

3. Бурков В.Н., Горгидзе И.И., Новиков Д.А., Юсупов Б.С. Модели и механизмы распределения затрат и доходов в рыночной экономике. – М.: ИПУ РАН, 1997. – 57 с.
4. Бурков В.Н., Еналеев А.К., Новиков Д.А. Механизмы функционирования социально-экономических систем с сообщением информации // Автоматика и телемеханика. – 1996. – № 3. – С. 3-25.
5. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. – М.: Наука, 1981. – 384 с.
6. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. – М.: Синтег, 1997. – 188 с.
7. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. – М.: СИНТЕГ, 1999. – 128 с.
8. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. – М.: Синтег, 2002. – 148 с.
9. Коргин Н.А. Механизмы обмена в активных системах. – М.: ИПУ РАН, 2003.
10. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели. – М.: Мир, 1991. – 464 с.
11. Новиков Д.А. Стимулирование в организационных системах. – М.: Синтег, 2003. – 312 с.
12. Новиков Д.А., Петраков С.Н. Курс теории активных систем. – М.: Синтег, 1999. – 108 с.
13. Петраков С.Н. Механизмы планирования в активных системах: неманипулируемость и множества диктаторства. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 135 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.А. Петраков.

**Важдяев Андрей Николаевич** – Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета (ЮТИ ТПУ); e-mail: wazdaev@ngs.ru; 652050, Кемеровская область, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26; тел.: 83845164942; кафедра информационных систем; старший преподаватель.

**Vajdaev Andrey Nikolaevich** – Yurga Institute of Technology of National Research Tomsk Polytechnic University; e-mail: wazdaev@ngs.ru; 26, Leningradskaya street, Yurga, Kemerovo region, 652050, Russia; phone: +73845164942; the department of information systems; senior lecturer.

УДК 519.876.5

**Е.В. Корохова, А.В. Петракова, И.С. Шабаршина, Н.С. Пономарева**

### **ФОРСАЙТ-АНАЛИЗ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМИ НАНОПРОЕКТАМИ И ПРОГРАММАМИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ**

*Рассмотрены актуальные вопросы исследования системы подготовки кадров для реализации программы развития наноиндустрии в Российской Федерации с использованием инструментов форсайт-анализа. В работе построена имитационная модель системной динамики, учитывающая привлекательность направлений обучения, динамику демографических показателей, численность научных работников, занятых в исследуемой сфере, потребность в кадрах организаций, занимающихся нанотехнологиями, и другие. Построенная модель состоит из трех взаимосвязанных компонентов, описывающих процессы принятия решений о поступлении на специальности, связанные с нанотехнологиями, обучения бакалавров и магистров, а также трудоустройство выпускников. В результате имитационного моделирования определены факторы, негативно влияющие на систему подготовки кадров для развития нанотехнологий, а также «критические» факторы, определяющие уровень подготовки и количество высококвалифицированных специалистов в области нанотехнологий, востребованных на рынке труда.*

*Форсайт-анализ; имитационное моделирование; управление высокотехнологичными проектами; система подготовки кадров.*

**E.V. Korokhova, A.V. Petrakova, I.S. Shabarshina, N.S. Ponomareva**

**THE FORESIGHT ANALYSIS OF STAFF TRAINING  
FOR HIGH-TECHNOLOGY NANOPROJECT AND PROGRAM  
MANAGEMENT BASED ON SIMULATION MODEL**

*The pressing problems of staff-training system research for nanoindustry development program implementing in Russia Federation using tools of foresight analysis were considered. Simulation model of systems dynamics taking into account an appeal of training sphere, dynamics of demographic indices, number of research assistant in the sphere of interest, staffing requirements in the organizations concerning nanotechnologies was constructed. The model proposed consists of three interconnected components describing the decision-making process in the entrance, in the studying of undergraduate and postgraduate students and in the job placement. The results of simulation modeling is that the negative factors influencing the staff-training system for nanotechnology development and critical variables defining the training level and number of high-quality specialists in nanotechnology were determined.*

*Foresight analysis; simulation modeling; high-tech project management; staff-training system.*

К 2015 г. по существующим прогнозам [1] рынок нанотехнологической продукции должен превысить 1 трлн долларов. По американским оценкам, это потребует подготовки около 800 тыс. специалистов для работы в этой области. В соответствии с задачей, поставленной бывшим президентом Д. Медведевым, к этому времени Россия должна владеть 4 % этого рынка. Несложные оценки показывают, что для этого в нашей стране необходимо к этому времени подготовить не менее 30 тыс. специалистов. Специалисты подобного профиля достаточно высокого уровня в России готовятся. В качестве примера можно привести факультет наук о материалах – МГУ им. М.В. Ломоносова, созданный и возглавляемый академиком Ю.Третьяковым. Этот факультет готовит по 25 человек в год – 75 человек за 3 года. Нетрудно видеть – сколько лет потребуется России для выполнения этой программы.

Форсайт-анализ обеспеченности нанотехнологий интеллектуальным капиталом, позволяющий дать комплексное, взаимосвязанное представление о перспективах развития нанотехнологий, оценить возможность инновационного развития производства и соотнести с уже существующими и перспективными потребностями в кадрах, является актуальной задачей.

Форсайт-анализ системы подготовки кадров для развития нанотехнологий включает три этапа: определение метода моделирования, требований к модели и результатам моделирования; построение модели; исследование модели и интерпретация результатов моделирования.

На первом этапе выбран метод имитационного моделирования на основе моделей системной динамики, позволяющих описывать сложные системы на основе неполной посредством выявления причинно-следственных отношений и взаимодействий контуров обратной связи, проявляющихся в особенностях ее структурной организации и дающих общее представление о функционировании системы и ее динамике. Имитационная модель, требования к которой представлены диаграммой прецедентов (рис. 1), должна отражать взаимосвязь количества магистров и бакалавров, работающих в научных учреждениях; количество абитуриентов, поступающих на специальности, связанные с нанотехнологиями; учитывать такие факторы, как потребность в кадрах научно-исследовательских организаций, количество современного оборудования, условия работы и др.

Эта модель может быть использована для решения следующих задач:

- ♦ выявление способов поднятия уровня престижности профессий, в области нанотехнологических разработок с помощью влияния на различные факторы;

- ♦ определение уровня трудоустройства по данным специальностям;
- ♦ выявление способов повышения количества научно-исследовательских центров и современного оборудования и др.

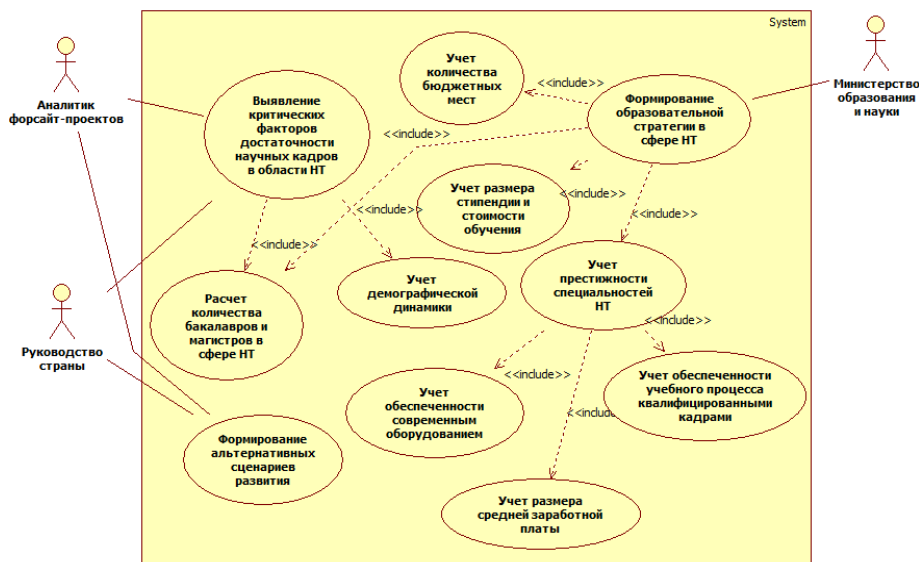


Рис. 1. Функциональные требования к имитационной модели

Для построения адекватной имитационной модели, отражающей динамику системы подготовки кадров для развития нанотехнологий, проведен комплексный анализ проблемы с помощью мнений экспертов, статистических данных [2, 3] и опросов.

Так, для выявления факторов, определяющих выбор абитуриентами места обучения, проведен опрос среди студентов ЮФУ ФВТ. Респондентам предлагалось оценить степень влияния размера стипендии, стоимости обучения и престижности профессии на выбор будущей специальности и места обучения. По результатам опроса рассчитаны взвешенные оценки факторов, а также накопленные проценты, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты обработки данных опроса студентов**

Параметр	Среднее значение оценки, балл	Процент, %	Кумулятивный процент, %
Стоимость обучения	0,84	24,56	24,56
Престижность специальности	0,82	23,98	48,54
Средний размер заработной платы по этой специальности	0,8	23,39	71,93
Количество бюджетных мест	0,78	22,81	94,74
Размер стипендии	0,18	5,26	100,00
Сумма	3,42	100	-

По данной таблице построена диаграмма Парето (рис. 2), позволяющая выделить наиболее значимые факторы. На диаграмме отчетливо видна область факторов, которые имеют наибольшее значение для абитуриентов: стоимость обучения, престижность специальности и средний размер заработной платы по специальности.

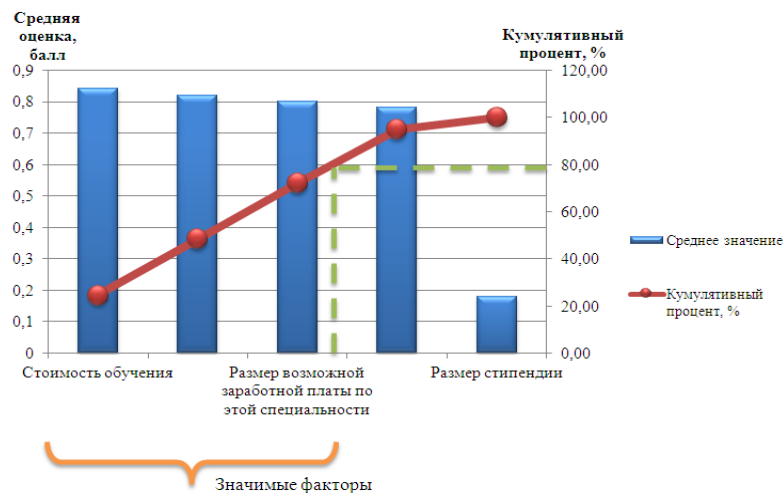


Рис. 2. Диаграмма Парето для определения значимых факторов при выборе места обучения

На втором этапе разработана имитационная модель, в структуре которой (рис. 3) можно выделить три взаимосвязанных компонента: первый описывает процесс принятия решений о поступлении на специальности, связанные с нанотехнологиями, второй – процесс обучения бакалавров и магистров, третий моделирует трудоустройство выпускников.

Параметры модели определены на основе анализа официальных статистических данных динамики показателей и прогнозов их изменения, включая данные о населении России в возрастной категории от 17 до 25 лет, численность выпускников школ и колледжей, конкурс на специальности «Нанотехнологии» и «Наноматериалы», численность бакалавров и магистров по этим специальностям и их трудоустройство, численность научных работников, занятых в исследуемой сфере, и др. [2, 3].

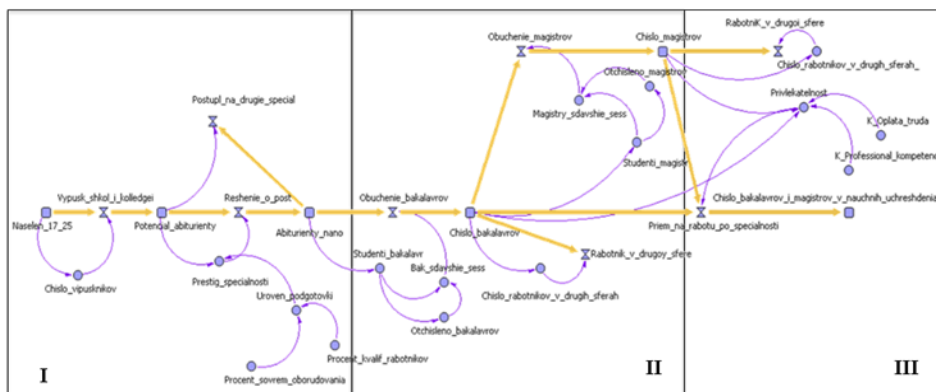


Рис. 3. Структура имитационной модели

На третьем этапе проведено исследование имитационной модели. Рассмотрим прогнозируемые результаты функционирования системы подготовки высококвалифицированных специалистов в сфере нанотехнологий, полученные в ходе имитационного эксперимента и проведем их анализ.

При построении графика, отражающего динамику численности абитуриентов, поступающих в высшие учебные заведения на специальности, связанные с нанотехнологиями (рис. 4,а), учитываются такие факторы, как известность специальности, число мест на бюджетной и коммерческой основе, стоимость обучения, престижность специальности и средний размер заработной платы по специальности.

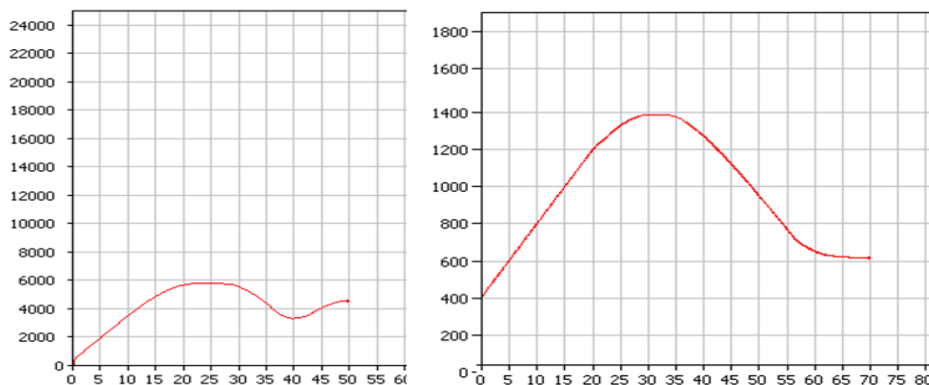


Рис. 4. Результаты имитационного моделирования: а – динамика численности абитуриентов, поступающих на специальности в области нанотехнологий; б – динамика численности бакалавров и магистров в научных учреждениях

Потенциальные абитуриенты принимают решение о поступлении на специальности в области нанотехнологий, учитывая престижность специальности, стоимость обучения, количества бюджетных мест и уровень подготовки, который, в свою очередь, определяется оснащённостью современным оборудованием и квалифицированными кадрами. Как показано на рис. 4,а, количество абитуриентов, поступающих на нанотехнологии, сначала растёт, так как престиж, формируемый общественным интересом к этой области, высокий. Далее интерес постепенно угасает и сдерживающими рост факторами становятся: стоимость обучения, количество бюджетных мест и недостаточный уровень обеспеченности учебного процесса. Так, например, в ЮФУ стоимость обучения по специальности «Нанотехнологии и микросистемная техника» составляет 112 000 руб. в год, при этом по специальности «Радиофизика» – 63 800 руб. в год. Если такое соотношение стоимости обучения по приоритетным направлениям и другим специальностям сохранится, то число потенциальных абитуриентов будет снижаться до некоторого значения, определяемого конкурсом и количеством бюджетных мест, как это показано на рис. 4,а. В этом случае базовая подготовка абитуриентов не может быть высокой и, соответственно, сложнее сформировать у выпускников требуемые компетенции.

Число бакалавров и магистров в научных учреждениях (рис. 4,б) зависит от следующих показателей: число мест на бюджетной и коммерческой основе, число предприятий, уровень финансирования, инвестиции, оплата труда.

Создание новых исследовательских центров, наукоградов, поддержка существующих научных центров, занимающихся нанотехнологиями, приводит к росту рабочих мест, которые занимают выпускники бакалавриата и магистратуры. Это отражается на росте показателя, приведенного на рис. 4,б. Однако, как показывает опыт проведения национальных проектов, выделенные средства распределяются и используются нерационально. Не создается инфраструктура и среда, способная в дальнейшем самостоятельно реализовывать цели таких проектов. В сфере нанотехнологий можно наблюдать подобные процессы. Если ситуация не изменится и

научные центры не будут проводить серьезных исследований и заниматься трансфером и диффузией технологий, то после завершения финансирования из федерального бюджета их число будет сокращаться, заработные платы сотрудников снижаться, соответственно, большее число работников будет уходить в другие сферы, как это показано на рис. 4,б.

В результате имитационного моделирования установлено наличие факторов, негативно влияющих на систему подготовки кадров для развития нанотехнологий, а также «критические» факторы, путем воздействия на которые можно повлиять на подготовку высококвалифицированных специалистов в области нанотехнологий, востребованных на рынке труда.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Малинецкий Г.* Доклад о перспективах РФ [http://www.nano\\_newsnet.ru/articles/2009/georgii-malinetskii-doklad-o-perspektivakh-rf](http://www.nano_newsnet.ru/articles/2009/georgii-malinetskii-doklad-o-perspektivakh-rf).
2. *Городникова Н.В. [и др.]*. Индикаторы науки. – М.: Теис, 2011.
3. Российский статистический ежегодник: Стат.сб./Росстат. – Р 76. – М., 2011. – 795 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор С.Л. Беляков.

**Корохова Елена Вячеславна** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: alen\_ko@mail.ru; 344090, г. Ростов-на-Дону, Мильчакова, 10, каб. 505; тел.: 88632696991, 89281113306; кафедра системного анализа и управления; к.т.н.; доцент.

**Петракова Анастасия Вадимовна** – e-mail: kaf\_sau@mail.ru; тел.: 892819525458, 88632696991; кафедра системного анализа и управления; магистрант.

**Шабаршина Ирина Сергеевна** – тел.: 88632696991; кафедра системного анализа и управления; к.м.н.; доцент.

**Пономарева Наталья Сергеевна** – e-mail: nataliaponomareva161@gmail.com; 344111, г. Ростов-на-Дону, ул. Орбитальная, 70/3, кв. 171; тел.: 88632370882, 89508625700; кафедра системного анализа и управления; к.т.н.

**Korokhova Elena Vyacheslavna** – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: alen\_ko@mail.ru; 10, Milchakova street, of. 505, Rostov-on-Don, 344090 Russia; phones: +78632696991; +79281113306; the department of systems analysis and control; cand. of eng. sc.; associate professor.

**Petrakova Anastasiya Vadimovna** – e-mail: kaf\_sau@mail.ru; phone: +792819525458, +78632696991; the department of systems analysis and control; graduate student.

**Shabarshina Irina Sergeevna** – phone: +78632696991; the department of systems analysis and control; cand. of math. sc.; associate professor.

**Ponomareva Natalia Sergeevna** – e-mail: nataliaponomareva161@gmail.com; 70/3, Orbitalnaya street, apt. 171, Rostov-on-Don, 344114, Russia; phone: +78632370882, +79508625700; the department of systems analysis and control; cand. of eng. sc.