

## ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Юргелас М.В., Шереужев М.А.<sup>1</sup>

В век высоких технологий на смену элементарной автоматизации происходит роботизация (использование RaaS-решений) определенных операций в различных сферах жизни, так как использование роботов зачастую намного эффективнее и менее затратно, чем применение человеческого труда. С постепенной роботизацией экономики начинают массово сокращаться рабочие места, что повышает безработицу и негативно влияет на социальную обстановку в стране в целом. В связи с этим перед государством стоит задача разработки программы роботизации экономики, направленной как на удовлетворении интереса бизнеса в сокращении издержек при помощи RaaS-решений, так и на социальную защиту людей, оставшихся без работы в связи с проводимой повсеместной роботизацией различных процессов. Таким образом, появляется необходимость в разработке определенного инструмента, способного смоделировать экономический эффект роботизации. Именно разработке такого инструмента и посвящена данная статья.

### Ключевые слова:

*Робототехника, робототехнический кластер, промышленная робототехника, сервисная робототехника, роботы, Северо-Кавказский федеральный округ, СКФО, эффект роботизации, южный регион, экономический рост, моделирование, интеллектуальные методы моделирования, RaaS-решения.*

### ВВЕДЕНИЕ

Четвертая промышленная революция или «Industry 4.0» характеризуется бурным ростом вычислительных мощностей, что открывает новые горизонты для внедрения высокоавтоматизированных систем. Ведущие

индустриальные державы мира видят в роботизации надёжный способ упрочения своего доминирующего положения [10]. Соответственно, перед органами государственного управления Российской Федерации возникает задача способствования трансформации

<sup>1</sup> Юргелас Мария Владимировна – кандидат политических наук, доцент кафедры теории и практики взаимодействия бизнеса и власти Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». Адрес: 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20. E-mail: myurgelas@hse.ru.

Шереужев Мадин Артурович – инженер, Руководитель проектной деятельности ООО «Бытовые роботы». Адрес: 360051, Республика Кабардино-Балкарская, Нальчик, ул. Арманд, дом 37а. E-mail: shereuzhev@gmail.com.

традиционной экономики в роботизированную [3].

На протяжении нескольких десятилетий роботизированные линии стали главной частью производств, основанных на алгоритмируемых технологических операциях. Роботизированные линии успешно применяются везде, где производственные операции «оцифрованы» по причине вредности или опасности их выполнения человеком [4].

Специализированные процессоры расширяют применимость адаптивных, в том числе обучаемых и самообучающихся систем управления в динамических средах (например, с присутствием большого количества людей) [13]. Появление компактных вычислителей для адаптивных систем управления положило начало созданию сервисных роботов. По аналогии с получившим широкое распространение SaaS (Software as a Service) возникает феномен – RaaS (Robotics as a Service) [11]. RaaS-подход заключается в предоставлении заинтересованному бизнесу необходимого количества производственных или сервисных роботов в аренду, лизинг.

На сегодняшний день существуют RaaS-решения для сельского хозяйства, логистики, грузопереработки и ритейла. Ведутся разработки сервисных роботов и для других отраслей.

Очевидно, что внедрение новых технологий окажет существенное влияние на хозяйственный уклад страны. Государственным структурам, в частности, Министерству труда и Министерству экономики и социального развития необходимо разработать программу роботизации экономики, при которой, с одной стороны, бизнес мог бы удовлетворять свои потребности в сокращении издержек и увеличении производительности с помощью RaaS-решений, с другой стороны, люди, замещаемые роботами, были бы социально защищены.

Таким образом, актуальной является задача создания инструмента для моделирования экономического эффекта роботизации.

Целью данной работы является создание инструмента для моделирования воздействия процесса роботизации на показатели экономического роста.

Задачи работы:

- Обзор интеллектуальных методов моделирования экономического роста;
- Интеллектуальная система оценки параметров экономического роста с учетом роботизации;
- Модель процесса замещения живого труда роботами.

В рамках данной работы предлагается рассмотреть эффект роботизации в масштабах южного региона страны – Северо-Кавказского федерального округа.

Выбор обусловлен тем, что экономика СКФО характеризуется значительной долей сельскохозяйственного сектора и рынка услуг, в основном логистики, ритейла [5]. Для этих секторов экономики на данный момент разработано наибольшее количество RaaS-решений [15].

## СОСТОЯНИЕ РОБОТОТЕХНИКИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

### ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА

Согласно статистике International Federation of Robotics, доля российского рынка робототехники составляет 0,17 % от мирового. По данным IFR, общее число инсталлированных промышленных роботов в Российской Федерации к 2015 году – около 2 740 шт., что не позволяет РФ войти в топ-20 стран по количеству установленных промышленных роботов (рис. 1.1.).

С 2010 по 2013 год наблюдался стабильный рост продаж промышленных роботов – в среднем около 20% в год. В 2013 году продажи достигли своего максимума – 615 роботов (увеличение на 34% по сравнению с 2012 г.),

но в 2014 году произошло резкое падение продаж на 56 % – до около 340 роботов. Причиной этого является сильное изменение валютного курса.

Продажи промышленных роботов в России значительно ниже, чем в других странах. Для сравнения, в Китае в 2014 году было продано 57 096 промышленных роботов, что на 56% больше, чем в 2013 году. В Бразилии в 2014 году было продано 1300 промышленных роботов.

Уровень использования промышленных роботов в России значительно ниже, чем в других странах, что представляет существенную угрозу, однако в то же время является возможностью для модернизации и роботизации производства в целях повышения его эффективности и конкурентоспособности.

#### СЕРВИСНАЯ РОБОТОТЕХНИКА

Сервисная робототехника на территории России представлена компаниями, в большинстве случаев не имеющих готового продукта, а находящихся в состоянии разработки или доработки робототехнического решения.

Сферы деятельности российских компаний, связанных с сервисной робототехникой:

- Образовательная робототехника;
- Сервисные роботы для работы в общественных местах;
- Сервисные роботы для досуга;
- Сервисные роботы-помощники;
- Безопасность;
- Программное обеспечение для сервисных роботов;
- Аппаратное обеспечение для сервисных роботов.

Опрос, проведенный НАУРР (Национальная Ассоциация участников рынка робототехники) среди российских компаний и

образовательных центров в ноябре–декабре 2015 года с целью выявления мнений участников рынка о состоянии рынка робототехники, показал, что респонденты отметили военную промышленность как наиболее перспективную область применения робототехники в промышленности РФ, а медицину – как наиболее перспективную область сервисной робототехники.

В качестве главных препятствий для развития робототехники РФ почти все респонденты выделили отсутствие квалифицированных специалистов в области робототехники и слабость образовательной инфраструктуры овладения ключевыми компетенциями в данной области (устаревшие образовательные программы, слабая учебная инфраструктура и т.п.). Среди других важных причин были названы отсутствие собственных технологических решений, непонимание ситуации на международном и российском рынке робототехники и непонимание спроса на робототехническую продукцию, недостаточность финансирования, небольшой объём рынка венчурных инвестиций внутри РФ, затрудненность экспорта/импорта технологических продуктов и их комплекствующих, отсутствие понятных и прозрачных механизмов финансирования исследований, бюрократические препоны.

#### ЭКОНОМИКА СКФО. ПЕРСПЕКТИВЫ РОБОТИЗАЦИИ

Роботизированная экономика может повлечь за собой высокий уровень технологической безработицы. Заимствование и трансферт зарубежных технологий иногда оборачивается потерей высококвалифицированного производственного персонала, утечкой и вымыванием из трудового резерва контингента, ориентированного на профессиональный рост [14].

По субъектам Российской Федерации наиболее высокий уровень безработицы наблюдается в Северо-Кавказском федеральном округе – 12 %. В регионе наблюдается существенная территориальная диспропорция

как в показателях состояния рынка труда, так и в инструментах реализации государственной политики занятости. Так, Ингушетия, Чечня, Дагестан, Кабардино-Балкария считаются субъектами с высоким уровнем безработицы и низким уровнем экономической

активности. На рынке труда в этих республиках предложение существенно превышает спрос. Такая ситуация особенно опасна для молодежной среды, в которой доминируют трудоизбыточность и отсутствие практического опыта.

Рисунок 1.1. Количество многоцелевых промышленных роботов на 100 000 работников в производстве по странам.

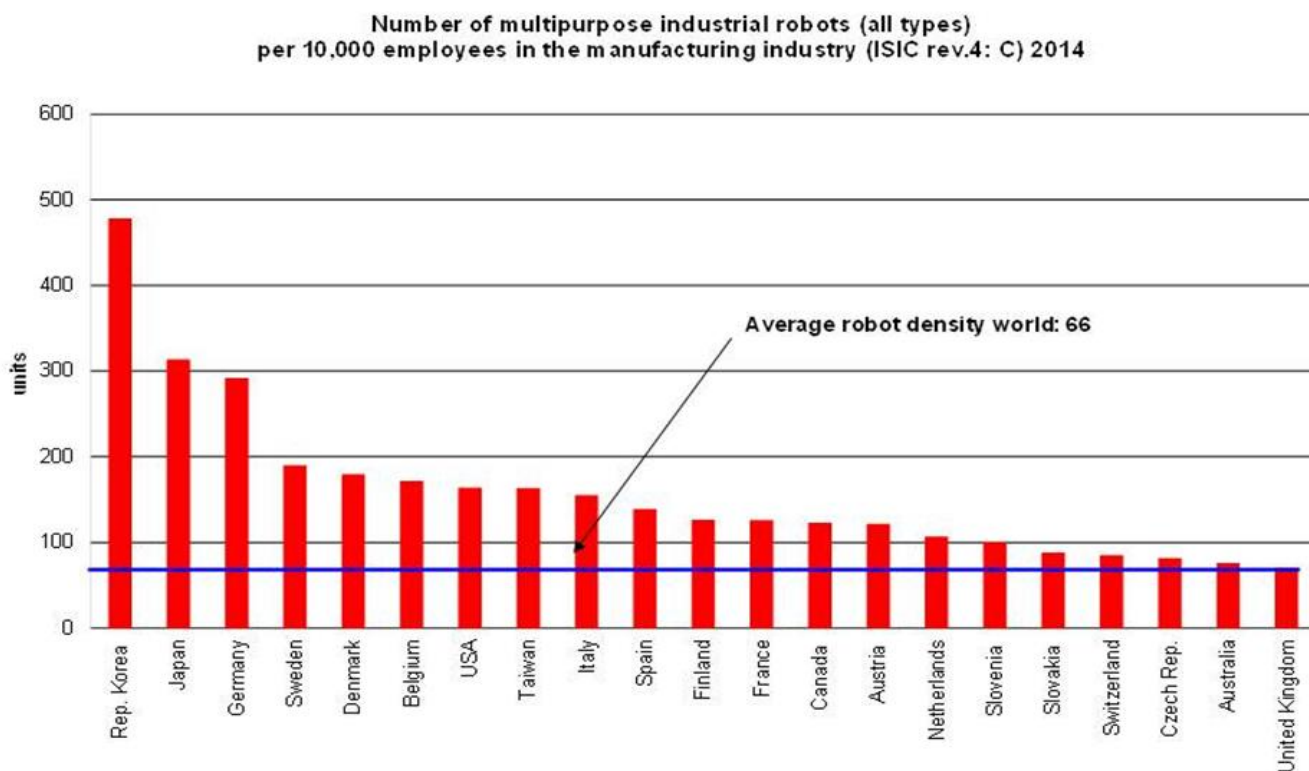


Рисунок 1.2. Распределение промышленных роботов по секторам промышленности в Российской Федерации в 2013 г.

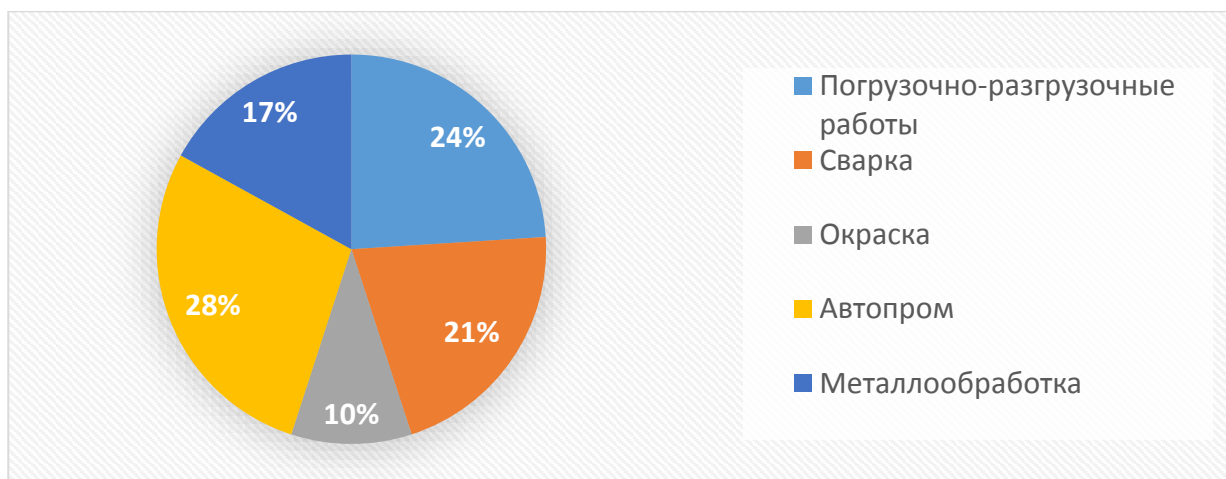
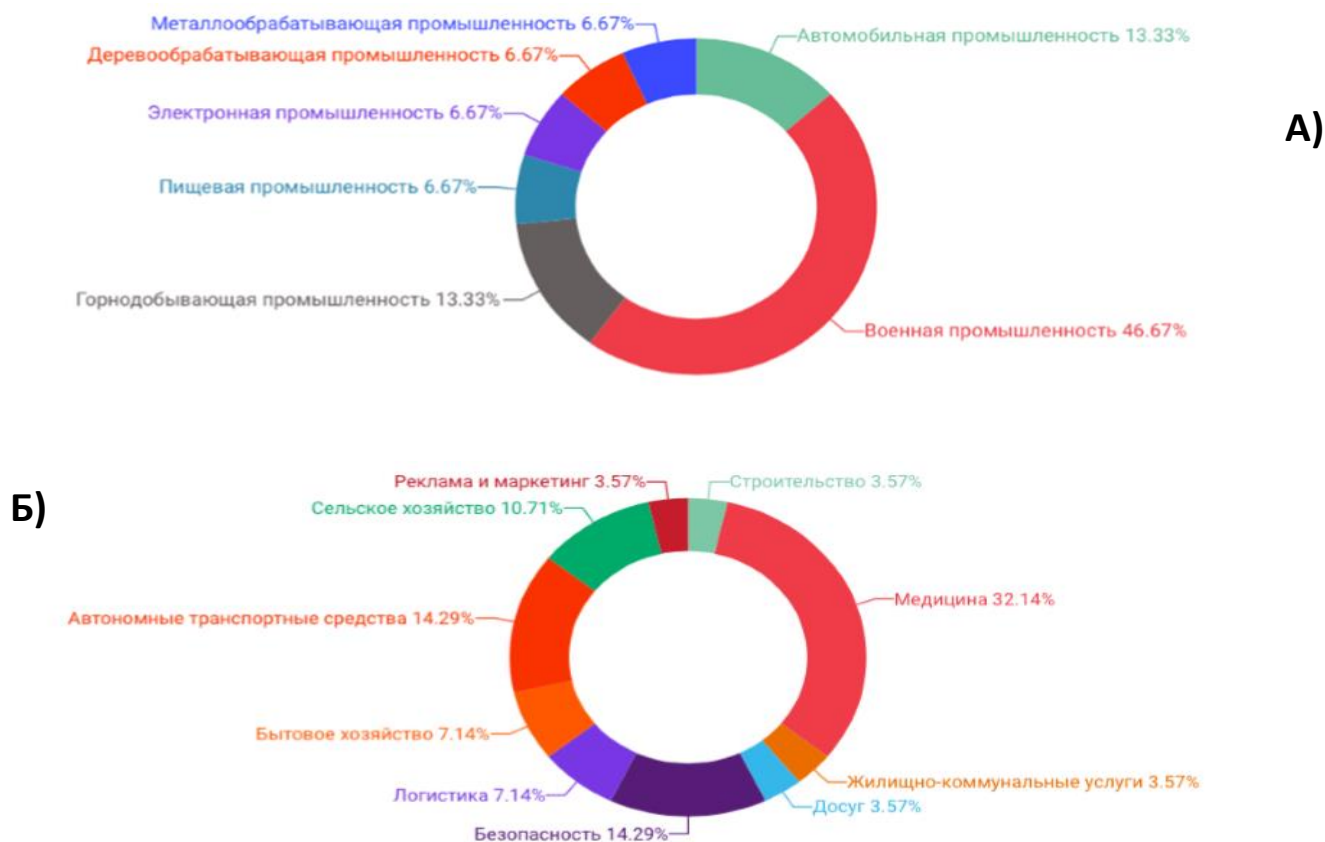


Рисунок 1.3. Перспективные области применения робототехники, по мнению российских компаний, А) – промышленных роботов, Б) – сервисных роботов.



Кроме того, система профессионального образования недостаточно адаптирована к рыночным условиям. Наблюдается несоответствие объемов и профилей подготовки специалистов потребностям рынка труда. Все это имеет негативные социальные последствия [1].

Мировой опыт показывает, что приход роботизации «изнутри» региона стимулирует перемещение трудовых ресурсов с низкоквалифицированных рутинных ручных и рутинных умственных работ на высококвалифицированные [3].

В настоящий момент в школах всех регионах СКФО активно внедряется робототехника как учебная дисциплина. Правительство и ФАНО учредило на базе Кабардино-Балкарского научного центра РАН Центр сельскохозяйственной робототехники. В ВУЗах регионов СКФО осуществляются системные заделы в области сельскохозяйственной,

военной, общегражданской робототехники, в том числе больничной и бытовой.

Наибольшую долю в ВРП СКФО занимают сельскохозяйственный сектор, оптовая и розничная торговля (рис. 2.1). Роботизация данных отраслей в мировом масштабе происходит в форме RaaS.

Для агропромышленного комплекса существуют следующие виды услуг с использованием роботизированных решений: уточнение, прополка, распыление и аэрофото-съемка. Обзор мировых инвестиций в сельскохозяйственные технологии показал, что 15 % (более \$3 млрд) всех инвестиций в 2015 году пришлось на роботизацию (рис. 2.2).

В 2016 году на долю роботизации пришлось всего 3 % инвестиций в технологии агрокомплекса. Это связано с «бумом дронов» и последующим снижением интереса к этой технологии. Компании, связанные с разра-

боткой дронов, сменили сельскохозяйственный сектор на другие направления, в том числе логистику и ритейл.

Роботизация розничной торговли связана с использованием систем анализа больших объемов данных о потребителях с целью формирования предложения на основании предпочтений клиентов. Сервисные роботы

в розничной торговле могут формировать рекомендации для покупателя, работать на основании разных сценариев взаимодействия с покупателем, оформлять покупку, транспортировать заказы.

Роботизация оптовой торговли связана с автоматизацией складов, системами приема и отгрузки товаров.

Рисунок 2.1. Отраслевая структура ВРП СКФО.

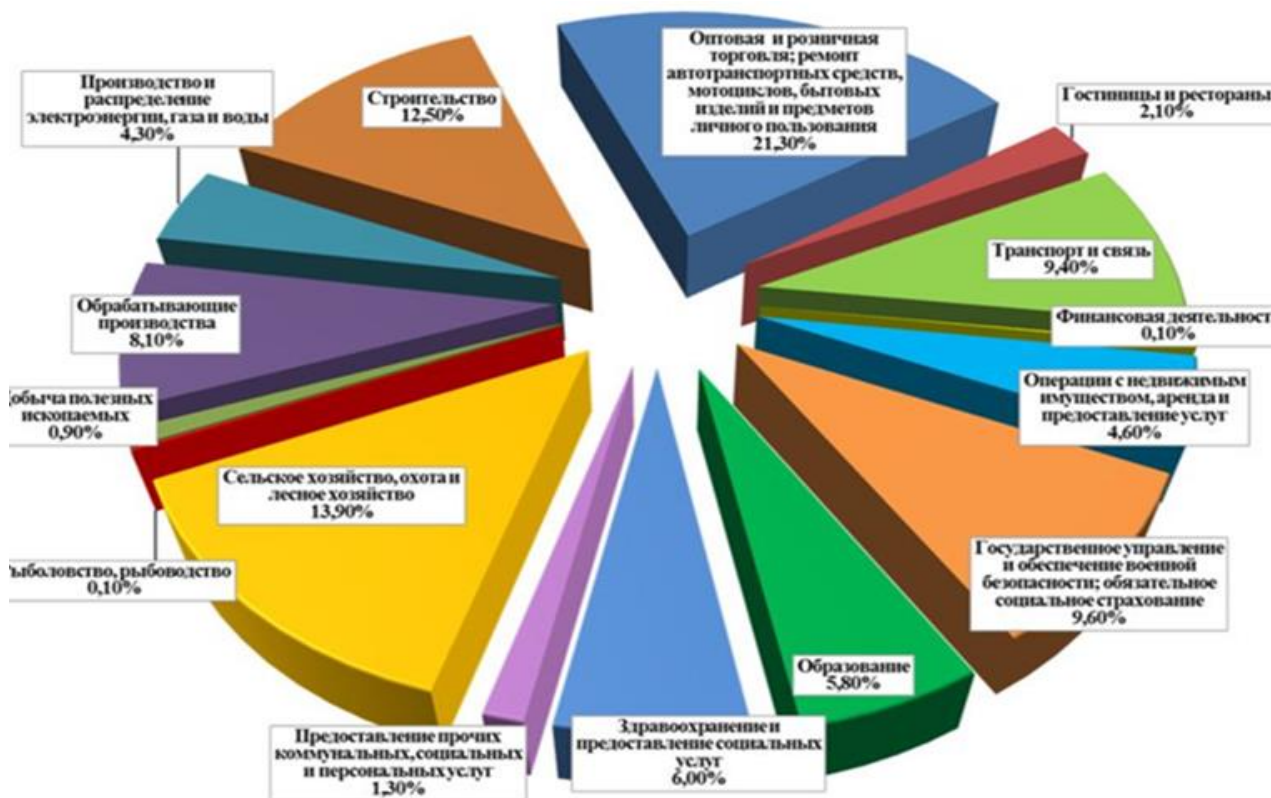
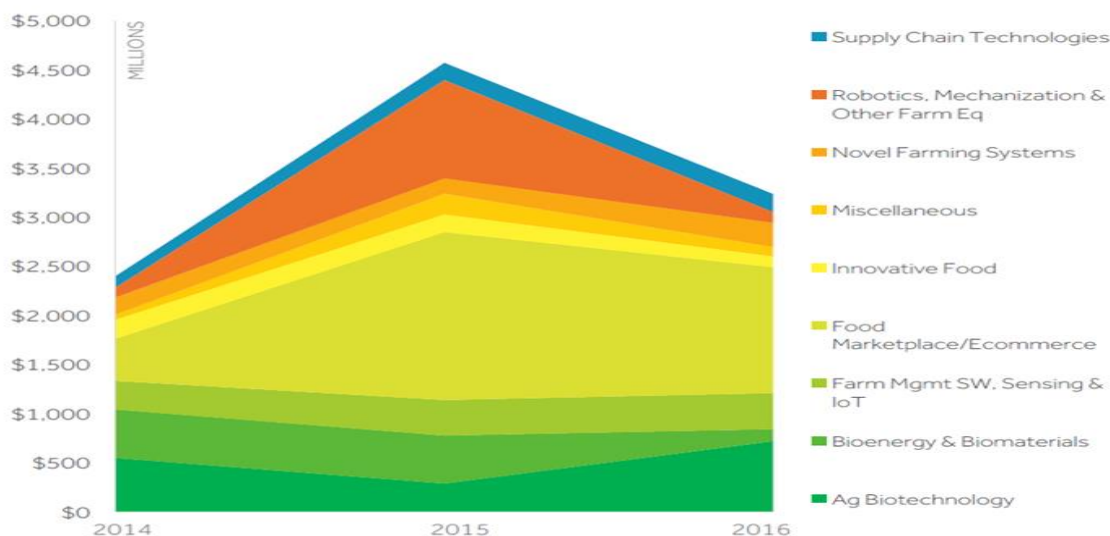


Рисунок 2.2. Распределение инвестиций в сельскохозяйственные технологии с 2014 по 2016 гг.



## ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ИННОВАЦИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ

Для определения зависимостей, связывающих роботизацию и параметры экономического роста, предлагается рассмотреть модели экзогенного и эндогенного экономического роста с учетом влияния ИИ и роботизации [2].

Рассмотрим традиционную модель экзогенного экономического роста.

Пусть  $Y$  – выпуск (объем производства),  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  – факторы производства

Тогда валовой внутренний продукт для региона можно представить в виде производственной функции:

$$Y = F(x) \quad (1)$$

Чарльзом Коббом и Полом Дугласом была предложена функция описывающая зависимость объема производства от создающих его факторов:

$$Y = A \times L^{\alpha} \times K^{\beta} \quad (2)$$

$L$  – затраты труда,  $K$  – затраты капитала,  $A$  – технологический коэффициент,  $\alpha \geq 0$  – коэффициент эластичности по труду,  $\beta \geq 0$  – коэффициент эластичности по капиталу.

Производственная функция с учетом влияния внедрения интеллектуальных систем в производство в общем случае можно представить в виде:

$$Y = H^{\alpha} \times K^{\beta} \times U^{\xi} \times M^{\gamma}, \quad (2)$$

$$\alpha + \beta + \xi + \gamma = 1$$

$H$  – живой труд,  $K$  – капитал (все виды, отличные от компьютеров)  $U$  – искусственный интеллект,  $M$  – компьютеры.

Модель демонстрирует зависимость темпов роста ВВП от уровня цен на компьютеры, ИИ, численности населения и технологического уклада. С помощью данной модели трудно отследить влияние отчислений в фонды факторов производства в долгосрочной перспективе.

Рассмотрим эндогенную модель, учитывающую фактор роботизации.

Производственная функция Кобба-Дугласа представляется в нескольких вариантах:

$$Y = F(K, L, R) = K^{\alpha} [(L + \beta R)]^{(1-\alpha)}, \quad (2)$$

$Y$  – валовой внутренний продукт,  $L$  – живой труд,  $K$  – физический капитал,  $R$  – роботы,  $\beta$  – коэффициент, характеризующий степень заключенного в работе живого труда.

Обзор литературы показал, что в работах, связанных с моделированием влияния любой инновационной деятельности на параметры роста ВВП в рамках эндогенной и экзогенной теорий, подразумеваются фиксированные значения параметров, например,  $\beta = 1$ , что может исказить корректность результатов моделирования.

Традиционные модели дают представление об основных зависимостях между параметрами экономического роста и технологическими факторами производства.

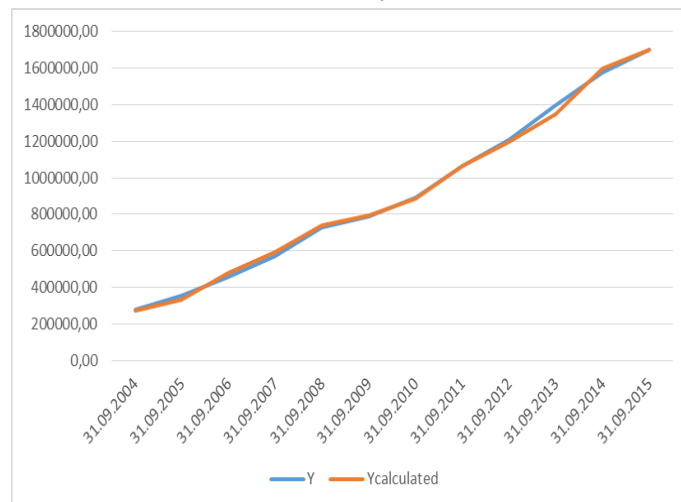
Значения коэффициентов:

$A = 5,48847E-05$  – технологический коэффициент,

$\alpha = 1,038006856$  – коэффициент эластичности по труду,

$\beta = 1,221763799$  – коэффициент эластичности по капиталу.

Рисунок 3.1. Вычисленное и реальное значение ВВП.



Производственная функция Кобба-Дугласа для СКФО РФ:

$$Y = 5,48847E-05 * L^{1,038006856} * K^{1,221763799}$$

Критерий Фишера:

Расчетное значение  $F_r = 2293,144504$

Табличное значение  $F_t = 8,649110641$

$F_r > F_t$ , следовательно модель адекватна.

Таблица 3.1 Показатели ВРП, среднегодовая численность занятых в экономике, основные фонды (ОФ) СКФО РФ.

Дата	ВРП, млн. руб.	Средне-годовая численность занятых, тыс. человек	Стоимость основных фондов, млн. руб.
31.12.2004	275606,00	2769,90	195684
31.12.2005	352070,00	2975,70	217664
31.12.2006	457117,50	3139,00	289906
31.12.2007	573220,10	3386,00	323415
31.12.2008	728230,90	3609,60	371611
31.12.2009	786670,90	3670,20	390387
31.12.2010	891834,30	3638,60	440850,00
31.12.2011	1066319,60	3791,40	499243,00
31.12.2012	1209038,80	3898,60	540704,00
31.12.2013	1397672,60	3938,50	599988,00
31.12.2014	1577951,50	4036,80	686600,00
31.12.2015	1704330,80	3993,50	739222,00

**Анализ модели**

Средняя эффективность ресурсов:

$$\mu_K = Y/K = (AL^\alpha K^\beta)/K = AL^\alpha K^{\beta-1}$$

$$\mu_L = Y/L = (AL^\alpha K^\beta)/L = AL^{\alpha-1} K^\beta$$

Предельная эффективность ресурсов:

$$v_K = \partial Y / \partial K = A[\beta L]^\alpha K^{\beta-1}$$

$$v_L = \partial Y / \partial L = A[\alpha L]^{\alpha-1} K^\beta$$

Норма замещения ресурсов:

$$\gamma_{KL} = \partial Y / \partial L : \partial Y / \partial K = v_L / v_K =$$

$$= (A[\alpha L]^{\alpha-1} K^\beta) / (A[\beta L]^\alpha K^{\beta-1}) =$$

$$= \alpha K / (\beta L)$$

По результатам анализа модели Кобба-Дугласа можно сделать вывод о сильной зависимости экономики СКФО от трудовых ресурсов и, как следствие, необходимости ведения регуляторной политики в отношении роботизации, автоматизации и внедрения ИИ в сферу услуг, производство и сельское хозяйство.

На данный момент ФСГС и другими источниками не сформирован достаточный объем статистики по отчислениям в фонды развития робототехники, позволяющей адекватно производить расчет производственной функции (например, по формуле (2)). Количество используемых роботов на территории РФ так же не представляет статистической значимости для анализа перспектив роботизации СКФО на базе модели Кобба-Дугласа.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ РОБОТИЗАЦИИ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ**

Большинство эконометрических моделей строятся как динамические эконометрические модели. Это означает, что моделирование причинно-следственных связей между переменными осуществляется во времени, а исходные данные представлены в форме временных рядов.

Необходимые параметры для моделирования показателей экономического роста СКФО в данной работе берутся из базы данных Федеральной службы государственной статистики и приводятся к форме временных рядов.

В рамках данной работы для моделирования влияния роботизации на параметры экономического роста используется нелинейная авторегрессионная модель с экзогенными входами (NARX).

Алгебраически модель может быть описана следующим уравнением:

$$y_t = F(y_{(t-1)}, y_{(t-2)}, y_{(t-3)}, \dots, u_t, u_{(t-1)}, u_{(t-2)}, \dots) + \varepsilon_t$$



Таблица 3.2. Результат анализа модели Кобба-Дугласа для СКФО РФ.

Дата	K	L	$\mu K$	$\mu L$	$\nu K$	$\nu L$	$\gamma_{KL}$
31.09.2004	195684	2769,90	1,401	98,977	1,454	102,739	83,153
31.09.2005	217664	2975,70	1,535	112,311	1,593	116,580	86,0963
31.09.2006	289906	3139,00	1,656	153,028	1,719	158,845	108,705
31.09.2007	323415	3386,00	1,825	174,339	1,894	180,957	112,424
31.09.2008	371611	3609,60	1,983	204,247	2,059	212,010	121,175
31.09.2009	390387	3670,20	2,028	215,765	2,105	223,965	125,1966
31.09.2010	440850,00	3638,60	2,016	244,351	2,093	253,600	142,607
31.09.2011	499243,00	3791,40	2,130	280,536	2,211	291,196	154,988
31.09.2012	540704,00	3898,60	2,210	306,642	2,295	318,299	163,244
31.09.2013	599988,00	3938,50	2,247	342,386	2,332	355,4	179,307
31.09.2014	686600,00	4036,80	2,328	395,984	2,416	411,034	200,195
31.09.2015	739222,00	3993,50	2,304	426,510	2,391	442,720	217,875

$y$  – предсказываемая величина,  $u$  – внешне определяемая переменная, помогающая предсказать  $y$ ,  $\varepsilon$  – шум (ошибка, случайные величины),  $F$  – нелинейная функция.

В качестве нелинейной функции, описывающей зависимость между величинами, выбрана нейронная сеть.

Рисунок 4.1 Структурная схема модели.

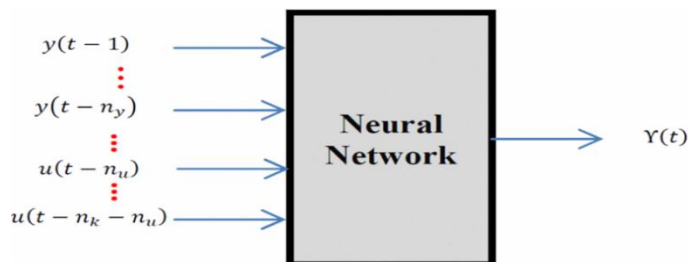


Рисунок 4.2 Архитектура нейронной сети для нелинейной авторегрессионной модели с экзогенными входами.

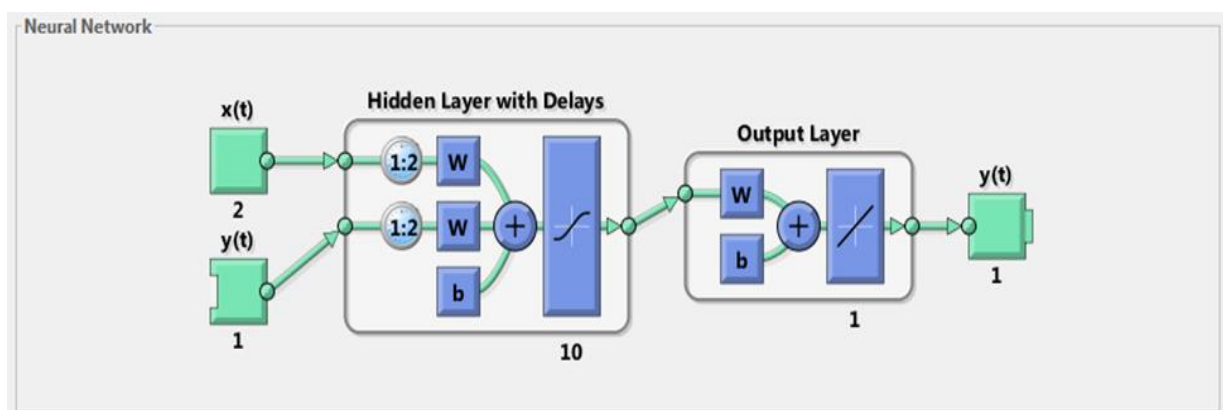
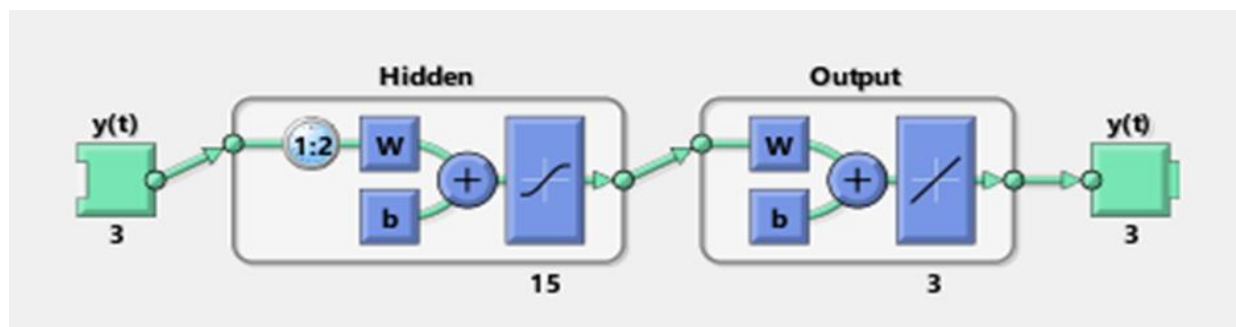


Рисунок 4.3 Архитектура нейронной сети для нелинейной авторегрессионной эндогенной модели.



Процесс работы системы можно продемонстрировать на моделировании значения сальдированного финансового параметра для сельскохозяйственного сектора (Табл. 4.1). Учет внешнеэкономических факторов производится включением в модель среднегодового курса доллара.

Из результатов видно, что модель демонстрирует тенденцию к уменьшению значения. Однако, по данным ФСГС за 2016 год, данный параметр вырос, в основном благо-

даря государственному субсидированию отрасли, что в модели не учитывалось. Результаты модели следует принимать как определение возможных тенденций, а не предсказывание абсолютных величин.

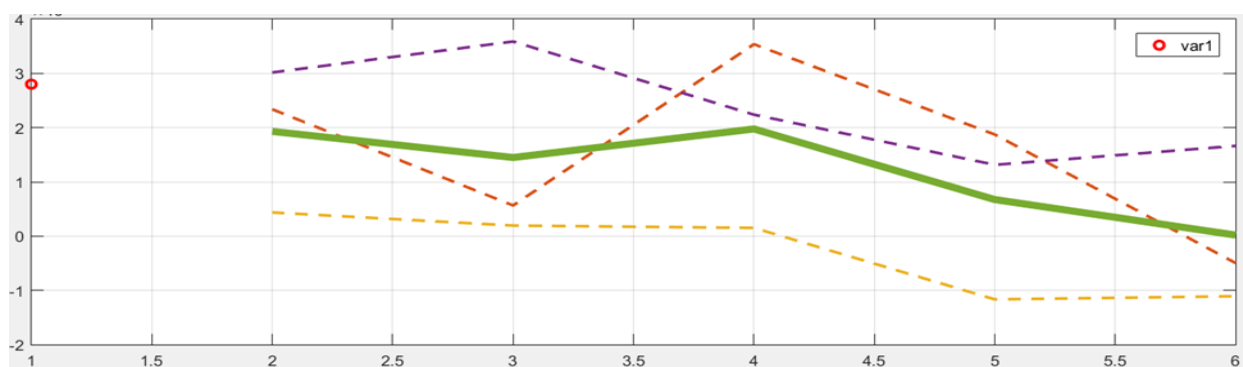
К недостаткам данного моделирования следует отнести малое количество временных промежутков, из-за чего происходит довольно грубый подбор весовых коэффициентов в нейронной сети.

Таблица 4.1. Моделирование значения сальдированного финансового параметра для сельскохозяйственного сектора.

Дата	Сальдированный финансовый результат, млн руб.	Средневзвешенный курс доллара, руб.	Число прибыльных организаций, тыс. ед.	Суммарная задолженность по обязательствам, млрд руб.	Просроченная задолженность банкам, %	Организации с задолженностями, %	Сумма прибыли, млн руб.
31.12.04	34652,00	28,8058	13,10	141,10	11,50	62,80	62455
31.12.05	30764,00	28,2975	11,10	187,40	10,00	60,80	60722
31.12.06	45353,00	26,3311	11,00	307	7,90	67,70	65804
31.12.07	92737,00	25,577	11,40	473,50	7,20	75,40	112208
31.12.08	91177,00	24,8553	6,80	614,00	4,70	79,10	114166
31.12.09	63446,00	31,7231	5,20	723,00	7,80	74,80	93302
31.12.10	67271,00	30,3692	5,00	1113,50	32,20	72,60	110296
31.12.11	99251,00	29,3874	5,10	1252,60	34,70	77,40	131065
31.12.12	130383,00	31,093	4,30	1422,20	38,50	77,70	159652
31.12.13	60947,00	31,848	4,30	1207,00	19,00	71,70	132695

31.12.14	181081,00	38,4217	4,10	1256,00	19,00	74,40	262397
31.12.15	280076,00	60,9579	3,70	1414,00	17,60	83,10	330651
Прогноз на 2016 г.	273498,7177		3,43	1490,436	10,53	85,64	365718,4 9

Рисунок 4.1. График изменения финансового параметра для сельскохозяйственного сектора в соответствии с результатами расчета.



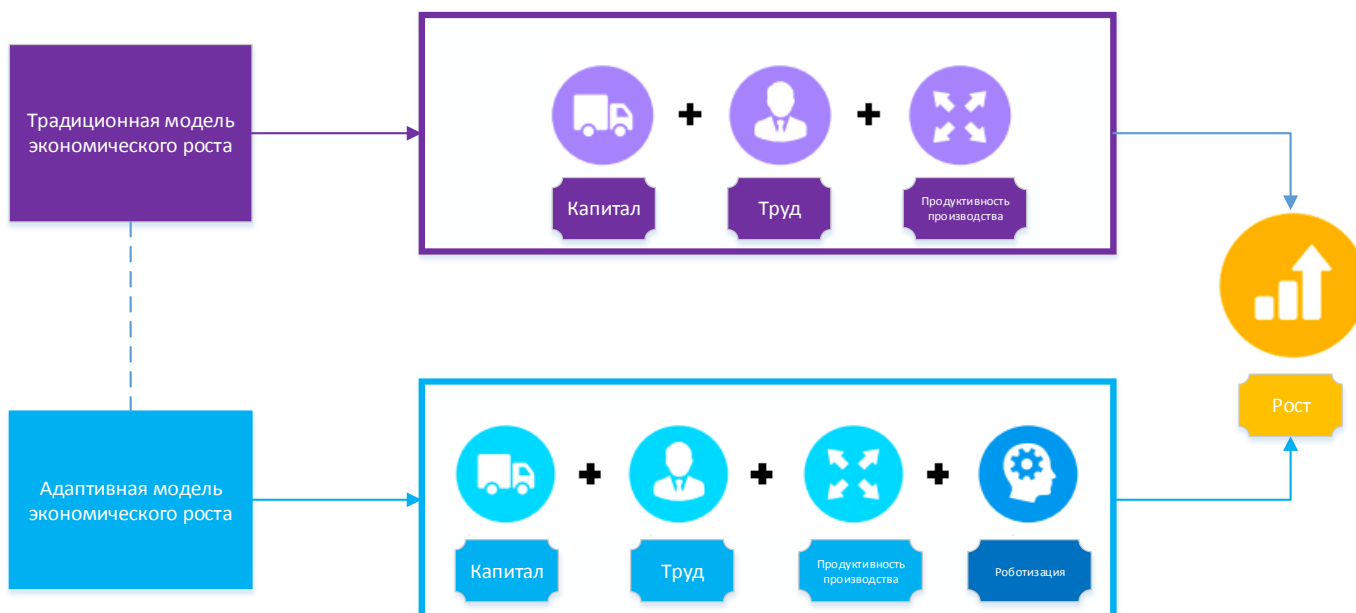
### ПРЕДСКАЗЫВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА С УЧЕТОМ РОБОТИЗАЦИИ

Значения выбранного параметра экономического роста, например, ВВП в момент времени  $t$  будем искать в виде зависимости от

ВВП за предыдущее время, количества инвестиций в фонды развития робототехники, количества роботов, коэффициента, характеризующего степень заменимости человеческого труда роботом, и т.д.

Моделирование проводится в два этапа (рис 5.1).

Рисунок 5.1. Моделирование экономического роста.



## Этап 1. Традиционная экономическая модель.

На данном этапе производится сбор статистических данных для параметров экономического роста. Производится моделирование с использованием NAR в рамках эндогенной модели и с помощью NARX в рамках экзогенной модели экономического роста.

Для модели экономического роста СКФО из базы данных Федеральной службы государственной статистики (табл. 5.1) формировались временные ряды для модели экономического роста (ВВП, индексы потребительских цен, статистические данные об инвестициях по отраслям, уровень безработицы, показатели уровня жизни населения, потребность в работниках и т.д.).

По итогам предсказанный ВВП СКФО на 2016 г. равно 1921899 млн руб., что соответствует тенденции, согласно статистике ФСГС.

## Этап 2. Адаптивная экономическая модель.

На данном этапе проверяется реакция модели экономического роста на импульс параметров, связанных с компьютеризацией, роботизацией, внедрением искусственного интеллекта, в том числе отчисления в фонды развития робототехники и изменение налоговой политики к инновационным предприятиям в рамках стандартного отклонения от значений этих параметров.

Для оценки влияния роботизации на ВВП из статистики в БД ФСГС был выбран объем технологических инноваций организаций промышленного производства (рис. 5.3) и организаций, осуществлявших технологические инновации в сфере услуг, и объем отчислений в фонды технологических инноваций. Далее по этой величине отчислений в фонды развития перспективных технологий был дан импульс, и получена реакция ВВП (рис. 5.4).

Оценка влияния роботизации на уровень безработицы проводилось аналогичным

образом. По величине численности персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10000 занятого персонала был дан импульс в положительную сторону, и получена реакция числа безработных.

Как видно из графиков, увеличение финансовых отчислений в фонды развития перспективных технологий способствует увеличению ВВП, а увеличение количества населения, занятого исследованиями и разработками, снижает количество безработных в пределах стандартного отклонения по величине.

Исходя из результатов моделирования, можно перейти к формированию политики в отношении роботизации сектора экономики.

Рисунок 5.3. Объем инновационных товаров, услуг организаций промышленного производства, осуществлявших технологические инновации (тыс. руб.).

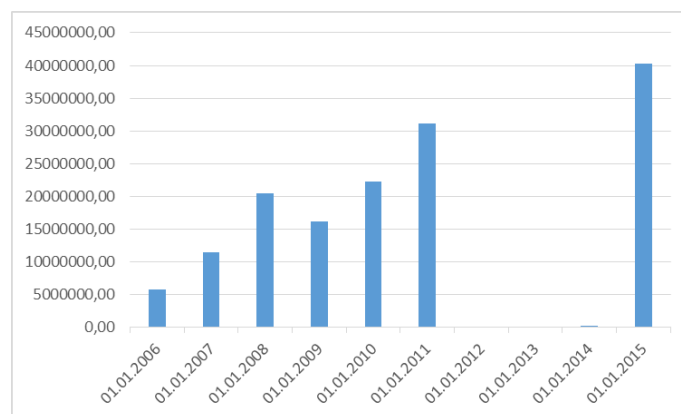


Рисунок 5.4. Реакция ВВП на увеличение финансовых отчислений в фонды развития перспективных технологий.

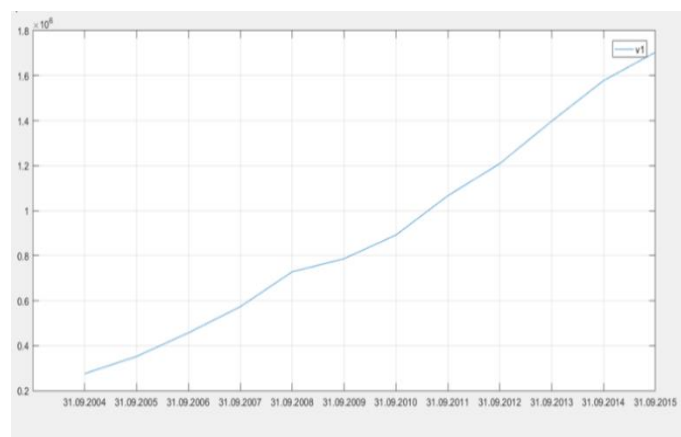


Рисунок 5.5. Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, на 10000 занятого персонала в СКФО с 2010 по 2015 гг.

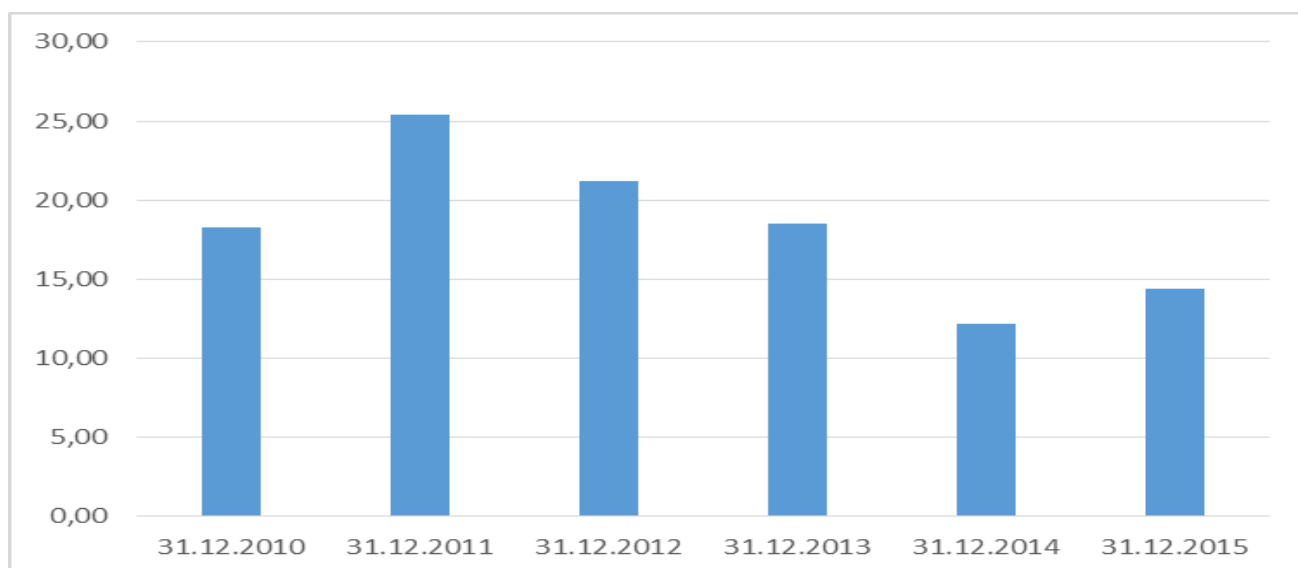


Рисунок 5.6. Реакция количества безработных на увеличение численности населения, занятого исследованиями и разработками.

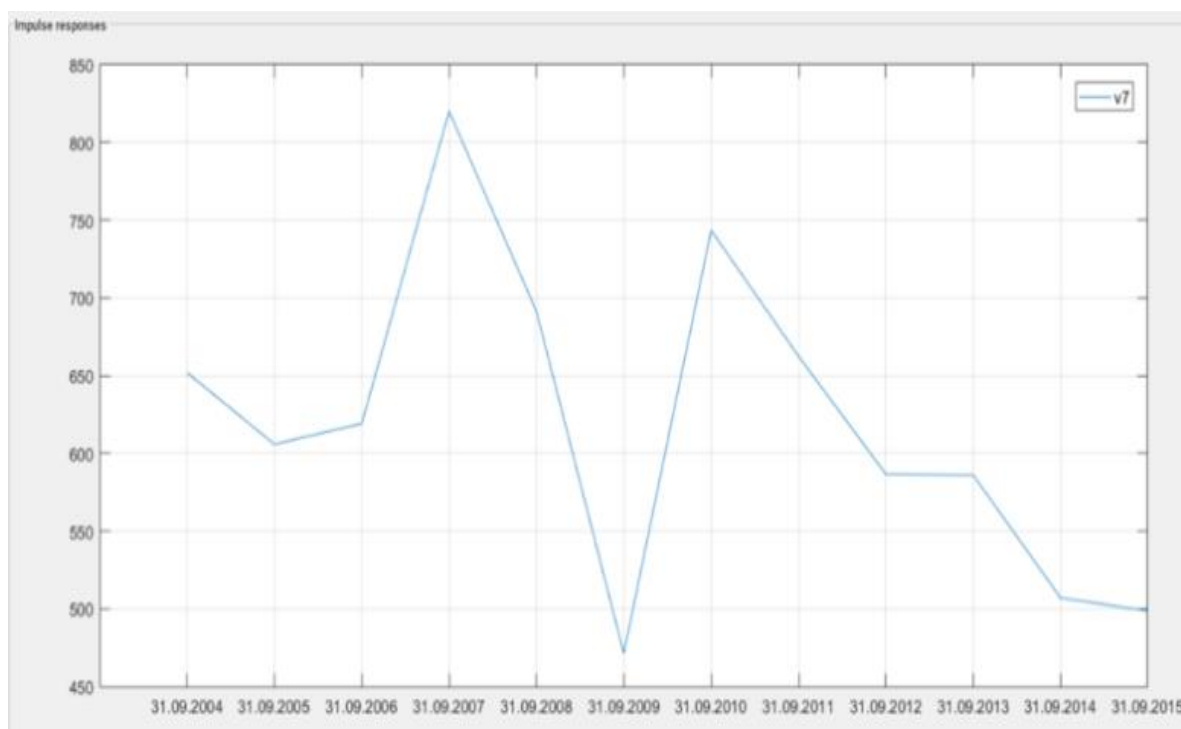


Таблица 5.1. Некоторые параметры в модели прогнозирования ВРП СКФО.

Год	ВРП	Инвестиции в основной капитал, млн руб.	Финансовые результаты деятельности крупных и средних организаций (прибыль), млн руб.	Финансовые результаты деятельности крупных и средних организаций убыток, млн руб.	Поступление налогов, сборов и иных обязательных платежей в бюджетную систему РФ, млн руб.	Индекс потребительских цен, %	Количество безработных, тыс. человек	Иностранные инвестиции, тыс. \$	Потребительские расходы на душу населения, руб.	Денежные доходы на душу населения, руб.	Экспорт, млн \$	Импорт, млн \$
31.09.2004	275606,00	54907,30	13024,00	3972,00	39338,30	112,00	652,00	24979,00	2118,00	3200,00	718,00	291,4
31.09.2005	352070,00	41667,60	11132,00	4763,00	32757,20	109,50	606,00	50348,00	3886,00	4852,40	649,90	175,4
31.09.2006	457117,50	115460,6	25278,00	9156,00	64564,50	109,00	619,30	22823,00	5177,80	6883,80	860,90	452,7
31.09.2007	573220,10	185428,2	28434,00	9924,00	76656,90	114,00	820,00	350297,0	6713,5	8665,2	874,50	478,3
31.09.2008	728230,90	240742,7	31017,00	11437,00	82214,70	112,10	691,40	777388,0	8900,7	11058,5	1155,7	782,3
31.09.2009	786670,90	264080,5	26219,00	12323,00	177666,4	109,90	471,50	93095,00	7034,72	10482,55	824,90	542,1
31.09.2010	891834,30	287136,5	36135,00	13208,00	96846,10	110,60	743,50	62831,00	10118,5	13691,70	706,70	836,7
31.09.2011	1066319,60	346264,3	44607,00	19288,00	106057,1	105,20	662,60	88460,00	11801,6	15346,40	1000,0	1313,5
31.09.2012	1209038,80	397179,7	40857,00	25949,00	121311,5	106,60	586,80	471543,0	12658,8	17161,70	950,30	1434,5
31.09.2013	1397672,60	414361,6	41945,00	23103,00	136268,4	106,10	586,20	110218,0	14112,6	18964,40	959,10	1477,2
31.09.2014	1577951,50	516920,9	42172,00	40345,00	145752,1	111,90	507,20	1753,92	15745,0	20884	978,90	1525,0
31.09.2015	1704330,80	508060,8	57453,00	46116,00	147995,7	114,70	498,80	2524,65	17336,0	22963	819,40	805,6

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С точки зрения мировых экспертов, возникает ситуация, названная «социализмом по неволе»: в будущем государства, вероятно, будут вынуждены контролировать перераспределение благ в виде базового гарантированного дохода или других подобных схем [9]. Подобную мысль также высказал Илон Маск на саммите Всемирного Правительства в ОАЭ в феврале 2017 года.

Во избежание «социализма по неволе», возможно, следующие ситуации потребуют государственного вмешательства и регуляцию процесса роботизации, если:

- Роботизация приводит к массовой технологической безработице;
- Роботизация не улучшает производительность, экологичность и безопасность производства или сервиса;
- Роботизация не привлекает дополнительные трудовые ресурсы и не способствует созданию рабочих мест.

Общемировой практикой стала стимуляция робототехники, если происходит:

- Устранение опасного или вредного производства;
- Устранение рутинного низкоквалифицированного труда;
- Устранение низкооплачиваемого труда;
- Увеличение безопасности;
- Увеличение экологичности.

Предложенный в рамках данной работы подход позволяет производить моделирование параметров экономического роста в рамках существующего технологического уклада и моделировать реакцию экономики на импульсное изменение одного из параметров модели. Были смоделированы показатели экономического роста СКФО и реакция этих показателей на автоматизацию производств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Иванова В.С. Безработица в Северо-Кавказском федеральном округе и ее социальные последствия // Научное сообщество студентов XXI столетия. Общественные науки: сб. ст. по мат. XIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 4 (19). [Электронный ресурс] URL: [http://sibac.info/archive/social/4\(19\).pdf](http://sibac.info/archive/social/4(19).pdf) (Дата обращения: 15.05.2017)
- 2) Моделирование воздействия процесса роботизации на экономический рост [Электронный ресурс] URL: <http://economy-lib.com/modelirovanie-vozdeystviya-protssessa-robotizatsii-na-ekonomicheskii-rost> (Дата обращения: 15.01.2017)
- 3) Национальная Ассоциация участников рынка робототехники [Электронный ресурс] URL: <http://robotunion.ru/ru/analitika> (Дата обращения: 24.01.2017)
- 4) Промышленные роботы в современном производстве [Электронный ресурс] URL: <http://mirprom.ru/public/promyshlennye-roboty-v-sovremennom-proizvodstve.html> (Дата обращения: 27.02.2017)
- 5) Экономика СКФО [Электронный ресурс] URL: <http://krskfo.ru/116> (Дата обращения: 28.03.2017)
- 6) 30 companies already replacing humans with robots [Электронный ресурс] URL: <https://www.msn.com/en-us/money/companies/30-companies-already-replacing-humans-with-robots/ss-BBy4YrB#image=12> (Дата обращения: 25.01.2017)
- 7) Automation and anxiety [Электронный ресурс] URL: <http://www.economist.com/news/special-report/21700758-will-smarter-machines-cause-mass-unemployment-automation-and-anxiety> (Дата обращения: 13.02.2017)
- 8) Estimating the impact of robots on productivity and employment [Электронный ресурс] URL: <http://voxeu.org/article/robots->

productivity-and-jobs (Дата обращения: 18.01.2017)

9) Investment outlook from Bill Gross. [Электронный ресурс] URL: [https://17eb94422c7de298ec1b8601c126654e9663374c173ae837a562.ssl.cf1.rackcdn.com/Documents/umbrella/bill%20gross/Bill%20Gross%20Investment%20Outlook\\_May%202016.pdf](https://17eb94422c7de298ec1b8601c126654e9663374c173ae837a562.ssl.cf1.rackcdn.com/Documents/umbrella/bill%20gross/Bill%20Gross%20Investment%20Outlook_May%202016.pdf) (Дата обращения: 15.09.2016)

10) Mullen J. China can't buy enough industrial robots [Электронный ресурс] URL: <http://money.cnn.com/2016/06/23/technology/china-industrial-robots/> (Дата обращения: 14.04.2017)

11) Robot as a service [Электронный ресурс] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Robot\\_as\\_a\\_service](https://en.wikipedia.org/wiki/Robot_as_a_service) (Дата обращения: 23.01.2017)

12) Robots Create Jobs! [Электронный ресурс] URL: <https://ifr.org/robots-create-jobs> (Дата обращения: 17.01.2017)

13) Robotic Motion Planning in Real-Time [Электронный ресурс] URL: <https://pratt.duke.edu/about/news/robotic-motion-planning-real-time>

14) What is happening in robotics? Five trends to watch [Электронный ресурс] URL: <https://www.therobotreport.com/news/whats-happening-in-robotics-five-trends-to-watch> (Дата обращения: 16.01.2017)

15) Why Foreign Robots Are The Real U.S. Job Killer [Электронный ресурс] URL: <http://www.zerohedge.com/news/2017-03-27/why-foreign-robots-are-real-us-job-killer> (Дата обращения: 15.01.2017)



## PROSPECTS OF THE ROBOTICS CLUSTER ESTABLISHMENT: A CASE OF THE NORTH CAUCASUS FEDERAL REGION

**Yurgelas Maria** - Candidate of political sciences, Associate professor of the Department of the Theory and Practice of Business-Government Interaction of the National Research University - Higher School of Economics. Address: 20 Myasnitskaya Ulitsa, Moscow, 101000, Russia. E-mail: myurgelas@hse.ru.

**Shereuzhev Madin** - engineer, operation leader of the LLC Domestic Robots. Address: 37a Ulitsa Armand, Nalchik, 360052, The Kabardino-Balkar Republic, Russia. E-mail: shereuzhev@gmail.com.

In the age of high technology automation is replaced by robotization (using RaaS-solutions) of certain operations in various spheres of life because the use of robots is often much more efficient and less costly than the application of human labor. With the step-by-step robotization of the economy, employment placements begin to shrink that increases unemployment and negatively affects the social situation in the country in general. In this regard, the state faces the necessity of developing a robotization program for the economy aimed to satisfy business interests in reducing costs with the help of RaaS solutions and to protect people without work due to widespread robotization of different processes. Therefore, the certain tool for simulating the economic effect of robotization is needed to be develop. The development of such tool is the subject of this article.

Key words:

*Robotics, robotics cluster, industrial robotics, robotics as a service, robots, North Caucasus federal region, NCFR, robotization effect, southern region, economic growth, modeling, modeling intelligent techniques, RaaS-solutions.*