

# Смогут ли роботы заменить людей?

## Оценка рисков автоматизации в регионах России

*Ускоряющееся внедрение цифровых технологий может привести к несоответствию между экспоненциальным ростом уровня автоматизации, усложнения деятельности и компенсирующим влиянием переобучения и создания рабочих мест в России. Если бы автоматизация произошла одномоментно, то около половины трудоспособного населения (40,1 млн чел.) могло быть исключено из хозяйственной деятельности; в ряде слаборазвитых и сырьевых регионов эта оценка выше 55%. Наиболее распространенные профессии считаются высоко автоматизируемыми: водители, продавцы, грузчики, охранники. Часть этих граждан могут оказаться не готовы к переобучению, профессиональному творчеству и сформируют «экономику незнания». Социальные риски ниже в технологически развитых регионах с повышенной долей горожан, предпринимателей, образованных и состоятельных граждан, низким неравенством. Предложен ряд адаптационных мер: развитие непрерывного STEM-образования, формирование экосистем предпринимательства, поддержка предпринимательских вузов и др.*



**С. П. Земцов,**  
к. геогр. н., старший научный сотрудник  
лаборатории исследований проблем  
предпринимательства ИПЭИ РАНХиГС  
spzemtsov@gmail.com

**Ключевые слова:** цифровая экономика, регионы России, социальная исключенность, «индустрия 4.0», технологическая безработица, экономика незнания, STEM.

### Введение и обзор исследований

Принципиальным отличием цифровой экономики является ускоренное формирование комплексных «умных систем»: умный город, умный дом, интеллектуальные транспортные системы с автопилотируемыми средствами передвижения, магазины и склады без персонала, интерактивные системы дистанционного обучения, системы поддержки принятия решений и многие другие. Под «умными» понимаются разнообразные, основанные на точных алгоритмах и расчетах, учитывающие большой набор данных<sup>1</sup> и интерактивные технологии. Условно новый этап можно охарактеризовать как процесс «смартизации» (от англ. «smart» — умный), в литературе чаще используются более узкие понятия «четвертая промышленная революция» и «индустрия 4.0», характеризующие преимущественно изменения производительных

сил [18, 21]. Многие из новых технологий являются подрывными<sup>2</sup>, т. е. приведут к ликвидации или существенной трансформации целых отраслей экономики, а соответственно и рынков труда. Последнее связывается и с активными процессами роботизации<sup>3</sup>. Роботы смогут выполнять, в первую очередь, рутинную деятельность, т. е. постоянно повторяющиеся, разбивающиеся на простые действия, такие как сбор и обработка данных, перемещение грузов, продажа товаров и услуг, заполнение форм и т. д. [6, 16, 22], хотя по мере обучения системы искусственного интеллекта смогут проникать во все более сложные сферы. Возможные последствия для занятости и социальной сферы слабо предсказуемы.

Цель работы — дать предварительную оценку риска потенциального технологического исключения трудоспособных граждан из экономики для регионов России. Фактически в работе ставится мысленный

<sup>1</sup> Популярным стало выражение «большие данные — это новая нефть», а соответственно страны, регионы, организации, которые научатся лучше и быстрее обрабатывать эти данные и на их основе внедрять новые технологии управления, станут лидерами новой экономики. Большие данные (от англ. «big data») обладают тремя основными признаками: большой объем (терабайты), разнородность и постоянное обновление.

<sup>2</sup> Например, внедрение «умных» сервисов заказа такси — «уберизация» (Uber, Gett, Яндекс.Такси и др.) фактически привело к закрытию колл-центров, а последующее внедрение автопилотируемых машин может свести к минимуму занятость в отрасли.

<sup>3</sup> Под роботами (от чеш. robot, от robota — подневольный труд) в данной статье понимается автоматическое устройство, предназначенное для осуществления производственных и других операций, обычно выполняемых человеком (или животным): компьютер, смартфон, сложная программа, промышленные роботы и т. д.

эксперимент: что произойдет в регионах при одноментной автоматизации с учетом имеющихся и разрабатываемых технологий? Подход не решает проблемы прогнозирования, но может служить задаче определения потенциальных угроз.

В последние несколько лет опубликованы десятки работ по оценке потенциальной автоматизации рабочих мест. В одной из первых статей [17] предложена методика, основанная на определении вероятности автоматизации профессий на основе трех критериев: восприятие и манипулирование, творческий и социальный интеллект. Доля высоко уязвимых рабочих мест по этой методике в России составила 26,5%. Но не учитываются возможности переобучения, трансформации самих профессий, увеличения в них творческих функций. Поэтому подход неоднократно подвергался критике; в работах [6, 8, 12, 23] подробно обсуждались различные компенсационные механизмы для рынка труда и противоречивые результаты эмпирических исследований. В предыдущие периоды внедрение новых технологий на уровне фирм чаще имело положительные последствия для занятости, но неоднозначное влияние на уровне отдельных отраслей и стран. В недавней работе [13] показано, что увеличение числа промышленных роботов на один (на 1000 занятых) в США привело к снижению доли занятых на 0,18-0,4 процентных пунктов, а заработной платы — на 0,25-0,5 с учетом контрольных переменных.

Другие оценки автоматизации [20] основаны на агрегированных по отраслям расчетах доли рутинных действий в рабочем времени. Используя этот подход, в работе [6] доля потенциально автоматизируемых рабочих мест в России оценена в 44,8% по данным о работниках без внешних совместителей<sup>4</sup>. Это значение ниже оценок для большинства развитых стран (например, США — 46%, Япония — 56%) из-за высокой доли неучтенной скрытой занятости. Наиболее высокие значения — в регионах с развитой обрабатывающей промышленностью, где перспективно внедрение промышленных роботов: Ленинградская, Владимирская, Калужская, Липецкая области. Примером служит автоматизация «АвтоВАЗа» в Тольятти<sup>5</sup>, где численность работников сократилась с 2007 г. более чем на 70 тыс. чел. Впрочем, в рамках особой модели рынка труда в России [3] чаще всего экономические преобразования не приводят к росту фиксируемой безработицы, работники переводятся на неполную занятость, они вынуждены вести дополнительную деятельность, часто за пределами формального сектора. Значимым механизмом адаптации является переход к натуральному хозяйству, различным формам самозанятости. Поэтому полученные оценки [6] будут ис-

пользоваться и уточняться в данной статье с учетом неформального сектора.

Во многих регионах России распространение новых технологий запаздывает на десятилетия, но впоследствии скорость процесса существенно выше, чем в развитых странах [1]. Правительства и рынок труда не смогут мгновенно отреагировать на технологические вызовы, так как внедрение новых программ обучения, создание новых рабочих мест требует времени. Возможно возникновение временного лага между автоматизацией и адаптацией, а соответственно разрыва между стремительно увеличивающимся числом безработных и появлением новых вакансий.

Автоматизация сама по себе не ведет к росту долгосрочной безработицы [8], но она повышает необходимость непрерывно обновлять свои знания, умения, быть готовым к изменениям и поддерживать в себе креативность. Есть угроза, что часть населения не сможет адаптироваться, конкурировать с роботами, возникает вероятность их исключения из хозяйственной деятельности. Возможно формирование сферы экономики, в которой граждане не будут участвовать в современных процессах создания, освоения и развития новых идей, технологий и продуктов. Ее предлагается назвать «экономикой незнания» в противоположность наиболее прогрессивной части хозяйства — экономики знания [1]. Термин требует дополнительного обсуждения. Примером могут быть молодые сельские жители и выходцы из малых городов, которые приезжают посменно в крупные города для охраны различных объектов, но при этом не повышают свои компетенции, не участвуют в создании новых технологий и продуктов. Развитие систем видеонаблюдения и идентификации личности приведет к их исключению, так как быстро освоить новую профессию им будет трудно. Деятельность в сфере охраны имеет высокую вероятность автоматизации — 0,84 (см. табл. 1).

## Методика

Предлагается следующая модель оценки в соответствии с вероятностью различных групп трудоспособного населения быть исключенными из хозяйственной деятельности (в скобках указан номер сектора на рис. 1, даны значения для России в целом в 2015 г.<sup>6</sup>):

$$NSE_{i,t} = CUE_{i,t} + ANE_{i,t} + AR_{i,t} + NE_{i,v}$$

где  $i$  — регион;  $t$  — год;  $NSE$  — численность трудоспособных граждан, потенциально исключаемых под воздействием процессов роботизации (42,13 млн чел.);

<sup>4</sup> Оценки по видам деятельности и профессиям могут быть существенно пересмотрены в сторону сокращения в 3-4 раза, если рассматривать конкретные действия внутри профессий [12]. Более консервативная оценка роботизации в России составит около 15%, остальные работники, которые могут потерять работу, скорее всего, смогут занять более творческие должности в рамках своих профессий пройдя переобучение.

<sup>5</sup> Впрочем, уровень применения промышленных роботов в России существенно ниже большинства развитых стран, а стоимость рабочей силы достаточно низкая (особенно с учетом миграционного прироста из менее развитых стран) в сравнении со стоимостью внедрения роботов. В России около 1 промышленного робота приходится на 10000 работников, в мире в среднем — около 69 [25].

<sup>6</sup> Для расчетов, если не указано иное, использовались данные Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), а также сайта Росстата [26, 27].

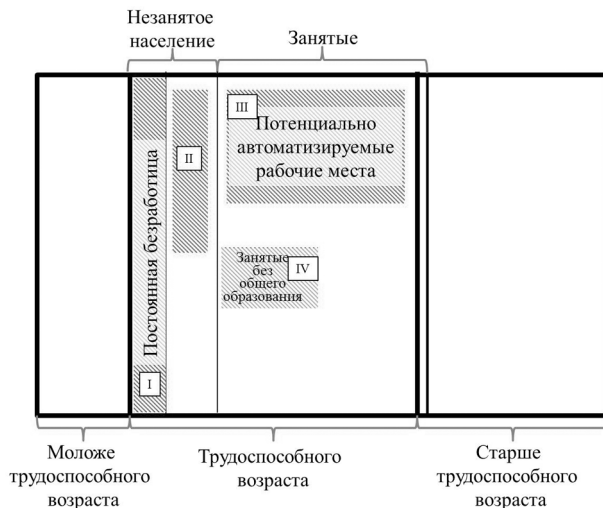


Рис. 1. Структура постоянного населения с учетом «экономики незнания» (заштриховано фоном).  
Реальные пропорции не соблюдены

АЕ — численность формально занятых, подверженных автоматизации, млн чел. (I; 24,343); АИЕ — численность занятых в неформальном секторе, подверженных автоматизации, млн чел. (II; 7,433); АНЕ — численность незанятых граждан (не безработных), подверженных автоматизации, млн чел. (III; 6,064); СUE — численность «постоянных» безработных, млн чел. (IV; 4,289).

На первом этапе была оценена доля подверженных автоматизации формально занятых (AUT) по предложенной ранее методике [6]:

$$AE_{i,t} = (E_{i,t} - (E_{i,t} \cdot IE_{i,t})) \cdot AUT_{i,t}$$

где E — численность занятых, млн чел. (68,39); IE — доля занятых в неформальном секторе, %.

На основе отраслевой структуры неформальной занятости<sup>7</sup> оценивался коэффициент ее потенциальной автоматизации (AUT\*)<sup>8</sup>. Ожидаемо его значение оказалось выше, чем для формального сектора, так как выше доля торговли и прочих услуг, где преобладает рутинный труд. Для сравнения доля подверженных автоматизации для формального сектора в России в 2015 г. равна 44,78%, то для неформального сектора — 53% (52,2% — для мужчин, 54% для женщин; 51,9% — для горожан, 54,8% — для селян):

$$AIE_{i,t} = (E_{i,t} \cdot IE_{i,t}) \cdot AUT^*_{i,t}$$

где AIE — численность занятых в неформальном секторе, подверженных автоматизации, млн чел.

На третьем этапе рассчитана численность незанятых граждан, не считающих себя безработными (АНЕ), путем исключения из численности трудоспособного населения (WAP) занятых и «постоянных» безработных (CUE) (объяснение см. далее). Эта категория граждан очень неоднородна, сюда входят обучающиеся, рантье, женщины-домохозяйки, занятые натуральным хозяйством и т. д. Оценки технологического исключения для них не могут быть ниже, чем для неформальных занятых (AUT\*), так как многие из

них уже сегодня не участвуют в создании и освоении новых технологий:

$$ANE_{i,t} = (WAP_{i,t} - E_{i,t} - CUE_{i,t}) \cdot AUT^*_{i,t}$$

В настоящих расчетах методически неверно использовать текущую численность безработных, так как она меняется, а люди могут находиться в стадии переобучения. Поэтому рассчитывалась численность «постоянных» безработных (CUE) на основе минимального (неснижаемого) уровня безработицы для каждого региона в 1995-2015 гг. по методике Международной организации труда (min UE). Предполагается, что min UE не будет опускаться ниже в условиях автоматизации, его можно условно считать естественным для региона:

$$CUE_{i,t} = \min UE_{i, 1995-2015} \cdot EAP_{i,t}$$

где EAP — численность рабочей силы (экономически активного населения), млн чел. (76,588).

Описанная методика не учитывает демографических (снижение доли трудоспособного населения, вхождение в трудоспособный возраст многочисленного поколения, рожденного в 2000-е гг.) и социально-экономических (динамика стоимости роботов и рабочей силы) тенденций. Для более точных оценок и понимания факторов исключения необходимо проведение специализированного социологического обследования, что не входило в задачи работы. Из анализа литературы известно, что чем выше уровень образования, а соответственно уровень квалификации населения, тем быстрее оно способно адаптироваться, искать и создавать новые рабочие места [11, 15]. Чем более богаты жители, тем они также более адаптивны, имеют запас денежных средств для переобучения, переезда, открытия нового дела и т. д. При этом важен не только общий показатель доходов, но и их распределение внутри сообщества (коэффициент Джини), так как неравенство приводит к исключению еще большего числа граждан. Развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) способствует созданию новых рынков, новых сфер занятости [24]: чем выше уровень владения ИКТ среди населения, тем оно более адаптивно, выше его способность обучаться, осваивать новые технологии [1]. Высокий уровень развития ИКТ может свидетельствовать, что уже достигнут определенный уровень автоматизации, а часть населения адаптировалась. Предпринимательская активность, условия для развития малого бизнеса и изобретательская активность [6] определяют возможности в регионе для создания новых сфер занятости, реализации творческого потенциала жителей, а соответственно снижения доли потенциальной экономики незнания. Описанные здесь условия преимущественно сформированы в крупных городах, где выше масштаб, концентрация и разнообразие хозяйственной деятельности.

Для выявления характеристик регионов, в которых доля подверженных автоматизации граждан далее, предложена следующая эмпирическая модель:

$$dNSE_{i,t} = \text{const} + \text{Agglomer}_{i,t} + \text{Income}_{i,t} + \\ + \text{HumCap}_{i,t} + \text{EntrInst}_{i,t} + \text{ICT}_{i,t} + \text{Control}_{i,t}$$

где  $dNSE$  — доля трудоспособного населения, которое потенциально может быть исключено из современной экономики, %;  $\text{const}$  — константа;  $\text{Agglom}$  — агломерационные эффекты: доля горожан в населении, %;  $\text{Income}$  — уровень доходов населения: среднедушевые доходы населения, тыс. руб., объем торговли на душу населения, тыс. руб., индекс Джини;  $\text{HumCap}$  — концентрация человеческого капитала: доля занятых с высшим образованием, %, численность студентов на тыс. чел., число патентов на 1000 жителей;  $\text{EntrInst}$  — условия для развития предпринимательства: отношение числа малых фирм к численности ЭАН; число преступлений на 1000 чел.;  $\text{ICT}$  — уровень развития и проникновения ИКТ: доля предприятий, имевших WEB-сайт, %;  $\text{Control}$  — контрольные переменные: доля наиболее автоматизируемой обрабатывающей промышленности в ВРП, %. Последовательно проверялось влияние каждого фактора, проводилась тщательная проверка на наличие мультиколлинеарности.

## Оценки потенциального технологического исключения в регионах России

Наиболее распространенные профессии в России (табл. 1) считаются потенциально высоко автоматизируемыми: водители, продавцы, грузчики, охранники и др. ( $\approx 28$  млн чел.)<sup>9</sup>.

Если использовать сквозную методику оценки в разные годы, то в целом численность потенциально подверженных исключению трудоспособных граждан в России сократилась с 2009 по 2015 гг. (рис. 2) с 42,3 до 40,1 млн чел. (на 5,2%), но их доля снизилась не столь существенно: с 50% до 49,3%. Происходит медленная адаптация занятости, увеличение доли менее подверженным автоматизации видов деятельности [4].

Наибольшая доля трудоспособного населения, подверженного автоматизации, наблюдалась в наименее развитых регионах (рис. 3): Ингушетия (63,2%), Чечня (57,2%), Дагестан (53,2%), Карачаево-Черкессия (53,2%), Кабардино-Балкария (52,4%) и Тыва (52,4%). Здесь высока доля потенциально высоко автоматизируемых услуг торговли и перевозок, сельского хозяйства, высока доля неформального сектора. Также повышена доля в сырьевых регионах: Ненецкий (58,8%), Ямало-Ненецкий (52,1%) и Ханты-Мансийский (52%) автономный округа, в которых постепенно будут внедряться безлюдные технологии добычи и транспортировки нефти и газа. В регионах с высокой долей обрабатывающей промышленности активно развиваются роботизированные комплексы: Ленинградская (51,3%), Челябинская (51%) области, Башкортостан (50,5%). Чем выше доля потенциально подверженного роботизации трудоспособного населения, тем выше риски технологического исключения (потенциальной экономики незнания) и социальных рисков в будущем. И региональным администрациям с высокими значениями следует больше внимания уделить адаптации населения. Наименьшие значения в крупных агломерациях с диверсифицированной структурой экономики, с высокими качеством человеческого капитала и уровнем внедрения современных технологий: Москва (44,8%), Санкт-Петербург (46,4%), Тюменская область (43,6). Ниже доля в регионах нового освоения с высокой долей трудоспособного населения — Магаданская область, Республика Саха и Чукотский АО.

На последнем этапе исследования выявлялись характеристики регионов (табл. 2), влияющие на риски роботизации. В некоторой степени это должно способствовать определению механизмов сокращения негативного влияния технологического исключения.

Наиболее значимыми факторами, как и ожидалось, оказались доля занятых с высшим образованием и доля горожан: чем выше эти значения, тем ниже риски автоматизации. Если в регионе доля горожан на

Таблица 1  
Вероятность автоматизации наиболее массовых профессий в России

| Профессия              | Число занятых, млн чел. [10] | Вероятность автоматизации, % [17] |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Водители               | 7                            | $\approx 98$                      |
| Продавцы               | 6,8                          | $\approx 98$                      |
| Бухгалтеры, экономисты | 3,6                          | $\approx 43-94^{10}$              |
| Учителя                | 2,8                          | $\approx 20-94$                   |
| Грузчики               | 2,3                          | $\approx 72$                      |
| Уборщики               | 2,1                          | $\approx 66-83$                   |
| Младший медперсонал    | 1,9                          | $\approx 0,9-51$                  |
| Охранники              | 1,8                          | $\approx 84$                      |

Источник: [10]

<sup>9</sup> Уже сейчас в России компании «Яндекс» и «КАМАЗ» разрабатывают беспилотные автомобили, за рубежом крупнейшие автоконцерны, «Гугл» проводят соответствующие исследования. В США и Китае активно развиваются магазины, в которых отсутствуют продавцы, в то же время в крупных транспортно-логистических центрах (например в компании «Амазон») товары распределяют роботы-грузчики.

<sup>10</sup> Вероятность различается для разных категорий работников (например, рядовой бухгалтер и коммерческий директор). Вероятность автоматизации ниже для более квалифицированных категорий, где выше ответственность, необходимы творческий подход, выше роль социальных взаимодействий.

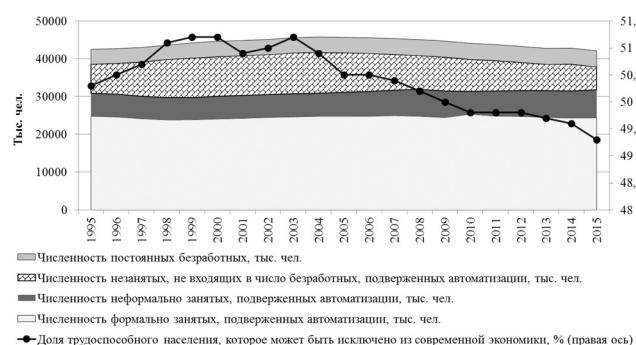


Рис. 2. Структура и динамика потенциальной сферы экономики незнания

1% выше, чем в других, то в нем доля потенциальной экономики незнания на 0,17-0,28% ниже. Высокая предпринимательская активность и концентрация человеческого капитала также сочетается с более низкими рисками, но значимость этого эффекта ниже, чем влияние городской среды и доходов населения. Благоприятные институциональные условия (в нашем случае — низкая преступность) и высокий уровень проникновения ИКТ также наблюдаются в регионах с более низкими рисками автоматизации. В регионах с развитой обрабатывающей промышленностью риски выше. В регионах с пониженной долей подверженных автоматизации выше изобретательская активность населения и выше доля наиболее активной и перспективной части населения — студентов. Если в регионе доходы населения выше на 1%, чем в других, то его риски автоматизации ниже на 0,02%. Закономерность сохраняется, если для оценки богатства населения использовать объем торговли на душу населения, т. е. его покупательную способность. При этом, чем более неравномерно распределение доходов (индекс Джини) в регионе, тем риски выше.

## Заключение и рекомендации

Современные технологии не только создают возможности для развития, но и несут существенные риски, связанные с автоматизацией рутинных процессов: снижение заработной платы, повышение неравенства, потенциальные увольнения, но главное — невозможность в сжатые сроки переобучить занятых и создать рабочие места в новых секторах цифровой экономики. Полученные в статье оценки позволяют определить масштабы потенциальных угроз: что произойдет, если автоматизация наступит одновременно. В этом случае около 49,3% трудоспособного населения России, или 42,13 млн чел. могут оказаться исключенными из современной экономики. Описываемый сценарий маловероятен, но чем выше оценки для регионов, тем выше в них социальные риски, так как большей доле населения предстоит пройти переподготовку. Неясны источники доходов исключаемых граждан, все чаще поднимается вопрос о введении безусловного дохода [19].

В России процесс автоматизации находится на начальной стадии, происходит постепенное изменение структуры занятости в сторону менее автоматизируемых отраслей [4], растет доля высокотехнологичных и наукоемких видов деятельности — более 33% работников в 2016 г. [2]. Скорость процессов автоматизации и внедрения цифровых технологий замедлена из-за экономических (высокая стоимость роботов в сравнении с рабочей силой), политических (страх социальных последствий), юридических (запрет на внедрение некоторых технологий) и иных ограничений. Эти факторы могли бы способствовать постепенной адаптации населения. Но современная модель рынка труда [3] тормозит реструктуризацию и модернизацию производств, усиливает неравенство среди занятых, лишает их социальной защиты и поддерживает неопределенность.



Рис. 3. Трудоспособные граждане, которые потенциально могут быть исключены из современной хозяйственной деятельности, в регионах России в 2015 г.

Примечание: штриховкой показаны регионы, в которых доля потенциально подверженных автоматизации граждан увеличилась с 2009 по 2015 гг.

Характеристики регионов, влияющие на потенциальный уровень технологического исключения

|                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |                       |                       |                       |                      |                      |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Панельная модель с фиксированными эффектами. Зависимая переменная – доля трудоспособного населения, потенциально подверженных автоматизации. 539 наблюдений. 2009–2015 гг. Все переменные логарифмированы. В скобках – робастные стандартные ошибки |                     |                       |                       |                       |                      |                      |                      |
| Константа                                                                                                                                                                                                                                           | 3,9***<br>(0,1)     | 5,34***<br>(0,4)      | 5,04***<br>(0,42)     | 5,06***<br>(0,41)     | 5,07***<br>(0,39)    | 4,8***<br>(0,32)     | 4,8***<br>(0,34)     |
| Доля занятых с высшим образованием, %                                                                                                                                                                                                               | –0,01*<br>(0,004)   | –0,002***<br>(0,0008) | –0,002***<br>(0,0005) | –0,002***<br>(0,0006) | –0,001**<br>(0,0006) | –0,002**<br>(0,0008) | –0,001*<br>(0,0006)  |
| Доля горожан, %                                                                                                                                                                                                                                     |                     | –0,28***<br>(0,1)     | –0,28***<br>(0,1)     | –0,27***<br>(0,1)     | –0,27***<br>(0,1)    | –0,19**<br>(0,07)    | –0,17**<br>(0,08)    |
| Число малых фирм к численности ЭАН                                                                                                                                                                                                                  | –0,01***<br>(0,004) |                       |                       |                       |                      |                      |                      |
| Доходы населения, тыс. руб.                                                                                                                                                                                                                         |                     | –0,02***<br>(0,009)   |                       |                       |                      |                      |                      |
| Число преступлений на 1000 жителей                                                                                                                                                                                                                  |                     |                       | –0,02***<br>(0,009)   |                       |                      |                      |                      |
| Доля предприятий, имевших веб-сайт, %                                                                                                                                                                                                               |                     |                       |                       | –0,006**<br>(0,003)   |                      |                      |                      |
| Доля обрабатывающей промышленности в ВРП, %                                                                                                                                                                                                         |                     |                       |                       |                       | 0,0005**<br>(0,0002) |                      |                      |
| Число патентов на 1000 жителей                                                                                                                                                                                                                      |                     |                       |                       |                       |                      | –0,001**<br>(0,0004) |                      |
| Численность студентов на 1000 жителей                                                                                                                                                                                                               |                     |                       |                       |                       |                      | –0,009***<br>(0,002) | –0,001***<br>(0,003) |
| Объем торговли на душу населения, тыс. руб.                                                                                                                                                                                                         |                     |                       |                       |                       |                      | –0,013**<br>(0,002)  | –0,013***<br>(0,002) |
| Индекс Джини по доходам                                                                                                                                                                                                                             |                     |                       |                       |                       |                      |                      | 0,048*<br>(0,03)     |
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |                       |                       |                       |                      |                      |                      |
| Общий $R^2$                                                                                                                                                                                                                                         | 0,93                | 0,93                  | 0,93                  | 0,93                  | 0,93                 | 0,94                 | 0,94                 |
| Within $R^2$                                                                                                                                                                                                                                        | 0,04                | 0,1                   | 0,09                  | 0,09                  | 0,09                 | 0,17                 | 0,18                 |
| Критерий Шварца                                                                                                                                                                                                                                     | –2889               | –2917                 | –2916                 | –2917                 | –2918                | –2958                | –2946                |

Примечание: переменные значимы (p-value): \* — на уровне 0,1; \*\* — на уровне 0,05; \*\*\* — на уровне 0,01. Несмотря на высокие общие оценки  $R^2$ , внутригрупповые оценки (Within  $R^2$ ) низкие, то есть модели плохо прогнозируют поведение конкретных регионов.

А борьба с безработицей в регионах достигается путем неформальных запретов на увольнение сотрудников [7]. Это может существенно усугубить социальные риски в случае форсированной диффузии. Высокая региональная дифференциация по скорости внедрения технологий и адаптации к ним сообществ [1] может привести к формированию старопромышленных и «старосервисных» регионов с набором социальных проблем, высокой долей экономики незнания.

Можно сформулировать ряд рекомендаций для минимизации описываемых рисков и создания компенсационных механизмов. При выборе рода занятий отдельными гражданами и выборе направлений региональной поддержки, в первую очередь, следует рассматривать те сферы, которые менее подвержены автоматизации [6, 19]: творческие индустрии (исследования, искусство, предпринимательство и др.), STEM (наука, технологии, инжиниринг и математика), социальное взаимодействие (соцработники, педагоги, психологи и т. д.); изменяющиеся условия (работники чрезвычайных служб); ответственность и управление; наставничество (менторы, священнослужители, тренеры и т. д.).

В регионах потребуется разработка программ адаптации к цифровой экономике, различающиеся в зависимости от типа региона в рамках умной специализации [5] и уровня потенциальных угроз. В целом программы могут включать меры по созданию

систем непрерывного STEM-обучения, по популяризации и обучению предпринимательству. Снижение инвестиционных рисков приведет к расширению возможностей участия граждан в предпринимательской, творческой деятельности, изобретательстве [2]. Расширение ИКТ-инфраструктуры (в том числе 5G) создаст условия для формирования новых секторов экономики. Потребуется существенно увеличить финансирование образования и НИОКР, а также способствовать внедрению дуального образования, базовых кафедр, связанных грантов и инновационных ваучеров для интенсификации связей между образованием, наукой и бизнесом [2, 5]. Необходимо стимулировать переход ведущих технических вузов регионов к модели предпринимательского университета («университета 3.0»), способного готовить не только кадры, но и самостоятельно проводить прикладные исследования и на их основе создавать инновационные компании [5]. Потребуется формирование предпринимательских экосистем, включающих некоммерческие центры взаимодействия институтов развития малого бизнеса, кластеры малых фирм, сеть ЦМИТов и фаблабов для обучения технологиям [9], бизнес-инкубаторы для обучения предпринимательству, акселераторы и венчурных инвесторов. Формирование комфортных условий проживания будет способствовать привлечению квалифицированных кадров [2].

## Список использованных источников

- 1 В. Л. Бабурин, С. П. Земцов. Инновационный потенциал регионов России. М.: КДУ, 2017.
- 2 В. А. Барина, С. П. Земцов, Р. И. Семенова, И. В. Федотов. Высокотехнологичный бизнес в регионах России. Национальный доклад. М., 2017.
- 3 В. Е. Гимпельсон, Р. И. Капелюшников. Российская модель рынка труда: испытание кризисом // Журнал Новой экономической ассоциации. 2015. № 2. С. 249-254.
- 4 В. Е. Гимпельсон, Р. И. Капелюшников. «Поляризация» или «улучшение»? Эволюция структуры рабочих мест в России в 2000-е гг. // Вопросы экономики. 2015. № 7. С. 87-119.
- 5 С. Земцов, В. Барина. Смена парадигмы региональной инновационной политики в России: от выравнивания к «умной специализации» // Вопросы экономики. 2016. № 10. С. 70-77.
- 6 С. Земцов. Роботы и потенциальная технологическая безработица в регионах России: опыт изучения и предварительные оценки // Вопросы экономики. 2017. № 7. С. 142-157.
- 7 Н. Зубаревич. Региональная проекция нового российского кризиса // Вопросы экономики. 2015. № 4. С. 37-52.
- 8 Р. И. Капелюшников. Технологический прогресс-пожиратель рабочих мест? // Вопросы экономики. 2017. № 11. С. 111-140.
- 9 Д. В. Маслов, И. Гаджански, А. Е. Кирьянов. Новая эра «сделай сам»: мейкеры из фаблабов // Инновации. 2017. № 12. С. 96-104.
- 10 Профессии на российском рынке труда: аналит. докл. НИУ ВШЭ/Отв. ред. Н. Т. Вишневская. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2017. 159 с.
- 11 M. Arntz, T. Gregory, U. Zierahn (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. OECD Social, Employment, and Migration Working Papers, No. 189.
- 12 M. Arntz, T. Gregory, U. Zierahn (2017). Revisiting the risk of automation. Economics Letters. No. 159, pp. 157-160.
- 13 D. Acemoglu, P. Restrepo (2017). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. NBER Working Paper, No. 23285.
- 14 E. Brynjolfsson, A. McAfee (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies, WW Norton & Company.
- 15 J. H. Chang, P. Huynh (2016). ASEAN in transformation: the future of jobs at risk of automation. Geneva: ILO.
- 16 M. Ford. Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future. Basic Books, 2015.
- 17 C. B. Frey, M. A. Osborne (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change, Vol. 114, pp. 254-280.
- 18 P. Hawken, A. B. Lovins, L. H. Lovins. Natural capitalism: The next industrial revolution. Routledge, 2013.
- 19 K. LaGrandeur, J. J. Hughes (Eds.) (2017). Surviving the Machine Age: Intelligent Technology and the Transformation of Human Work. Springer.
- 20 J. Manyika, M. Chui, M. Miremadi, J. Bughin, K. George, P. Willmott, M. Dewhurst (2017). A future that works: Automation, employment, and productivity. McKinsey Global Institute.
- 21 K. Schwab (2017). The fourth industrial revolution, Penguin UK.
- 22 The Future of Jobs (2016). Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution.
- 23 M. Vivarelli (1995). The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence. Aldershot: Edward Elgar.
- 24 World Bank (2016). World Development Report 2016: Digital Dividends. Washington, DC: World Bank.
- 25 <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2016/11/14/664697-roboti-ne-prizhivayutsya>.
- 26 Единая межведомственная информационно-статистическая систем (ЕМИСС). <https://www.fedstat.ru>.
- 27 Сайт Росстата. <https://gks.ru>.
- 28 Рабочая сила, занятость и безработица в России. [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1139918584312](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139918584312).

## Will robots be able to replace people? Assessment of automation risks in the Russian regions

**S. P. Zemtsov**, PhD, senior researcher, laboratory of entrepreneurship studies, the Russian presidential academy of national economy and public administration.

The accelerating development of digital technologies can cause a mismatch between the automation growth and compensating effect of retraining and new jobs creation in Russia. About half of labour forces (40,1 mln) can be excluded from economic activities; in some underdeveloped and «oil and gas» regions, this estimate is higher than 55%. The most common professional occupations are considered highly automated: drivers, sellers, loaders, security guards. Some of them may not be ready for retraining, professional creativity and will form so called «non-science economy». Social risks are lower in technologically developed regions with an increased share of urban citizens, entrepreneurs, high level of education and incomes, and low inequality. We proposed some adaptation measures: development of continuous STEM education, formation of entrepreneurial ecosystems, support of entrepreneurial universities, etc.

**Keywords:** digital economy, Russian regions, social exclusion, industry 4.0, technological unemployment, non-science economy, STEM.