для этого нужно формировать отношения, соответствующие моделям организации структур, создающим условия согласованной динамики совершенствования.

Список литературы

1. Елкин С. В., Фирстов Ю. П. Технико-экономический анализ трансформации в новый технологический уклад. НТИ, сер.1. – 2011. – № 7. – С. 6–15.
2. Елкин С. В., Никоноров Е. С. Формирование продуктовой ниши светодиодной промышленности / Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов вузов в области нанотехнологий и наноматериалов: Сборник студенческих научных работ. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – С.455-459.

3. Елкин С. В., Журова Е. П. Применение ранговых распределений для анализа рынка нанопродуктов и нанотехнологий // Нанотехника. – 2010. – № 1(21). – С.18-24.
4. Лабурцева В. А. Кафедры института как кластер nanoиндустрии / Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов вузов в области нанотехнологий и наноматериалов: Сборник студенческих научных работ. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – С. 65-67.
5. Проблемы формирования минимально достаточной экспертной сети вуза / А. В. Сычѳв // Наукoведение. – № 3 (12). 012. – URL: <http://naukovedenie.ru/sbornik12/12-53.pdf> (дата обращения 25.12.12).
6. Сычѳв А. В., Фирстов Ю. П. Стратегический анализ в экономике инноваций: теоретические и прикладные аспекты. Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера // Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2012. – № 4. – URL: <http://koet.syktu.ru/vestnik/2012/2012-2/10/10.htm> (дата обращения 20.12.12).
7. Фирстов Ю. П. Особенности смены комплексов технологий в инновационной экономике // Вестник университета. 2009. № 2 / Государственный университет управления». – С. 316-319.
8. Шаров А. А., Шрейдер Ю. А. Системы и модели. – М.: Сов. Радио, 1985.

Рецензенты:

Тупчиенко Виталий Алексеевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Управление бизнес-проектами», Министерство образования и науки Российской Федерации, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва.

Агеев Александр Иванович, доктор экономических наук, профессор, генеральный директор НП «Институт экономических стратегий», г. Москва.

Щукин Олег Семенович, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики труда и основ управления ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный университет", г. Воронеж.