

10.18. ИНСТРУМЕНТАРИЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРНОГО ДИСБАЛАНСА НА РЫНКАХ ТРУДА И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ: СХЕМА ФОРМАЛИЗАЦИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)¹

Нагимов Р.М., м.н.с. сектора экономико-математического моделирования

*Институт социально-экономических исследований
Уфимского научного центра Российской Академии наук*

[Перейти на Главное МЕНЮ](#)
[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)

В статье дается формализация агент-ориентированной модели регулирования структурного дисбаланса на рынках труда и образовательных услуг, позволяющее определить структурное соответствие рынка образовательных услуг меняющимся потребностям рынка труда. Приводятся результаты экспериментов по управлению поведением агентов (абитуриентов) в модели при выборе специальности путем проигрывания различных сценариев.

Сегодня актуальна проблема дисбаланса профессионального соответствия кадров на рынках труда и образовательных услуг как в Российской Федерации, так и в Республике Башкортостан. В то же время мы вынуждены говорить об отсутствии комплексного, методологически обоснованного инструментария моделирования, способного использовать имеющийся информационно-аналитический потенциал региона, а также об отсутствии гибкой модели, наглядно отражающей протекающие процессы рынков труда и образовательных услуг. Используемые в настоящее время методы и методики прогнозирования рынка труда не в полной мере отвечают требованиям компактности, надежности и оперативности, а следовательно, не могут обеспечить требуемый инструментарий для формирования заказа на профессиональное образование на уровне субъектов Федерации. Данную проблему предлагается устранить путем комбинации существующих подходов, когда слабые стороны одного подхода будут компенсированы сильными сторонами другого.

Для выявления преимуществ и недостатков рассмотренных подходов был проведен аналитический обзор информационных систем, реализующих соответствующие методы моделирования и применяемые в реальной практике. Системы анализировались с точки зрения выполняемых функций, методов и моделей прогнозирования, лежащих в основе математического обеспечения, информационных компонентов, структуры и средств реализации. В целом анализ показал, что в рамках данных подходов отсутствует методологически обоснованный инструментарий, который позволял бы получить прогноз на основании государственных мер, направленных на уменьшение структурного дисбаланса рынков труда и образовательных услуг, кроме того, не существует методики оценки влияния государственных механизмов на эти рынки. Проведенный анализ моделей и методов прогно-

зирования выпуска и потребности специалистов на рынках труда и образовательных услуг позволил выдвинуть гипотезу о том, что наиболее предпочтительным для прогнозирования является *АОМ*, позволяющая моделировать закономерности поведения множества однотипных субъектов в виде рационально действующих агентов.

В практическом смысле применение такой технологии создает основу для формирования в рамках перераспределения потока учащихся гибкого контура управления с обратной связью, позволяя в диалоговом режиме осуществлять прогнозирование и одновременно настраивать систему для достижения требуемого качества прогноза. Модель может содержать более миллиона подобных агентов, что делает ее наиболее приближенной к существующим реалиям. Наличие такого инструментария позволит создать основу для существенного повышения эффективности региональной экономической политики в вопросах выпуска и трудоустройства специалистов.

Решение поставленной задачи подразумевает разработку и реализацию агент-ориентированной модели оценки спроса и предложения на региональном рынке труда в программной среде имитационного моделирования AnyLogic, которая будет отражать в себе основные пункты комбинированного подхода:

- прогнозирование бюджетных отраслей на основе нормативного подхода;
- прогнозирование отраслей материального производства (нормативный + динамический + экспертные оценки);
- прогнозирование экономической активности населения;
- прогнозирование спроса на образовательные услуги.

Кроме возможности построения гибких и наглядных моделей с высоким уровнем визуализации, программная среда AnyLogic обладает возможностью построения оптимизационных экспериментов, основанных на автоподборе варьируемых параметров, при которых достигается оптимальное значение заданной целевой функции.

В статье рассматривается агент-ориентированная модель регулирования структурного дисбаланса рынков труда и образовательных услуг. В этой модели каждый агент отличается друг от друга благодаря своим свойствам, в качестве свойств агента задаются следующие:

- результаты единого государственного экзамена (ЕГЭ);
- средний балл аттестата;
- материальное положение;
- наличие медали (да / нет);
- призер олимпиады (да / нет);
- наличие льгот.

Данные свойства агента влияют на его выбор учебного заведения и специальности. Чем выше рейтинг агента, тем выше рейтинг специальности, которую он выбирает. Выбор специальности он осуществляет согласно следующим критериям выбора:

- востребованность на рынке труда;
- количество бюджетных мест;
- стоимость небюджетного обучения;
- количество небюджетных мест;
- сложность поступления;
- уровень преподавания.

Данные критерии были получены в ходе анализа результатов социальных исследований рейтинговых агентств среди абитуриентов и первокурсников [5, с. 100].

В модели каждому агенту задается свой набор свойств:

- результаты ЕГЭ;
- максимальная плата за обучение;
- наличие медали;
- наличие льгот;

¹ Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №12-06-31018.

• призер олимпиады и др.
 Распределение данных свойств агентам в модели идет случайно, согласно результатам статистических исследований. Свойства агента определяют выбор специальности согласно следующим критериям:

- уровень оплаты труда;
- престижность профессии;
- сложность поступления;
- уровень преподавания;
- вид обучения;
- сложность обучения (рис. 1).

На выбор влияют все вышеописанные критерии, отличается только их порядок предпочтений. В модели приоритеты выбора специальности агентом задаются случайно, согласно данным социологических опросов.



Рис. 1. Свойства абитуриента и критерии выбора специальности

Выбор специальности основан на принципе фильтров. В модели рассматривается 28 укрупненных групп специальностей (УГС). Свойства агента и выбранный им порядок предпочтений критериев выбора специальности определяют стратегию его поведения.

- Первый фильтр отсекает семь специальностей;
- второй – шесть специальностей;
- последний – две специальности.

В итоге остается только одна выбранная специальность. Алгоритм выбора специальности агентом интерпретируется в модели следующим образом.

Уровень оплаты труда. На первом этапе формируется семантическая матрица связи ОКСО-ОКВЭД. На следующем этапе определяются группы специальностей, по окончании которых выпускники получают профессию, которая на данный период является высокооплачиваемой:

$$\sum_i \left(\sum_j \frac{N}{1000} * p_j \rightarrow \max \right), \quad [1]$$

где *i* – счетчик специальностей;

j – счетчик ОКВЭД;

$\frac{N}{1000}$ – доля специалистов *i*-й специальности в *j*-м ОКВЭД;

p – среднемесячная номинальная начисленная зарплата работников в разрезе ОКВЭД.

Престижность профессии. Определяется исходя из количества поданных заявлений в разрезе специальностей. Предпочтения агента будут отданы тем специальностям, на которые подано больше всего заявлений по ретроспективным данным.

Сложность поступления. В выборку агента попадают только те специальности, на которые проходной бал по ЕГЭ минимален.

Уровень преподавания. Данный критерий позволяет выделить специальности с высоким качеством образования, т.е. с максимальным количеством доцентов и профессоров и т.д. [4, с. 138-139].

Таким образом формализуются факторы выбора абитуриента и критерии работы алгоритма. В модели каждому агенту будут присваиваться порядок предпочтений критериев выбора специальностей, на основании которого будет определяться стратегия поведения агентов при выборе той или иной специальности.

На следующем этапе абитуриент проходит конкурс по выбранной специальности. Алгоритм прохождения конкурса абитуриентами на выбранную специальность представлен на рис. 2.

Предлагаемая агент-ориентированная модель позволяет определить движение потока учащихся, агрегированного по специальностям по всем учебным заведениям начального, среднего и высшего образования на региональном рынке образовательных услуг. Все свойства и предпочтения агента при выборе профессии задаются на основании вероятностей, получаемых в ходе данного анализа. На основании данных свойств и предпочтений строится стратегия поведения агентов. Таким образом, каждый агент будет иметь свою автономную стратегию поведения. Данная модель может содержать большое количество таких агентов, что делает модель наиболее приближенной к существующим реалиям. Таким образом, данный подход дает возможность смоделировать процесс поступления абитуриентов на определенные специальности. А возможность влияния на различные критерии оценки учебных заведений и специальностей дадут возможность регулировать поток абитуриентов и направить его в сторону наиболее дефицитных специальностей согласно нынешнему прогнозу.

Разрабатываемая агент-ориентированная модель, в отличие от известных подходов, основана на концепции иерархического представления и динамического отображения потока учащихся в виде множества автономных и взаимодействующих агентов, агрегированных в рамках специальностей по уровням образования. Практическая реализация модели на основе агентного подхода позволит выявить и формализовать реальные механизмы формирования спроса и предложения на рынке труда и образовательных услуг, факторов, их определяющих, и, как следствие, возможность как прогнозирования кадровой потребности, так и регулирования структурного дисбаланса на рынке труда за счет выработки упреждающих мер, корректирования стратегий поведения агентов на каждом из этапов образовательного процесса в целях обеспечения баланса потребностей в средне- и долгосрочной перспективе.

При этом регулирующая функция модели заключается, в отличие от существующих, в возможности оценки долгосрочной перспективности профессий на рынке

труда, технологическая гибкость имитационной модели заключается в том, что все изменения тенденций выбора специальностей абитуриентами заложены как входящие параметры модели, и их изменение не требует перекодировки модели. Агенты в разрабатываемой модели изначально ориентированы на изменение тенденций, и остаются адекватными этим изменениям в процессе моделирования. Разрабатываемые модели, в отличие от известных, также имеют возможность производить самоадаптацию внутренних расчетных коэффициентов по ретроспективным данным и изменениям трендов используемых данных.

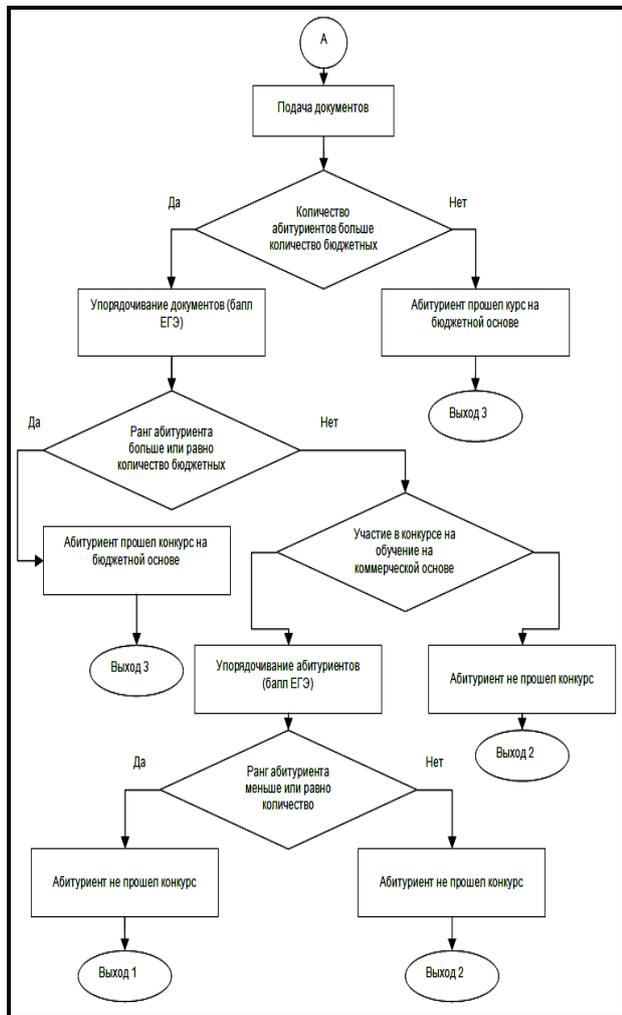


Рис. 2. Свойства абитуриента и критерии выбора специальности

В качестве апробации агент-ориентированной модели управления дисбалансом профессионально-квалификационного соответствия специалистов на региональном рынке труда и образовательных услуг была поставлена задача выявить, как меняется доля специалистов в разрезе УГС в зависимости от изменения одного из управляемых параметров модели при условии неизменности остальных. В эксперименте агент (абитуриент) мог выбрать одну из 28 УГС либо не выбрать ни одной. В каждом эксперименте принимали участие 10 000 агентов (абитуриентов).

В качестве управляемых параметров модели, влияющих на выбор абитуриентом специальности, были рас-

смотрены факторы влияния на абитуриентов при выборе специальности, векторы стоимости обучения и минимального проходного ЕГЭ в разрезе УГС, а также отранжированная матрица УГС по следующим критериям:

- уровень оплаты труда;
- престижность профессии;
- сложность поступления;
- уровень преподавания;
- востребованность на рынке труда.

В ходе проведения экспериментов изменению был подвергнут один управляемый параметр – фактор влияния на абитуриента при выборе специальности «Востребованность». Были проведены эксперименты при базовом сценарии, где данный параметр был равен 82%, и других сценариях, где параметр был уменьшен на 10%, на 25% и 50% соответственно. Результатом каждого из сценариев было количество абитуриентов в разрезе выбранных УГС. Эксперимент по каждому сценарию запускался 100 раз, после чего полученные значения усреднялись, и по полученным средним значениям рассчитывалась доля абитуриентов по каждой УГС. Целью экспериментов была проверка гипотезы, о том, что доля абитуриентов в общей доле по выбранной специальности будет увеличиваться при уменьшении фактора влияния «Востребованность» при условии, что если исключить данный фактор совсем, то доля абитуриентов, которые выберут данную специальность, увеличится. Другими словами, с уменьшением влияния фактора будет увеличиваться доля абитуриентов по специальностям с плохим рейтингом по данному фактору.

Эксперименты были проведены только для инженерных специальностей:

- С140000 – Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника;
- С150000 – Metallургия, машиностроение и материалобработка;
- С160000 – Авиационная и ракетно-космическая техника;
- С200000 – Приборостроение и оптотехника;
- С210000 – Электронная техника, радиотехника и связь;
- С220000 – Автоматика и управление;
- С230000 – Информатика и вычислительная техника;
- С240000 – Химическая и биотехнологии;
- С270000 – Архитектура и строительство.

Рейтинг по фактору влияния «Востребованность» по этим УГС среди 28 УГС приведен в табл. 1.

Таблица 1

РЕЙТИНГ ПО ФАКТОРУ ВЛИЯНИЯ «ВОСТРЕБОВАННОСТЬ» ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ УГС

УГС	Среди всех УГС	Среди инженерных УГС
140000 – Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника	10	6
150000 – Metallургия, машиностроение и материалобработка	27	9
160000 – Авиационная и ракетно-космическая техника	8	5
200000 – Приборостроение и оптотехника	4	3
210000 – Электронная техника, радиотехника и связь	3	2
220000 – Автоматика и управление	5	4
230000 – Информатика и вычислительная техника	24	8
240000 – Химическая и биотехнологии	2	1
270000 – Архитектура и строительство	16	7

Анализируя полученные результаты (табл. 2), можно отметить, что гипотезу 1 подтверждают расчеты по УГС С140000, С160000, С200000, С210000, С270000, где наблюдается уменьшение доли абитуриентов, выбирающие эти специальности, в зависимости от уменьшения влияния фактора «Востребованность», так как по данному критерию эти специальности изначально имели хороший рейтинг – выше среднего. По УГС С150000, С230000, наоборот, отмечается возрастание доли абитуриентов, в связи с тем, что по критерию «Востребованность» данные специальности изначально имели плохой рейтинг – ниже среднего. УГС С220000, С240000 имели изначально хороший рейтинг по фактору «Востребованность», но предполагаемого строгого уменьшения доли абитуриентов, в зависимости от уменьшения влияния фактора «Востребованность» не наблюдается, что говорит о частичном подтверждении гипотезы 1. Следовательно, было сделано предположение, что на долю перераспределения абитуриентов по УГС влияют другие УГС, где порядок цифр выше и действия остальных фильтров позволяют перетянуть на себя дополнительно значительную долю абитуриентов. В этом случае гипотеза 1 может частично сработать или не сработать вовсе (гипотеза 2). Из проведенных экспериментов следует, что на УГС «Экономика и управление» фактор «Востребованность» оказывает негативное воздействие, и при его уменьшении его влияния доля абитуриентов в общей доле будет расти, из-за того что модель изначально настроена таким образом, что число абитуриентов, выбирающих данную специальность, значительно выше, чем другие. Этот факт в свою очередь означает, что доля абитуриентов по этой специальности будет расти за счет других специальностей, в том числе и таких, которые попадают под первую гипотезу (табл. 2).

Таблица 2

ДОЛИ АБИТУРИЕНТОВ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ УГС СРЕДИ ВСЕХ УГС ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЯХ

УГС	Базовый	Изменение		
		10	25	50
С140000	6,40	5,81	4,18	2,82
С150000	3,67	5,08	8,01	12,09
С160000	1,42	1,34	1,09	0,92
С200000	0,49	0,46	0,56	0,47
С210000	0,79	0,74	0,73	0,58
С220000	5,82	5,37	5,83	4,66
С230000	0,55	0,60	0,69	0,79
С240000	6,48	6,24	7,16	6,49
С270000	5,69	5,18	2,83	1,55

Чтобы проверить вторую гипотезу, были проведены эксперименты с такими же условиями, но при условии, что все абитуриенты выбирают только девять инженерных специальностей. В этом случае исключаются такие УГС, как «Экономика и управление» и «Гуманитарные науки», которые перетягивают на себя львиную долю абитуриентов.

Эксперименты показали, что по группам УГС С140000, С210000, С140000, С220000, С240000 наблюдается уменьшение доли абитуриентов в зависимости от уменьшения влияния фактора «Востребованность», что подтверждают гипотезу 1, так как по этим специальностям изначально был хороший рейтинг по данному фактору. Для УГС С140 000 рейтинг оказался в зоне средне-

го, так как находился на 6-м месте из девяти. Гипотезу 1 подтверждают также группы УГС 150000 и 230000, где отмечается увеличение доли абитуриентов в зависимости от уменьшения влияния фактора «Востребованность». По УГС 160000 доля абитуриентов остается постоянной, в районе 10%, что можно объяснить тем, что по этому УГС рейтинг по фактору «Востребованность» был средним – пять из девяти. По УГС 270000 гипотеза 1 не подтверждается, что можно объяснить тем, что, согласно гипотезе 2, при выбранных настройках модели потенциальные абитуриенты вместо выбора этой специальности предпочтут выбрать специальность 150000 (табл. 3).

Таблица 3

ДОЛИ АБИТУРИЕНТОВ ТОЛЬКО ПО ИНЖЕНЕРНЫМ УГС ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЯХ

УГС	Базовый	Изменение		
		10	25	50
С140000	12,97	11,38	9,75	8,69
С150000	8,26	16,15	16,17	26,99
С160000	10,96	10,31	9,47	10,11
С200000	18,12	16,77	12,79	11,59
С210000	6,31	5,48	4,03	3,73
С220000	12,77	11,56	19,78	9,68
С230000	10,02	10,36	12,98	16,54
С240000	10,40	9,31	8,07	7,83
С270000	10,20	8,68	6,95	4,82

Таким образом, можно заключить, что выдвинутые гипотезы подтверждаются для большего числа специальностей, но не на всех. Это может объясняться наличием случайных процессов, возникающих в модели при выборе агентов (абитуриентов) специальности, неопределенности, нелинейной связью между варьируемыми параметрами и выходными данными и т.д. Но в ходе экспериментов удалось добиться поставленной цели – управлять поведением агентов (абитуриентов) в модели при выборе специальности путем варьирования управляемых параметров и проигрывания различных сценариев.

Надо понимать, что слепое проигрывание сценариев без интерпретации внешних факторов (механизмы госрегулирования, законы внешней среды, особенности поведения абитуриентов, состояния рынков труда и образовательных услуг) не имеет смысла. Полученная модель может принести максимальный эффект при условии сотрудничества целой группы специалистов:

- социологов;
- экспертов;
- госслужащих;
- ученых;
- программистов.

И только плоды совместных усилий этой группы специалистов могут принести хороший результат. В целом результаты апробации предложенной агент-ориентированной модели свидетельствуют о достаточной степени адекватности, что позволяет использовать ее в качестве практического инструмента регулирования структурного дисбаланса на рынках труда и образовательных услуг.

Нагимов Ренарт Минуллович

Литература

1. Алашеев С.Ю. и др. Соответствие систем начального профессионального образования субъектов РФ перспективам развития экономики региона: опыт сопоставительного анализа [Текст] / С.Ю. Алашеев, Т.Г. Кутейнищина, Н.Ю. Посталюк, Е.Г. Репринцева // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России : сб. докладов по мат-лам Третьей Всеросс. науч.-практ. Интернет-конференции (25-26 окт. 2006 г.). Кн. 1. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. – С. 7-20.
2. Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики [Текст] / А.Р. Бахтизин. – М. : Экономика, 2008. – 279 с.
3. Гуртов В.А. и др. Моделирование потребностей экономики в кадрах с профессиональным образованием [Текст] / В.А. Гуртов, Е.А. Питухин, Л.М. Серова // Проблемы прогнозирования. – 2007. – №6. – С. 91-108.
4. Нагимов Р.М. Агент-ориентированное моделирование движения потока учащихся на региональном рынке образовательных услуг [Текст] / Р.М. Нагимов // Региональная экономика: взгляд молодых: сб. науч. трудов молодых ученых и специалистов. – Уфа : ИСЭИ УНЦ РАН, 2011. – С. 135-140.
5. Нагимов Р.М. Государственное регулирование рынка образовательных услуг на основе агент-ориентированной модели [Текст] / Р.М. Нагимов // Проблемы функционирования и развития социально-экономических систем : мат-лы VII Всеросс. науч.-практ. интернет-конференции. – Уфа : ИСЭИ УНЦ РАН, 2013. – С. 100-102.

Ключевые слова

Рынок труда; рынок образовательных услуг; агент-ориентированная модель; профессионально-квалификационный дисбаланс.

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность проблемы. Структурный дисбаланс на рынках труда и образовательных услуг приводит к дефициту квалифицированных специалистов в одних отраслях экономики страны и переизбытку в других, что в свою очередь приводит к увеличению безработицы, необходимости переобучения некоторых специалистов по другой специальности за счет государства и т.д. Предложенная агент-ориентированная модель является инструментарием регулирования структурного дисбаланса на рынках труда и образовательных услуг, использование которой при наличии эффективных механизмов госрегулирования может помочь частично или полностью решить данную проблему.

Научная новизна. Особенность предложенной логической схемы заключается в использовании агент-ориентированного подхода при прогнозе выпуска специалистов на региональном рынке образовательных услуг на основе разработанных алгоритмов принятия решений агентами, и в возможности интеграции в рамках единой модели экспертных знаний на основе правил принятия решений при выборе агентами специальности и уровня образования, и статистической информации, отражающей распределение потока учащихся по уровням основного и профессионального образования.

Практическая реализация предложенной модели в среде имитационного моделирования Anylogic позволяет проводить экспериментальные модельные расчеты, которые могут использоваться для регулирования структурного дисбаланса на рынках труда и образовательных услуг. В частности, в работе приведены результаты модельных расчетов перераспределению потока абитуриентов в разрезе специальностей на примере Республики Башкортостан.

Заключение: Рецензируемая статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям, и может быть рекомендована к опубликованию.

Гатауллин Р.Ф., д.э.н., проф., зав. сектором экономики и управления развитием территорий Института социально-экономических исследований Уфимского Научного Центра Российской Академии Наук.

[Перейти на Главное МЕНЮ](#)
[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)