

Будущее занятости: оценка эффектов Форсайта в сфере науки, технологий и инноваций

Рикардо Сейдль да Фонсека

Международный исследователь и консультант, бывший руководитель направления, Организация Объединенных Наций по промышленному развитию (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO), rikcris@gmail.com

Аннотация

Изменение спроса на занятость — одно из основных направлений в повестке исследований будущего в отдельных отраслях, актуальность которого со временем только растет. В статье изучается вклад Форсайт-проектов и основанной на их результатах научно-технологической и инновационной политики в этот процесс.

Предложенный автором механизм оценки эффектов Форсайта для занятости интегрирует различные аспекты. Среди них — взаимозависимость между занятостью и благосостоянием; роль технологических преобразований в изменении занятости; перспективы влияния возникающих технологий на развитие отраслей; вклад научно-технологической и инновационной политики в создание и применение новых технологий.

Исследование основано на предпосылке, что Форсайт, равно как и анализ перспективных технологий, служит надежным инструментом для разработки и мониторинга научно-технологической и инновационной политики на основе превентивной работы с информацией.

Основная задача статьи — идентификация и отбор индикаторов, иллюстрирующих перспективные драйверы занятости. Изучаются перекрестные эффекты, выявленные путем анализа затрат и выпуска, технологических трендов и временной динамики жизненного цикла технологии. В результате на примере сферы занятости предложен набор концепций, метрик и методов, которые могут служить конструктивными блоками для разработки стандартов оценки Форсайт-исследований.

Ключевые слова: научно-технологическая и инновационная политика; Форсайт; новые технологии; измерение эффектов; оценивание; занятость; технологические изменения; промышленность будущего; индикаторы; компьютеризация

Цитирование: Seidl da Fonseca R. (2017) The Future of Employment: Evaluating the Impact of STI Foresight Exercises. *Foresight and STI Governance*, vol. 11, no 4, pp. 9–22. DOI: 10.17323/1995-459X.2016.4.9.22.

По оценке экспертов Всемирного экономического форума, ключевым вызовом, связанным с наступлением «четвертой промышленной революции», является изменение спроса на занятость [WEF, 2016]. Будущий облик рынков труда во многом предопределяется эффектами Форсайт-исследований и формируемой на их основе политики в сфере науки, технологий и инноваций. В статье предлагаются концептуальные и эмпирические основы для оценки влияния упомянутых видов деятельности на структуру занятости¹. При этом конвергируются и интегрируются различные аспекты. Исходя из взаимозависимости между занятостью и уровнем благосостояния, исследуются риски изменения затрат на оплату труда для сближения моделей социального обеспечения, обозначенные ранее в работе [Zeitlin, Trubek, 2003]. Раскрывается вклад технологических преобразований в изменение структуры занятости с отсылкой к работам Джона Мейнарда Кейнса (John Maynard Keynes) [Keynes, 1936], Филиппа Аггьона (Philippe Aghion) и Питера Хоуитта (Peter Howitt) [Aghion, Howitt, 1994]². Анализируются перспективы возникающих и еще не появившихся технологий, которые определяют характер занятости в промышленности будущего [Freu, Osborne, 2015]. Значительное внимание уделяется вкладу научно-технологической и инновационной политики в создание и практическое применение новых технологий³.

Конференция ООН «Наука и технологии для развития» (Science and Technology for Development), состоявшаяся в 1979 г. в Вене (Австрия), положила начало регулярному мониторингу результатов научно-технологической и инновационной политики в развивающихся странах [UN, 1979]. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) провела в 1997 г. знаковую конференцию по изучению в глобальном масштабе концепций, теоретических и эмпирических подходов к выстраиванию связей между научно-технологической сферой и промышленностью и их взаимному развитию [OECD, 1997]. Доклады, подготовленные по итогам упомянутых мероприятий, являются ключевыми источниками цитирования по затронутой нами проблематике.

Наше исследование исходит из предположения, что Форсайт наряду с анализом перспективных технологий (*future technology analysis*, FTA) предлагает базу для разработки и мониторинга мер политики в сфере науки, технологий и инноваций через превентивную работу с информацией (*anticipatory intelligence*). Подобной точки зрения придерживаются авторы многочисленных исследований, результаты которых резюмированы в работе [Havas et al., 2010].

С точки зрения системного подхода оценка результатов играет важную роль в повышении качества

Форсайт-проектов, которые изначально должны стать базой для формирования эффективной научно-технологической и инновационной политики [Seidl da Fonseca, Saritas, 2005].

В связи с изложенным основная задача нашего исследования — идентификация и отбор переменных и индикаторов для отражения тенденций, которые определяют будущий облик занятости. Учитывая связи между развитием технологий и занятостью, проанализируем влияние перекрестных эффектов методом «затраты–выпуск», тренды развития перспективных технологий, а также временную шкалу жизненного цикла технологии. Указанные параметры служат важнейшими элементами алгоритмов для оценки эффектов исследований, предвосхищающих будущий облик рынков труда. Проводя параллели между разработкой мер научно-технической и инновационной политики, Форсайтом и выбранной темой стратегических исследований, мы предлагаем конструктивные блоки для формулирования стандартов оценки Форсайт-проектов.

Методология

Оценка эффектов Форсайт-исследований обычно начинается с анализа перспективных технологий, превентивного моделирования и прогнозного эконометрического анализа. Это позволяет установить релевантные переменные и индикаторы для характеристики определенного сектора либо тематического вопроса.

Следуя разработанной нами концептуальной рамке [Seidl da Fonseca, 2016], выбранные переменные и индикаторы целесообразно использовать еще на стадии формулирования Форсайт-проекта. Они станут основой для «постфорсайта» — мониторинга результатов мер политики и стратегий, разработанных с учетом выводов и рекомендаций Форсайта. Обратную связь, полученную в ходе этого процесса, следует использовать для повышения качества последующих Форсайт-инициатив.

На рис. 1 показана последовательность действий, предусмотренных предлагаемым подходом.

Почему занятость критична для будущего промышленности?

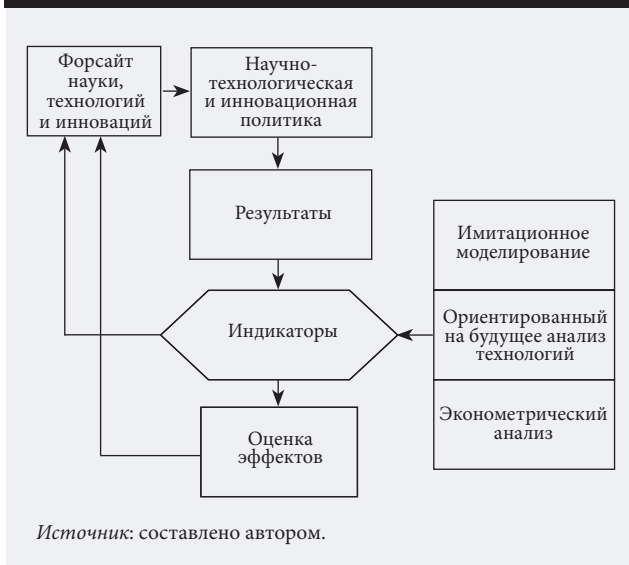
За последние два десятилетия радикально изменились условия занятости, спрос на компетенции и их предложение, а также баланс между ними. Многие рабочие места и карьерные траектории, связанные с определенными видами деятельности, остались в прошлом либо претерпели массовые сокращения. Частично они переместились из одних регионов в другие. Наряду с этим появились совершенно новые специальности.

¹ Первая работа из этой серии была представлена на ежегодной конференции НИУ ВШЭ «Форсайт и научно-технологическая и инновационная политика» (Москва, 30–31 октября 2013 г.) и опубликована в виде главы в монографии [Seidl da Fonseca, 2016]. Предварительная версия настоящей статьи обсуждалась на ежегодной конференции НИУ ВШЭ по Форсайту и научно-технологической и инновационной политике (Москва, 6–7 ноября 2014 г.).

² Существующие концепции по данной тематике систематизированы в работе [Calvino, Virgillito, 2016].

³ Краткий обзор соответствующей проблемной области и основные цитируемые источники приведены в публикации [Martin, 2010].

Рис. 1. Структура оценки эффектов Форсайта



Как следствие, в зоне риска оказались базовые устойчивости современной социоэкономической системы, где за счет зарплат и налогов официально занятого населения обеспечивается функционирование сложного экономического механизма с взаимосвязанными компонентами. К ним относятся: потребление, кредитование, сбережения и общественные блага, а также социальные услуги и базовая инфраструктура, включая образование, здравоохранение, средства мобильности и жилье. Практически все страны столкнулись с растущим дефицитом ресурсов для поддержания текущего уровня благосостояния и нехваткой государственных средств на социальное обслуживание на фоне растущих показателей безработицы. Проблема усугубляется старением населения. Сложная сеть социального обеспечения, охватывающая деятельность пенсионных фондов, выплату пособий, защиту безработных, переквалификацию и перераспределение трудовых ресурсов, превратилась в машину, непрестанно «производящую» дефицит для государственного бюджета, и стала неподъемным бременем для частного сектора. Следовательно, от того, как «поведет себя» занятость в будущем, во многом зависят стабильность и единство общества.

Многие страны пробуют различные стратегии и политические меры, чтобы осмыслить негативные эффекты меняющейся структуры рынков труда и противодействовать им, одновременно стимулируя позитивные тренды для создания рабочих мест и общего увеличения занятости.

Общепризнано, однако, что эволюция условий занятости в будущем и соответствующие стратегии ограничиваются долгосрочными и комплексными событиями, обусловленными самой сущностью произ-

водственных процессов и связанных с ними технологических преобразований. В этой связи выполняются ориентированный на будущее анализ технологий, превентивное имитационное моделирование, а также Форсайт-исследования, формулируются и реализуются специальные меры политики.

Концепции измерения влияния технологий на занятость

Исследование будущих условий занятости подразумевает оценку факторов, определяющих изменения спроса и предложения рабочих мест и квалификаций, таких как [Mahrum et al., 2005]:

- изменение численности рабочей силы;
- международный аутсорсинг компетенций;
- старение рабочей силы;
- технологические изменения;
- постоянное развитие трудовых компетенций.

Как было отмечено ранее, изменение облика занятости — неизбежный результат технологического прогресса. Для выработки эффективной политики необходимо предугадывать будущий баланс сил в обществе и экономические драйверы, влияющие на технологическое развитие, сохранение либо ликвидацию рабочих мест. С момента наступления первой волны промышленной революции обозначенная проблема устойчиво присутствует в исследовательской повестке и учитывается при формировании экономической политики. Наглядной иллюстрацией служит концепция технологической безработицы, сформулированная Кейнсом [Keynes, 1936]. Распространение информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) вывело на новый уровень дискуссию о влиянии технологий на занятость. В современных условиях в производстве товаров и услуг применяется множество новых технологий, которые создают рабочие места либо, напротив, заменяют труд человека. Такие нововведения можно назвать «новыми технологиями, влияющими на занятость» (*new technologies affecting employment, nTaE*).

Зарождающаяся четвертая волна промышленной революции (*industry 4.0*) предполагает все более широкую автоматизацию и роботизацию производственных линий вплоть до тотальной. При этом прямое участие человеческого труда будет неуклонно сокращаться. Вызовы масштабного технологического прогресса, по прогнозам, только возрастут. Как следствие, исследования перспектив занятости и разработка методологии их оценки пользуются высоким спросом⁴.

В узком смысле технологическое развитие создает два разнонаправленных эффекта для занятости [Aghion, Howitt, 1994]. Замена человеческого труда новыми технологиями имеет деструктивную природу, поскольку компании оказываются перед необходимостью снизить,

⁴ В качестве примера можно привести доклад «Future of Work: Jobs and Skills in 2030», подготовленный Комиссией по занятости и компетенциям Великобритании (UK Commission for Employment and Skills, CES) в 2014 г. [CES, 2014]. Данное исследование представляет собой прогноз будущего рынков труда, содержащий различные сценарии ожидаемых социодемографических, политических и экономических изменений. На его основе могут быть сделаны выводы о предполагаемых изменениях содержания занятости и рынков труда и намечены стратегические действия.

закрывать или перераспределять потоки трудовых ресурсов. Наряду с этим проявляется эффект капитализации: сравнительно высокая производительность определенных секторов стимулирует присутствующие в них компании к наращиванию масштабов деятельности и привлекает новых участников; как следствие, занятость в таких отраслях растет. Одновременно появляется спрос на квалификации и рабочие места, стимулирующие развитие, внедрение и применение новых технологий, способных повысить продуктивность прямо или косвенно связанных профессий, например инженеров или архитекторов, использующих системы автоматизированного проектирования и вычислений.

Рассматривая перечисленные аспекты, при измерении влияния технологий на труд следует учитывать различные операционные уровни — от микро- до макроэкономических.

Оценка перекрестных эффектов для занятости

Действенность концептуальных основ и стратегий повышения эффективности экономических и промышленных структур в той или иной стране целесообразно сравнивать с помощью анализа по модели «затраты–выпуск». Его индикаторы иллюстрируют изменения в структуре и объеме занятости. Рассмотрим методы измерения перекрестных эффектов.

Измерение интенсивности межсекторального перетока, вызванного повышением производительности труда⁵

С помощью указанного критерия оценивается импульс, заключающийся в том, что повышение (понижение) производительности труда в каком-либо определенном секторе затрагивает другие индустрии. Объектом воздействия импульса оказывается система «человек–машина». Если подобные сдвиги приведут к изменению добавленной стоимости, физического выпуска или приложения трудовых усилий, следовательно, поменяется величина производственной функции⁶.

Технологическое развитие неизбежно влияет на динамику производительности труда, что влечет за собой смену рабочих квалификаций и/или условий занятости (методов работы и производственного оборудования). Эффективность вклада рабочей силы в производственный процесс можно оценить, используя показатель производительности труда (pt). Он выражается соотношением между физическими результатами производственного или организационного процесса и приложенными трудовыми усилиями. Математическая формула следующая:

$$pt = \frac{e \text{ (or } v)}{l \text{ (or } sl)}$$

В числителе представлены производственные результаты — добавленная стоимость (e) или физический выпуск (v); в знаменателе — трудовые затраты: число занятых (l) или рабочих часов (sl).

Соответственно производительность труда возрастает при увеличении добавленной стоимости либо снижении трудовых усилий. Для измерения влияния технологических преобразований на занятость в определенной отрасли применимы два метода, рассматриваемые далее.

А. Оценка относительной доли занятости в отрасли экономики

Относительная доля занятости указывает на потенциальный вклад той или иной отрасли в распространение эффекта растущей производительности труда на структуру производства в целом. Ее индикатором служит коэффициент постоянной занятости (b), в соответствии с которым отрасли классифицируются по категориям высокой, средней и низкой трудоемкости:

$$b = \frac{sl \text{ (or } l)}{e \text{ (or } v)}$$

В табл. 1 представлены значения прямого коэффициента занятости, относительная группировка и ранжирование⁷ отраслей экономики в США. Источником для расчетов послужили данные Бюро статистики труда США (U.S. Bureau of Labour Statistics, BLS) за 2015 г.

Такое ранжирование отраслей экономики позволяет выявить те из них, которые обладают высоким потенциалом для перетока возросшей производительности труда в смежные сферы. В плане реализации и оценки стимулирующих программ подобные отрасли можно рассматривать как драйверы развития, которые и представляют особый интерес для Форсайт-исследований.

Данные, содержащиеся в табл. 1, иллюстрируют потенциал анализируемых отраслей с точки зрения обеспечения постоянной занятости. В табл. 2 и 3 отражены динамика изменения этого потенциала с течением времени и соответственно ротация позиций секторов как драйверов развития занятости.

Объектом Форсайт-исследований является изменение условий постоянной занятости в тех или иных секторах в будущем под влиянием динамики производительности труда или технологического прогресса.

В. Оценка общей эффективности занятости

Оценка новых возможностей и рамочных условий занятости — важное направление в изучении эффектов изменений в экономике. При проведении Форсайт-исследований ожидаемые экономические тренды должны сопоставляться с перспективами создания либо ликвидации рабочих мест. Выявление секторов, наиболее чувствительных к такому влиянию, и анализ его последствий могут стать стимулом для более присталь-

⁵ Инструментарий впервые представлен автором в работе [Seidl da Fonseca, 1981].

⁶ Производственная функция представляет собой математическое уравнение (граф), отражающее связь между затратами и выпуском продукции производственного или бизнес-процесса. Затраты и выпуск могут иметь физическое или денежное выражение.

⁷ Классификация, группировка и ранжирование выполнены по состоянию на 2004 г.

Табл. 1. Группировка и ранжирование отраслей экономики в зависимости от значения коэффициента постоянной занятости

Отрасль	Отраслевые коды*	Коэффициент постоянной занятости (b)**		
		2004	2014	2024
Высокая трудоемкость (b > 5.00)				
Производство одежды, кожи и изделий из нее	315, 316	8.12	6.06	3.30
Производство металлообрабатывающего оборудования	3335	7.47	5.27	4.47
Производство изделий из глины и огнеупорных материалов	3271	6.39	5.56	4.23
Производство мебели	337	6.29	5.60	4.43
Судостроение	3366	5.45	3.89	3.41
Деревообрабатывающая промышленность	321	5.40	4.78	3.97
Производство текстильных волокон, тканей и готовых изделий	313, 314	5.12	4.61	3.39
Строительство	23	5.00	5.95	5.10
Трудоемкость выше среднего значения (3.00 ≤ b ≤ 5.00)				
Производство столовых приборов и ручного инструмента	3322	4.96	3.64	2.52
Производство компьютеров и периферийной оргтехники	3342	4.95	2.19	1.29
Производство электроосветительного оборудования	3351	4.89	3.76	2.44
Производство мучных изделий, хлебопечение	3118	4.57	4.64	3.95
Производство стекла и изделий из него	3272	4.52	3.85	2.57
Литейные производства	3315	4.32	3.64	2.68
Водоснабжение, канализация и другие коммунальные системы	2213	4.30	4.83	4.82
Производство изделий из резины	3262	4.13	3.58	2.73
Производство и упаковка морепродуктов	3117	3.79	3.22	2.54
Производство цемента и железобетонных изделий	3273	3.78	3.25	2.48
Производство изделий из пластика	3261	3.52	3.44	2.49
Производство бытовой техники	3352	3.44	2.73	1.82
Производство промышленного оборудования	3332	3.30	2.06	1.60
Аэрокосмическая промышленность	3364	2.83	2.09	1.64
Алюминиевая промышленность	3313	2.15	1.35	1.15
Производство средств связи	3342	2.07	1.54	0.93
Трудоемкость ниже среднего значения (1.00 ≤ b ≤ 3.00)				
Добыча полезных ископаемых, кроме нефти и газа	212	1.91	2.03	1.68
Производство напитков	3121	1.84	1.79	1.59
Целлюлозно-бумажная промышленность	3221	1.69	1.40	0.92
Производство красок, покрытий и клеящих составов	3255	1.64	1.82	1.37
Производство и распределение электроэнергии	2211	1.26	1.50	1.10
Производство каучука, синтетической резины, химических волокон	3252	1.24	1.09	0.78
Производство железа, стали и ферросплавов	3311	1.18	0.89	0.80
Низкая трудоемкость (b < 1.00)				
Автомобилестроение	3361	0.92	0.65	0.56
Производство муки и растительного масла	3112	0.79	0.59	0.47
Базовое химическое производство	3251	0.76	0.66	0.48
Добыча нефти и газа	211	0.60	0.74	0.69
Табачная промышленность	3122	0.48	0.27	0.21
Производство нефтепродуктов и кокса	324	0.24	0.21	0.16
* Коды приведены в соответствии с Североамериканской системой классификации отраслей (North American Industry Classification System, NAICS) в редакции 2012 г.				
** Коэффициент постоянной занятости означает число рабочих мест (l) из расчета на 1 млн долл. выпуска продукта (e). Его значение показывает, сколько рабочих мест создается или сокращается в зависимости от увеличения либо уменьшения выпуска продукции в каждой из анализируемых отраслей с течением времени.				
Источник: составлено автором на основе данных [BLS, 2015].				

Табл. 2. Динамика потенциала отраслей экономики по созданию рабочих мест

Отрасль	2004	2014	2024
Производство одежды, кожи и изделий из нее	8.12	6.06	3.30
Производство металлообрабатывающего оборудования	7.47	5.27	4.47
Производство изделий из глины и огнеупорных материалов	6.39	5.56	4.23
Производство мебели	6.29	5.60	4.43
Судостроение	5.45	3.89	3.41
Деревообрабатывающая промышленность	5.40	4.78	3.97
Производство текстильных волокон, тканей и готовых изделий	5.12	4.61	3.39
Строительство	5.00	5.95	5.10
Производство столовых приборов и ручного инструмента	4.96	3.64	2.52
Производство компьютеров и периферийной оргтехники	4.95	2.19	1.29
Производство электроосветительного оборудования	4.89	3.76	2.44
Производство мучных изделий, хлебопечение	4.57	4.64	3.95
Производство стекла и изделий из него	4.52	3.85	2.57
Литейные производства	4.32	3.64	2.68
Водоснабжение, канализация и другие коммунальные системы	4.30	4.83	4.82
Производство изделий из резины	4.13	3.58	2.73
Производство и упаковка морепродуктов	3.79	3.22	2.54
Производство цемента и железобетонных изделий	3.78	3.25	2.48
Производство изделий из пластика	3.52	3.44	2.49
Производство бытовой техники	3.44	2.73	1.82
Производство промышленного оборудования	3.30	2.06	1.60
Аэрокосмическая промышленность	2.83	2.09	1.64
Алюминиевая промышленность	2.15	1.35	1.15
Производство средств связи	2.07	1.54	0.93
Добыча полезных ископаемых, кроме нефти и газа	1.91	2.03	1.68
Производство напитков	1.84	1.79	1.59
Целлюлозно-бумажная промышленность	1.69	1.40	0.92
Производство красок, покрытий и клеящих составов	1.64	1.82	1.37
Производство и распределение электроэнергии	1.26	1.50	1.10
Производство каучука, синтетической резины, химических волокон	1.24	1.09	0.78
Производство железа, стали и ферросплавов	1.18	0.89	0.80
Автомобилестроение	0.92	0.65	0.56
Производство муки и растительного масла	0.79	0.59	0.47
Базовое химическое производство	0.76	0.66	0.48
Добыча нефти и газа	0.60	0.74	0.69
Табачная промышленность	0.48	0.27	0.21
Производство нефтепродуктов и кокса	0.24	0.21	0.16

Степень трудоемкости:

■ Высокая ($b > 5.00$) ■ Выше средней ($3.00 \leq b \leq 5.00$) ■ Ниже средней ($1.00 \leq b \leq 3.00$) ■ Низкая ($b < 1.00$)

Источник: составлено автором на основе данных [BLS, 2015].

ного изучения будущей динамики по соответствующим направлениям. Метод оценки общей эффективности занятости позволяет понять, как изменение производственной мощности той или иной отрасли повлияет на численность работников в других. Эффективность занятости свидетельствует о способности отрасли транс-

лировать растущую (или снижающуюся) производительность труда в смежные направления деятельности.

Эффективность занятости в отрасли оценивается с помощью «инверсии Леонтьева» (*Leontief inverse*) [Leontief, 1986] на основе ранее представленных концепций и данных из матрицы «затраты–выпуск»⁸. Таким

⁸ Согласно определению, приведенному в работе [Bacon, Kojima, 2011]: «Стандартная экономическая модель “затраты–выпуск” связывает валовую продукцию сектора с конечным спросом на продукцию этого сектора и с промежуточным спросом со стороны других секторов на его продукцию. Она выражается формулой $X = A X + F$, где X — вектор валовой продукции N секторов экономики, F — вектор конечного спроса на эти сектора, A — матрица технических коэффициентов размером $N \times N$, которые показывают, сколько продукции из сектора i требуется, чтобы произвести одну единицу продукции в секторе j . Валовой продукт в таком случае связан с конечным спросом посредством уравнения: $X = (I - A)^{-1} F = CF$, где матрица коэффициентов C (инверсия Леонтьева) измеряет общий объем продукции индустрии i , который необходимо произвести для удовлетворения прямого и косвенного спроса из расчета на одну дополнительную единицу продукции, обеспечивающую конечный спрос в секторе j ».

**Табл. 3. Ранжирование отраслей экономики по степени значимости
как драйверов развития занятости**

Позиция	2004	2014	2024
1.	Производство одежды, кожи и изделий из нее	→ 0 Производство одежды, кожи и изделий из нее	↑ 1 Строительство
2.	Производство металлообрабатывающего оборудования	↑ 6 Строительство	↑ 4 Водоснабжение, канализация и другие коммунальные системы
3.	Производство изделий из глины и огнеупорных материалов	↑ 1 Производство мебели	↑ 2 Производство металлообрабатывающего оборудования
4.	Производство мебели	↓ -1 Производство изделий из глины и огнеупорных материалов	↓ -1 Производство мебели
5.	Судостроение	↓ -3 Производство металлообрабатывающего оборудования	↓ -1 Производство изделий из глины и огнеупорных материалов
6.	Деревообрабатывающая промышленность	↑ 9 Водоснабжение, канализация и другие коммунальные системы	↑ 1 Деревообрабатывающая промышленность
7.	Производство текстильных волокон, тканей и готовых изделий	↓ -1 Деревообрабатывающая промышленность	↑ 1 Производство мучных изделий, хлебопечение
8.	Строительство	↑ 4 Производство мучных изделий, хлебопечение	↑ 2 Судостроение
9.	Производство столовых приборов и ручного инструмента	↓ -2 Производство текстильных волокон, тканей и готовых изделий	→ 0 Производство текстильных волокон, тканей и готовых изделий
10.	Производство компьютеров и периферийной оргтехники	↓ -5 Судостроение	↓ -9 Производство одежды, кожи и изделий из нее
11.	Производство электроосветительного оборудования	↑ 2 Производство стекла и изделий из него	↑ 4 Производство изделий из резины
12.	Производство мучных изделий, хлебопечение	↓ -1 Производство электроосветительного оборудования	↑ 2 Литейные производства
13.	Производство стекла и изделий из него	↓ -4 Производство столовых приборов и ручного инструмента	↓ -2 Производство стекла и изделий из него
14.	Литейные производства	→ 0 Литейные производства	↑ 4 Производство и упаковка морепродуктов
15.	Водоснабжение, канализация и другие коммунальные системы	↑ 1 Производство изделий из резины	↓ -2 Производство столовых приборов и ручного инструмента
16.	Производство изделий из резины	↑ 3 Производство изделий из пластика	→ 0 Производство изделий из пластика
17.	Производство и упаковка морепродуктов	↑ 1 Производство цемента и железобетонных изделий	→ 0 Производство цемента и железобетонных изделий
18.	Производство цемента и железобетонных изделий	↓ -1 Производство и упаковка морепродуктов	↓ -6 Производство электроосветительного оборудования
19.	Производство изделий из пластика	↑ 1 Производство бытовой техники	→ 0 Производство бытовой техники
20.	Производство бытовой техники	↓ -10 Производство компьютеров и периферийной оргтехники	↑ 3 Добыча полезных ископаемых, кроме нефти и газа
21.	Производство промышленного оборудования	↑ 1 Аэрокосмическая промышленность	→ 0 Аэрокосмическая промышленность
22.	Аэрокосмическая промышленность	↓ -1 Производство промышленного оборудования	→ 0 Производство промышленного оборудования
23.	Алюминиевая промышленность	↑ 2 Добыча полезных ископаемых, кроме нефти и газа	↑ 2 Производство напитков
24.	Производство средств связи	↑ 4 Производство красок, покрытий и клеящих составов	→ 0 Производство красок, покрытий и клеящих составов
25.	Добыча полезных ископаемых, кроме нефти и газа	↑ 1 Производство напитков	↓ -5 Производство компьютеров и периферийной оргтехники
26.	Производство напитков	↓ -2 Производство средств связи	↑ 3 Алюминиевая промышленность
27.	Целлюлозно-бумажная промышленность	↑ 2 Производство и распределение электроэнергии	→ 0 Производство и распределение электроэнергии
28.	Производство красок, покрытий и клеящих составов	↓ -1 Целлюлозно-бумажная промышленность	↓ -2 Производство средств связи

Табл. 3 (продолжение)

Позиция	2004	2014	2024
29.	Производство и распределение электроэнергии	↓ -6 Аллюминиевая промышленность	↓ -1 Целлюлозно-бумажная промышленность
30.	Производство каучука, синтетической резины, химических волокон	→ 0 Производство каучука, синтетической резины, химических волокон	↑ 1 Производство железа, стали и ферросплавов
31.	Производство железа, стали и ферросплавов	→ 0 Производство железа, стали и ферросплавов	↓ -1 Производство каучука, синтетической резины, химических волокон
32.	Автомобилестроение	↑ 3 Добыча нефти и газа	→ 0 Добыча нефти и газа
33.	Производство муки и растительного масла	↑ 1 Базовое химическое производство	↑ 1 Автомобилестроение
34.	Базовое химическое производство	↓ -2 Автомобилестроение	↓ -1 Базовое химическое производство
35.	Добыча нефти и газа	↓ -2 Производство муки и растительного масла	→ 0 Производство муки и растительного масла
36.	Табачная промышленность	→ 0 Табачная промышленность	→ 0 Табачная промышленность
37.	Производство нефтепродуктов и кокса	→ 0 Производство нефтепродуктов и кокса	→ 0 Производство нефтепродуктов и кокса

Источник: составлено автором на основе данных [BLS, 2015].

образом, можно получить ответы на ключевые вопросы [Васон, Кojита, 2011]⁹:

- сколько рабочих мест обеспечивает рассматриваемая отрасль в настоящий момент?;
- какое количество дополнительных рабочих мест будет создано при условии, что спрос на продукцию отрасли достигнет определенного прироста?

Кроме того, рассматриваются совокупные изменения индуцированной занятости в отраслях, связанных с изучаемой индустрией и оказавшихся под прямым или косвенным влиянием увеличения (или сокращения) конечного спроса на ее продукцию. С этой целью индивидуальный коэффициент постоянной занятости [B]¹⁰ выбранных отраслей размещается на диагональной матрице и умножается на обратную матрицу Леонтьева [C], образуя обратную матрицу занятости [CL]:

$$[CL] = [C] \times \text{diag} [B],$$

$$\text{где: } [CL] = [cl_{ij}]; [C] = [c_{ij}]; [B] = [b_j].$$

Отдельные элементы столбца $[cl_{ij}]$ обратной матрицы занятости оценивают индуцированные изменения численности работников в отрасли i при изменении объема продукции отрасли j на одну единицу. Сумма по столбцу $[cl_{ij}]$ для совокупности отраслей i ($i=1,2,\dots,n$) иллюстрирует величину общего влияния выбранной отрасли j на численность работников во всех связанных с ней отраслях.

Измеряемый параметр $[cl_{ij}]$ представляет коэффициент прямой и косвенной занятости и используется для расчета общей эффективности занятости в отрасли j .

Разница между коэффициентом постоянной занятости $[b_j]$ и коэффициентом общей занятости $[cl_{ij}]$ означает изменения в численности работников во всех прочих отраслях, за исключением выбранной отрасли j .

По аналогии с определением трансмиссии, под емкостью понимается измеряемое число p^L_j относительной величины эффективности занятости в отрасли j по сравнению со всеми другими отраслями. Для межсекторного сравнения может быть использовано превышение средней суммы по столбцу над общим средним всех элементов инверсии занятости:

$$p^L_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n cl_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n cl_{ij}} = \frac{n \times cl_{.j}}{\sum_{j=1}^n cl_{.j}}.$$

Показатель $p^L_j > 1$ означает, что соответствующая отрасль j передает другим отраслям «импульс занятости», значение которого выше среднего.

Для ранжирования отдельных отраслей целесообразно использовать коэффициент общей эффективности занятости cl_{ij} и относительную передаточную емкость $p^L_{.j}$.

В табл. 4 предложена форма использования представленных ранее индикаторов занятости для ранжирования группы выбранных отраслей, в соответствии с величиной вклада каждой из них в перекрестное влияние на объем занятости во всех других отраслях группы.¹¹

Отметим, что установление систематических взаимосвязей между различными отраслями с помощью

⁹ В исследовании [Васон, Кojита, 2011], проведенном по заказу Всемирного банка, оцениваются эффекты для занятости в энергетическом секторе. На данном примере можно наглядно проследить влияние широкого или всепроникающего технологического поля, альтернативы для развития которого приводят к росту либо сокращению объема рабочих мест в одной или более сферах.

¹⁰ Под коэффициентом занятости понимается отношение абсолютного числа сотрудников (l) к стоимости или объему валового производства (v) отдельного сектора: $b = l/v$.

¹¹ Представленные в табл. 4 сведения взяты из таблицы затрат–выпуска для Бразилии по выборочной совокупности отраслей за 1970 г. [IBGE, 1974] и носят исключительно иллюстративный характер. Следует отметить, что расчет и ранжирование на основе инверсии Леонтьева зависят от состава выборки отраслей в каждом конкретном исследовании.

Табл. 4. Ранжирование отраслей по индикаторам занятости

Отрасль	<i>cl.j</i>	<i>[cl.j - bj]</i>	<i>pL.j</i>
Производство обуви	64.21	12.78	2.43
Деревообрабатывающая промышленность	52.74	11.82	1.99
Производство текстиля из натуральных волокон	50.40	7.38	1.90
Производство одежды	47.56	17.65	1.80
Добыча полезных ископаемых	38.76	2.11	1.46
Кожевенная промышленность	37.62	8.33	1.42
Производство сельскохозяйственной техники	36.42	8.45	1.37
Производство железа, стали и литья	35.81	4.43	1.35
Машиностроение	34.51	6.65	1.30
Стекольная промышленность	32.93	4.52	1.24
Производство текстиля из синтетических волокон	32.48	8.78	1.22
Металлообработка	32.13	6.51	1.21
Целлюлозно-бумажная промышленность	30.58	5.81	1.15
Электротехническая промышленность	29.68	6.67	1.12
Производство пластмассовых изделий	24.38	5.48	0.92
Судостроение	24.25	9.72	0.91
Автомобилестроение	20.44	13.74	0.77
Нефтегазовая промышленность	17.86	0.49	0.67
Производство цемента	15.59	5.27	0.59
Химическая промышленность	14.64	3.95	0.55
Пищевая промышленность	14.51	3.34	0.54
Табачная промышленность	13.74	2.64	0.52

Источник: составлено автором на основе данных [IBGE, 1974].

данного метода вносит ценный вклад в информационную базу Форсайт-исследований, особенно при построении сценариев.

Измерение технологических трендов

Индикаторы трендов определяются эмпирически с помощью анализа перспективных технологий. В связи со значимостью фактора занятости для будущего по этой теме была проведена серия специальных исследований с использованием такого анализа. В результате установлены не только релевантные параметры и драйверы занятости, но и надежные индикаторы ее вариаций, которые могут быть связаны с эволюцией технологий как специального, так и общего назначения.

В настоящей статье выделено несколько индикаторов, предложенных Карлом-Бенедиктом Фреем (Carl Benedikt Frey) и Майклом Осборном (Michael Osborne), которые изучили влияние специфических новых технологий на изменение числа рабочих мест [Frey, Osborne, 2013].

Оценка риска ликвидации рабочих мест в результате внедрения новых технологий

В рамках дискуссий по поводу технологического прогресса многие эксперты указывают на то, что применение новых технологий в производственном процессе влечет за собой декартификацию и замещение труда, сокращение или ликвидацию рабочих мест.

К.-Б. Фрей и М. Осборн предложили методику ранжирования профессий по категориям и последующей

оценки количества рабочих мест, оказывающихся в зоне риска, в зависимости от их восприимчивости к новым технологиям. Методика апробирована авторами для оценки влияния компьютеризации¹² на рынок труда в США [Frey, Osborne, 2013]. Исследователи рассматривали набор определенных профессий, используя доступный каталог специальностей из базы данных США O*NET¹³, содержащий детальные характеристики каждого вида деятельности. На основе этих сведений оцениваются восприимчивость профессий к компьютеризации и вероятность ее осуществления. Таким образом, от потенциала новейших технологий как инструментов решения инженерных проблем будут зависеть степень компьютеризации рабочих мест и границы охвата этим процессом промышленности в целом.

Результаты подобной оценки применимы к изучению ожидаемых последствий для рынка труда, связанных с внедрением новых технологий (в данном случае — компьютеризации). Прежде всего, анализируются и выявляются рабочие места, оказывающиеся в группе риска, устанавливаются взаимосвязи между вероятностью применения новой технологии в профессии (компьютеризации), размером заработных плат и получением дополнительного образования.

Согласно определению, приведенному в работе [Frey, Osborne, 2013], «с точки зрения технологического потенциала, стоит задача определить, какие проблемы нужно решать инженерам в целях автоматизации тех или иных профессий. Учитывая сущность проблемы, ее сложность и конкретные профессии, к которым она относится, рабочие места классифицированы в соот-

¹² Под компьютеризацией понимается автоматизация трудовой деятельности за счет применения компьютеризированного оборудования.

¹³ O*NET — база данных, разработанная Министерством труда США (US Department of Labour); является основным источником информации о видах деятельности, составляющих экономику страны. Режим доступа: www.onetcenter.org, дата обращения 04.10.2016.

ветствии с их восприимчивостью к компьютеризации. Описания проблем соотносятся с характеристиками различных профессий, приведенными в базе данных O*NET. Это позволяет изучить будущие направления технологических преобразований как факторов, определяющих структуру профессий на рынке труда, а также количество рабочих мест, оказывающихся в группе риска в связи с появлением соответствующих технологий».

Описываемый метод может использоваться при оценке эффектов для профессий, связанных с внедрением новых технологий. Он предполагает выполнение следующих шагов:

1. определение инженерных «узких мест», препятствующих применению новой технологии (компьютеризации) в профессии;
2. оценка потенциала новых технологий (компьютеризированного оборудования) для выполнения профессиональных задач разных уровней сложности;
3. анализ «замещаемости» трудовых ресурсов;
4. определение возможной степени технологических изменений (компьютеризации);
5. соотнесение объема затрат на оплату труда с масштабами технологических изменений (компьютеризации, или компьютерного «капитала») в расчете на отдельную профессию и на комбинацию рабочих мест;
6. выявление доли занятости, оказывающейся под риском быть замененными новыми технологиями (компьютеризированным оборудованием).

Анализ литературы и экспертных мнений применительно к общему содержанию рассматриваемого метода позволяет заключить, что «узкие места» компьютеризации связаны с выполнением критических задач трех

категорий: восприятие и манипуляция, творческое осмысление и социальные коммуникации. В табл. 5 приведены соответствующие каждой из них переменные O*NET.

С учетом состава и значимости этих переменных в характеристиках анализируемых профессий для каждого вида деятельности эксперты оценили величину трудозатрат, не подлежащую замещению посредством компьютеризации.

В соответствии с этими выводами незамещаемые трудозатраты (L_{NS}) вычисляются по формуле [Frey, Osborne, 2013, p. 24]:

$$L_{NS} = \sum_{i=1}^n (L_{PM,i} + L_{C,i} + L_{SI,i}),$$

где: L_{PM} , L_C and L_{SI} — вложения трудовых ресурсов в выполнение задач из категорий «восприятие и манипуляция», «творческое осмысление» и «социальные коммуникации» соответственно.

Для описания оценочного процесса по методу, предложенному К.-Б. Фреем и М. Осборном, обратимся непосредственно к работе его авторов [Frey, Osborne, 2013, p. 30]:

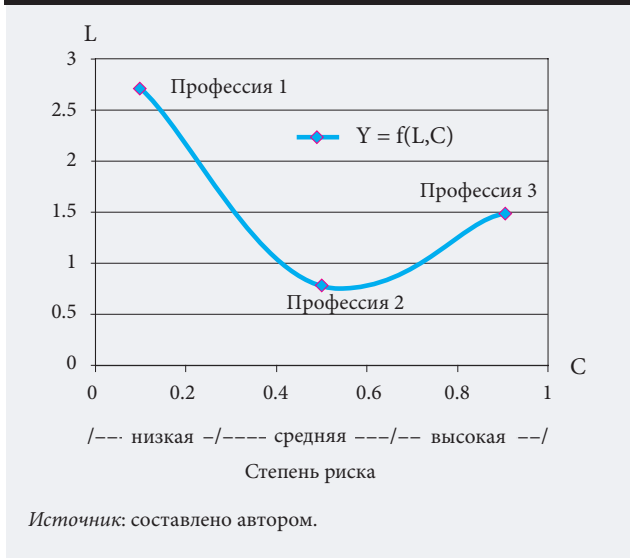
«Метод основан на гибком сочетании двух подходов. Вначале совместно со специалистами по машинному обучению были субъективно присвоены «ярлыки» 70-ти профессиям. При наличии потенциала автоматизации соответствующему виду деятельности начислялся 1 балл, в случае его отсутствия ставилась оценка 0. В качестве источника для вынесения вердиктов использовались материалы семинара, организованного примерно в 2013 г. факультетом технических наук Оксфордского университета (Oxford University) в целях обсуждения потенциала автоматизации (вероятности

Табл. 5. Переменные O*NET, служащие индикаторами барьеров на пути к компьютеризации

Препятствие для компьютеризации	Переменная O*NET	Описание переменной O*NET
Восприятие и манипуляция	Ловкость пальцев	Способность осуществлять точно скоординированные движения пальцев одной или обеих рук в целях захвата, манипулирования или сборки мельчайших объектов
	Ловкость рук	Навык быстрого перемещения кисти руки отдельно или вместе с предплечьем либо обеих рук одновременно в целях захвата, манипулирования или сборки объектов
	Ограниченность рабочего пространства, неудобная рабочая поза	Частота случаев, требующих работы в тесном пространстве и в неудобной позе
Творческое осмысление	Оригинальность	Способность выдвигать необычные (умные) идеи по заданной теме или ситуации, разрабатывать креативные способы решения проблем
	Изобразительные искусства	Знания теории и практических методов, необходимых для создания произведений искусства (музыки, танцев, картин, скульптур, художественных постановок)
Социальные коммуникации	Социальная восприимчивость	Осведомленность о возможных реакциях других людей и понимание причин их возникновения
	Навык ведения переговоров	Искусство сводить вместе различные стороны и урегулировать разногласия между ними
	Убедительность	Умение убедить других людей изменить образ мышления или модель поведения
	Готовность к поддержке, оказанию содействия	Качество оказываемой персональной помощи, медицинского внимания, эмоциональной поддержки или иной личной заботы в отношении других людей — коллег по работе, заказчиков или пациентов

Источник: [Frey, Osborne, 2013, Table I, p. 31].

Рис. 2. Восприимчивость профессий к технологическим изменениям



компьютеризации) для широкого спектра задач. Наши суждения о возможности автоматизации основывались на описании работ в рамках каждой профессии в соответствии с базой O*NET и визуальном наблюдении за их выполнением. Эта информация индивидуальна для каждой профессии, тогда как на межпрофессиональном уровне она стандартизирована. Начисление баллов тем или иным профессиям зависело от ответа на вопрос: «Могут ли рассматриваемые рабочие задачи при наличии большого объема данных быть специфицированы в достаточной степени, чтобы передать их в управление современному компьютеризированному оборудованию?» Поэтому 1 балл присваивался только полностью автоматизируемым профессиям, любые задачи которых могут решаться с помощью автоматики. Опираясь на собственный опыт, мы рассматривали возможность упрощения задач, оценивая потенциал автоматизируемости тех из них, которые на данный момент не являются таковыми. Баллы начислялись лишь тем профессиям, в потенциале которых мы были наиболее уверены. Далее использовались объективные переменные O*NET, соответствующие выявленным «узким местам» компьютеризации, а именно описывающие уровень восприятия и манипуляции, творчества и социальных коммуникаций, необходимых для выполнения разных задач. В соответствии с таблицей выделены девять переменных, описывающих эти атрибуты. Переменные устанавливались по результатам обследования O*NET, в рамках которого респондентам предлагались составные шкалы с превалирующей парой «важность» и «уровень». За основу взята классификация «уровней», соответствующая специфическим примерам способностей, необходимых для того, чтобы компьютеризированное оборудование могло выполнять профессиональные задачи. Например, применительно к атрибуту «ловкость рук» низкий уровень соответствует «вкручиванию лампочки в патрон»; средний — умению «максимально быстро упаковать апельсины в ящик»;

высокий — способности «выполнить операцию на открытом сердце хирургическими инструментами». Это позволяет судить об уровне «ловкости рук», которым должно обладать компьютеризированное оборудование, чтобы использоваться в определенной профессии».

Следующий важный блок — соотнесение трудозатрат со степенью технологических изменений (компьютеризации, или компьютерного «капитала») в расчете на отдельную профессию и комбинацию рабочих мест. Основываясь на производственной функции Кобба–Дугласа [Cobb, Douglas, 1928], соотношение может быть сформулировано следующим образом:

$$Y = (L_S + C)^{1-\beta} L_{NS}^\beta, \quad \beta \in (0,1),$$

где: Y — объем производства; L_S — замещаемые трудозатраты; L_{NS} — незамещаемые трудозатраты; C — степень технологических изменений (компьютерный «капитал»).

Для оценки объема вклада трудовых ресурсов, находящихся под риском замены новыми технологиями, упомянутую функцию помещают на график в изокванту для каждого объема производства $Y = f(L, C)$, где Y — объем производства, L — трудозатраты; C — степень технологических изменений (компьютерный «капитал»); $C \in (0,1)$.

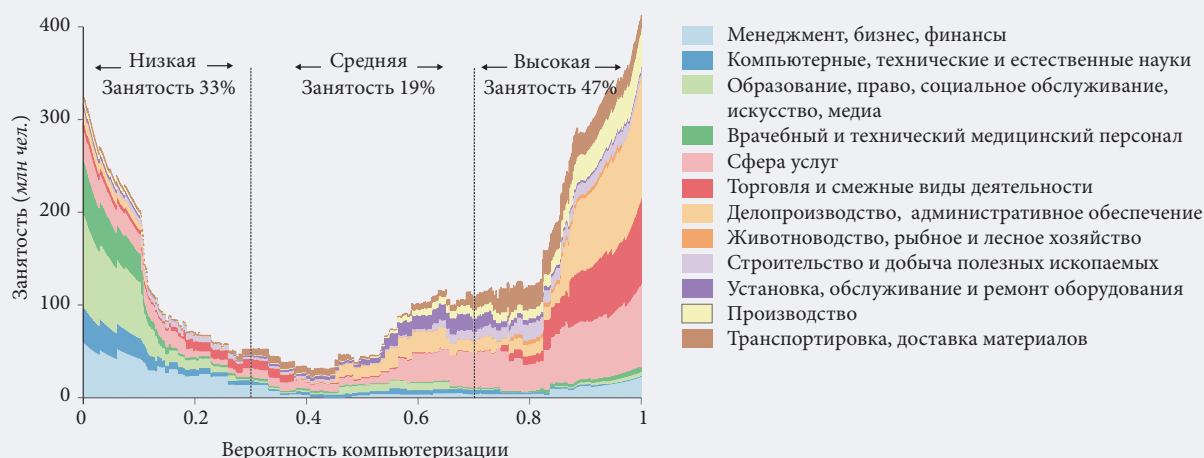
Исследование эффектов компьютеризации для США показывает, что 47% общей численности занятых в стране попадают в зону «высокого риска» [Frey, Osborne, 2013, p. 38]. На рис. 3 проиллюстрировано соотношение между категориями комбинаций рабочих мест и степенью компьютеризации.

Измерение временной рамки для оценки эффектов

Будущее влияние технологических преобразований на занятость можно оценить сквозь призму жизненного цикла технологий, а также их экспансии и диффузии.

Любая технология в своем цикле развития претерпевает подъем и спад. История технологий и их промышленного применения богата эмпирическими примерами. Важную роль для занятости играют скорость развития технологии от стадии инновации к зрелому продукту и темпы ее устаревания — перехода из поздней зрелости в старение. Эти стадии сопровождаются соответственно ростом и стабилизацией численности рабочих мест с последующим их сокращением и заменой. Эмпирическая или прогнозная скорость развития технологии показывает, как быстро в конечном счете она становится доступной для промышленного применения в сравнении с аналогами или конкурирующими решениями. Скорость и временные периоды, затрачиваемые технологией на прохождение различных этапов жизненного цикла, соотносятся с ее промышленной и коммерческой динамикой, от которых в свою очередь зависит количество рабочих мест. Темпы устаревания могут соотноситься с числом рабочих мест, попадающих в зону риска. На рис. 4 представлена гипотетическая траектория постепенного, непрерывного техно-

Рис. 3. Распределение численности занятых в зависимости от потенциала компьютеризации профессий по вероятностным интервалам (по данным BLS за 2010 г.)



Примечание: суммарная область, расположенная под всеми кривыми, эквивалентна общей численности занятых в США.
 Источник: [Frey, Osborne, 2013].

логического развития во времени на разных этапах его жизненного цикла: инновационное предложение, внедрение, промышленное применение, зрелость и устаревание. Одна кривая представляет актуальную технологию, другая — перспективную, которая придет на смену действующей по мере ее устаревания.

В реальности вероятность освоения и применения «подрынной» технологии в производственном процессе или продукте зависит от готовности рынка отказаться от существующего решения в пользу новой технологии или продукта¹⁴.

В соответствии с этой концепцией при оценке влияния технологического развития на занятость величина трудозатрат будет определяться следующими параметрами:

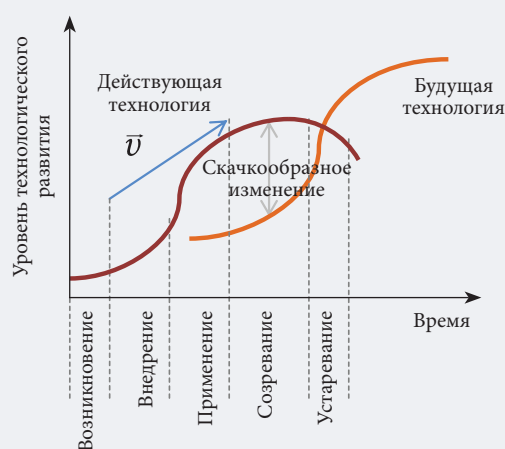
$$L = f(\bar{v}_A, \bar{v}_O, \Delta T_{a-m}, \Delta T_{m-o}, \Delta T_m, P_a),$$

где: L — трудозатраты; \bar{v}_A — скорость развития; \bar{v}_O — скорость устаревания; ΔT_{a-m} — временной промежуток от внедрения/применения до зрелости; ΔT_{m-o} — период времени от (поздней) зрелости до устаревания; ΔT_m — этап зрелости; P_a — вероятность внедрения/применения технологии.

Целесообразно также рассматривать развитие и распространение технологии по уровням практического применения: единичная инновация, прецедент применения, последовательная экспансия в масштабах отдельного предприятия, отрасли и экономики в целом. Скорости распространения и проникновения релевантны экспансии технологии и росту либо сокращению занятости. На рис. 5 на конкретном примере представлена схема развития и масштабирования технологии на раз-

личных уровнях. Можно предположить, что очередной технологический кластер, сформировавшийся в результате выхода критической технологии на определенный уровень, стимулирует ее дальнейшее распространение. В приведенном примере технология декодирования тональных сигналов носит критический статус, поскольку дает возможность масштабировать разработку электронных сенсорных микросхем. Они в свою очередь создают основу для конструирования сварочных роботов, используемых в рамках отдельного предприятия. На секторальном уровне различные производственные мощности оснащаются автоматизированными свароч-

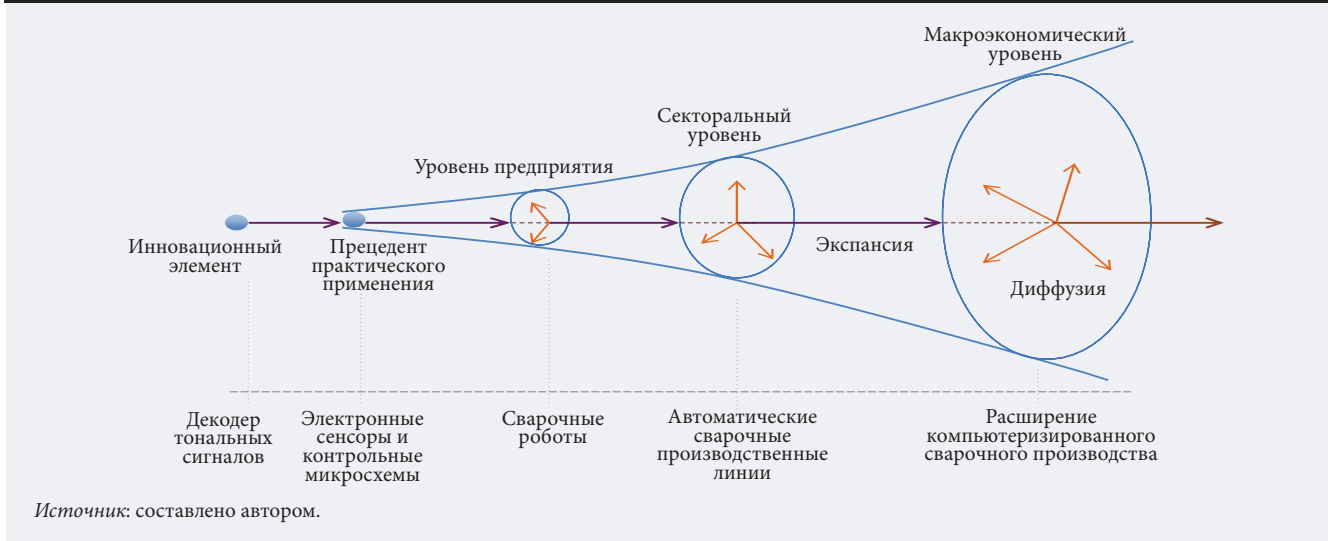
Рис. 4. Цикл технологического развития



Источник: составлено автором по материалам [UN-ESCAP, 1984].

¹⁴Если представить потребление технологии или продукта в виде кривой нормального распределения, то можно увидеть, что, несмотря на доступность новых альтернативных решений, некоторые технологии или продукты, пускай и устаревшие, имеют «длинный хвост», сохраняя присутствие на рынке продолжительное время, что ведет к отсрочке их замены.

Рис. 5. Экспансия и диффузия новой промышленной технологии на примере компьютеризированного сварочного оборудования



ными линиями. Комплекс отраслей, которые используют сварочное компьютеризированное производство, относится к макроэкономической плоскости.

Внедрение новых технологий приведет к созданию либо ликвидации рабочих мест в зависимости от градиента эффективности и производительности, достигаемого в рамках очередного уровня. Для описания и последующего измерения сложного процесса технологического развития предлагается серия параметров, которые определяют степень развития технологии и масштабирование ее эффектов для занятости. В общих чертах зависимость трудозатрат L от параметров развития технологии выражается функцией:

$$L = f(\bar{U}_D, \bar{U}_E, P_a, \psi, \nabla_{eff}, \nabla_{pt}),$$

где: \bar{U}_D и \bar{U}_E — соответственно скорость диффузии и экспансии; P_a и ψ — соответственно вероятность внедрения / применения и распространенность на определенном уровне масштабирования; ∇_{eff} и ∇_{pt} — соответственно градиенты эффективности и производительности, связанные с промышленным применением технологии.

Предложенные нами параметры, переменные и индикаторы применимы для проведения Форсайт-исследований. С их помощью задается конфигурация эталонных моделей и алгоритмов, описывающих сложные взаимосвязи между технологическими изменениями, производительностью и эффективностью.

Табл. 6. Элементы оценки влияния Форсайт-исследований на занятость

Результаты Форсайт-исследований	Индикаторы результатов деятельности	Эффекты для занятости	Индикаторы занятости
Принятие новых программ и мер научно-технической и инновационной политики	Общие затраты на исследования и разработки (ИиР)	Спрос на новые знания и компетенции	Количество рабочих мест, попадающих в зону риска
Организация совместных инициатив и повесток, консолидация исследовательских коллективов, организаций и иного ресурсного потенциала в сфере науки, технологий и инноваций	Затраты на ИиР в реальном секторе Количество технологических центров, лабораторий для проведения ИиР и испытаний	Изменение профессиональных умений и навыков	Коэффициент постоянной занятости Трудовые затраты
Возникновение социальных и технологических инноваций	Число патентных заявок Скорость устаревания Освоение, экспансия и диффузия новой технологии	Технологическая безработица Увеличение занятости за счет эффекта капитализации	Эффективность трудовой деятельности Восприимчивость профессии к новым технологиям Количество рабочих мест, попадающих в зону риска Трудовые затраты
Повышение конкурентоспособности за счет инноваций	Количество инновационных компаний	Технологическая безработица Увеличение занятости за счет эффекта капитализации	Эффективность трудовой деятельности Вероятность компьютеризации Производительность труда
Широкое воздействие на формирование политики, разработку стратегий, реализацию программ и общественное мнение	Затраты на ИиР в образовательном секторе Индекс доступа к цифровым технологиям	Изменение критериев оценки результатов деятельности	Производительность труда
Формирование культуры стратегического и системного мышления, работы с неопределенностью	Информирование общественности о научных и технологических достижениях посредством СМИ	Спрос на новые знания и компетенции	Эффективность занятости Производительность труда

Источник: составлено автором.

Применительно к нашему исследованию их можно также увязать с занятостью на микроуровне и возможными макроэффектами. Напомним, что объектом Форсайта являются преимущественно макроуровневые процессы и системы, в частности, охватывающие отрасль экономики или область науки в целом.

Оценка эффектов для занятости при проведении Форсайт-исследований

В рамках Форсайта определяются косвенные эффекты различных мер политики и стратегий для рынков труда. Предложенный в нашей статье подход подразумевает фокусирование на максимально возможной степени влияния, которую может достичь проект либо программа. Для этого необходимо определить надежные и достоверные индикаторы результативности. Они измеряются с использованием доступных данных, характеризующих прямо либо косвенно сферу деятельности или систему, которой посвящено Форсайт-исследование. Очевидно, такие индикаторы определяются не только Форсайт-исследованиями, но и многими другими факторами, влекущими за собой иные последствия. Кроме того, следует выбирать индикаторы, наиболее чувствительные к политическим мерам или стратегиям, предложенным по итогам Форсайта.

Для улучшения качества экспертизы на протяжении всего цикла стратегического Форсайта должна применяться логическая структура, состоящая из трех этапов:

проектирования, реализации и оценки [Seidl da Fonseca, 2016]. В табл. 6 сопоставляются потенциальные результаты Форсайта и отражающие их индикаторы с возможным влиянием на занятость и соответствующими этому показателями.

Форсайт-исследования охватывают широкий спектр вопросов. Однако, учитывая важность и всеобъемлющий характер влияния технологий на развитие занятости, следует уделять особое внимание оценке таких эффектов с помощью набора индикаторов, представленных в этой статье.

Заключение

Мы рассмотрели методологию и методы измерения, позволяющие оценить влияние Форсайта в сфере науки, технологий и инноваций и вытекающей из него политики на создание либо ликвидацию рабочих мест. Полный спектр представленных параметров, переменных и индикаторов целесообразно развивать в качестве возможного стандарта для оценки результатов, достигнутых в Форсайт-исследованиях. Классификация эффектов для занятости и оценка масштабов их воздействия — непростая исследовательская задача, требующая обобщения теоретических концепций и сбора эмпирических доказательств. Данную статью можно рассматривать как основу для повестки дальнейших исследований на предмет выработки эффективных и надежных механизмов Форсайта в целом.

Библиография

- Aghion P., Howitt P. (1994) Growth and Unemployment // *The Review of Economic Studies*. Vol. 61. № 3. P. 477–494.
- Bacon R., Kojima M. (2011) Issues in estimating the employment generated by energy sector activities. Washington, D.C.: The World Bank.
- BLS (2015) Employment Projections Program, Industry Employment and Output Projections to 2024. *Monthly Labour Review*, December 2015. Washington, D.C.: U.S. Bureau of Labour Statistics. Режим доступа: <https://www.bls.gov/opub/mlr/2015/article/industry-employment-and-output-projections-to-2024.htm>, дата обращения 24.11.2016.
- Calvino F., Virgillito M.E. (2016) The Innovation-Employment Nexus: A Critical Survey of Theory and Empirics. ISI Growth Working Paper 9/2016. Paris: Sant'Anna School of Advanced Studies, Paris School of Economics, University Paris 1. Режим доступа: http://www.isigrowth.eu/wp-content/uploads/2016/03/working_paper_2016_9.pdf, дата обращения 24.11.2016.
- CES (2014) Future of Work: Jobs and Skills in 2030. London: UK Commission for Employment and Skills.
- Cobb C.W., Douglas P.H. (1928) A Theory of Production // *American Economic Review*. Vol. 18 (Supplement). P. 139–165.
- Frey C.B., Osborne M.A. (2013) The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford, UK: University of Oxford.
- Frey C.B., Osborne M. (2015) *Technology at Work: The Future of Innovation and Employment*. Oxford, UK: University of Oxford.
- Havas A., Scharfing D., Weber M. (2010) The impact of foresight on innovation policy-making: Recent experiences and future perspectives // *Research Evaluation*. Vol. 19. № 2. P. 91–104. DOI: 10.3152/095820210X510133.
- IBGE (1974) *Matriz de Relações Interindustriais — Brasil 1970*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Режим доступа: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBSIS%20-%20RJ/matrizintersetoriais/Brasil_1970.pdf, дата обращения 24.11.2016.
- Keynes J.M. (1936) *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Cambridge, UK: Macmillan Cambridge University Press.
- Leontief W. (1986) *Input-Output Economics* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- Mahroum S., Dachs B., Weber M. (2007) Trend spotting the future of information society technology human resources // *International Journal of Foresight and Innovation Policy*. Vol. 3. № 2. P. 169–186.
- Martin B.R. (2010) *Science Policy Research — Having an Impact on Policy? Seminar Briefing № 7*. London: Office of Health Economics.
- OECD (1997) *New Rationale and Approaches in Technology and Innovation Policy*. STI Review № 22. Paris: OECD.
- Seidl da Fonseca R. (1981) Förderung der Investitionsgüterindustrie als Impulsträger zur Industrialisierung von Entwicklungsregionen — Am Beispiel der Werkzeugmaschinenindustrie in Nordost Brasilien. München: Technische Universität München.
- Seidl da Fonseca R. (2016) Impact Analysis of Foresight for STI Policy Formulation: Cases of Romania, Vietnam and Kazakhstan // *Deploying Foresight for Policy and Strategy Makers. Creating Opportunities through Public Policies and Corporate Strategies in Science, Technology and Innovation* / Eds. L. Gokhberg, D. Meissner, A. Sokolov. Heidelberg: Springer International Publishing. P. 197–225.
- Seidl da Fonseca R., Saritas O. (2005) Instruments for Strategy and Policy: Modelling the Structure of the Policy-making on Science and Technology. *Technology Paper Series, TPS 3/05*. Vienna: United Nations Industrial Development Organisation (UNIDO).
- UN (1979) United Nations Conference on Science and Technology for Development. Resolution № 34/218 adopted by the General Assembly 19 December 1979. Vienna: United Nations. Режим доступа: <http://www.un-documents.net/a34r218.htm>, дата обращения 24.11.2016.
- UN-ESCAP (1984) *Technology for Development*. Bangkok: United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP).
- WEF (2016) *The Future of Jobs — Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Global Challenge Insight Report, January 2016. Geneva: World Economic Forum.
- Zeitlin J., Trubek D.M. (eds.) (2003) *Governing Work and Welfare in a New Economy*: European and American Experiments. Oxford, UK: Oxford University Press.