

УДК 004.942

В.В. Быстров, А.В. Маслобоев, С.Н. Малыгина, Д.Н. Халиуллина

## **Разработка имитационных моделей кадровых потребностей базовых отраслей региональной экономики (на примере Мурманской области)**

V.V. Bystrov, A.V. Masloboev, S.N. Malygina, D.N. Khaliullina

## **Development of manpower needs simulation models for regional economics basic trades (by the example of the Murmansk region)**

**Аннотация.** Представлены результаты исследований в области создания средств информационно-аналитической поддержки управления кадровой безопасностью региональной экономики. Для поддержки принятия управленческих решений в сфере региональной кадровой политики разработаны имитационные модели кадровых потребностей базовых отраслей региональной экономики на примере Мурманской области. Представлены примеры моделей, обеспечивающих прогноз кадровых потребностей горнодобывающей и торговой отраслей экономики региона.

**Abstract.** The paper represents research and work-out results in the field of model and software development for personnel security management information and analytical support of the regional economics. For decision-making support in the field of regional personnel policy manpower needs simulation models of the regional economics basic trades by the example of the Murmansk region have been developed. Some model examples providing manpower needs prediction and assessment for mining industry and trade business have been represented.

**Ключевые слова:** концептуальная модель, имитационное моделирование, системная динамика, информационная поддержка, управление, кадровая безопасность, региональная экономика, арктический регион

**Key words:** conceptual model, simulation, system dynamics, information support, management, personnel security, regional economics, Arctic region

### **1. Введение**

Современное геополитическое и социально-экономическое положение Арктической зоны Российской Федерации (АЗ РФ) предопределяет природу возникновения ряда проблем внешнего и внутреннего характера (экономических, демографических, социальных и т.д.), касающихся различных аспектов обеспечения комплексной безопасности развития арктических территорий. Наиболее острыми и малоизученными среди них являются проблемы формирования социальной и кадровой политики арктических регионов, превращающихся в одну из основных баз будущего развития страны. Решение этих проблем является стратегической задачей государственной важности. Объектами социальной и кадровой политики арктических регионов являются все категории и группы населения, поскольку именно население является исходной базой для формирования количественных и качественных характеристик трудовых ресурсов.

Согласно "Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года" (*Стратегия...*, 2013) одной из важнейших задач управления рискоустойчивым развитием экономики арктических регионов является обеспечение их кадровой безопасности. Кадровая безопасность является одной из составляющих экономической безопасности (*Погодина, Фраймович, 2010*), которая непосредственно влияет на комплексную безопасность развития региона наряду с другими видами региональной безопасности. Соответствующее кадровое обеспечение региональной экономики позволяет создать благоприятные условия для экономического роста, обеспечивает социальную стабильность и возможность выхода на новый технологический уровень.

Пилотным полигоном исследований является Мурманская область как наиболее изученный арктический регион, стратегически значимый с точки зрения своего геополитического и геоэкономического положения, роли в обеспечении обороноспособности страны, запасов природных ресурсов. Регион характеризуется исторически сложившимся небольшим числом развитых (регионообразующих) отраслей (минерально-сырьевая база – горнопромышленный комплекс, рыбопромысловая база, оборонно-промышленный комплекс, энергетика), наличием градообразующих предприятий. Для обеспечения кадровой безопасности региона необходимо подготавливать и распределять трудовые ресурсы так, чтобы они обеспечивали кадровые потребности различных отраслей.

В работе представлены результаты исследований в области разработки имитационных моделей кадровых потребностей базовых отраслей экономики Мурманской области (на примере горнодобывающей и торговой отраслей). Созданные модели являются эффективным инструментом информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений в сфере кадровой безопасности региона и позволяют оценить потенциальные возможности региональной системы подготовки кадров, а также выявить проблемные зоны по обеспечению региона трудовыми ресурсами.

## **2. Имитационные модели поддержки управления кадровой безопасностью региона**

В качестве основного метода организации имитационного моделирования процессов формирования кадровых потребностей региональной экономики используется метод системной динамики (Путилов, Горохов, 2002). Данный метод применяется для исследования динамически сложных слабо формализованных процессов с множественными обратными связями, что затрудняет применение аналитических методов для их моделирования. С развитием вычислительных ресурсов имитационное моделирование на основе метода системной динамики все шире используется в области исследования социально-экономических систем и процессов.

На основе созданной формальной концептуальной модели кадровой безопасности региона, представленной в работе (Маслобоев, 2013), разработана системно-динамическая модель регионального рынка труда. Переход от концептуальной модели к модели системной динамики реализован на основе разработанного в Институте информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН метода концептуального синтеза динамических моделей сложных систем, обеспечивающего синтез моделей системной динамики из соответствующих концептуальных моделей, подробно рассмотренного в работе (Путилов, Горохов, 2002).

При разработке системно-динамической модели регионального рынка труда учитывались следующие факторы, влияющие на кадровую безопасность региона:

- *экономические* (банкротство убыточных предприятий в регионе, создание новых предприятий);
- *демографические* (естественный прирост, возрастная структура, квалификационная структура, структура трудовых ресурсов региона, миграция населения, уровень подвижности трудовых ресурсов);
- *социальные* (службы занятости, уровень безработицы);
- *техничко-технологические* (подготовка и переподготовка квалифицированных специалистов в регионе).

Разработанная системно-динамическая модель регионального рынка труда состоит из следующих основных блоков (подмоделей):

- 1) трудовые ресурсы (для каждой базовой отрасли региона);
- 2) система образования;
- 3) отрасль производства, в том числе предприятия и персонал;
- 4) население региона;
- 5) фонд перераспределения трудовых ресурсов.

Основной задачей подмодели "Отрасль производства" является имитация процессов в региональной экономике, влияющих на возникновение и ликвидацию рабочих мест в каждой базовой отрасли региона. Данный вид подмодели состоит из двух компонентов: "Предприятия" и "Персонал". Компонент "Предприятия" отражает классификацию предприятий в зависимости от численности рабочих мест (малые, средние, крупные) и имитирует процесс возникновения и ликвидации предприятий, а также их реструктуризацию (переход на следующий уровень развития). Это позволяет отслеживать количество рабочих мест. Компонент "Персонал" отражает движение трудовых ресурсов в конкретной отрасли (наем, увольнение) и наличие свободных и занятых мест, что позволяет оценить нехватку кадров определенной категории.

Далее в качестве примера будет рассмотрена реализация имитационных моделей кадровых потребностей горнодобывающей и торговой отраслей региональной экономики (на примере Мурманской области). Для разработки имитационных моделей использовалась инструментальная среда моделирования PowerSim Studio 2009 (Олейник, Лексиков, 2008).

### **2.1. Имитационная модель кадровых потребностей горнодобывающей отрасли Мурманской области**

Кадры горнодобывающей промышленности являются активной частью производственных сил, и от степени их подготовки, компетенции, оптимальности расстановки на производстве, уровня организации и стимулирования их труда зависит эффективность работы каждого предприятия и отрасли в целом. Поэтому задача прогнозирования кадровой потребности именно этой отрасли имеет принципиальное значение для региональной экономики Мурманской области.

Математическая модель, позволяющая анализировать динамику численности предприятий, вакантных рабочих мест и занятых в горнодобывающей отрасли, описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$dPr/dt = MVP - MLP,$$

где  $Pr$  – количество имеющихся в регионе предприятий горнодобывающей отрасли;  $MVP$  – количество возникших малых предприятий;  $MLP$  – количество ликвидированных малых предприятий.

В данной отрасли рассматриваются только малые предприятия, поскольку анализ статистических данных показал, что за последние десятилетия динамика среди крупных и средних предприятий в горной промышленности не прослеживалась.

$$dN/dt = Im - Em + R - S,$$

где  $N$  – численность населения;  $Im$  – иммиграция населения;  $Em$  – эмиграция населения;  $R$  – рождаемость;  $S$  – смертность.

$$d(rmt)/dt = voz - likv,$$

где  $rmt$  – количество вакантных рабочих мест в горнодобывающей отрасли;  $voz$  – число возникших рабочих мест;  $likv$  – число ликвидированных рабочих мест.

$$dZ/dt = prin - ush,$$

где  $Z$  – количество людей, занятых в горнодобывающей отрасли;  $prin$  – число принятых на работу людей;  $ush$  – число людей, ушедших с работы.

Сложность исследования предметной области приводит к тому, что для некоторых параметров модели невозможно с точностью указать функциональную зависимость от других элементов. Одним из эффективных методов моделирования и прогнозирования, который позволяет определить динамику отдельных показателей во взаимосвязи друг с другом, является регрессионный анализ (Дрейнер, Смит, 1986).

Основной целью регрессионного анализа является необходимость установить конкретную аналитическую зависимость одного или нескольких результативных показателей от одного или нескольких признаков-факторов. В работе в качестве метода оценивания параметров регрессии применяется метод наименьших квадратов, поскольку он дает вполне эффективные оценки, которые являются линейными функциями от наблюдаемых значений.

Исходной информацией для обработки явились данные демографической статистики о численности населения Мурманской области, а также сведения Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области о среднегодовой численности работающих, о численности занятых по видам экономической деятельности и другие данные с 2005 по 2011 год (Территориальный орган ФСГС по Мурманской области; Статистический сборник, 2009; Статистические ежегодники, 2009-2012).

Анализ статистических данных и регрессионный анализ позволили определить вид функциональной зависимости следующих параметров модели.

*Количество возникающих малых предприятий.* Оценивалась зависимость данного параметра от оборота добычи полезных ископаемых на предприятиях, добычи полезных ископаемых и количества предприятий:

$$MVP = f_1(Ob, dpu, pr);$$

$$MVP = 0.117 + 5.895 \cdot 10^{-3} \cdot Ob - 1.432 \cdot 10^{-5} \cdot dpu + 0.072 \cdot pr,$$

где  $Ob$  – оборот добычи полезных ископаемых на предприятиях;  $dpu$  – добыча полезных ископаемых;  $pr$  – количество малых предприятий.

*Количество ликвидированных малых предприятий.* Оценивалась зависимость данного параметра от оборота добычи полезных ископаемых на предприятиях, добычи полезных ископаемых и количества предприятий:

$$MLP = f_2(Ob, dpu, pr);$$

$$MLP = 0.369 + 1.585 \cdot 10^{-3} \cdot Ob + 3.056 \cdot 10^{-5} \cdot dpu - 7.767 \cdot pr,$$

где  $Ob$  – оборот добычи полезных ископаемых на предприятиях;  $dpu$  – добыча полезных ископаемых;  $pr$  – количество малых предприятий.

*Возникающие рабочие места на крупных предприятиях.* Оценивалась зависимость данного параметра от оборота добычи полезных ископаемых на предприятиях и добычи полезных ископаемых:

$$vrm\_kr\_pr = f_3(Ob, dpu);$$

$$vrm\_kr\_pr = 2.152 \cdot 10^3 - 0.073 \cdot Ob + 0.092 \cdot dpu,$$

где  $Ob$  – оборот добычи полезных ископаемых на предприятиях;  $dpu$  – добыча полезных ископаемых.

*Ликвидированные рабочие места на крупных предприятиях.* Оценивалась зависимость данного параметра от оборота добычи полезных ископаемых на предприятиях и добычи полезных ископаемых:

$$lrm\_kr\_pr = f_4(Ob, dpu);$$

$$lrm\_kr\_pr = 1.956 \cdot 10^3 - 0.029 \cdot Ob + 0.043 \cdot dpu,$$

где  $Ob$  – оборот добычи полезных ископаемых на предприятиях;  $dpu$  – добыча полезных ископаемых.

Коэффициент корреляции, который позволяет выяснить степень связанности элементов, по каждому из параметров имеет следующие значения:

- по возникающим рабочим местам на крупных предприятиях  $r = 0.775$ ;
- по ликвидированным рабочим местам на крупных предприятиях  $r = 0.634$ ;
- по количеству возникающих малых предприятий  $r = 0.421$ ;
- по количеству ликвидированных малых предприятий  $r = 0.71$ .

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что все рассмотренные показатели имеют тесную корреляционную связь. Это дает возможность использовать полученные зависимости для построения имитационной модели кадровой потребности горнодобывающей отрасли Мурманской области.

Разработанная системно-динамическая модель включает в себя несколько блоков, которые отражают направленность каждого элемента.

**Население области.** К основным задачам блока относятся: моделирование динамики изменения общей численности населения, учет рождаемости, смертности, иммиграции и эмиграции населения, а также количества рабочих мест по Мурманской области во всех отраслях и др.

**Население, занятое в горнодобывающей отрасли.** В данном блоке оценивается численность населения, которое работает в рассматриваемой отрасли, количество безработных, принятых на работу, уволенных по различным причинам, а также количество рабочих мест в горнодобывающей отрасли и др.

**Рабочие места горнодобывающей отрасли.** Данный блок отражает количество возникших, ликвидированных, а также вакантных рабочих мест рассматриваемой отрасли, количество принятых, ушедших с работы людей по различным причинам, а также среднее число рабочих на предприятии горнодобывающей отрасли и др.

**Рабочие места крупных предприятий горнодобывающей отрасли.** Данный блок включает в себя следующие параметры: добыча полезных ископаемых, их оборот, количество возникших и ликвидированных рабочих мест на крупных предприятиях области и количество данных предприятий.

Общий вид созданной системно-динамической модели представлен на рис. 1.

Для повышения уровня доверия к результатам моделирования были проведены процедуры верификации, в ходе которых проверены логические взаимосвязи для подтверждения верности логической структуры разработанной модели. Верификация производилась с имеющимися фактическими данными (*Территориальный орган ФС ГС по Мурманской области; Статистический сборник, 2009; Статистические ежегодники, 2009-2012*).

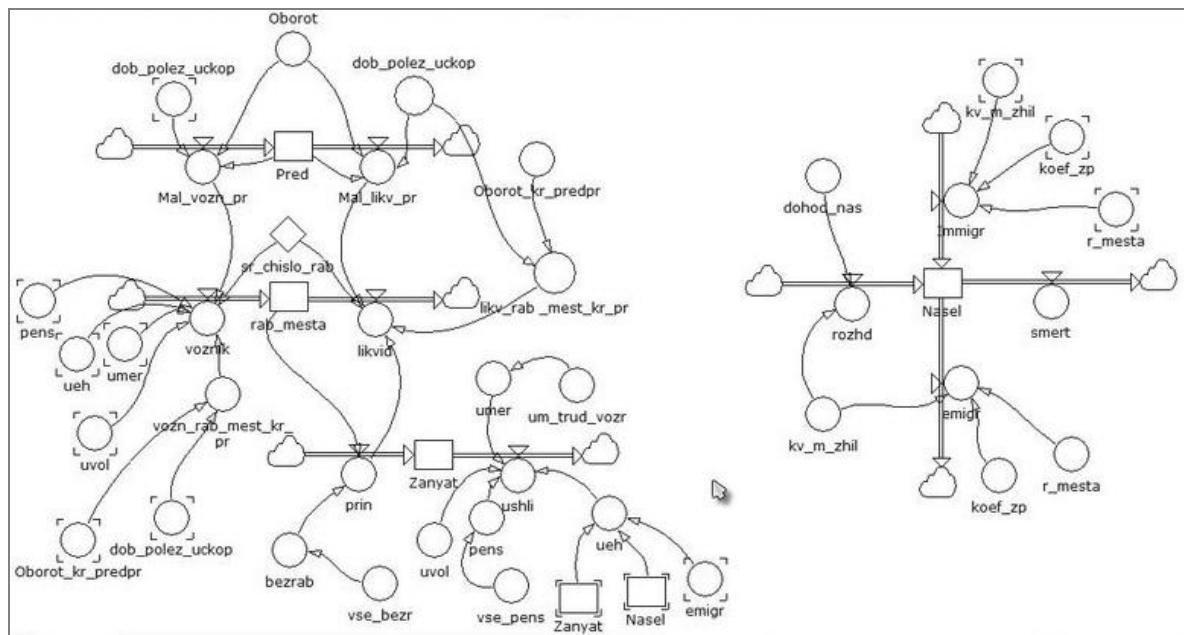


Рис. 1. Системно-динамическая модель кадровой потребности горнодобывающей отрасли

Результаты сравнения фактических данных и результатов, полученных по модели по следующим параметрам: возникшие рабочие места, ликвидированные рабочие места, занятые рабочие места, представлены на рис. 2-4.

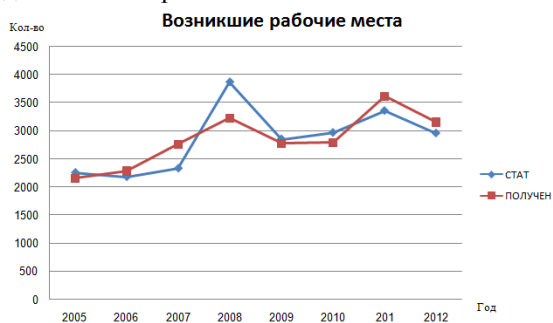


Рис. 2. Сравнение результатов моделирования с фактическими данными по показателю "Возникшие рабочие места"

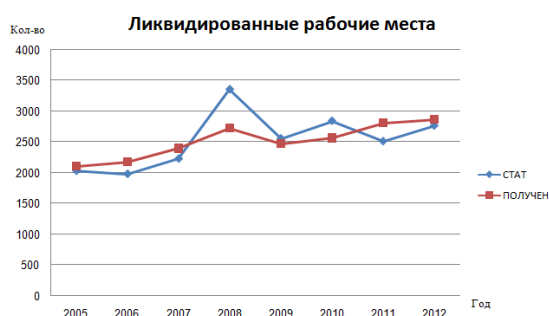


Рис. 3. Сравнение результатов моделирования с фактическими данными по показателю "Ликвидированные рабочие места"

Анализ представленных данных показывает, что моделирование в целом воспроизводит фактические результаты. В первом случае средняя ошибка отклонения составляет 7,4 %, во втором – 7,3 %, в третьем – 3,7 %. По результатам проведения процедур верификации был сделан вывод о том, что поведение модели, в целом, согласуется с экспертными представлениями о предметной области и модель имеет верную логическую структуру. Поэтому ее можно использовать для прогнозирования и сценарного анализа поведения сложной системы кадровой потребности региона.

Результаты проверки адекватности модели кадрового обеспечения горнодобывающей отрасли (проверки абсолютной и относительной погрешностей) показали, что данные отличаются в среднем на 6 %, что является хорошим показателем и дает возможность использовать созданную модель для прогнозирования кадровой потребности горнодобывающей отрасли Мурманской области.

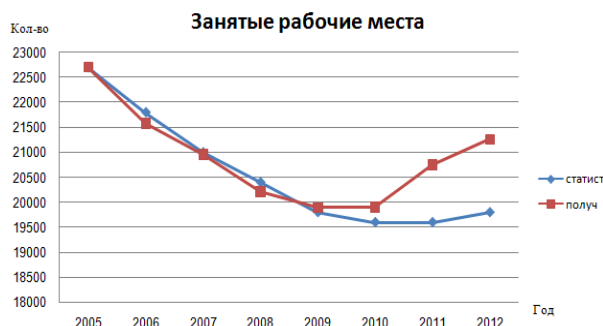


Рис. 4. Сравнение результатов моделирования с фактическими данными по показателю "Занятые рабочие места"

## 2.2. Имитационная модель кадровых потребностей торговой отрасли Мурманской области

Цель создания имитационной модели – проследить динамику потребности в кадрах для торговой отрасли. Были выделены следующие основные составляющие модели:

- блок "Предприятия" – имитируется процесс создания и ликвидации предприятий в торговой отрасли;
- блок "Рабочие места" – предназначается для имитации возникновения и ликвидации рабочих мест в отрасли (т.е. с помощью этого блока можно проследить динамику вакантных рабочих мест);
- блок "Занятость" – отвечает за имитацию динамики численности занятых в торговой отрасли.

Динамику численности предприятий, вакантных рабочих мест и занятых в торговой отрасли можно описать системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} dPr/dt &= V - L; \\ drmt/dt &= voz - lik; \\ dZt/dt &= prin - ush, \end{aligned}$$

где  $Pr$  – количество имеющихся предприятий торговой отрасли;  $V$  – количество возникших предприятий;  $L$  – количество ликвидированных предприятий;  $rmt$  – количество рабочих мест в торговой отрасли;  $voz$  –

количество возникших рабочих мест;  $lik$  – количество ликвидированных рабочих мест;  $Zt$  – количество людей, занятых в торговле;  $prin$  – количество людей, принятых на работу в торговой отрасли;  $ush$  – количество людей, ушедших с работы из торговой отрасли.

На возникновение и ликвидацию предприятий в торговой отрасли влияют численность экономически активного населения  $EAN$ , прибыль предприятий  $pr$ , доход населения  $dn$ , а также число уже имеющихся предприятий  $Pr$ . Следовательно, эти элементы модели можно описать следующими зависимостями:

$$V = f(EAN, dn, Pr, pr);$$

$$L = g(EAN, dn, Pr, pr).$$

Для вычисления этих показателей были построены уравнения линейной множественной регрессии.

Возникающие предприятия:

$$V = 158.033 - 3.825 \cdot 10^{-4} EAN + 2.305 \cdot 10^{-3} dn + 0.055 Pr + 2.566 \cdot 10^{-10} pr.$$

Ликвидированные предприятия:

$$L = 523.594 - 4.278 \cdot 10^{-4} EAN + 1.586 \cdot 10^{-3} dn - 0.107 Pr - 6.374 \cdot 10^{-8} pr.$$

Новые вакантные места могут возникнуть при создании новых предприятий и за счет увольнения работников по разным причинам, следовательно, возникновение новых рабочих мест описывается следующим уравнением:

$$voz = V \cdot scr + p + uh + um + uv,$$

где  $scr$  – среднее число рабочих на предприятии торговой отрасли;  $p$  – число людей, ушедших с работы в торговой отрасли по причине пенсионного возраста;  $uh$  – число людей, ушедших с работы в торговой отрасли по причине переезда;  $um$  – число умерших в трудоспособном возрасте людей, при жизни работавших в торговой отрасли;  $uv$  – число людей, уволенных с работы.

Причинами сокращения рабочих мест могут быть как ликвидация предприятий, так и принятие на свободные рабочие места работников, поэтому ликвидация рабочих мест описывается уравнением

$$lik = L \cdot scr + prin,$$

где  $scr$  – среднее число рабочих на предприятии торговой отрасли;  $prin$  – число людей, принятых на работу в торговой отрасли.

Число работников, ушедших на пенсию, вычисляется как доля от общего числа пенсионеров области  $vp$ :

$$p = k_p \cdot vp.$$

Аналогично вычисляется количество уволенных по причине смерти:

$$um = k_u \cdot utv,$$

где  $utv$  – общее число умерших в трудоспособном возрасте по области.

Число уволенных по причине переезда описывается следующим выражением:

$$uh = (Em/N) \cdot Zt \cdot k_{em},$$

где  $Em$  – число людей, эмигрировавших из области;  $N$  – общая численность населения области;  $Zt$  – количество людей, занятых в торговле;  $k_{em}$  – доля уехавших из области, работавших в торговой отрасли.

На свободные рабочие места  $rmt$  принимаются люди из числа безработных  $vb$ , способных работать в данной отрасли  $bezr$ . Они могут занять все рабочие места, если их число превышает эту величину:

$$prin = \begin{cases} rmt, & \text{если } rmt \leq bezr, \\ bezr, & \text{иначе} \end{cases}$$

$$bezr = k_{org} \cdot vb,$$

где  $k_{org}$  – доля людей, способных работать в торговой отрасли.

На основе представленной математической модели в среде системно-динамического моделирования Powersim была создана имитационная модель кадровой потребности торговой отрасли Мурманской области. Реализация основных блоков модели рассматривается ниже.

На рис. 5 представлен блок "Предприятия" модели, основными элементами которого являются уровень  $Predpr$  (количество предприятий торговой отрасли Мурманской области), регулируемый потоками  $voz$  (количество возникших предприятий) и  $lik$  (количество ликвидированных предприятий). Эти потоки вычисляются через переменные  $EAN$  (численность экономически активного населения),  $dohod\_nas$  (доходы населения) и  $pribyl$  (прибыль предприятий).

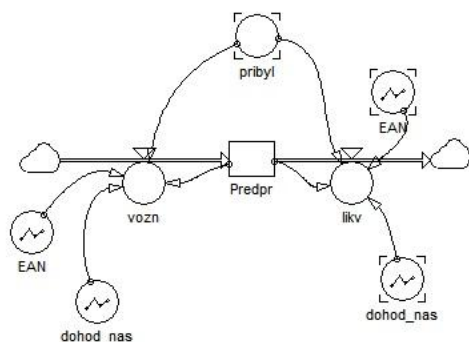


Рис. 5. Блок "Предприятия" системно-динамической модели

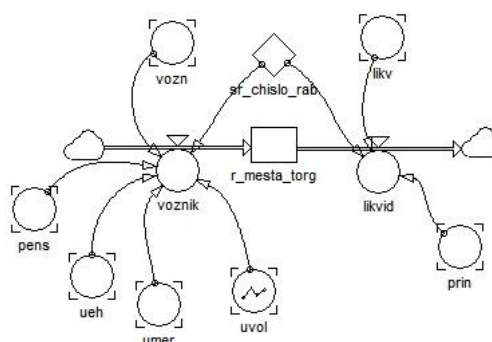


Рис. 6. Блок "Рабочие места" системно-динамической модели

Блок "Рабочие места" представлен на рис. 6. Основными элементами этого блока являются уровень  $r\_mesta\_torg$  (количество рабочих мест в торговой отрасли), потоки  $voznik$  (количество возникших рабочих мест) и  $likvid$  (число ликвидированных рабочих мест). Также здесь используются переменные  $vozn$  и  $likv$ , которые вычисляются в блоке "Предприятия",  $pens$  (число людей, уволившихся по причине выхода на пенсию),  $ueh$  (число людей, уволившихся по причине переезда в другой регион),  $umer$  (число умерших людей, которые при жизни работали в торговой отрасли),  $uvol$  (число уволенных с работы по другим причинам),  $prin$  (число людей, принятых на работу), вычисляемые в блоке "Занятость".

Блок "Занятость" представлен на рис. 7. Основными элементами этого блока являются уровень  $Zanyat\_torg$  (численность людей, занятых в торговой отрасли в Мурманской области) и потоки  $prin$  (численность людей, принятых на работу),  $ushli$  – общая численность уволившихся людей, также здесь используются вспомогательные переменные  $bezrab$  (количество безработных, которые могут работать в торговой отрасли),  $vse\_bezr$  (общее число безработных по Мурманской области),  $pens$  (число людей, которые уволились с работы по причине наступления пенсионного возраста),  $ueh$  (число людей, уволившихся с работы по причине переезда в другой регион),  $umer$  (число умерших людей, которые при жизни работали в торговой отрасли),  $uvol$  (число уволенных с работы по причинам, не перечисленным выше),  $vse\_pens$  (общее число пенсионеров по Мурманской области),  $Nasel$  (численность населения области),  $emigr$  (численность эмигрировавшего населения),  $um\_trud\_vozr$  (общая численность людей, умерших в трудовом возрасте),  $r\_mesta\_torg$  (количество рабочих мест в торговой отрасли).

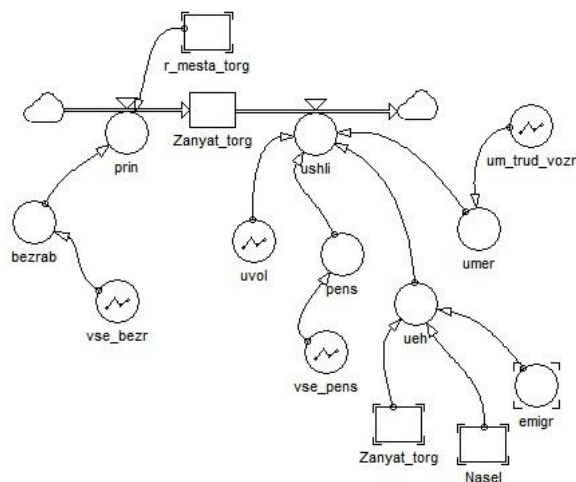


Рис. 7. Блок "Занятость" системно-динамической модели

Для модели использованы данные из статистических сборников и информация, опубликованная на официальном сайте территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области (*Территориальный орган ФСГС по Мурманской области; Статистический сборник, 2009; Статистические ежегодники, 2009-2012*), которые дают возможность проверить адекватность модели трудовых ресурсов торговой отрасли путем сравнения статистических и полученных результатов. Результаты верификации модели представлены на рис. 8-13.

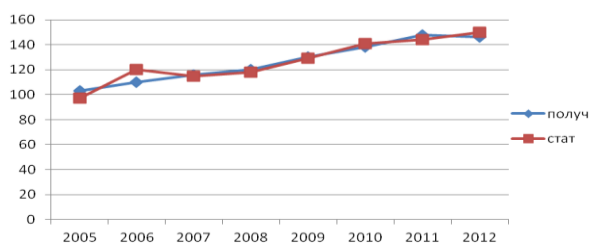


Рис. 8. Количество возникших предприятий в торговой отрасли (отклонение 3.1 %)

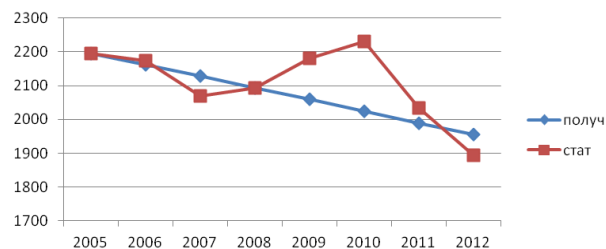


Рис. 9. Общее количество предприятий в торговой отрасли (отклонение 3.5 %)

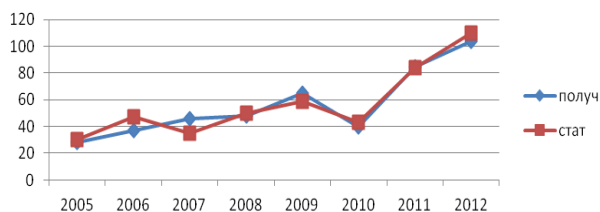


Рис. 10. Количество ликвидированных предприятий в торговой отрасли (отклонение 9.8 %)

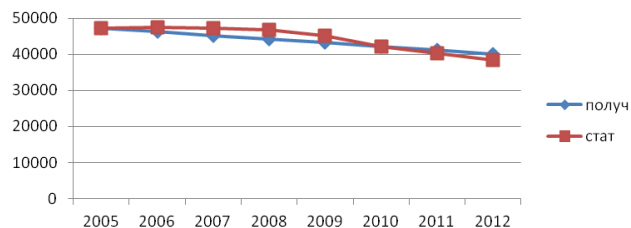


Рис. 11. Количество занятых в торговле (отклонение 2.7 %)

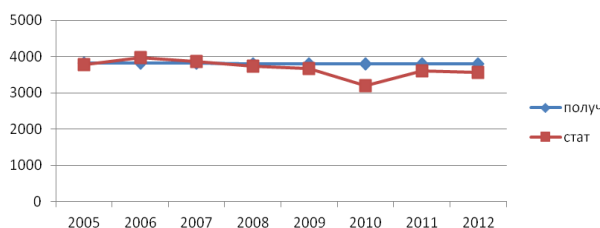


Рис. 12. Количество уволившихся из торговой отрасли (отклонение 4.8 %)

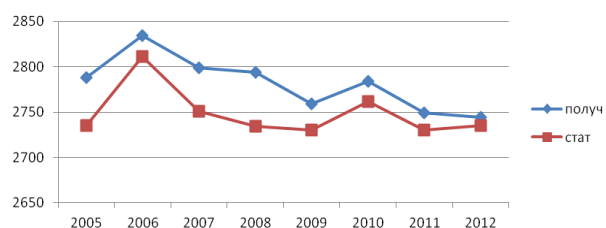


Рис. 13. Количество принятых на работу в торговой отрасли (отклонение 2.1 %)

Проверка адекватности модели кадрового обеспечения торговой отрасли показала отклонение от статистических данных в среднем на 4 % по следующим параметрам: общее количество предприятий, количество возникших и ликвидированных предприятий, количество рабочих мест, количество людей, занятых в торговой отрасли, количество уволившихся людей, а также количество людей, принятых на работу. Представленная системно-динамическая модель позволяет проследить динамику изменения потребности в кадрах в торговой отрасли региона, поэтому ее можно использовать в качестве одной из составляющих модели кадровой безопасности региона.

### 3. Заключение

В ходе проведенных исследований получены следующие основные результаты:

1. На основе созданной концептуальной модели кадровой безопасности региона (Маслобоев, 2013) разработана системно-динамическая модель регионального рынка труда, обеспечивающая прогноз кадровых потребностей базовых отраслей региональной экономики на основе имитационного моделирования. Модель позволяет оценить потенциальные возможности региональной системы подготовки кадров и выявить проблемные зоны по обеспечению региона трудовыми ресурсами.

2. Для информационной поддержки принятия решений в сфере региональной кадровой политики разработаны имитационные модели кадровых потребностей базовых отраслей региональной экономики (на примере горнодобывающей и торговой отраслей Мурманской области). Созданные модели позволяют оценить кадровую потребность различных отраслей народного хозяйства и перенасыщенность кадров отдельных категорий работников, а также уровень безработицы. Модели отражают специфику отраслевой направленности региона и представляют собой инструмент поддержки принятия управленческих решений в сфере региональной кадровой политики, предназначенный для региональных органов исполнительной государственной власти и отделов по управлению кадрами предприятий региона.



## Литература

- Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М., Наука, 720 с., 1986.
- Маслобоев А.В. Мультиагентные модели и средства информационной поддержки управления кадровой безопасностью региональной экономики. *Качество. Инновации. Образование*, № 10(101), с. 66-75, 2013.
- Олейник А.Г., Лексиков А.Н. Инструментальные средства интерактивного формирования имитационных моделей деятельности региональной системы профессионального образования. *Труды Института системного анализа РАН: Прикладные проблемы управления макросистемами*, М., Книжный дом "ЛИБРОКОМ", т. 39, с. 267-276, 2008.
- Погодина И.В., Фраймович Д.Ю. Оценка экономической безопасности региона через призму категории "кадровый потенциал". *Национальная безопасность*, № 6, с. 121-125, 2010.
- Путилов В.А., Горохов А.В. Системная динамика регионального развития. Мурманск, НИЦ "Пазори", 306 с., 2002.
- Статистический сборник "Мурманская область в цифрах" 2008. Федеральная служба государственной статистики, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. Мурманскстат, 155 с., 2009.
- Статистический ежегодник 2008. Там же, 247 с., 2009.
- Статистический ежегодник 2009. Там же, 261 с., 2010.
- Статистический ежегодник 2010. Там же, 246 с., 2011.
- Статистический ежегодник 2011. Там же, 239 с., 2012.
- Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года (утверждено Указом Президентом РФ 20.02.2013 г.). URL: <http://government.ru/news/432>.
- Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. URL: <http://murmanskstat.gks.ru>.

## References

- Drejper N., Smit G. Prikladnoj regressionnyj analiz [Applied regression analysis]. M., Nauka, 720 p., 1986.
- Masloboev A.V. Mul'tiagentnye modeli i sredstva informacionnoj podderzhki upravlenija kadrovoy bezopasnost'ju regional'noj jekonomiki [Agent-based models and software for personnel security management information support of regional economics]. *Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie*, № 10(101), p. 66-75, 2013.
- Olejnik A.G., Leksikov A.N. Instrumental'nye sredstva interaktivnogo formirovaniya imitacionnyh modelej dejatel'nosti regional'noj sistemy professional'nogo obrazovaniya [Software tooling system for interactive synthesis of regional professional education system activities simulation models]. *Trudy Instituta sistemnogo analiza RAN: Prikladnye problemy upravlenija makrosistemami*, M., Knizhnyj dom "LIBROKOM", v. 39, p. 267-276, 2008.
- Pogodina I.V., Frajmovich D.Ju. Ocenka jekonomicheskoy bezopasnosti regiona cherez prizmu kategorii "kadrovyj potencial" [Economic security assessment of the region within the prism of "manpower potential" category]. *Nacional'naja bezopasnost'*, № 6, p. 121-125, 2010.
- Putilov V.A., Gorohov A.V. Sistemnaja dinamika regional'nogo razvitija [System dynamics of regional development]. Мурманск, NIC "Pazori", 306 p., 2002.
- Statisticheskij sbornik "Murmanskaja oblast' v cifrah" 2008 [Murmansk region in figures]. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki, Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Murmanskoy oblasti. Мурманскстат, 155 p., 2009.
- Statisticheskij ezhegodnik 2008 [Statistical yearbook]. *ibid.*, 247 p., 2009.
- Statisticheskij ezhegodnik 2008 [Statistical yearbook]. *ibid.*, 261 p., 2010.
- Statisticheskij ezhegodnik 2008 [Statistical yearbook]. *ibid.*, 246 p., 2011.
- Statisticheskij ezhegodnik 2008 [Statistical yearbook]. *ibid.*, 239 p., 2012.
- Strategija razvitija Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii i obespechenija nacional'noj bezopasnosti na period do 2020 goda [Development strategy of Arctic zone of the Russian Federation and national security support until 2020] (utverzhdeno Ukazom Prezidentom RF 20.02.2013 g.). URL: <http://government.ru/news/432>.
- Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Murmanskoy oblasti [Territorial body of the State statistics federal service in the Murmansk region]. URL: <http://murmanskstat.gks.ru>.

**Информация об авторах**

**Быстров Виталий Викторович** – Институт информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН, канд. техн. наук, доцент, науч. сотрудник, e-mail: vitbist@mail.ru

**Bystrov V.V.** – Institute for Informatics and Mathematical Modeling of Technological Processes KSC RAS, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Research Fellow, e-mail: vitbist@mail.ru

**Маслобоев Андрей Владимирович** – Институт информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН, канд. техн. наук, доцент, стар. науч. сотрудник, e-mail: masloboev@iimm.ru

**Masloboev A.V.** – Institute for Informatics and Mathematical Modeling of Technological Processes KSC RAS, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Senior Research Fellow, e-mail: masloboev@iimm.ru

**Мальгина Светлана Николаевна** – Институт информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН, канд. техн. наук, науч. сотрудник, e-mail: malygina@iimm.ru

**Malygina S.N.** – Institute for Informatics and Mathematical Modeling of Technological Processes KSC RAS, Cand. of Tech. Sci., Research Fellow, e-mail: malygina@iimm.ru

**Халиуллина Дарья Николаевна** – Институт информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН, мл. науч. сотрудник, e-mail: khaliullina@iimm.ru

**Khaliullina D.N.** – Institute for Informatics and Mathematical Modeling of Technological Processes KSC RAS, Junior Research Fellow, e-mail: khaliullina@iimm.ru