

# Отчет о промышленном развитии – 2020

## Индустриализация в цифровую эпоху Обзор



ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ  
НАЦИЙ ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ РАЗВИТИЮ

# Отчет о промышленном развитии – 2020

## Индустриализация в цифровую эпоху Обзор



ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ  
НАЦИЙ ПО ПРОМЫШЛЕННОМУ РАЗВИТИЮ

© 2019 Организация Объединенных Наций по промышленному развитию

Названия и материалы, используемые в настоящей публикации, не являются выражением мнения Секретариата об организационно-правовом статусе какой-либо страны, территории, города, области или их административных органов, а также об определении их рубежей или границ.

Обозначения «развитая», «промышленно развитая» и «развивающаяся» страна служат лишь для статистического удобства и не обязательно несут суждение об этапе, достигнутом в конкретной стране или области в процессе развития.

Упоминание наименований компаний или коммерческих товаров не означает их одобрения со стороны ЮНИДО.

Материалы, приведенные в настоящей публикации, могут свободно использоваться для цитирования или воспроизведения при условии наличия ссылки на источник, а также копии публикации, содержащей цитату или воспроизведенный материал.

Для ссылок и цитирования использовать обозначение: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию, 2019. *Отчет о промышленном развитии – 2020. Индустриализация в цифровую эпоху. Обзор*. Вена.

# Содержание

Страница

<b>v</b>	<b>Предисловие</b>
<b>vii</b>	<b>Благодарность</b>
<b>ix</b>	<b>Аббревиатуры</b>

---

## **Обзор**    **Индустриализация в цифровую эпоху**

<b>1</b>	<b>Почему новые технологии важны для нас?</b>
<b>1</b>	Технологии стимулируют ВУПР за счет создания новых товаров и технологических процессов
<b>2</b>	<b>Какие новые технологии формируют индустриальный ландшафт?</b>
<b>3</b>	Эволюционный переход к технологиям ADP
<b>4</b>	<b>Кто создает и кто использует технологии передового цифрового производства?</b>
<b>4</b>	Концентрация на глобальном ландшафте
<b>7</b>	Лишь несколько компаний внутри отдельных стран в полной мере внедряют технологии передового цифрового производства
<b>9</b>	Распространение новых технологий также зависит от отрасли и размеров
<b>10</b>	<b>Что необходимо для использования технологий ADP?</b>
<b>10</b>	Использование технологий ADP требует промышленного потенциала на уровне страны
<b>11</b>	Производственный потенциал заложен в производственных фирмах
<b>14</b>	Использование технологий ADP также требует определенных навыков рабочей силы
<b>15</b>	<b>Какие дивиденды могут принести технологии ADP?</b>
<b>16</b>	Повышение производительности
<b>16</b>	Укрепление межсекторальных связей
<b>17</b>	Создание рабочих мест, а не уничтожение
<b>19</b>	Поддержание окружающей среды
<b>20</b>	Дивиденды не являются автоматическими и влекут за собой риски
<b>22</b>	<b>Какие меры реагирования на уровне политики могут заставить технологии передового цифрового производства работать на ВУПР?</b>
<b>23</b>	Особое внимание необходимо уделить некоторым общим направлениям политических мер
<b>26</b>	Призыв к развитию международного сотрудничества
<b>27</b>	<b>Примечания</b>
<b>27</b>	<b>Список литературы</b>
<b>29</b>	<b>Приложение</b>

**Рисунки**

<b>2</b>	1	Новые технологии и всеохватывающее и устойчивое промышленное развитие
<b>3</b>	2	Широкий спектр технологических областей и сфер применения
<b>4</b>	3	Технологии производства: от первой к четвертой промышленной революции
<b>5</b>	4	Компоненты технологий передового цифрового производства
<b>7</b>	5	Четыре поколения технологий цифрового производства, применяемых в обрабатывающей промышленности
<b>8</b>	6	В развивающихся странах внедрение технологий передового цифрового производства до сих пор ограничено
<b>9</b>	7	Темпы внедрения ключевых технологий передового цифрового производства различаются в разных отраслях промышленности в ЕС
<b>11</b>	8	Использование технологий ADP требует увеличения производственного потенциала
<b>14</b>	9	Производственный потенциал является ключом для внедрения технологических инноваций
<b>15</b>	10	Дивиденды, ожидаемые от технологий ADP
<b>16</b>	11	Внедрение технологий передового цифрового производства положительно влияет на производительность
<b>17</b>	12	Экономики, активно использующие технологии ADP, растут быстрее, чем остальные независимо от группы доходов
<b>18</b>	13	Обрабатывающие отрасли в странах, активно использующих технологии передового цифрового производства, в большей степени интегрированы с наукоемкими бизнес-услугами независимо от уровня дохода
<b>18</b>	14	Совокупное влияние роста использования промышленных роботов в отдельных отраслях на занятость в мире
<b>20</b>	15	Технологии ADP имеют высокий показатель экологичности
<b>20</b>	16	Большинство фирм, использующих или готовых использовать технологии ADP, согласны с тем, что это приведет к улучшению состояния окружающей среды
<b>22</b>	17	Женщины подвержены более высокому риску компьютеризации, чем мужчины, если они заняты в производстве продуктов питания, текстиля и химикатов

**Таблицы**

<b>6</b>	1	От отстающих до лидеров в области технологического развития
<b>12</b>	2	Накопление инвестиционного, технологического и производственного потенциалов для передового цифрового производства
<b>23</b>	3	Области мер реагирования на уровне политики, которые могут заставить технологии передового цифрового производства работать на ВУПР
<b>29</b>	A1	Страны и экономики по уровню использования технологий ADP в производстве

# Предисловие



Возникновение и распространение технологий передового цифрового производства (ADP) в рамках четвертой промышленной революции радикально меняют производство в обрабатывающей промышленности, все более размывая границы между физическими и

цифровыми производственными системами. Прогресс в развитии робототехники, технологий искусственного интеллекта, аддитивного производства и анализа данных открывает значительные возможности для ускорения процесса инноваций и повышения доли производства обрабатывающей промышленности в общей добавленной стоимости.

«Отчет о промышленном развитии – 2020» – это вклад в дискуссию о четвертой промышленной революции. В нем приводятся новые аналитические и эмпирические свидетельства о будущем процесса индустриализации в контексте наблюдаемого в настоящее время сдвига технологической парадигмы.

Часто можно слышать утверждение, что рабочих на заводах сменяют роботы, и что в процессе индустриализации уже не получится создавать то же количество рабочих мест, что прежде. Также говорят о бэкшоринге в развитых странах – переводе ранее выведенной в другие страны производственной деятельности в страну базирования. Третье утверждение гласит, что минимальный уровень навыков и способностей необходимый для сохранения конкурентоспособности в обрабатывающей промышленности будет настолько высок, что большинство стран будет просто исключено из следующего этапа промышленного производства. В данном отчете рассматривается актуальность этих проблем на основе эмпирических данных.

Ключевой вывод настоящего отчета состоит в том, что индустриализация по-прежнему остается основным путем успешного развития. Индустриализация позволяет странам создавать и развивать конкурентные навыки и возможности, позволяющие преуспеть в условиях новой

технологической парадигмы. Согласно результатам анализа технологии ADP, будучи примененными к промышленному производству, открывают огромный потенциал для экономического роста и улучшения благосостояния людей, а также защиты окружающей среды и достижения целей Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Прежде всего, это касается Цели устойчивого развития № 9 – Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям, – являющейся ключевой для мандата ЮНИДО. Эти технологии могут увеличить эффективность и производительность в процессах промышленного производства и, по имеющимся свидетельствам, помочь создать новые отрасли промышленности.

Данный отчет также показывает, что несмотря на уязвимость большого числа рабочих мест к автоматизации по мере распространения новых технологий в разных странах и отраслях промышленности, автоматизация также может создать новые отрасли промышленности и новые рабочие места в отраслях, требующих более высоких навыков и знаний. Представленные в данном отчете данные показывают, что если учитывать косвенное влияние по всей цепи добавленной стоимости, то увеличение парка роботов в обрабатывающей промышленности на глобальном уровне не только не сокращает количество рабочих мест, но и создает новые. Свидетельства о бэкшоринге из развивающихся стран в страны с развитой промышленностью по мере внедрения новых технологий указывают на то, что это не очень распространенное явление. Согласно полученным данным, бэкшоринг уравновешивается оффшорным производством в развивающихся странах, что создает рабочие места в прямом и обратном направлении цепи добавленной стоимости.

В конечном итоге влияние передового цифрового производства на развивающиеся страны будет зависеть от их мер реагирования на уровне политики. Не существует универсальной, подходящей для всех стратегии политических мер, позволяющей заставить новые технологии работать на обеспечение всеохватывающего и устойчивого промышленного развития. В «Отчете о промышленном развитии – 2020»

указаны некоторые направления реализации стратегических политических мер в преддверии углубления четвертой промышленной революции в предстоящие годы. Особого внимания заслуживают три направления: (i) создание рамочных условий для освоения новых технологий, особенно развитие цифровой инфраструктуры; (ii) стимулирование спроса и реализации уже действующих инициатив с применением технологий передового цифрового производства; и (iii) укрепление необходимых навыков и исследовательского потенциала. В данном отчете приведено несколько примеров конкретных политических мер, реализованных в разных странах, по каждому из этих направлений.

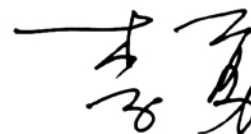
Поразительным открытием данного отчета стало то, что большому числу стран еще только предстоит войти в эпоху осуществляемых технологических прорывов. В мире есть большие регионы, в основном наименее развитые страны и другие страны с низким уровнем доходов, которые все еще очень далеки от применения технологий передового цифрового производства на сколь-либо заметном уровне. Собранные для настоящего отчета данные отдельных предприятий из пяти развивающихся стран подтверждают это наблюдение, демонстрируя, что отрасль обрабатывающей промышленности в этих странах характеризуется наличием так называемых «технологических островов», где небольшое число лидеров в области цифровых технологий (если они вообще есть) сосуществует с применяющими устаревшие технологии предприятиями, которые составляют большинство. До 70 % предприятий обрабатывающей промышленности в «отстающих экономиках» в процессе производства все еще используют аналоговые технологии.

Отсутствие распространения потенциально полезных технологий является еще одним аргументом в пользу дальнейшего развития глобального сотрудничества с целью устойчивого развития. Чтобы достичь цели Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030

года – «не оставить никого позади» – необходимо предпринимать больше усилий по мобилизации и обмену специальными и экспертными знаниями, технологиями и финансовыми ресурсами. Для того чтобы воспользоваться преимуществами четвертой промышленной революции и избежать риска еще большего отставания, странам с низким уровнем доходов требуется соответствующая цифровая инфраструктура и навыки. В данном отчете показано, что для стран с низким уровнем доходов есть смысл развивать производство в обрабатывающей промышленности, укреплять возможности промышленного производства и учиться эффективно применять эти технологии. Стабильный, всеохватывающий и устойчивый экономический рост является ключевым фактором процветания.

Я рад, что этот отчет привнесит оригинальную точку зрения в анализ новых технологий и четвертой промышленной революции, а также вновь подтверждает роль индустриализации как фактора развития. Всеохватывающее и устойчивое промышленное развитие позволит создать более динамичные, устойчивые, инновационные и ориентированные на нужды людей экономики. Именно к этому мы должны стремиться по мере того, как международное сообщество идет по пути реализации Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.

Я благодарю сотрудников ЮНИДО и международных экспертов, которые работали над данным отчетом, и надеюсь, что он станет основным справочным документом в дискуссиях в области международного развития на тему четвертой промышленной революции.



Ли Юн  
Генеральный директор ЮНИДО



# Благодарность

«Отчет о промышленном развитии – 2020» подготовлен командой исследователей под общим руководством Ли Юна, генерального директора Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО). Отчет является результатом двух лет интенсивной исследовательской работы, плодотворных дискуссий и тесного сотрудничества команды экспертов ЮНИДО, возглавляемой Сесилией Угаз, директором департамента политики, исследований и статистики. Работу команды координировал Алехандро Лавопа, сыгравший ключевую роль в успешном завершении работы над отчетом. В команду вошли Элиса Калса, Никола Канторе, Нельсон Корреа, Смиа Фокир, Нобуя Харагучи, Фернандо Сантьяго Родригез и Аднан Серик.

При подготовке данного отчета оказался крайне полезен ряд специально запрошенных справочных материалов, которые предоставили следующие эксперты: Рамиро Альбрёеу, Катерина Брест Лопес и Мартин Рапетти, Центр реализации мер государственной политики для поддержания справедливости и роста (CIPPEC); Антонио Андреони, Школа восточных и африканских исследований (SOAS), Лондонский университет; Гуэндалина Анцолин, Урбинский университет; Франческо Больячино, Национальный университет Колумбии; Кристиано Коданьоне, Миланский университет и Открытый университет Каталонии; Бернхард Дахс, Австрийский технологический институт; Мишель Делера, Нил Фостер-Макгрегор, Карло Пьетробелли, Эндер Номалер и Барт Верспаген, Университет Организации Объединенных Наций – Маастрихтский институт экономических и социальных исследований в области инновационной деятельности и технологий (UNU-MERIT); Жуан Карлуш Ферраш, Давид Купфер, Жорже Ногейра де Паива Бритто и Жулиа Торакка, Институт экономики Федерального университета Рио-де-Жанейро (IE-UFRJ); Махди Гходси, Оливер Райтер, Роберт Штерер и Роман Штёллингер, Венский институт международных экономических исследований (WIIW); Тихару Ито, Митико Иидзука и Идзуми Судзуки, Национальный последипломный Институт политических исследований (GRIPS); Барт Кемп и

Ракель Васкес, Баскский институт исследования конкурентоспособности (Orkestra); Эрика Кремер-Мбула, Университет Йоханнесбурга; Гын Ли, Национальный университет Сеула; Амайя Мартинес и Кристина Ойон, Баскское агентство развития бизнеса (SPRI); Марио Пьянта, Университет Рома Тре; и Алина Соргнер, Университет Джона Кэбота.

Для обеспечения аналитической составляющей отчета были созданы и проведены тщательно проработанные исследования на уровне предприятий в трех странах – в Гане, Таиланде и Вьетнаме. Команда выражает свою благодарность учреждениям-партнерам за их тщательную работу по сбору соответствующих данных: Институт по исследованию научно-технической политики (STEPRI) при Совете по научным и промышленным исследованиям (CSIR), Гана; Агентство по продвижению цифровой экономики (DEPA), Таиланд; Национальный центр социально-экономической информации и прогнозирования (NCIF), Вьетнам. Данные исследования были проведены с применением подхода, предложенного в Бразилии бразильской Национальной конфедерацией промышленности (CNI) и воспроизведенного в Аргентине Промышленным союзом Аргентины (UIA) в сотрудничестве с CIPPEC и Институтом интеграции стран Латинской Америки и Карибского бассейна Межамериканского банка развития (INTAL-IDB). Мы выражаем благодарность этим учреждениям за обеспечение доступа к микроданным соответствующих исследований из этих двух стран.

Команда также дополнила результаты исследований, собрав данные опросов предприятий обрабатывающей промышленности из других развивающихся стран. Глубочайшая признательность выражается Цы Юн Цзоу и сотрудникам местных офисов ЮНИДО, которые обеспечили процесс сбора информации, а именно: Мануэль Албаладехо, Надия Афтах, Ральф Бредел, Суксири Чамсук, Стейн Хансен, Ханан Ханзас, Мухаммад Хаммад Башир Саид, Лина Тоури, Рене ван Беркел, Раджив Видж и Сулейман Йилмаз. Поддержку в работе оказали Валерия Кантера, Нуршат Карабашов, Себастьян Перес, Нидхи Шарма, Хун Фэй Юэ и Азхар Зиаур-Рехман. Мы также благодарны следующим



учреждениям, которые обеспечили поддержку в сборе данных в некоторых из указанных стран: Министерству промышленности и информационных технологий Китая, Министерству международной торговли и промышленности Малайзии, Турецкой ассоциации промышленности и бизнеса (TUSIAD) и Промышленной палате Уругвая (CIU).

Ценные замечания внесли члены исполнительного совета ЮНИДО – Фату Хайдара, Хироси Кунийоси и Филипп Шолтес. Особую благодарность выражаем Джону Вайссу, почетному профессору Университета Брэдфорда, Йоргу Майеру, старшему сотруднику по экономическим вопросам Конференции Организации Объединенных Наций по торговле и развитию (ЮНКТАД), и Алистеру Нолану, старшему специалисту по политическому анализу Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), за тщательную проверку проекта отчета и значительные улучшения в нескольких его разделах.

Многие из идей, включенных и проработанных в отчете, были представлены в ходе двух семинаров с участием международных экспертов в штаб-квартире ЮНИДО в Вене в ноябре 2018 года и в апреле 2019 года, а также на внутренней презентации с участием сотрудников ЮНИДО в мае 2019 года. В ходе этих совещаний ценные замечания предоставили Сара Аморосо, Европейская Комиссия – Объединенный Исследовательский Центр; Майк Грегори, Кембриджский университет; а также

сотрудники ЮНИДО Арно Беренс, Кай Бетке, Бернардо Кальцадилья, Цун Пин Чун, Мишель Клара, Яцек Цукровский, Тарек Эмтайрах, Аюми Фудзино, Дун Го, Андерс Исакссон, Джэ Хван Чон, Беттина Шрек, Нилгун Тас, Валентин Тодоров и Шиям Упадхья. Кроме того, ценные замечания к проекту предоставили сотрудники ЮНИДО Вэй Си Гун, Нан Джи, Ольга Мемедович и Алехандро Ривера.

Авторам отчета оказала поддержку группа талантливых научных сотрудников и стажеров ЮНИДО, среди которых были Юрген Аманн, Шэн Си Цао, Чарльз Фан Цинь Чэн, Алессандра Челани де Мачедо и Лоренцо Наварини. Сотрудники ЮНИДО Энджи Белсаги, Невена Ненадич и Игуарая Сааведра обеспечили административную поддержку, а Ники Родусакис – помощь в техническом редактировании. На заключительных этапах при подготовке проекта отчета ключевую роль в подготовке к печати сыграла консультант ЮНИДО Аша Личет Педерсен. Редактирование и дизайн отчета выполнены командой компании Communications Development Incorporated под руководством Брюса Росса-Ларсона, и в которую вошли Джозеф Бринли, Джо Капонио, Майк Крамплар, Дебра Нэйлор (Naylor Design), Крис Тротт и Элейн Уилсон. Перевод отчета на русский язык выполнен компанией JPD Systems, LLC и проверен Евгенией Шевцовой, которая выполнила корректуру текста и оказала помощь в улучшении языка перевода.

# Аббревиатуры

<b>БРИКС</b>	Бразилия, Россия, Индия, Китай и ЮАР
<b>ВВП</b>	Валовой внутренний продукт
<b>ВУПР</b>	Всеохватывающее и устойчивое промышленное развитие
<b>ГЦДС</b>	Глобальная цепь добавленной стоимости
<b>ДСОП</b>	Добавленная стоимость в обрабатывающей промышленности
<b>ИКТ</b>	Информационные и коммуникационные технологии
<b>МСП</b>	Малые и средние предприятия
<b>НИОКР</b>	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
<b>НРС</b>	Наименее развитые страны
<b>НТИМ</b>	Наука, технология, инженерия и математика
<b>ТПОП</b>	Техническое и профессиональное образование и подготовка
<b>ЦУР</b>	Цели устойчивого развития
<b>ЧПУ</b>	Числовое программное управление
<b>ЮНИДО</b>	Организация Объединенных Наций по промышленному развитию
<b>ADP</b>	Передовое цифровое производство
<b>CAD</b>	Система автоматизированного проектирования
<b>CAM</b>	Автоматизированное производство
<b>CIM</b>	Комплексное автоматизированное производство
<b>CIP</b>	Индекс промышленной конкурентоспособности
<b>CPS</b>	Киберфизические системы
<b>DPT</b>	Технологии цифрового производства
<b>ICIO</b>	Межстрановые затраты-выпуск
<b>IoT</b>	Интернет вещей
<b>KIBS</b>	Наукоемкие бизнес-услуги
<b>M2M</b>	Межмашинное взаимодействие
<b>RFID</b>	Радиочастотная идентификация



# Обзор

## Индустриализация в цифровую эпоху

*Технологии передового цифрового производства могут способствовать всеохватывающему и устойчивому промышленному развитию и достижению ЦУР*

Возникновение и распространение технологий передового цифрового производства, таких как искусственный интеллект, анализ больших объемов данных, облачные вычисления, Интернет вещей, передовая робототехника и аддитивное производство, в корне меняют природу производства в обрабатывающей промышленности, все больше размывая границы между физическими и цифровыми производственными системами. При правильных условиях внедрение этих технологий в развивающихся странах способно стимулировать всеохватывающее и устойчивое промышленное развитие (ВУПР) и способствовать достижению Целей устойчивого развития (ЦУР).

*Лишь немногие экономики и предприятия разрабатывают и внедряют технологии передового цифрового производства*

Однако разработка и распространение технологий передового цифрового производства на глобальном уровне остаются сосредоточенными в отдельных регионах, а в большинстве развивающихся экономик наблюдаются слабые темпы их развития. В «Отчете о промышленном развитии – 2020» сделан вывод о том, что на 10 экономик-лидеров приходится 90 % всех выданных в мире патентов и 70 % всего экспорта, напрямую связанного с этими технологиями. Еще 40 экономик (последователи) активно работают с этими технологиями, хотя и намного менее интенсивно. В остальном мире наблюдается очень низкая активность (опоздавшие экономики) или полное отсутствие участия в глобальной разработке и использовании этих технологий (отстающие экономики).

*Однако технологии передового цифрового производства открывают возможности догнать лидеров*

Технологии передового цифрового производства действительно открывают новые возможности догнать лидеров, однако, чтобы воспользоваться ими, требуется минимальный базовый уровень промышленного потенциала. Существует явная положительная корреляция между теми ролями, которые играют экономики мира в разработке и использовании этих технологий – лидеры, последователи, опоздавшие, отстающие – и их средним промышленным потенциалом. Более активная работа с этими

технологиями связана с более высокими темпами роста добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности (ДСОП), что обусловлено главным образом более быстрым ростом производительности. При этом вопреки распространенному мнению, в развивающихся странах, активно работающих с технологиями передового цифрового производства, также наблюдается положительный рост занятости.

### **Почему новые технологии важны для нас?**

*Технологии стимулируют ВУПР за счет создания новых товаров и технологических процессов*

*Новые технологии и всеохватывающее и устойчивое промышленное развитие*

В основе ВУПР лежат новые технологии. Они обеспечивают создание новых товаров, что способствует возникновению новых отраслей промышленности. Кроме того, они стимулируют повышение эффективности производства, что снижает цены и способствует потреблению на массовом рынке, или увеличивают прибыль и могут в дальнейшем открыть возможности для инвестирования (Рисунок 1). Новые технологии также могут способствовать экологической устойчивости и социальной инклюзивности при внедрении в правильных условиях.

*Благодаря новым технологиям возникают новые отрасли промышленности*

Новые технологии могут привести к созданию инновационных товаров, что, в свою очередь, способствует возникновению новых отраслей промышленности и связанных с ними рабочих мест и источников дохода. Это способствует индустриализации и социальной инклюзивности. Когда эти инновации нацелены на снижение воздействия на окружающую среду за счет внедрения экологически устойчивого производства, они также способствуют обеспечению экологической устойчивости процесса промышленного производства.

*Промышленная конкурентоспособность в конечном счете зависит от технологической модернизации*

Новые технологии также могут повысить эффективность производства, которая является ключевым фактором поддержания и роста промышленной конкурентоспособности, и, следовательно, увеличения производства обрабатывающей промышленности. Во

Рисунок 1  
**Новые технологии и всеохватывающее и устойчивое промышленное развитие**



*Примечание:* В верхней части рисунка показано, как новые технологии стимулируют всеохватывающее и устойчивое промышленное развитие (ВУПР), поставляя на рынок новые товары. В нижней части показано, как новые производственные технологии способствуют ВУПР за счет роста эффективности производства. По мере индустриализации растет и инновационный потенциал стран. Этот эффект отражен прямой стрелкой, идущей справа налево.  
 Источник: разработка ЮНИДО.

многих случаях само применение новых технологий требует дополнительных средств и услуг других отраслей экономики, что увеличивает эффект промышленного развития как мультипликатора за пределами производственного предприятия. Более высокая эффективность связана с сокращением выбросов загрязняющих веществ и удельного потребления сырья и энергии на единицу продукции, что способствует повышению экологической устойчивости процесса.

### Какие новые технологии формируют индустриальный ландшафт?

*Сначала произошли промышленные революции, связанные с появлением парового двигателя, электричества и вычислительных машин*

Со времен первой промышленной революции разные волны технологического прогресса стимулируют экономическое развитие в мире. Так, изобретение парового двигателя, механизация простых задач и строительство железных дорог привели к первой промышленной революции в 1760–1840 годах. Появление электричества, сборочного конвейера и массового производства породило вторую

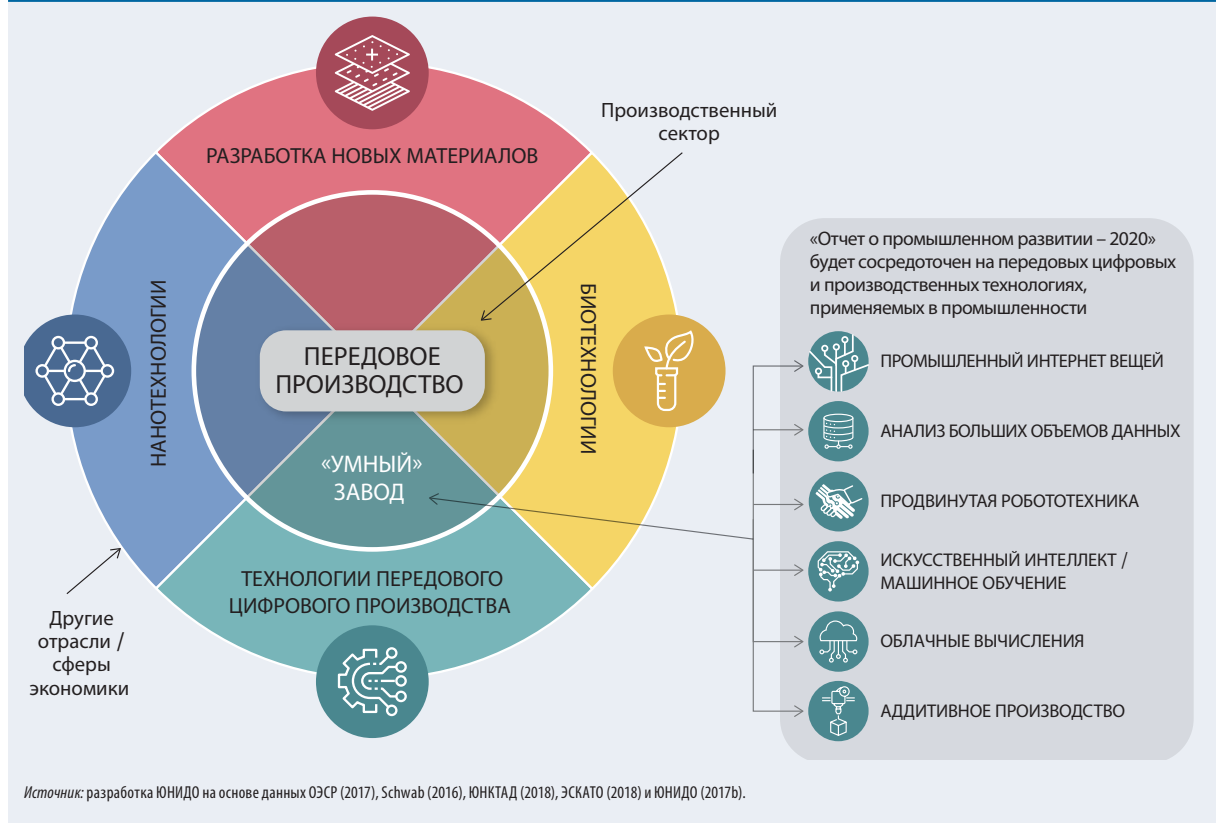
промышленную революцию между концом XIX и началом XX веков, а развитие полупроводников и ЭВМ в 1960-х годах наряду с развитием персональных компьютеров и Интернета стало основным двигателем третьей промышленной революции.

### *Теперь индустриальный ландшафт определяет четвертая волна прогресса*

По всей видимости, последние технологические достижения формируют очередную волну прогресса, именуемую четвертой промышленной революцией. Ее концепция основана на растущей конвергенции различных новых технологических областей – цифрового производства, нанотехнологий, биотехнологий и разработки новых материалов – и их взаимодополняемости в производстве (Рисунок 2). Передовое производство – это термин, который обычно используется для обозначения факта применения этих технологий в производстве. Так, например, использование ADP-технологий приводит к созданию производственных систем «умной» промышленности, также известных как «умный» завод или Промышленность 4.0. «Умное» производство,

## « Использование ADP-технологий приводит к созданию производственных систем «умной» промышленности »»

Рисунок 2  
Широкий спектр технологических областей и сфер применения



в свою очередь, влечет за собой интеграцию и управление производственным процессом с помощью датчиков и оборудования, подключенных к цифровым сетям, а также слияние реального мира с виртуальным в так называемых киберфизических системах (CPS) с поддержкой искусственного интеллекта. Ожидается, что переход к «умному» производству окажет долгосрочное влияние на индустриальный ландшафт.

### Эволюционный переход к ADP технологиям

*Технологии четвертой промышленной революции возникают из традиционного промышленного производства*

Технологии ADP являются последней ступенью в эволюции традиционных технологий промышленного производства (Рисунок 3). Фактически многие из этих технологий развивались и возникли на основе тех же инженерных и организационных принципов, которые действовали в ходе предыдущих промышленных революций, что предполагает «эволюционный переход», нежели «революционный прорыв». Так, например,

процессы автоматизации восходят ко временам первой промышленной революции, а внедрение роботов – по крайней мере, к 1960-м годам (Andreoni и Anzolin 2019).

*Оборудование передового цифрового производства представляет собой смесь старого и нового*

Технологии передового цифрового производства являются результатом сочетания трех основных компонентов: оборудования, программного обеспечения и средств связи (Рисунок 4). К оборудованию относятся инструменты, средства и вспомогательные системы современных промышленных роботов и «умных» автоматизированных систем, а также коллаборативные роботы (роботы, выполняющие задачи совместно с человеком) и 3D-принтеры для аддитивного производства. Этот набор технологий производственного оборудования во многом схож с технологиями предыдущего этапа – третьей промышленной революции. Отличительными чертами новых машин являются их средства связи, а также гибкость и функциональность при выполнении производственных задач.

## « Технологические революции в истории человечества разделили мир на лидеров и последователей »»

Рисунок 3

### Технологии производства: от первой к четвертой промышленной революции



#### *Средства связи технологий передового цифрового производства являются одним из главных отличий от старых методов производства*

Связь компонентов технологий передового цифрового производства обеспечивается с помощью оснащения оборудования и инструментов датчиками и исполнительными механизмами. Как только стало возможным распознавать производственный процесс и его продукцию (в том числе компоненты, материалы и функциональные свойства) с использованием машин и инструментов, стало так же возможно собирать и передавать данные через промышленный Интернет вещей (IIoT). Подобная связь делает возможным переход от централизованного к децентрализованному производству.

#### *Средства связи позволяют создавать «умные» сетевые системы*

Технологии производства становятся полностью цифровыми, когда связь между их компонентами обеспечивается программными средствами, позволяющими осуществлять анализ больших объемов данных практически в реальном времени. Основанные

на системах автоматизированного производства (CAM), комплексного автоматизированного производства (CIM) и автоматизированного проектирования (CAD), а также усовершенствованиях с использованием информационных и коммуникационных технологий третьей промышленной революции, программные средства эпохи четвертой промышленной революции открывают возможности создания киберфизических систем. Эти «умные» сетевые системы, оснащенные датчиками, процессорами и исполнительными механизмами, предназначены для распознавания и взаимодействия с физическим миром и поддержки в режиме реального времени.

#### **Кто создает и кто использует технологии передового цифрового производства?**

##### **Концентрация на глобальном ландшафте**

#### *Промышленные революции имеют своих лидеров и последователей среди экономик разных стран*

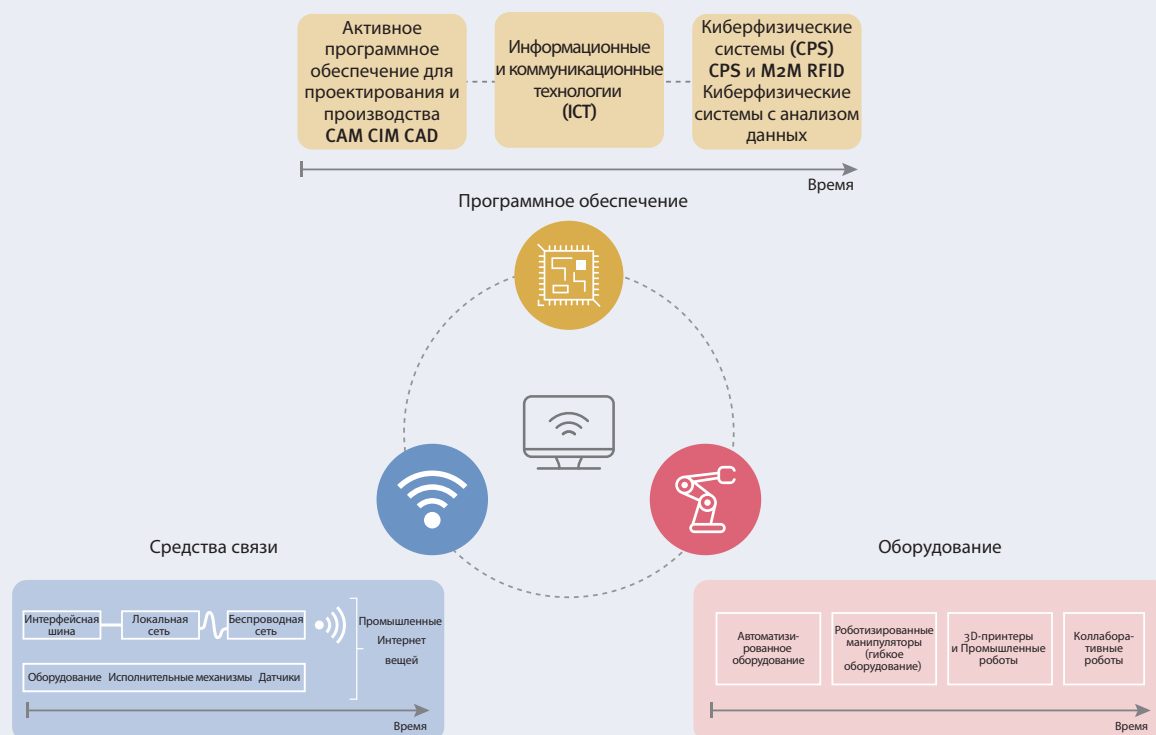
Технологические революции в истории человечества разделили мир на лидеров и последователей в зависимости от степени участия стран в создании



« На долю 10 экономик  
приходится 91% всех мировых  
патентов в технологиях ADP »»

Рисунок 4

Компоненты технологий передового цифрового производства



Примечание: CAM – автоматизированное производство, CAD – система автоматизированного проектирования, CIM – комплексное автоматизированное производство, M2M – межмашинное взаимодействие, RFID – радиочастотная идентификация. При комплексном автоматизированном производстве (CIM) через автоматизированные рабочие станции устанавливается связь с системами CAD, CAM, промышленными роботами и производственным оборудованием.  
Источники: Andreoni и Anzolin (2019).

и использовании новых технологий. Во многих случаях крупные регионы мира оставались не затронутыми разворачивающейся технологической революцией, а вступали в нее лишь спустя несколько десятилетий после удешевления технологий и сокращения разрыва в возможностях между разными странами. В преддверии очередной технологической революции серьезную обеспокоенность вызывает то, насколько все страны, особенно те, которые все еще находятся на этапе развития базовых промышленных возможностей, смогут интегрироваться в формирующийся технологический ландшафт.

**Ведущие экономики мира проявляют наибольшую активность в развитии передового цифрового производства**

На сегодняшний день технологические прорывы в области передового цифрового производства снова делят мир на лидеров, последователей и

отстающих. Одной из характерных особенностей создания и распространения технологий передового цифрового производства является высокая степень концентрации, особенно в части патентной и экспортной деятельности. При этом средний уровень распределения данных видов деятельности чрезвычайно высок по сравнению с медианой, и лишь несколько стран находятся выше этого уровня. Таким образом, на долю ведущих стран (т. е. стран выше среднего уровня) приходится большая часть мировой активности в каждой области.

**На долю 10 ведущих экономик мира приходится 90 % патентов и 70 % экспорта**

В глобальном объеме патентов, выдаваемых на технологии передового цифрового производства, только 10 стран демонстрируют долю рынка выше среднего. К этим странам относятся (в порядке размера доли рынка): США, Япония,

## « Лишь 50 стран могут считаться активными участниками процесса развития технологий ADP »»

Таблица 1  
От отстающих до лидеров в области технологического развития

Группа		Краткое описание	Критерии
<b>Лидеры</b> (10 стран)		10 ведущих стран в области технологий передового цифрового производства	Страны, имеющие 100 или более заявок на международные патентные семейства в области передового цифрового производства (среднее значение для всех стран с определенной патентной активностью в этой области)
<b>Последователи, участвующие в процессе производства цифровых технологий</b> (23 страны)	Инновации	Страны, активно участвующие в патентовании в области технологий передового цифрового производства	Страны, имеющие не менее 20 заявок на обычные патентные семейства или 10 заявок на международные патентные семейства в области передового цифрового производства (средние значения для всех стран с определенной патентной активностью при исключении группы лидеров)
	Экспорт технологий	Страны, активно участвующие в экспорте товаров, связанных с передовым цифровым производством	Страны, которые демонстрируют относительную специализацию на экспорте связанных с передовым цифровым производством товаров в больших объемах на мировых рынках (выше средней доли рынка при исключении группы лидеров)
<b>Последователи, участвующие в процессе использования цифровых технологий</b> (17 стран)	Импорт технологий	Страны, активно участвующие в импорте товаров, связанных с передовым цифровым производством	Страны, которые демонстрируют относительную специализацию на импорте связанных с передовым цифровым производством товаров в больших объемах на мировых рынках (выше средней доли рынка при исключении группы лидеров)
<b>Опоздавшие, участвующие в процессе производства цифровых технологий</b> (16 стран)	Инновации	Страны с определенной патентной активностью в области технологий передового цифрового производства	Страны, имеющие хотя бы одну заявку на обычное патентное семейство в области передового цифрового производства
	Экспорт технологий	Страны с определенной активностью в сфере экспорта товаров, связанных с передовым цифровым производством	Страны, которые либо демонстрируют относительную специализацию на экспорте товаров, связанных с передовым цифровым производством, либо реализуют данные товары в больших объемах на мировых рынках (выше средней доли рынка при исключении группы лидеров)
<b>Опоздавшие, участвующие в процессе использования цифровых технологий</b> (13 стран)	Импорт технологий	Страны с определенной активностью в сфере импорта товаров, связанных с передовым цифровым производством	Страны, которые либо демонстрируют относительную специализацию на импорте товаров, связанных с передовым цифровым производством, либо реализуют данные товары в больших объемах на мировых рынках (выше средней доли рынка при исключении группы лидеров)
<b>Отстающие</b> (88 стран)		Страны с очень низким уровнем участия или не участвующие в применении технологий передового цифрового производства	Все остальные страны, не входящие в предыдущие группы

Страны, активно участвующие в развитии технологий передового цифрового производства

Примечание: Оценка проведена в отношении 167 стран, численность населения которых, по данным Статистического отдела Организации Объединенных Наций на 2017 год составляет более 500 000 человек. Страны, входящие в каждую категорию, представлены в Таблице А1 в Приложении.  
Источник: разработка ЮНИДО.

Германия, Китай, Тайвань, Франция, Швейцария, Великобритания, Южная Корея и Нидерланды (Таблица 1). Совместно на них приходится 91 % всех мировых патентных семейств. Это группа ведущих в мире стран по разработке новых технологий в области передового цифрового производства. Эти страны не только изобретают новые технологии, но также продают (и покупают) на мировых рынках товары, созданные на основе этих технологий. На их долю приходится почти 70 % экспорта и 46 % импорта в мире. Эти экономики являются лидерами в технологиях ADP.

### *Среди последователей – 40 экономик с более низкими показателями*

Другие страны также участвуют в разработке и применении новых технологий, хотя и в меньшей степени. Так, например, Израиль, Италия и Швеция демонстрируют большую долю международных патентов, в то время как Австрия и Канада – высокий уровень экспорта, а Мексика, Таиланд и

Турция – высокий уровень импорта. Эти экономики находятся позади лидеров в гонке технологий. К категории последователей в отчете отнесены 40 стран мира в соответствии со средним уровнем патентов и показателей экспорта и импорта при исключении группы лидеров. На долю этих стран приходится 8 % международных патентов и почти половина всего импорта товаров, основанных на технологиях передового цифрового производства.

### *Остальные страны демонстрируют низкую или очень низкую активность в этой области*

Лишь 50 стран (лидеры и последователи) могут считаться активными участниками процесса развития технологий ADP. Данные страны самостоятельно разрабатывают либо используют эти технологии в той мере, в какой это отражено в статистике соответствующей страны. Остальные демонстрируют низкую (опоздавшие) или очень низкую активность в этой области либо вообще не проявляют никакой активности (отстающие).

## « В большинстве стран одновременно сосуществуют разные поколения цифровых технологий в секторе производства »»

**Лишь несколько компаний внутри отдельных стран в полной мере внедряют технологии передового цифрового производства**

**В большинстве стран четвертая промышленная революция затрагивает лишь небольшую часть экономики**

Представленная выше оценка национальных экономик подтверждается при рассмотрении промышленного сектора отдельных стран. В большинстве стран одновременно сосуществуют разные поколения цифровых технологий в секторе производства, в то время как технологии, ассоциируемые с четвертой промышленной революцией, смогли проникнуть лишь в малую часть сектора.

**Развивающиеся страны адаптируют технологии четвертой промышленной революции к неполным системам предыдущего поколения**

В развивающихся странах производители по-прежнему используют – и часто неэффективно – технологии

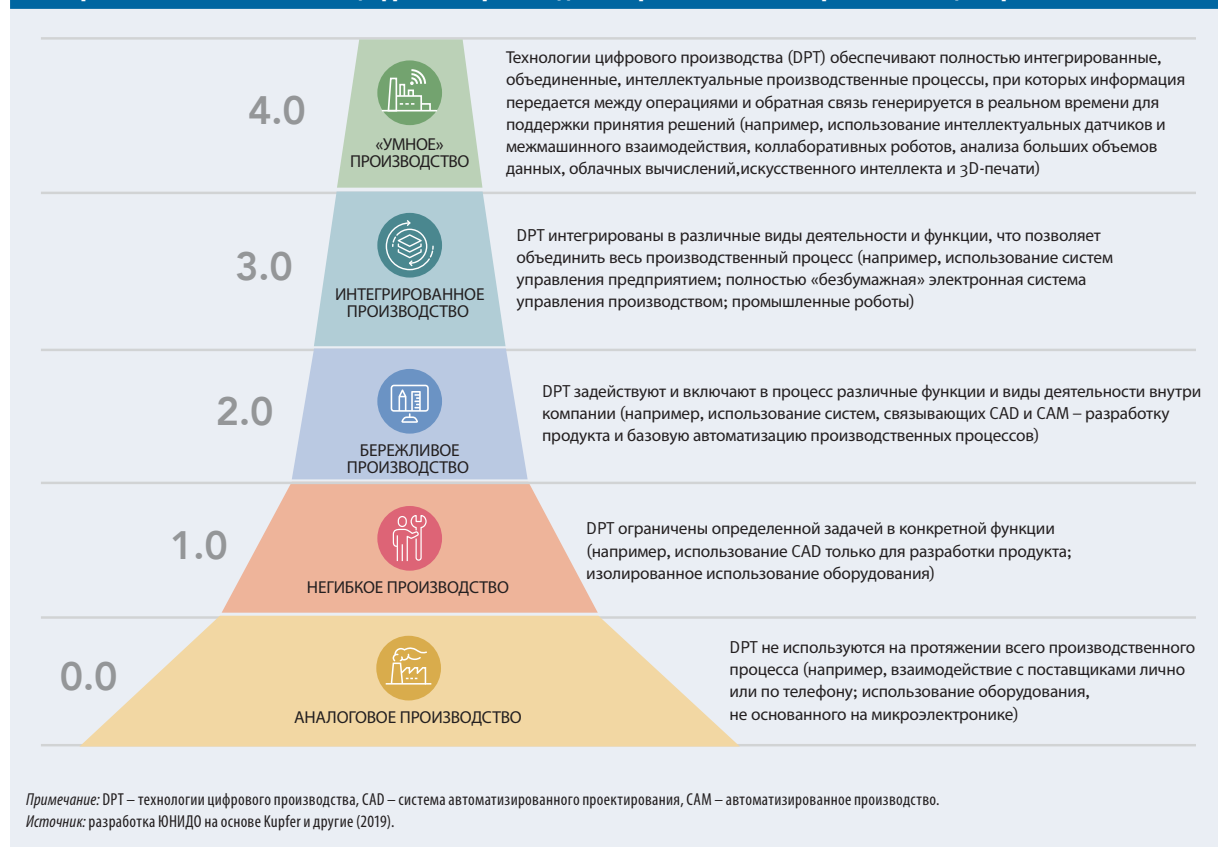
третьей промышленной революции. Однако недостаточное освоение этих технологий (базовая автоматизация и ИКТ) также затрудняет полноценное использование возможностей передового цифрового производства и четвертой промышленной революции. Поэтому основные возможности для этих стран заключаются в постепенной интеграции новых технологий в существующие производственные системы предыдущего поколения, а также в переоснащении производственных участков, на которых возможна интеграция (Andreoni и Anzolin, 2019).

**Сосуществование нескольких технологических поколений**

Основываясь на идее о том, что в любой конкретный момент времени производители в разных странах, скорее всего, будут использовать комбинацию цифровых технологий из разных эпох после аналоговой, «Отчет о промышленном развитии – 2020» выделяет четыре поколения цифрового производства в зависимости от степени внедрения цифровых технологий (Рисунок 5).<sup>2</sup>

Рисунок 5

### Четыре поколения технологий цифрового производства, применяемых в обрабатывающей промышленности



## Только некоторые производители внедряют технологии передового цифрового производства

### Целых 70 процентов компаний все еще находятся на уровне аналогового производства

Нижняя часть пирамиды представляет собой начальную стадию производства, при которой цифровые технологии не используются ни в одной из областей деятельности компании. Это характерно для наименее развитых стран (НРС), а также стран с низким уровнем дохода. Большая часть производственного сектора стран, определенных как отстающие, находится в этой категории. Так, например, в Гане почти 70 % исследованных для данного отчета компаний попадают в категорию аналогового производства. При внедрении цифровых технологий можно выделить четыре поколения. Первое – негибкое производство – характеризуется использованием цифровых приложений только для конкретных задач и в отрыве друг от друга. Второе – бережливое производство – представляет собой полугибкую автоматизацию производства с использованием цифровых технологий при частичной интеграции разных сфер деятельности. Третье – интегрированное производство – предполагает использование цифровых технологий во всех бизнес-функциях. Четвертое, и последнее, поколение характеризуется использованием цифровых технологий с информационной обратной связью для поддержки принятия решений.

### Для перехода к следующему поколению требуются большие изменения

Поколения 1.0 и 2.0 существуют со времен появления систем с числовым программным управлением (конец 1950-х годов), хотя такие средства, как системы автоматизированного проектирования (CAD), в последние годы развивались в геометрической прогрессии благодаря параметрическому моделированию. Для перехода от поколения 1.0 к поколению 2.0 не требуется серьезных организационных изменений, хотя существенно повышается эффективность и качество. Однако для эволюции от поколения 2.0 к 3.0 такие изменения необходимы – для полной интеграции организационных функций с комплексной и эффективной стандартизацией процессов и информационных систем. Поколение 4.0 предполагает использование решений на основе технологий передового цифрового производства, таких как современные устройства связи, роботизация, сенсоризация, большие объемы данных и искусственный интеллект.

### Наиболее передовые технологии используются лишь немногими компаниями

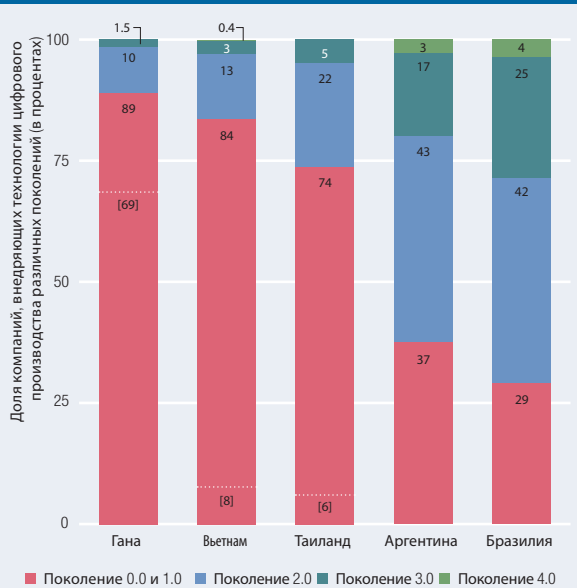
Согласно данным, собранным по пяти странам, только некоторые производители внедряют технологии передового цифрового производства (Рисунок 6). Несмотря на существенные различия между регионами, во всех исследованных странах распространение цифровых технологий последних

поколений (поколения 3.0 и 4.0) уже началось: доля передовых компаний варьируется от 1,5 % в Гане до около 30 % в Бразилии. Результаты исследования также показывают, как различные поколения технологий сосуществуют в развивающихся странах, создавая «технологические острова», когда вокруг нескольких компаний с передовыми технологиями находится большинство компаний, работающих на гораздо более низком технологическом уровне.

### Скачок в технологии четвертой промышленной революции зависит от страны и отраслевых условий

Для стран, где большинство производителей отстают в использовании передовых технологий (они работают либо с аналоговыми технологиями, либо с технологиями поколения 1.0), ключевой вопрос заключается в том, каким образом они могут подняться по технологической лестнице. В частности, могут ли эти компании пропустить несколько поколений и сразу перескочить на наиболее продвинутое поколение? Различия в возможностях, уровне обеспеченности, организационных характеристиках и технологических усилиях, а также внутренних инфраструктурных и институциональных условиях объясняют, почему некоторые компании (и страны) успешно продвигаются вверх по лестнице, а другие – нет.

Рисунок 6  
В развивающихся странах внедрение технологий передового цифрового производства до сих пор ограничено



Примечание: Информация о поколении 0.0 отсутствует для Аргентины и Бразилии из-за особенностей структуры их анкет.  
Источник: разработка ЮНИДО на основе данных, собранных в рамках исследования ЮНИДО на уровне компаний: «Внедрение технологий цифрового производства промышленными предприятиями» (для Ганы, Таиланда и Вьетнама), а также Albrieu и другие (2019) и Kirpfer и другие (2019) (для Аргентины и Бразилии).

## « В некоторых отраслях промышленности вероятность внедрения ADP технологий более высока »»

**Распространение новых технологий также зависит от отрасли и размеров**

**Технологии передового цифрового производства распространены по отраслям неравномерно**

Различия в уровне технологической интенсивности и производственных процессах обуславливают более высокую вероятность внедрения технологий передового цифрового производства в некоторых отраслях промышленности конкретной страны. При этом особо выделяются две отрасли: компьютеры и машиностроение, а также транспортная техника. Эти отрасли демонстрируют уровень внедрения ключевых технологий передового цифрового производства выше среднего (Рисунок 7). В отрасли компьютерного оборудования и машиностроительной промышленности наиболее широко используются технологии облачных вычислений и 3D-печати (на 10–15 процентных пунктов выше среднего), в то время как отрасль транспортной техники занимает второе место и лидирует по объему использования промышленных роботов в производстве. Поскольку технологии передового цифрового производства продолжают широко распространяться, другие отрасли (даже менее технологически емкие) также могут стать лидерами в этой области.

**Страны-лидеры и последователи обычно специализируются на этих областях**

Более активное участие лидеров и последователей в развитии технологий передового цифрового

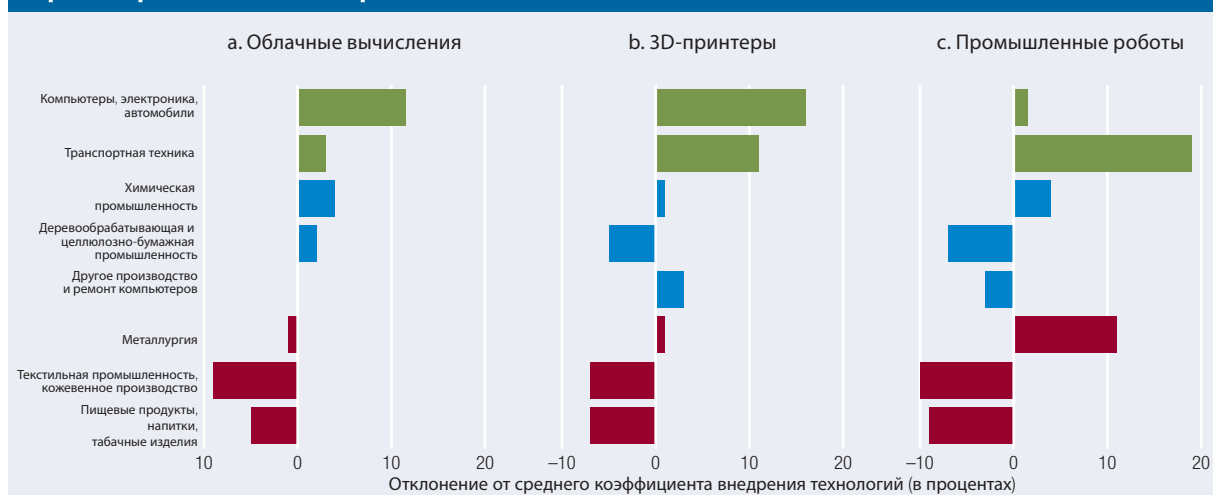
производства также обусловлено тем фактом, что они имеют гораздо более высокую долю технологически емких отраслей с высокой цифровой составляющей (включая компьютеры и машиностроение и транспортную технику) в общей доле добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности. Эти отрасли приобрели особое значение особенно после 2005 года, когда началось распространение технологий передового цифрового производства. Столь высокие показатели в значительной степени обусловлены ростом производительности. Однако история их развития связана не с заменой ручного труда на новые технологии, а, скорее, с вкладом этих технологий в повышение конкурентоспособности и расширение отраслей, что сделало процесс промышленного развития всеохватывающим благодаря росту как производительности, так и занятости.

**Более крупные предприятия в большей мере используют технологии передового цифрового производства**

Размер также имеет значение, когда речь идет о технологиях передового цифрового производства. Крупные предприятия благодаря большим объемам инвестиций (но не только), обеспечиваемым имеющимися у них ресурсами, имеют тенденцию использовать технологические и производственные возможности, что делает их потенциальными кандидатами на внедрение новых технологий. Это подтверждают и данные, полученные по пяти странам

Рисунок 7

**Темпы внедрения ключевых технологий передового цифрового производства отличаются в разных отраслях промышленности в Европе**



**Примечание:** Все значения указаны для 2018 года и являются совокупными по 28 странам Европейского Союза. Уровень внедрения определяется как процент компаний в отрасли, использующих выбранную технологию. На каждой диаграмме показана разность (в процентах) относительно среднего уровня использования технологии по всем отраслям обрабатывающей промышленности. В связи с наличием данных химическая промышленность представлена вместе с нефтеперерабатывающей промышленностью и неметаллургическими отраслями (коды МСОК 19–23). Цвет столбцов отражает классификацию по технологической емкости и цифровой составляющей различных отраслей промышленности. Зеленый – технологически емкие отрасли с высокой цифровой составляющей (ТД) – отрасли, которые отличаются одновременно высокой технологической и цифровой интенсивностью). Синий – отрасли, которые являются либо технологически емкими, либо обладают высокой степенью внедрения цифровых технологий, но не обеими этими характеристиками одновременно. Красный – компании, которые не являются ни технологически емкими, ни развитыми с точки зрения цифровых технологий. Столбцы показывают отклонение от среднего коэффициента внедрения технологий в процентных пунктах.

**Источник:** разработка ЮНИДО на основе данных Евростата (2019).



## « Развивающиеся страны должны наращивать производственный потенциал, чтобы использовать технологии ADP »»

в рамках данного отчета: среди крупных предприятий выше доля тех, кто использует последние поколения технологий цифрового производства (поколения 3.0 и 4.0). Например, в Аргентине уровень внедрения современных технологий среди крупных предприятий (с численностью штата более 100 человек) на 20 процентных пунктов выше среднего. Тем не менее, в некоторых случаях (например, в Таиланде) степень распространения новых технологий также может быть высокой и среди небольших компаний.

### Что необходимо для использования технологий ADP?

#### Использование технологий ADP требует промышленного потенциала на уровне страны

##### *Развивающиеся страны сталкиваются с пятью основными проблемами*

подавляющее большинство развивающихся стран далеки от того, чтобы стать признанными игроками в этой области, поскольку они сталкиваются с конкретными проблемами при использовании новых технологий. Эти проблемы могут быть сгруппированы по пяти крупным направлениям (Andreoni и Anzolin, 2019).

- **Базовый потенциал.** Производственный потенциал, необходимый для поглощения, развертывания и распространения технологий ADP вдоль цепей снабжения, ограничен и неравномерно распределен. Эти технологии также повысили «порог базового потенциала» не потому, что они являются совершенно новыми, а потому, что подразумевают объединение новых и существующих технологий в сложные интегрированные технологические системы.
- **Модернизация и интеграция.** Компании в развивающихся странах, которые могли бы совершать технологические инвестиции в этой области, уже выделили ресурсы на старые технологии, и им необходимо научиться модернизировать и интегрировать новые технологии цифрового производства в свои существующие производственные предприятия. Новые предприятия создаются реже, так как это требует значительных долгосрочных инвестиций и доступа к рынкам.
- **Цифровая инфраструктура.** Эти технологии требуют существенной инфраструктуры для использования в производстве. Некоторые

развивающиеся страны сталкиваются с серьезными проблемами в обеспечении доступной и качественной электроэнергии, а также надежной связи. В результате наличия этих и других проблемных зон в инфраструктуре инвестиции в технологии могут стать слишком рискованными и финансово нецелесообразными для отдельных фирм.

- **Разрыв цифровых потенциалов.** Во многих развивающихся странах компании используют некоторые технологии ADP, но многие из этих технологий используются только внутри компании, в редких случаях среди нескольких близких поставщиков, которые имеют базовый производственный потенциал для их использования. Вокруг этих островов четвертой промышленной революции подавляющее большинство фирм по-прежнему используют технологии, типичные для третьей или даже второй промышленной революции. В этом контексте ведущим компаниям крайне сложно создавать обратную связь и развивать свои цепи снабжения. Когда такой разрыв в цифровых потенциалах очень велик, распространение технологий ADP остается очень ограниченным.
- **Доступ и доступность.** Эти технологии, как правило, контролируются ограниченным числом стран и их ведущими фирмами. Развивающиеся страны в значительной степени полагаются на импорт этих технологий, и во многих случаях, даже когда они могут мобилизовать ресурсы для доступа к ним, остаются зависимыми от поставщиков аппаратных и программных компонентов.

##### *Развивающиеся страны должны наращивать производственный потенциал, чтобы использовать технологии ADP*

Эти проблемы в совокупности указывают на то, что создание базового потенциала промышленного производства является предварительным условием для участия в четвертой промышленной революции. На самом деле, различия в использовании технологий ADP отражают глобальную неоднородность промышленного потенциала: у лидеров, как правило, больший производственный потенциал, чем у последователей, у последователей больший потенциал, чем у опоздавших, и у опоздавших больший потенциал, чем у отстающих. В каждой группе можно также провести четкое разграничение на основе производства (инновационное и экспортное), которое требует большего производственного потенциала, чем использование.

## « Производственный потенциал страны в конечном итоге зависит от потенциала фирм »»

*Производственный потенциал отличает лидеров и последователей от опоздавших и отстающих*

В 2017 году средний индекс промышленной конкурентоспособности (CIP) среди лидеров был намного выше, чем во всех других группах стран (Рисунок 8). Индекс промышленной конкурентоспособности ЮНИДО отражает производственные показатели стран и, таким образом, может служить опосредованным показателем лежащего в основе производственного потенциала — более высокий индекс CIP должен быть связан с более мощным промышленным потенциалом. У последователей, участвующих в производстве, средний индекс CIP был вдвое меньше, чем у лидеров, но выше, чем у последователей, участвующих в использовании. Последователи также показывают большие значения индекса CIP, чем опоздавшие, которые опережают отстающих. Каждая категория имеет большее среднее значение индекса CIP, чем предыдущая, иллюстрируя ступени промышленного потенциала, по которым странам нужно подняться, чтобы задействовать и модернизировать свои роли в использовании и производстве технологий ADP.

**Производственный потенциал заложен в производственных фирмах**

*Потенциал фирмы является предпосылкой для внедрения новых технологий*

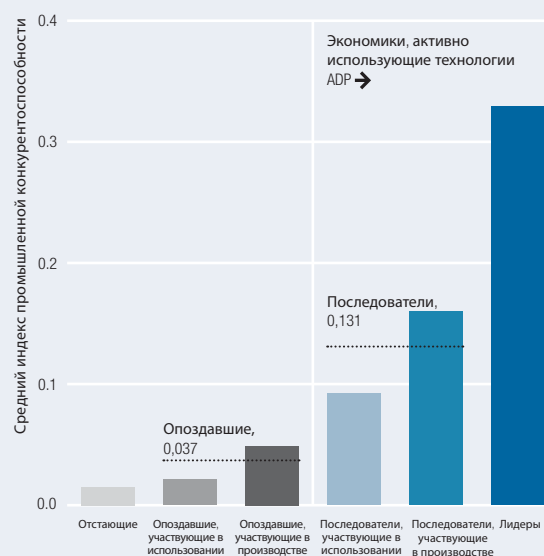
Производственный потенциал страны в конечном итоге зависит от потенциала фирм. Таким образом, распространение технологий ADP зависит от создания фирмами необходимого потенциала — исполняемых программ или процедур для повторного выполнения в определенном контексте, полученных в результате обучения в организации (Cohen и другие, 1996). Для использования технологий ADP необходимо множество различных возможностей, однако их создание — это сложный и нелинейный процесс.

*Для внедрения и использования новых технологий решающее значение имеют инвестиционный, технологический и производственный потенциалы*

Инвестиционный и технологический потенциалы позволяют фирме справляться с технологическими изменениями. Они включают в себя технологические знания, ресурсы и навыки, необходимые фирмам для освоения и использования оборудования и технологий, расширения производства и занятости и дальнейшего совершенствования своей технологической компетенции и деловой активности. Производственный

Рисунок 8

**Использование технологий ADP требует увеличения производственного потенциала**



Примечание: Средние значения индекса промышленной конкурентоспособности за 2017 год. Источник: разработка ЮНИДО на основе базы данных индексов промышленной конкурентоспособности за 2019 год (UNIDO 2019b) и данных Foster и другие (2019) на основе Всемирной патентной статистической базы данных 2018 Autumn Edition (Европейское патентное ведомство 2018).

потенциал связан с опытом, обучением на практике и поведением предпринимателей, связанных с производством. Приобретение этих потенциалов для компаний представляет собой первый шаг необходимый для создания базы, требующейся для дальнейшего совершенствования технологий.

**Потенциал накапливается постепенно**

Создание потенциала часто является постепенным процессом, поскольку фирмы и страны сначала проводят индустриализацию и приобретают базовый потенциал, а затем переходят на более высокий уровень технологий. Разграничение потенциала фирм развивающихся стран на базовый, промежуточный и передовой отражает поэтапный процесс, в результате которого компании наращивают потенциал с течением времени (Таблица 2). Компании должны пройти этот процесс, чтобы воспользоваться преимуществами технологии ADP и оставаться конкурентоспособными и инновационными.

**Базовый производственный потенциал остается критически важным**

Освоение базового потенциала, часто связанного с производством, имеет решающее значение для



« В развивающихся странах  
**большое количество компаний  
с ограниченным потенциалом  
и низкой эффективностью  
сосуществуют с более передовыми** »

Таблица 2

**Накопление инвестиционного, технологического и производственного потенциалов для передового цифрового производства**

	Инвестиции	Технологии	Производство
<b>БАЗОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ</b>	<p>Простые, рутинные процессы</p> <p>Технико-экономическое обоснование</p> <p>Базовый анализ рынка и конкурентов</p> <p>Базовое управление финансами и финансовыми потоками</p>	<p>Использование внешних источников информации (например, поставщики, отраслевые связи, общедоступная информация)</p> <p>Базовое обучение и повышение квалификации</p> <p>Подбор квалифицированного персонала</p>	<p>Координация повседневных операций предприятия</p> <p>Рутинный инжиниринг</p> <p>Плановое техническое обслуживание</p> <p>Незначительная адаптация производственных процессов и оптимизация процессов</p> <p>Базовый дизайн продукта, прототипирование и индивидуализация</p> <p>Соответствие стандартам продукции и процессов, управление качеством продукции</p> <p>Управление качеством</p> <p>Базовая бухгалтерия</p> <p>Базовая упаковка и логистика</p> <p>Базовая реклама</p> <p>Мониторинг поставщиков</p> <p>Базовый анализ экспорта и некоторые связи с иностранными покупателями</p>
<b>ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ</b>	<p>Адаптивный подход, основанный на поиске, экспериментировании, внешнем сотрудничестве</p> <p>Использование рыночных возможностей</p> <p>Поиск оборудования и техники</p> <p>Закупка оборудования и техники</p> <p>Переговоры по контракту</p> <p>Кредитные переговоры</p>	<p>Использование технологических возможностей</p> <p>Передача технологий</p> <p>Технологическое сотрудничество с поставщиками / покупателями (вниз и вверх по цепи снабжения)</p> <p>Вертикальная передача технологий (в случае глобальной цепи добавленной стоимости)</p> <p>Связи с (иностранными) технологическими институтами</p> <p>Лицензирование новых технологий и программного обеспечения</p> <p>Альянсы и сети за рубежом</p> <p>Формальный процесс подбора персонала</p> <p>Формализованное обучение, переподготовка и обучение новым навыкам</p> <p>Навыки разработки программного обеспечения, автоматизации и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Рационализация технологии производства</p> <p>Профилактическое обслуживание</p> <p>Адаптация / совершенствование технологии производства, получаемой извне</p> <p>Внедрение разработанных извне методик</p> <p>Ремодуляризация процессов и увеличение масштабов</p> <p>Реорганизация рабочей силы</p> <p>Обратный инжиниринг (продукта)</p> <p>Улучшение дизайна продукта</p> <p>Управление жизненным циклом продукта</p> <p>Сертификация качества</p> <p>Анализ производительности</p> <p>Аудиторские проверки</p> <p>Управление запасами</p> <p>Выделенный отдел маркетинга</p> <p>Базовый брендинг</p> <p>Управление цепью снабжения / логистикой</p> <p>Систематический анализ зарубежных рынков</p>

эффективного внедрения новых технологий и сохранения эффективности. Даже самые простые производственные действия часто требуют активации и согласования взаимозависимых кластеров потенциала. Развитие этого потенциала связано с существованием промышленной экосистемы, в которой промышленные фирмы могут работать и учиться.

*У каждой компании есть «уникальный набор возможностей»*

Поскольку разные компании сталкиваются с разными проблемами в процессе обучения, темпы развития новых возможностей, вероятно, также будут неравномерными (Andreoni и Anzolin, 2019).

В частности, в развивающихся странах эта неравномерность усиливает устойчивую неоднородность, поскольку большое количество компаний с ограниченным потенциалом и низкой эффективностью сосуществуют с более передовыми. Этот разрыв между самыми передовыми компаниями и всеми остальными был определен как разрыв в цифровых потенциалах.

*Разрыв в цифровых потенциалах может нанести ущерб как передовым фирмам, так и фирмам с ограниченным потенциалом*

Прямым следствием этого разрыва является создание островов четвертой промышленной

# « Разрыв превращает возможности модернизации технологии в проблемную зону цифровой индустриализации »»

Таблица 2 (продолжение)

## Накопление инвестиционного, технологического и производственного потенциалов для передового цифрового производства

	Инвестиции	Технологии	Производство	
ПЕРЕДОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ	<p>Инновационный, рискованный подход, основанный на передовых формах сотрудничества и НИОКР</p>	<p>Возможности управления проектами на мировом уровне</p> <p>Управление рисками</p> <p>Дизайн оборудования</p>	<p>Исследования процессов и продуктов, НИОКР</p> <p>Формальная система обучения</p> <p>Постоянные связи с научно-исследовательскими институтами и университетами, совместные исследования и разработки</p> <p>Инновационные связи с другими фирмами и участниками рынка</p> <p>Лицензирование собственных технологий другим участникам рынка</p> <p>Открытая инновационная экосистема</p>	<p>Технология производства</p> <p>Непрерывное улучшение процессов</p> <p>Внедрение новых процессов</p> <p>Внедрение новых продуктов</p> <p>Освоение дизайна продуктов</p> <p>Расширенные организационные возможности для инноваций</p> <p>Промышленный инжиниринг, цепи снабжения и логистика мирового уровня</p> <p>Управление запасами</p> <p>Создание бренда и углубление бренда</p> <p>Продвинутая система дистрибуции и координация с ритейлерами / покупателями</p> <p>Собственные маркетинговые каналы и филиалы за рубежом</p> <p>Иностранные приобретения и прямые иностранные инвестиции</p>
	<p>Возможности интеграции производственной системы</p>	<p>Использование решений интеграции технологий</p> <p>Использование решений организационной интеграции</p> <p>Анализ данных для принятия решений и управления рисками</p>	<p>Комплексные научные исследования в области продуктов и процессов</p> <p>Развитие передовых цифровых навыков</p> <p>Внутренняя / собственная разработка программной платформы</p>	<p>Диагностическое обслуживание и обслуживание в реальном времени</p> <p>Киберфизические системы для проектирования виртуальных продуктов / процессов</p> <p>Технологическая и организационная интеграция</p> <p>Гибкое производство</p> <p>Цифровой и автоматизированный контроль запасов</p> <p>Данные о производстве и цепи снабжения в режиме реального времени</p> <p>Полностью интегрированные информационные системы для всех функций (например, планирование ресурсов предприятия)</p> <p>Анализ больших объемов данных на всех этапах производства (разработка продукта, производство, маркетинг, логистика ...)</p>
<b>СИСТЕМНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ</b>				
<p>Поддержка институциональных и инфраструктурных возможностей</p>	<p>Надежное энергоснабжение</p> <p>Надежная связь</p> <p>Инфраструктура подключения пропускной способности (Ethernet и беспроводной)</p> <p>Инфраструктура институтов цифровых технологий</p> <p>Политика владения данными и доступность лицензирования программного обеспечения</p>			

Источник: разработка ЮНИДО на основе ЮНИДО (2002) и Andreoni и Anzolin (2019).

революции, показанных на Рисунке 6: несколько крупных ведущих компаний, использующих технологии ADP, выглядят как острова в море фирм, не обладающих цифровым потенциалом и все еще использующих устаревшие технологии. Разрыв может нанести ущерб ведущим фирмам в результате сложностей с обратной связью и развитием своих цепей снабжения. Таким образом, разрыв превращает возможности модернизации технологии в проблемную зону цифровой индустриализации.

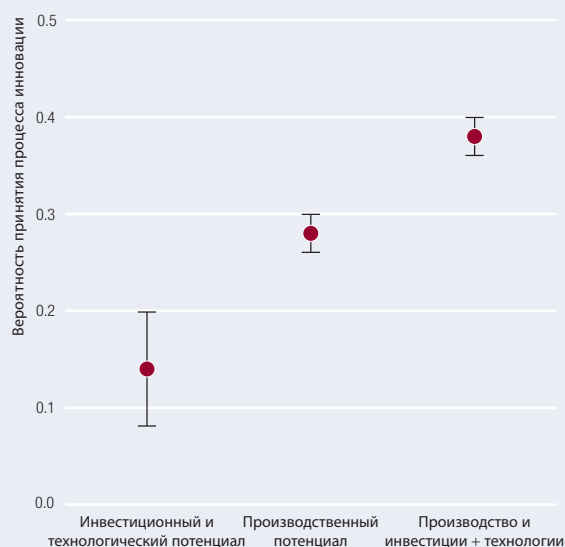
### Участие в промышленном производстве является ключом к сокращению разрыва

Политические дебаты были сосредоточены главным образом на инвестиционном и технологическом потенциалах. «Отчет о промышленном развитии – 2020» показывает, что производственный потенциал также имеет первостепенное значение. Анализ определяющих факторов внедрения новых технологий показывает, что производственный потенциал является наиболее важным (Рисунок 9). Этот потенциал может быть приобретен только на основе прошлого опыта промышленного производства.

## Участие в ГЦДС положительно влияет на вероятность внедрения новых технологий

Рисунок 9

**Производственный потенциал является ключом для внедрения технологических инноваций**



*Примечание:* Анализ охватывает 13 африканских стран (Демократическая Республика Конго, Гана, Кения, Малави, Намибия, Нигерия, Руанда, Южный Судан, Судан, Танзания, Уганда, Замбия и Зимбабве) и четыре страны Южной Азии (Бангладеш, Индия, Непал и Пакистан).

На графике показаны коэффициенты и доверительные интервалы (95 %) для среднего предельного влияния представляющих интерес переменных на вероятность принятия инновационного процесса. Была применена линейная модель вероятности со стандартными ошибками в условиях выбора с возвращением элементов выборки. Включены фиктивные страновые и отраслевые переменные.

*Источники:* разработка ЮНИДО, основанная на данных Bogliacino и Codagnone (2019), полученных из Обзора предприятий Всемирного банка (2013–2014).

### Инвестиционный, технологический и производственный потенциалы в совокупности ведут к инновациям

Инвестиционный и технологический потенциалы полностью раскрывают свою важность в сочетании с переменными производственного потенциала. Производственный потенциал более важен для обоснования внедрения технологий. Это не означает, что инвестиционные и технологические переменные не имеют значения. В совокупности инвестиционный, технологический и производственный потенциалы обеспечили высокую степень внедрения новых технологий процессов по сравнению с фирмами, в которых присутствует только одна из двух категорий потенциалов.

### Участие фирмы в глобальных цепях добавленной стоимости связано с использованием технологий ADP

Для производственных фирм в развивающихся и новых индустриальных странах изучение технологий ADP также может зависеть от их интеграции в

международную торговую и производственную сети, которые могут стать жизнеспособными каналами для передачи знаний поставщикам, находящимся ниже в глобальной цепи добавленной стоимости (ГЦДС). Данные из стран, опрошенных для этого отчета, подтверждают, что участие в ГЦДС положительно влияет на вероятность внедрения новых технологий.<sup>3</sup> Эта положительная корреляция сохраняется при контроле других факторов, которые могут повлиять на внедрение новых технологий производства, таких как размер, сектор, человеческий капитал и инвестиции в НИОКР и оборудование. Интеграция в производственные ГЦДС может дать отстающим странам ценную возможность вступить в текущую технологическую гонку.

### Использование технологий ADP также требует определенных навыков рабочей силы

#### Технологии ADP требуют «навыков будущего»

Технологические изменения перестают быть нейтральными, когда речь заходит о необходимых навыках. Внедрение технологий ADP требует развития навыков, дополняющих новые технологии (Rodrik, 2018). Три группы навыков («навыки будущего») особенно важны для технологий ADP: аналитические навыки; специфические навыки, связанные с технологиями, включая науку, технологию, инженерию и математику (НТИМ), а также навыки, связанные с ИКТ; и гибкие навыки. Поскольку рабочие места, создаваемые новыми технологиями, вероятно, будут более требовательными к новым и техническим навыкам, а также аналитическим и когнитивным способностям, навыки будущего обеспечат наилучшую защиту от риска вытеснения работников из-за внедрения технологий.

#### Фирмы с более высокой технологической емкостью имеют больше профессионалов в сфере НТИМ

Повышенный спрос на эти навыки уже отражается в профиле найма фирм с более высокой технологической емкостью. Доля сотрудников с навыками НТИМ неизменно выше среди более технологически динамичных фирм, которые используют или готовы использовать технологии ADP. Кроме того, эти фирмы также признают растущее значение навыков, связанных с технологиями, таких как навыки взаимодействия человека с машиной. Гибкие навыки также станут очень важными в будущем. Причиной может быть то, что многие новые технологии требуют, чтобы сотрудники

## « Технологии ADP могут увеличить прибыль фирмы и использование капитала, а также улучшить экологическую устойчивость »»

могли работать в хорошо интегрированных командах и быстро осваивать процедуры и системы.

### Какие дивиденды могут принести технологии ADP?

*Технологии ADP могут повысить прибыль, сохранить окружающую среду и увеличить количество рабочих мест*

Технологии ADP могут увеличить прибыль фирмы и использование капитала, лучше интегрировать рабочую силу в производство и улучшить экологическую устойчивость. Рисунок 10 суммирует основные действующие механизмы согласно концептуальной структуре, приведенной в начале обзора. Потенциальные преимущества, к которым могут привести технологии ADP в свете поддержки ВУПР, снова сгруппированы в две основных категории: вывод на рынок новых и лучших товаров («умных» телевизоров, «умных» часов, устройств управления домом и т. д.) и повышение эффективности производства за счет цифровизации и взаимосвязанности производственных процессов. Каждая из этих широких категорий напрямую влияет на основные аспекты ВУПР: конкурентоспособность

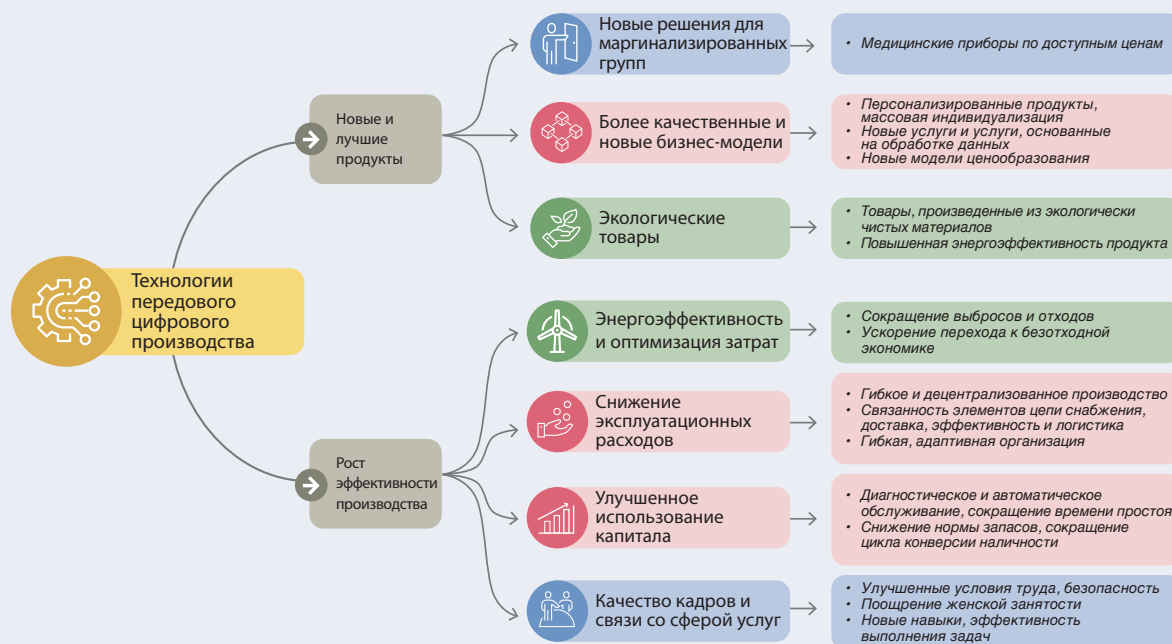
промышленности, экологическую устойчивость и социальную инклюзивность. Эти преимущества также влекут за собой риски, и нет никакой гарантии, что эти последствия не повлекут за собой других изменений. Получение выгоды зависит от условий, специфичных для стран, отраслей и фирм, занятых в обрабатывающей промышленности.

### Расширенный анализ данных улучшает продукты и услуги

Технологии ADP могут улучшить характеристики и функциональность товаров и услуг (включая инновации в продуктах, индивидуализацию и время выхода на рынок), что приведет к повышению доходов, а также к появлению более конкурентоспособных пакетов товаров и услуг. Например, анализ данных позволяет использовать преимущества сбора и анализа данных о клиентах в режиме реального времени, обеспечивая непосредственное вовлечение запросов клиентов и способствуя экономически эффективной массовой индивидуализации продуктов. Такое понимание поведения клиентов может дать огромные преимущества для новых продуктов, услуг и решений. Изменения открывают новые организационные возможности и возможности в ведении бизнеса за

Рисунок 10

#### Дивиденды, ожидаемые от технологий ADP



Источник: разработка ЮНИДО на основе Andreoni и Anzolin (2019).

## « Экономике, активно использующие технологии ADP, демонстрируют гораздо более быстрый рост, чем остальные »»

счет включения услуг в промышленном производстве. Таким образом, технологии ADP создают возможность возобновления индустриализации и ускорения экономического роста путем создания новых товаров и слияния производственной деятельности и сферы услуг.

### Повышение производительности

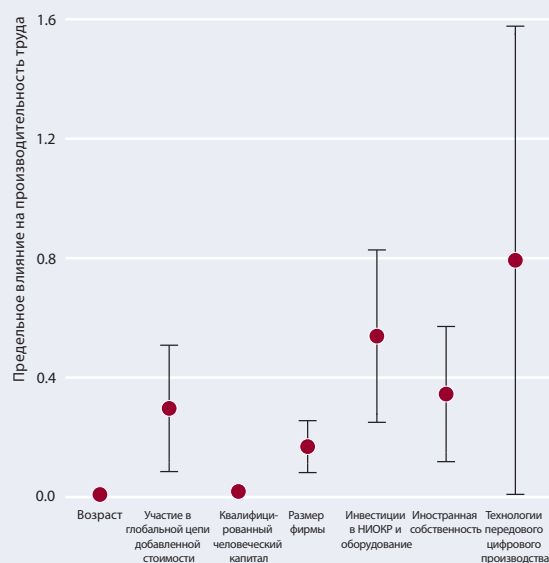
*Фирмы, внедряющие передовые технологии, имеют более высокую производительность*

Фирмы внедряют технологии ADP, чтобы стать более конкурентоспособными и эффективными. В ходе эконометрического анализа, обусловленного другими факторами, которые могут влиять на производительность в странах, опрошенных для отчета, было исследовано, являются ли фирмы с более высоким уровнем цифровизации в среднем более производительными, чем фирмы с более низкими уровнями (Рисунок 11). Даже с учетом возраста фирмы, инвестиций в исследования, разработки, оборудование и человеческий капитал и участия в ГЦДС, внедрение технологий ADP имело значительное положительное влияние на производительность фирмы. Коэффициент внедрения технологии значительно превышает коэффициенты других важных значимых факторов.

*Лидеры и последователи опережают в росте добавленной стоимости обрабатывающей промышленности благодаря росту производительности*

То, что верно для фирм, справедливо и для стран: экономики, активно использующие технологии ADP (лидеры и последователи), демонстрируют гораздо более быстрый рост добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности (ДСОП), чем остальные (опоздавшие и отстающие) (Рисунок 12). В странах с низким уровнем дохода и с доходом ниже среднего, а также в странах с высоким уровнем дохода, у лидеров и последователей этот рост почти в два раза выше, чем у опоздавших и отстающих. В странах с доходом выше среднего разница составляет более 50 процентов. Ускоренный рост ДСОП можно объяснить более динамичным созданием рабочих мест, более быстрым ростом производительности или обоими этими факторами. Наибольшие различия наблюдаются в динамике производительности. Лидеры и последователи явно опережают в показателе роста производительности. Интересно, что в развивающихся странах (с низким доходом и с доходом ниже и выше среднего) лидеры и последователи также показывают

Рисунок 11  
Внедрение технологий ADP положительно влияет на производительность



*Примечание:* На графике показаны коэффициенты и доверительные интервалы (на уровне 90 процентов) переменных, представляющих интерес для производительности труда, полученные с использованием регрессионного анализа для фирм, опрошенных в Гане, Таиланде и Вьетнаме. Переменная «Технологии передового цифрового производства» — это двоичная переменная, которая принимает значение 1, если фирма использует технологии поколений 3.0 или 4.0, и 0 в противном случае. Включены фиктивные страновые и отраслевые переменные.

*Источник:* разработка ЮНИДО, основанная на данных Pietrobelli и другие (2019), полученных в рамках исследования ЮНИДО на уровне компаний «Внедрение технологий цифрового производства промышленными фирмами».

положительный рост занятости в этот период. Напротив, в странах с высоким уровнем дохода рост производительности более чем компенсировал чистое уничтожение прямых рабочих мест.

### Укрепление межсекторальных связей

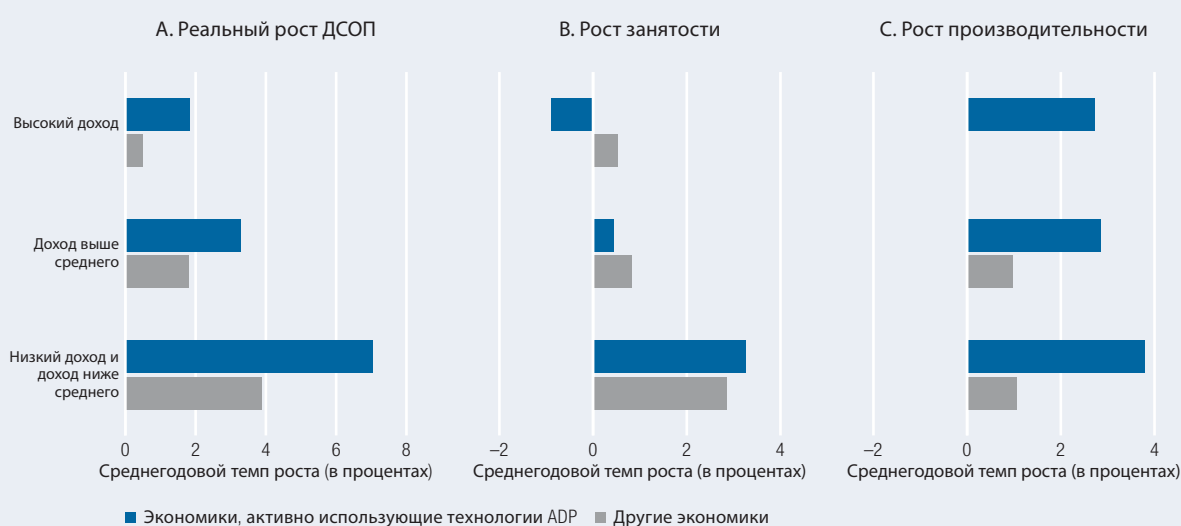
*Новые технологии способствуют развитию наукоемких бизнес-услуг*

Внедрение технологий ADP в промышленном производстве требует дополнительной поддержки со стороны других секторов экономики, в частности, наукоемких услуг, которые предоставляют ИТ и цифровые решения, необходимые для внедрения «умного» производства. Это более тесное взаимодействие с услугами может потенциально увеличить мультипликационный эффект промышленного производства на создание рабочих мест и борьбу с нищетой, а также открыть новые возможности странам для входа в производственную систему.

« По мере того, как страны переходят на более высокий уровень внедрения технологий ADP, KIBS играют все большую роль »»

Рисунок 12

Экономики, активно использующие технологии ADP, растут быстрее, чем остальные независимо от группы доходов



Примечание: Каждая диаграмма показывает среднегодовой темп роста соответствующей группы и переменную в период с 2005 по 2017 год. Анализ включает 167 стран (из которых 50 активно используют технологии ADP), которые классифицируются в соответствии с определениями групп доходов Всемирного банка на 2017 год: 73 страны с низким доходом и доходом ниже среднего (из которых четыре активно используют технологии ADP); 44 страны с доходом выше среднего (из которых 13 активно используют технологии ADP) и 49 стран с высоким уровнем дохода (из которых 33 активно используют технологии ADP). Производительность рассчитывается как добавленная стоимость в обрабатывающей промышленности в постоянных ценах 2010 года на число работников. Источник: разработка ЮНИДО, основанная на базе данных добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности за 2018 год (UNIDO 2019d), MOT (2018) и данных Foster-McGregor и другие (2019), полученных из Всемирной патентной статистической базы данных 2018 Autumn Edition (Европейское патентное ведомство 2018).

Такие услуги приводят к инновациям и способствуют передаче новых знаний

Наукоемкие бизнес-услуги (KIBS) играют важную роль в качестве производителей инноваций, а также носителей новых знаний в экономике. В основном это промежуточные услуги (предоставляются другим секторам, а не конечным потребителям), которые, благодаря этим связям, распространяют инновации по всей цепи добавленной стоимости.

Лидеры и последователи обычно рассчитывают на KIBS при производстве промышленных товаров

Чем выше доход группы стран, тем выше доля KIBS в добавленной стоимости, создаваемой производством, что указывает на важность наукоемких ресурсов для видов производственной деятельности, осуществляемых странами с высоким уровнем дохода. KIBS связаны не только с уровнем дохода страны. Во всех группах дохода интеграция KIBS также более масштабна в странах, активно использующих технологии ADP (Рисунок 13). По мере того, как страны переходят на более высокий уровень участия в разработке и внедрении технологий ADP, KIBS должны играть все большую роль в производстве.

Создание рабочих мест, а не уничтожение

Нужно учитывать не только прямые последствия (замещение рабочих), но также косвенные последствия и совокупный эффект

Была высказана обеспокоенность по поводу потенциального влияния технологий ADP на рынок труда. Однако при оценке конечного влияния новых технологий (например, роботов) на занятость необходимо учитывать все составляющие. Секторная или отраслевая направленность затрудняет оценку влияния технологий на занятость в экономике в целом. Таким образом, необходимо проанализировать прямое и косвенное влияние новых технологий на занятость на макроуровне. Косвенные последствия основаны как на внутренних, так и на международных связях, данные которых получены из межстрановых таблиц «затраты-выпуск».<sup>4</sup>

Косвенные последствия могут оказаться важнее прямых

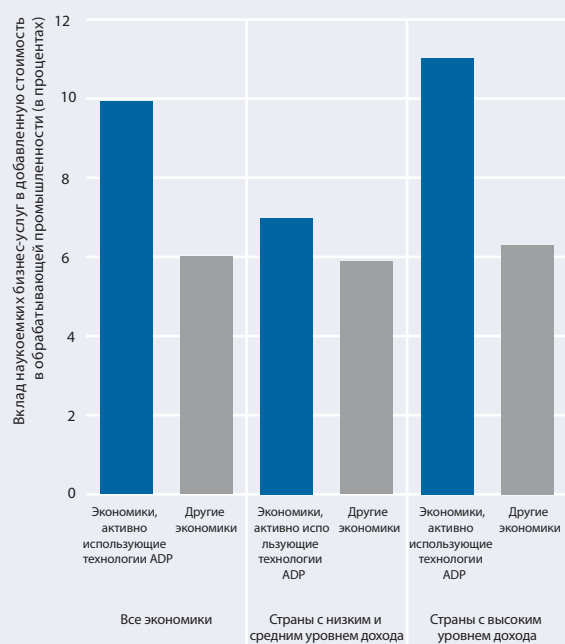
В свете оценки влияния технологий ADP на занятость, в «Отчете о промышленном развитии – 2020» говорится, что увеличение количества роботов в одной конкретной отрасли оказывает прямое влияние на занятость в этой



## « Увеличение количества роботов в одной отрасли оказывает косвенное влияние на остальную часть цепи добавленной стоимости »»

Рисунок 13

**Промышленные отрасли в странах, активно использующих технологии ADP, в большей степени интегрированы с наукоемкими бизнес-услугами независимо от уровня дохода**



*Примечание:* Средние значения за период 2005–2015 гг. Добавленная стоимость в обрабатывающей промышленности указана в текущих ценах. Анализ включает 63 страны, которые классифицируются в соответствии с определениями групп доходов Всемирного банка на 2005 год: 30 стран с низким и средним уровнем дохода (из которых девять активно используют технологии ADP) и 33 страны с высоким уровнем дохода (из которых 24 активно используют технологии ADP). KIBS – наукоемкие бизнес-услуги  
*Источник:* разработка ЮНИДО на основе Таблиц межстрановых данных «затраты-выпуск» (ICIO) (ОЭСР 2018b).

отрасли, а также косвенное влияние на остальную часть цепи добавленной стоимости (Рисунок 14). Увеличение использования роботов в отрасли косвенно влияет на занятость в отраслях потребителей и поставщиков. Например, промышленность, использующая больше роботов, может производить промежуточные продукты более высокого качества, продавать по более низким ценам или и то, и другое, для своих отраслей потребителей, где, в свою очередь, может повыситься конкурентоспособность и появиться необходимость нанять больше работников для расширения своего бизнеса. Такое увеличение использования роботов может также оказать косвенное влияние на отрасли поставщиков, поскольку большая автоматизация и изменения в производственных процессах могут привести к увеличению спроса на определенные материалы и компоненты. Такое изменение спроса со стороны роботизированной отрасли может оказать положительное или отрицательное влияние на занятость в отраслях поставщиков. Вместе с тем, потребители и поставщики могут находиться в одной и той же стране (что влияет на занятость внутри страны) или в других странах (что влияет на занятость за рубежом).

*В период с 2000 по 2014 год рост количества промышленных роботов в производстве привел к созданию новых рабочих мест по всему миру*

С учетом всех последствий влияние ежегодного роста количества промышленных роботов на рост занятости с 2000 по 2014 год явилось положительным,

Рисунок 14

**Совокупное влияние роста использования промышленных роботов в отдельных отраслях на занятость в мире**



*Источник:* разработка ЮНИДО.



## « Фирмы, использующие технологии ADP, ожидают повышения (или, по крайней мере, сохранения) уровня занятости »»

хотя и небольшим. Основные положительные эффекты обусловлены связями с международными поставщиками и местными потребителями. Связи с местными поставщиками, напротив, оказывают негативное влияние на занятость. Интересно, что большинство рабочих мест было создано в развивающихся странах из-за увеличения количества роботов в промышленно развитых странах.

### *Фирмы, использующие роботов, могут создать больше рабочих мест, чем фирмы, не использующие их*

Это указывает на то, что важно учитывать возможность роста производства благодаря внедрению роботов в дополнение к его влиянию на изменение производственного процесса (увеличение капиталоемкости) по сравнению с фирмами, не использующими роботов. Если увеличение использования роботов облегчает управление производством и увеличивает долю капитала в доходе относительно доли труда, не влияя значительно на повышение конкурентоспособности фирмы или отрасли и увеличение выпуска продукции, то внедрение роботов, вероятно, окажет негативное влияние на занятость. Однако если у тех, кто внедряет роботов, наблюдается гораздо более быстрый рост, чем у тех, кто их не применяет (в результате увеличения масштабов производства, межсекторальной взаимодополняемости, перераспределения труда в цепи добавленной стоимости и перемещения работников внутри фирмы), фирмы и отрасли, внедряющие роботов, скорее всего, будут иметь более высокий шанс на создание рабочих мест, чем те, которые избегают роботов.

### *Технологически динамичные фирмы ожидают стабильный (или даже более высокий) уровень занятости*

Полученные результаты соответствуют недавним исследованиям, в которых используются долгосрочные данные на уровне фирм и работников, показывающие, что (по крайней мере, в странах-лидерах, таких как Германия) внедрение роботов не увеличило риск замещения для нынешних работников производства (Dauth и другие, 2018). Это также подтверждается на микроуровне в пяти странах, опрошенных для данного отчета: большинство фирм, использующих или готовых использовать технологии ADP, ожидают повышения (или, по крайней мере, сохранения) уровня занятости с внедрением этих технологий.

### *Новые технологии могут также улучшить условия труда и участие работников*

Технологии ADP также влияют на социальное измерение промышленного производства. Они могут улучшить условия труда работников промышленного производства путем введения новых рабочих процессов и распределения задач, а также повышения порога квалификации рабочей силы. Например, решения по автоматизации в автомобильном секторе открыли возможности для реорганизации производственных задач, освобождая работников от наиболее физически тяжелых операций. Технологии ADP также могут улучшить условия труда на производственных предприятиях. Сегодняшняя стандартная практика предполагает, что работники управляют передовыми роботами. Расширение сотрудничества между людьми и роботами (коллаборативные роботы) создаст «смешанную» рабочую силу. Технологии безопасности и слежения также повышают безопасность и улучшают условия труда в цехах.

### *Поддержание окружающей среды*

#### *Технологии ADP, как правило, ведут к экологически чистым решениям*

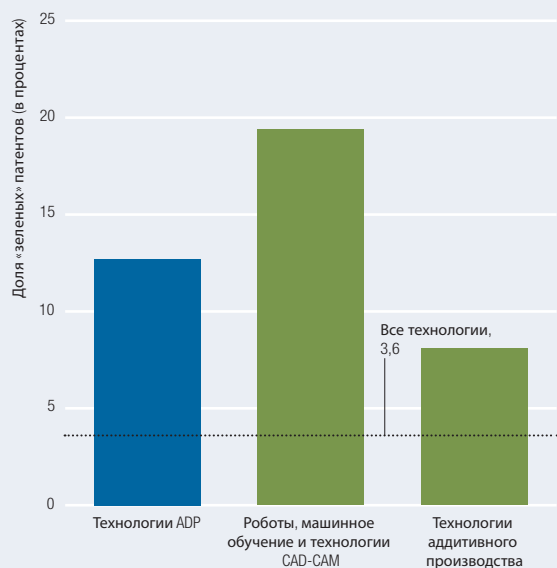
Технологии ADP имеют высокий показатель экологичности (рисунок 15). Это особенно касается технологий, связанных с роботами, машинным обучением и системами CAD-CAM, и, в меньшей степени, технологий аддитивного производства. Наиболее важной характеристикой, отмеченной патентными рецензентами этих технологий, является их потенциальный вклад в снижение выбросов парниковых газов. Это еще один важный дивиденд, который следует учитывать, особенно в отношении структуры ВУПП (см. Рисунок 1).

#### *Технологии ADP стимулируют процессы безотходной экономики*

Ожидается, что технологии ADP также будут стимулировать процессы безотходной экономики, отделяя использование природных ресурсов от воздействия экономического роста на окружающую среду. Это, в свою очередь, поддерживает достижение ЦУР 6 для энергетики, ЦУР 12 для устойчивого потребления и производства и ЦУР 13 для изменения климата. В процессах безотходной экономики потоки ресурсов, в частности материалов и энергии, сужаются и, по мере возможности, замыкаются. Продукты разрабатываются так, чтобы быть долговечными, многократно и пригодными для повторного использования, а материалы для новых продуктов производятся из старых продуктов. Модели безотходной

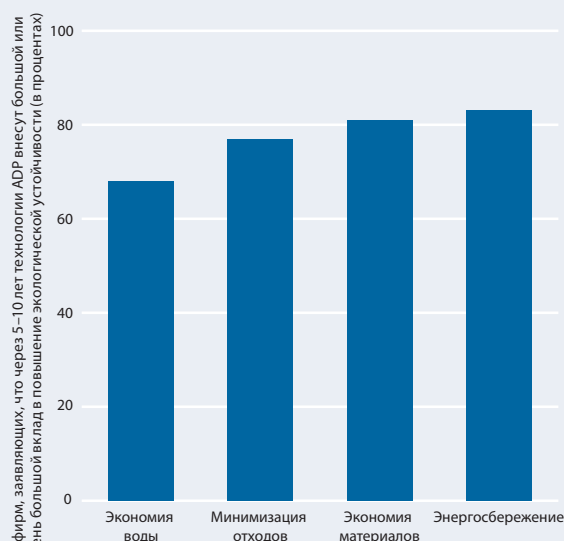
## Использование ADP технологий приведет к улучшению состояния окружающей среды

Рисунок 15  
Технологии ADP имеют высокий показатель экологичности



Примечание: В случае, если патентный эксперт считает, что патент способствует смягчению последствий изменения климата, используется специальная метка Y02. Эта метка позволяет идентифицировать из всех патентов подгруппу, которая относится к зеленым технологиям, и сравнить с ней соответствующую долю «зеленых» патентов во всех патентах, применяемых в любой технологической области (не только в технологиях ADP) за последние 20 лет. CAD-система автоматизированного проектирования; CAM – автоматизированное производство. Источник: разработка ЮНИДО, основанная на данных Foster-McGregor и другие (2019), полученных из Всемирной патентной статистической базы данных 2018 Autumn Edition (Европейское патентное ведомство 2018).

Рисунок 16  
Большинство фирм, использующих или готовых использовать технологии ADP, согласны с тем, что это приведет к улучшению состояния окружающей среды



Примечание: Данные относятся к фирмам, опрошенным в Гане, Таиланде и Вьетнаме, и включают только те фирмы, которые в настоящее время используют или готовы использовать технологии ADP. Источник: разработка ЮНИДО на основе данных, собранных в рамках опроса ЮНИДО на уровне фирм «Внедрение технологий цифрового производства промышленными фирмами», и данных Kurfeß и другие (2019).

экономики также сокращают недоиспользование продуктов и обеспечивают преимущества эффективности использования ресурсов. Данные от электронных устройств, сетей и оборудования, подключенного к Интернету, могут дать компаниям представление о том, как они используют свои ресурсы, и как они могут улучшить дизайн своих продуктов и услуг, управление жизненным циклом продуктов или планирование цепей снабжения (Rizos и другие, 2018).

### Технологически динамичные фирмы с оптимизмом смотрят на улучшение состояния окружающей среды

Данные на уровне фирм подтверждают эту закономерность. В Гане, Таиланде и Вьетнаме во всех областях экологии (вода, энергия, материалы и отходы) большинство фирм, уже использующих или готовых использовать технологии ADP, согласны с тем, что использование этих технологий приведет к улучшению состояния окружающей среды (рисунок 16). Эффективное использование материалов означает устойчивость, а также экономию, которая может стимулировать дальнейшие расходы и мультипликационный эффект для фирм и вызвать

эффект рикошета, увеличивая экономическую активность и воздействие на окружающую среду.

### Дивиденды не являются автоматическими и влекут за собой риски

#### Фирмы из развивающихся стран сталкиваются с реорганизацией цепей снабжения и бэкшорингом

Важным вопросом, вызывающим обеспокоенность в отношении технологий ADP, является их потенциальное влияние на организацию глобального производства. Фирмам в развивающихся странах, особенно участвующим в ГЦДС, приходится существовать в условиях постоянной угрозы реорганизации цепи снабжения, делегализации производства или бэкшоринга.

#### Цифровизация может усилить олигополию и концентрацию власти

Фирмы в развивающихся странах могут пострадать в результате постепенной интеграции технологий ADP в ГЦДС, поскольку они могут столкнуться с растущими барьерами для доступа. В связи с тем, что возросшая цифровая интеграция систем с помощью программных

## « Технологии ADP могут приводить к бэкшорингу, пусть и не часто »»

платформ влияет на структуру НДС, возникают опасения по поводу механизмов координации и управления в полностью оцифрованных цепях снабжения и, возможно, растущей концентрации власти, формирования олигопольного или монопольного рынка (Andreoni и Anzolin, 2019).

### *В результате бэкшоринга в развитые страны дешевизна рабочей силы развивающихся стран может стать неактуальной*

Фирмы в развивающихся странах могут также пострадать от постепенного распространения технологий ADP в развитых странах. Ожидается, что внедрение этих технологий снизит актуальность дешевой рабочей силы в качестве сравнительного преимущества и увеличит бэкшоринг в сторону промышленно развитых стран, что приведет к переводу некоторых видов производственной деятельности и замедлению создания рабочих мест (Rodrik, 2018). Новое дешевое капитальное оборудование и роботы, заменяющие ручную работу, могут побудить компании вернуть производство в страны с высоким уровнем дохода, ближе к крупным потребительским рынкам. Это явление могло бы уравновесить расширение НДС в течение предыдущих десятилетий с целью децентрализации производства из стран с высоким уровнем дохода в страны с низким уровнем дохода для деятельности, требующей низкой квалификации и низких зарплат, такой как сборка.

### *Масштабы бэкшоринга невелики*

Тем не менее, помимо гипотез и отдельных примеров, общих доказательств бэкшоринга все еще мало, поэтому трудно сделать выводы о конечном воздействии на занятость в развивающихся странах и разработать разумную политику для решения этой проблемы. Для данного отчета была проведена эмпирическая работа с использованием данных Европейского производственного опроса фирм 2015 из восьми европейских стран (Австрии, Хорватии, Германии, Нидерландов, Сербии, Словении, Испании и Швейцарии), в результате которой были проанализированы степень и детерминанты бэкшоринга.<sup>5</sup> Прослеживаются три четких вывода.

- Во-первых, бэкшоринг не так широко распространен, как об этом говорится в средствах массовой информации и политических дебатах: 5,9 процента всех фирм перенесли производство обратно, в то время как 16,9 процента вывели производство за рубеж.
- Во-вторых, оплата труда не является основной причиной, по которой фирмы переводят производство из стран с развивающейся экономикой, однако это все еще важно при

бэкшоринге из других стран с высоким уровнем дохода. Основной причиной бэкшоринга из развивающихся стран оказалась гибкость в логистике. Этот вывод удивителен, так как согласно текущему утверждению, страх перед замещением рабочих мест из-за передовых технологий связан с внедрением дешевых машин или роботов, которые могут заменить человеческий труд за счет дальнейшего снижения производственных затрат.

- В-третьих, бэкшоринг чаще происходит в определенных секторах (химическая промышленность, машиностроение, электротехническая промышленность или транспортное оборудование, в отличие от низкотехнологичных секторов), а также среди фирм, более активно применяющих технологии ADP. Таким образом, технологии ADP могут приводить к бэкшорингу, пусть и не часто.

### *Гендерные различия ярко выражены в подверженности рабочих мест цифровизации*

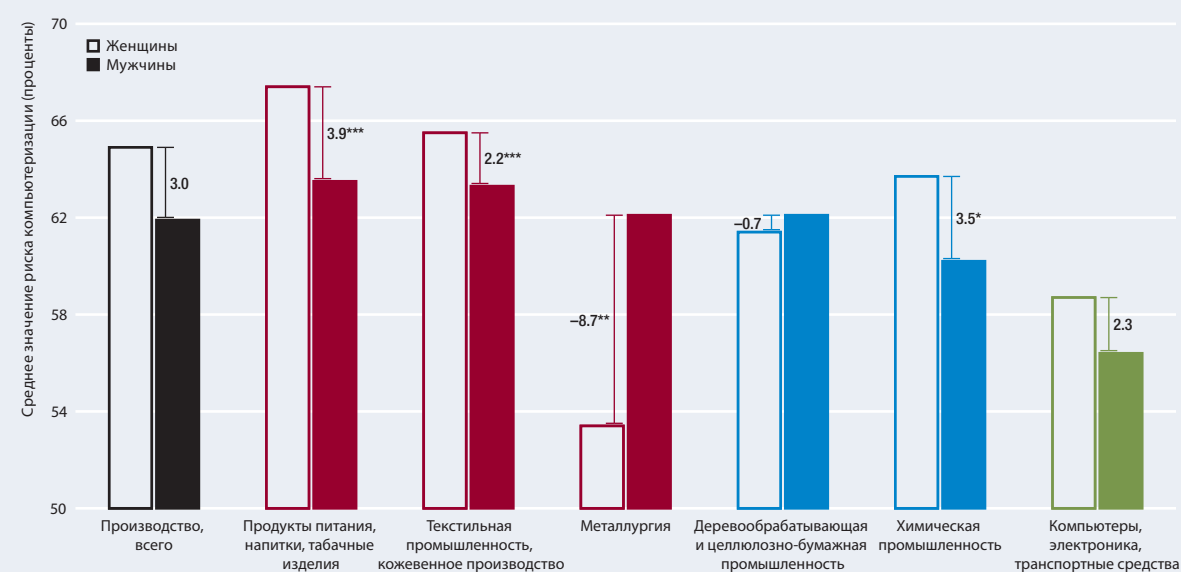
Еще одна проблемная область — это гендерное неравенство. Широкое внедрение технологий ADP может увеличить разрыв между мужчинами и женщинами на рынках труда в производстве, особенно в развивающихся странах. Было выявлено, что работающие на производстве женщины больше подвержены риску компьютеризации, чем мужчины, поскольку риск компьютеризации, с которым сталкиваются женщины, в среднем примерно на 2,9 процента выше, чем у их коллег-мужчин (Рисунок 17). Если учитывать тип профессии, в которой они в настоящее время заняты, то женщины с большей вероятностью подвергаются более высокому риску компьютеризации, чем мужчины, если они заняты в производстве продуктов питания, напитков и табака, текстиля, кожи и химикатов. Интересно, что в секторах производства компьютеров, электроники и транспортных средств статистически значимых гендерных различий в риске компьютеризации не наблюдается.

### *Почему женщины чаще сталкиваются с повышенным риском потери работы из-за автоматизации?*

Гендерные различия в уровне риска компьютеризации могут быть объяснены, среди прочего, различиями в навыках. Женщины, занятые в производстве, в среднем имеют показатели гораздо ниже, чем у мужчин, по всем навыкам, которые особенно ценны для работы с технологиями ADP и которые входят в широкую категорию «навыков будущего». Предполагается, что эти навыки будут активно развиваться в условиях четвертой промышленной революции

Рисунок 17

**Женщины подвержены более высокому риску компьютеризации, чем мужчины, если они заняты в производстве продуктов питания, текстиля и химикатов**



Примечание: Риск компьютеризации представляет собой вероятность того, что конкретный род деятельности будет компьютеризован в ближайшем будущем. На рисунке показаны различия между мужчинами и женщинами в средних значениях риска компьютеризации по секторам. t-критерий различия в средних значениях: \*\*\* p < 0,000; \*\* p < 0,05; \* p < 0,1. В анализ включены Армения, Многонациональное Государство Боливия, Колумбия, Грузия, Гана, Кения, Лаосская Народно-Демократическая Республика, Северная Македония, Шри-Ланка, Украина и Вьетнам. Цвета столбцов отражают классификацию отраслей по технологической и цифровой интенсивности. Зеленый – технологически емкие отрасли с высокой цифровой составляющей (отрасли, которые активно внедряют как цифровизацию, так и технологии). Синий – отрасли, которые активно внедряют либо цифровизацию, либо технологии, но не обе эти составляющие одновременно. Красный – отрасли, которые не занимаются ни цифровизацией, ни технологиями. Источники: разработка ЮНИДО, основанная на данных Sorgner (2019), полученных в рамках Программы оценки навыков STEP (Всемирный банк, 2016).

и защищать работников от неблагоприятных последствий цифровизации, потому что они с меньшей вероятностью будут заменены новыми технологиями, но скорее будут дополнены ими. Гендерный разрыв имеет значительную величину во всех «навыках будущего». В качестве более позитивного наблюдения для работающих женщин можно отметить, что гендерные различия менее выражены в гибких навыках. Поскольку недавние эмпирические данные подтверждают, что социальные навыки становятся все более важными, преимущество в этих навыках может способствовать уменьшению гендерного разрыва в будущем.

**Расширение справедливого участия женщин способствует всеохватному и устойчивому промышленному развитию**

ЮНИДО признает важность всесторонних дебатов о взаимосвязи между гендером и технологиями ADP в производстве. Расширение справедливого участия женщин в промышленных трудовых ресурсах и развитии технологий необходимо для содействия всеохватному и устойчивому промышленному развитию (ЮНИДО 2019с).

**Какие меры реагирования на уровне политики могут заставить технологии передового цифрового производства работать на ВУПР?**

**Меры реагирования во многом обусловлены контекстом**

Стратегические меры реагирования на распространение технологий передового цифрового производства отличаются как в разных странах, так и внутри отдельных стран. Они во многом обусловлены контекстуальными условиями и должны отражать степень индустриализации, проникновения цифровой инфраструктуры, накопления технологического и производственного потенциала, наличия устоявшейся практики вмешательства государства в экономику, а также национальных приоритетов и возможностей мобилизации государственно-частных партнерств. Не существует готовых работающих моделей все еще является сложной задачей. В целом меры реагирования еще остаются на этапе опробования, а степени проработанности в долгосрочных национальных стратегиях развития заметно отличаются.

**И зависят от относительного положения экономик**

Меры реагирования также зависят от относительного положения стран – у лидеров, последователей и



## « Внедрение технологий ADP требует значительных усилий в развитии рамочных условий »»

опоздавших разные цели и разные проблемы. Лидеры уже активно используют технологии передового цифрового производства. Их меры реагирования на уровне политики ориентированы на поддержание или возвращение лидерских позиций в промышленности и сочетают в себе экономические, социальные и экологические цели. Для экономик последователей главной целью является сокращение технологического разрыва с лидерами. Это, в частности, требует развития на основе инноваций и роста на уже имеющейся технологической и промышленной базе. Во многих из этих экономик уже есть предприятия, готовые к передовому производству, и они даже конкурируют в тех направлениях экономической деятельности, которые традиционно заняты высокоиндустриализованными экономиками. Основная задача состоит в распространении того потенциала, который уже есть в самом передовом секторе обрабатывающей промышленности, в остальных отраслях экономики (Rodrik, 2018). Для опоздавших и отстающих экономик важнейшей задачей для обеспечения готовности к освоению новых технологий является формирование базовых условий, таких как инфраструктура и потенциал.

### Особое внимание необходимо уделить некоторым общим направлениям политических мер

*Хотя меры реагирования очень зависят от контекста, есть три важнейших направления*

Обеспечение готовности к освоению и использованию новых технологий требует мер на трех фронтах – развитие рамочных условий, стимулирование спроса

и использование уже действующих инициатив, а также укрепление необходимых навыков и исследовательского потенциала (Таблица 3).

### *Рамочные условия включают в себя институционализацию многосторонних подходов к разработке промышленной политики*

Внедрение технологий ADP требует значительных усилий в развитии рамочных условий, связанных с нормативно-правовой базой и цифровой инфраструктурой, институциональной среды разработки политики, а также наличия каналов международного сотрудничества и передачи технологий. Наличие институциональной среды является особенно важным для того, чтобы технологии передового цифрового производства работали на обеспечение ВУПР. Разработка новой промышленной политики в этой среде должна основываться на тесном сотрудничестве между частным и государственным секторами, в рамках которого руководящими принципами должны стать обучение (определение сдерживающих факторов), экспериментирование (поиск способов устранения таких сдерживающих факторов), координация (привлечение всех заинтересованных сторон) и мониторинг (оценка результатов) (Rodrik, 2007, 2018).

### *Стимулирование спроса требует информированности и финансирования*

Даже когда созданы рамочные условия, странам необходимо стимулировать спрос на новые технологии и их освоение. Это требует

Таблица 3

### Области мер реагирования на уровне политики, которые могут заставить технологии передового цифрового производства работать на ВУПР

Широкая область	Вопросы, требующие решения	Конкретные меры	Примеры отдельных стран
Развитие рамочных условий	Нормативно-правовая база и цифровая инфраструктура	Актуализация и разработка реформ нормативно-правовой базы для обеспечения цифровой экономики	<ul style="list-style-type: none"> <li>В 2018 году <b>Маврикий</b> начал реализацию комплексной рамочной политики под названием «Цифровой Маврикий – 2030», направленной на стимулирование экономического развития. Политика направлена на такие области как управление ИКТ, управление кадровым потенциалом, национальная стратегия развития широкополосной связи и усиление защиты прав интеллектуальной собственности и данных, а также защиты персональных данных и кибербезопасности.</li> <li>На протяжении последних 15 лет во <b>Вьетнаме</b> велась реализация комплексной реформы системы управления, направленной на стимулирование развития «умной» промышленности. В объем реформы вошли политические меры, генеральные планы и законы в области электронной торговли, электронных операций, кибербезопасности, информационных технологий, интеллектуальной собственности, инвестиций в цифровую инфраструктуру и внедрение передовых технологий в производстве и бизнесе.</li> </ul>
		Инвестиции в ИКТ и инфраструктуру широкополосной связи для обеспечения доступа к высокоскоростному Интернету	<ul style="list-style-type: none"> <li>В 2016 году <b>Чили</b> объявила о реализации стратегической программы «Умная промышленность 2015–2025», направленной на модернизацию инфраструктуры ИКТ, увеличение скорости передачи данных в национальной сети широкополосной связи и увеличение степени распространения высокоскоростного Интернета в стране.</li> <li>Национальная стратегия «<b>Таиланд 4.0</b>», описанная в Двадцатилетней национальной стратегии (2017–2036), нацелена на проведение институциональных реформ, направленных на улучшение рамочных условий, включая меры стимулирования (сокращение налогов для предприятий и субсидирование НИОКР), инвестиции в инфраструктуру высокоскоростного Интернета и создание цифровых парков и зон развития.</li> </ul>

## « Странам необходимо стимулировать спрос на новые технологии и их освоение »»

Таблица 3 (продолжение)

### Области мер реагирования на уровне политики, которые могут заставить технологии передового цифрового производства работать на ВУПР

Широкая область	Вопросы, требующие решения	Конкретные меры	Примеры отдельных стран
<b>Развитие рамочных условий</b>	Институциональная инфраструктура и роль частного сектора	<i>Институционализация многосторонних и представительных подходов к формированию промышленной политики, включая диалог между государственным и частным сектором и совместное управление разными министерствами</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>В <b>Бразилии</b> при разработке Плана научно-технического развития и инноваций передового производства была использована модель тройной спирали (вовлечение правительства, частного сектора и образовательных и исследовательских учреждений). Со стороны правительства процессом руководили Министерство науки, технологии, инноваций и связи и Министерство промышленности, внешней торговли и услуг. Значительный объем знаний был получен от рабочей группы, консультирующей частные организации по их перспективам в отношении вопросов и возможностей, связанных с «умной» обрабатывающей промышленностью, в самых разных отраслях и регионах Бразилии.</li> <li>В <b>Мексике</b> ведется осуществление национальной стратегии «Дорожная карта – 2030» на основе сотрудничества между Министерством экономики, программы ProSoft 3.0 (официальной программы поддержки отечественной разработки ПО), Мексиканской ассоциации информационных технологий и других организаций частного сектора.</li> <li>В <b>ЮАР</b> Министерство телекоммуникаций и почтовых услуг, Министерство науки и технологий и Министерство торговли и промышленности реализовывали комплексную стратегию с консультационной поддержкой со стороны промышленности, трудовых объединений и представителей гражданского общества. Кроме того, в 2019 году была учреждена Комиссия по Четвертой промышленной революции при Президенте, задача которой состоит в координации работы вовлеченных органов государственной власти.</li> </ul>
	Международное сотрудничество и передача технологий	<i>Способствование установлению связей с международными инициативами в сфере освоения технологий передового цифрового производства</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>В 2015 году <b>Китай и Германия</b> подписали меморандум о взаимопонимании, связывающий инициативы «Сделано в Китае – 2025» и Industrie 4.0 («Промышленность 4.0»); в меморандуме изложены договоренности о сотрудничестве с целью повышения готовности экономик обеих стран к принятию технологий передового цифрового производства. Предложенные меры предполагают развитие сетей китайских и немецких предприятий в области «умной» обрабатывающей промышленности. Это сотрудничество уже приносит свои плоды благодаря Китайско-германскому индустриальному парку, созданному в качестве площадки для связи китайских предприятий и немецких технологий.</li> <li>В 2018 году штат Нуэво-Леон в <b>Мексике</b> и Страна Басков в <b>Испании</b> подписали двухлетний меморандум о взаимопонимании, чтобы заложить основу для сотрудничества в контексте реализации своих соответствующих стратегий в области технологий передового цифрового производства. Недавно правительство штата Нуэво-Леон запустило акселератор стартапов MIND4.0 Monterrey 2019, в основе которого лежит аналогичная пилотная инициатива, реализуемая в Стране Басков (BIND 4.0), которая создает связи предприятий обрабатывающей промышленности с местными и иностранными инноваторами и предпринимателями.</li> </ul>
		<i>Создание партнерств с иностранными организациями и многонациональными корпорациями или консалтинговыми фирмами</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Новая стратегия цифровизации <b>Казахстана</b> под названием «Цифровой Казахстан» принесла положительные результаты благодаря сотрудничеству между германским Институтом интегральных схем общества Фраунгофера и Министерством индустрии и инфраструктурного развития Казахстана. Среди реализованных мероприятий – исследование готовности около 600 компаний Казахстана к освоению технологий передового цифрового производства. Предприятиям с частично автоматизированным производством будет оказана поддержка для обеспечения последовательной трансформации в цифровые заводы. В октябре 2018 года началось воплощение проекта в компаниях, отобранных для пилотной реализации.</li> </ul>
Стимулирование спроса и освоения технологий	Доступ к технологиям передового цифрового производства и их доступность	<i>Развитие инновационных механизмов финансирования и средств поддержки либо увеличение государственного финансирования инструментов поддержки экосистем</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Правительство <b>ЮАР</b> предложило сформировать Суверенный инновационный фонд с целью финансирования высокотехнологичных проектов в областях, связанных с «умной» обрабатывающей промышленностью. Правительство пообещало внести начальные инвестиции в размере 1 – 1,5 миллиардов рандов (около 111 миллионов долларов США) в 2019–2020 гг. Данный фонд является частью стратегии поддержки отечественных компаний в получении выгоды от обмена технологиями.</li> <li>В 2017 году правительство провинции Чжэцзян, <b>Китай</b>, начало реализацию Плана развертывания облачных технологий на предприятиях – инициативы, направленной на освоение и инновации в области технологий облачных вычислений, особенно среди малых и средних предприятий. Инициатива объединяет финансирование с использованием ваучерных схем для снижения стоимости облачных технологий и комплексный подход к развитию потенциала. В рамках программы организовано более 1 100 семинаров по облачным вычислениям, в которых приняло участие более 90 000 промышленных предприятий и 100 000 человек.</li> </ul>

целенаправленных усилий по повышению информированности предприятий о потенциале и выгодах применения данных технологий, и содействию финансированию их освоения. Также

необходимо оказывать адресную поддержку тем участникам (например, малым и средним предприятиям), которые отстают с точки зрения технологического развития.

## « Правительства могут поддерживать создание и укрепление потенциала с помощью открытия учебных центров »»

Таблица 3 (продолжение)

### Области мер реагирования на уровне политики, которые могут заставить технологии передового цифрового производства работать на ВУПР

Широкая область	Вопросы, требующие решения	Конкретные меры	Примеры отдельных стран
<b>Стимулирование спроса и освоения технологий</b>	Информированность о применении и выгодах технологий передового цифрового производства	<i>Развитие центров повышения информированности и организация международных саммитов, конференций и семинаров для повышения уровня знаний предприятий о технологиях передового цифрового производства</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>В 2017 году правительство <b>Индии</b> открыло четыре новых центра для продвижения технологий передового цифрового производства в Бангалоре, Нью-Дели и Пунае. Хотя эти центры являются независимыми, их деятельность входит в сферу ответственности Департамента тяжелой промышленности Министерства промышленности Индии. В рамках мандата этих центров входит поддержка реализации программы «Делай в Индии» (Make-in-India) путем повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности за счет повышения уровня понимания и более широкого освоения технологий передового цифрового производства среди малых и средних предприятий обрабатывающей промышленности.</li> <li>С 2015 года правительство <b>Вьетнама</b> организует ежегодные саммиты или международные мероприятия, направленные на повышение информированности, проработки и возможного укрепления частно-государственного сотрудничества или демонстрации технологий и решений, доступных для участников внутреннего рынка, заинтересованных в технологиях передового цифрового производства.</li> </ul>
	Готовность уязвимых участников рынка, таких как малые и средние предприятия	<i>Обеспечение целевой поддержки участникам рынка, отстающим в технологическом развитии</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>В <b>Испании</b> правительство Страны Басков начало реализацию программы «Баскская промышленность 4.0», в которую входят пилотные меры поддержки отечественных малых и средних предприятий в обучении по технологиям передового цифрового производства, связанным с обрабатывающей промышленностью, а также создание площадок, предназначенных для самопроверки и подстройки под передовое производство.</li> <li>В 2019 году правительство <b>Малайзии</b> начало реализацию программы Industry4WRD Readiness Assessment в рамках национальной стратегии Industry4WRD, которая призвана определить готовность малых и средних предприятий к освоению технологий передового цифрового производства.</li> </ul>
<b>Укрепление потенциала</b>	Развитие кадровых ресурсов	<i>Укрепление международного сотрудничества в повышении квалификации и перспектив трудоустройства</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Не так давно университеты департамента Валье-дель-Каука в <b>Колумбии</b> договорились о сотрудничестве с Ассоциацией электронных и информационных технологий (GAIA) Страны Басков. Стороны намереваются развивать цифровую культуру и предпринимательский потенциал студентов университетов департамента Валье-дель-Каука.</li> </ul>
		<i>Обеспечение/помощь в получении непосредственного опыта работы и взаимодействия с новыми технологиями, а также приобретения новых знаний благодаря им, включая новые подходы к техническому и профессиональному образованию и подготовке (ТПОП)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Правительство <b>Уругвая</b> в сотрудничестве с ЮНИДО и немецкой компанией Festo, работающей в области управления промышленными процессами и автоматизации, учредило Центр промышленной автоматизации и мехатроники (CAIME) – государственный технологический центр, цель которого заключается в повышении технической квалификации и стимулировании предприятий страны к освоению технологических процессов «умного» производства.</li> <li>Министерство человеческих ресурсов <b>Малайзии</b> предлагает Национальную схему дуального обучения, разработанную на основе программы дуального профессионального обучения Германии, которая направлена на обучение работников использованию технологий передового цифрового производства.</li> </ul>
	Развитие исследовательского потенциала	<i>Увеличение масштаба и числа исследовательских институтов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Управление экономики будущего <b>Чили</b> начало реализацию проекта Astrodata, цель которого заключается в извлечении выгод из возможности обработки больших объемов астрономических данных и облачных вычислений не только для научных целей и развития человеческого капитала, но и для экономических целей.</li> <li>Министерство образования и науки <b>Казахстана</b> намерено мобилизовать исследовательский потенциал Института промышленной автоматизации (на базе Казахского национального исследовательского технического университета) с целью проведения прикладных исследований и обмена технологиями в связи с теми технологическими проблемами, которые стоят перед предприятиями, желающими использовать технологии передового цифрового производства.</li> </ul>

Источник: разработка ЮНИДО.

### Потенциал строится за счет новых знаний и исследований

И наконец, для обеспечения возможности освоения предприятиями новых технологий необходим соответствующий квалификационный и исследовательский потенциал. Правительства могут поддерживать создание и укрепление этого потенциала с помощью открытия учебных центров и применения

новых подходов к техническому и профессиональному образованию и подготовке, отвечающим новым потребностям предприятий. Кроме того, ключевым фактором освоения этих технологий и их адаптации к местным условиям является расширение масштаба и числа исследовательских институтов, занимающихся непосредственно технологиями передового цифрового производства.



## « Без международной поддержки страны с низким уровнем дохода стоят перед риском оказаться в еще более безвыходном положении »»

### **Призыв к развитию международного сотрудничества**

#### **Диапазон новых возможностей будет зависеть от конкретных мер реагирования и степени готовности**

В какой степени осуществляющиеся сейчас прорывы в технологиях передового цифрового производства будут открывать новые возможности для скачков вперед и для избежания еще большего отставания? Это будет зависеть от конкретных мер реагирования и готовности стран, которые обеспечиваются активной промышленной политикой, цифровой грамотностью, навыками и образованием, а не только уровнем оплаты труда, внутренним рынком и положением в глобальной цепи добавленной стоимости (Mauger, 2018, Lee и другие, 2019).

#### **Следует помнить, что для развития потенциала необходима целенаправленность и значительные ресурсы**

Политики – особенно в развивающихся странах – должны помнить, что для развития потенциала, требуемого для освоения новых технологий и принятия любых связанных с ними изменений в производстве, необходима целенаправленность и значительные ресурсы (Steinmueller, 2001, Lee, 2019). Прежде чем приступить к полномасштабному внедрению, следует предпринимать небольшие, но продуманные шаги с целью опробования различных вариантов технологических и политических решений с учетом желаемых целей. Существует огромное пространство для дальнейших исследований и экспериментов в сфере политических мер, которые позволяют учиться и обмениваться опытом реализации политических мер в рамках более широкого международного сотрудничества.

#### **Международное сообщество должно поддерживать отстающие экономики**

Результаты исследований в данном отчете указывают на то, что крупные регионы мира, в основном наименее развитые страны и другие страны с низким уровнем дохода, все еще очень далеки от освоения новых технологий. Это требует от международного сообщества немедленных действий по поддержке развивающихся стран, особенно наименее развитых стран, в процессе освоения технологических прорывов. Без международной поддержки страны с низким уровнем дохода стоят перед риском оказаться в еще более безвыходном положении, отстать еще больше и не достичь нескольких (или даже всех) ЦУР. Как говорилось выше, такая поддержка должна быть направлена на формирование базового, промежуточного и передового промышленного и технологического потенциала,

а также построение цифровой инфраструктуры (Информационный центр БРИКС, 2017).

#### **Большие возможности для расширения международного сотрудничества**

Благодаря тесному сотрудничеству стран с разной степенью готовности к освоению технологий передового цифрового производства можно достичь важных результатов. Потенциал расширения сотрудничества значителен. В национальных стратегиях многих экономик-последователей некоторые экономик-лидеры определены как предпочтительные партнеры в процессе содействия передаче технологий, развития кадровых ресурсов и совместном осуществлении пилотных проектов, а также в поиске новых моделей совместного бизнеса. Партнерские отношения могут устанавливаться и между странами со сходным уровнем освоения технологий передового цифрового производства. В этом случае передача знаний может осуществляться на равных условиях и быть ближе к общим реалиям таких стран. В странах БРИКС такое сотрудничество уже содействует совместной исследовательской деятельности и повестке в области инноваций в анализе больших объемов данных, ИКТ и прочих технологиях передового цифрового производства и их применении, а также в области инфраструктуры ИКТ и связи (BRICS 2017).

#### **Основой национальных стратегий должно стать более тесное сотрудничество**

В основе стратегий должно лежать более тесное сотрудничество, что должно решить вопрос расхождения мнений развивающихся стран относительно сложностей, с которыми они могут столкнуться на пути к всеохватывающему и устойчивому промышленному развитию в связи с технологиями передового цифрового производства. Многие из этих вопросов не новы, однако проблемы становятся все более актуальными ввиду тех последствий, к которым они могут привести с точки зрения цифрового разрыва. До консенсуса в отношении проблем и возможностей все еще далеко, и внутренняя политика с большой вероятностью может тормозить международное сотрудничество. Поэтому следует продолжать международную координацию политических мер и сотрудничество с целью поддержать усилия, направленные на совершение рывка, и обеспечить возможность организаций и стран обмениваться знаниями и опытом в определении и принятии мер в отношении тех возможностей и проблем, которые связаны с четвертой промышленной революцией, таким образом, чтобы никто не остался в стороне.

## Примечания

- 1 В этом отчете международные патенты – это патенты, которые одновременно действуют как минимум в двух из следующих патентных ведомств: Европейское патентное ведомство, Ведомство по патентам и товарным знакам США, Японское патентное ведомство и Китайское национальное ведомство по интеллектуальной собственности.
- 2 Эти поколения были впервые предложены IEL (2018), а затем подробно определены в справочном документе ЮНИДО Kupfer и другие (2019).
- 3 Для получения полных результатов см. Справочный документ ЮНИДО, подготовленный Pietrobelli и другими (2019).
- 4 Анализ основан на справочном документе ЮНИДО, подготовленном Ghodsi и другими (2019) и опирается на существующее эмпирическое исследование по взаимосвязи между технологическими изменениями, занятостью и промышленным ростом, впервые предложенной Graetz и Michaels (2018), Abeliansky и Prettnner (2017) и Acemoglu и Restrepo (2018).
- 5 Подробнее об анализе см. Справочный документ ЮНИДО, подготовленный Dachs и Seric (2019).

## Список литературы

- Abeliansky, A. и Prettnner, K. 2017. *Automation and Demographic Change*. Геттинген: Центр европейских исследований, исследований в области управления и экономического развития (CEGE), Университет Геттингена.
- Acemoglu, D. и Restrepo, P. 2018. *Artificial Intelligence, Automation and Work*. Cambridge, MA: Массачусетский технологический институт, факультет экономики.
- Albrieu, R., Ferraz, J. C., Rapett, M., Brest Lopez, C., Nogueira de Paiva Britto, J., Kupfer, D. и Torracca, J. 2019. *The Adoption of Digital Technologies in Developing Countries: Insights from Firm-level Surveys in Argentina and Brazil*. Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2020». Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- Andreoni, A. и Anzolin, G. 2019. *A Revolution in the Making? Challenges and Opportunities of Digital Production Technologies for Developing Countries*. Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2020». Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- Bogliacino, F. и Codagnone, C. 2019. *Adoption of Industry 4.0 in Developing Countries: Learning from Process Innovation*. Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2020». Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- BRICS Information Centre, 2017. *BRICS Leaders Xiamen Declaration*. Режим доступа: <http://www.brics.utoronto.ca/docs/170904-xiamen.html>.
- Cohen, M. D., Burkhart, R., Dosi, G., Egidi, M., Marengo, L., Warglien, M. и Winter, S. 1996. *Routines and Other Recurring Action Patterns of Organizations: Contemporary Research Issues. Industrial and Corporate Change*, 5(3), pp. 653–698.
- Dachs, B. и Seric, A. 2019. *Industry 4.0 and Changing Topography of Global Value Chains*. Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2020». Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J. и Woessner, N. 2018. *Adjusting to Robots: Worker-Level Evidence*. Федеральный резервный банк Миннеаполиса, Институт возможностей и интегрирующего роста.
- Foster-McGregor, N., Nomaler, Ö. и Verspagen, B. 2019. *Measuring the Creation and Adoption of New Technologies Using Trade and Patent Data*. Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2020». Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- Ghodsi, M., Reiter, O., Stehrer, R. and Stöllinger, R., 2019. *Robotization, Employment, and Industrial Growth Intertwined Across Global Value Chains*. Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2020». Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- Graetz, G. и Michaels, G. 2018. “Robots at Work.” *The Review of Economics and Statistics*, 100(5), pp. 753–768.
- IEL (Институт Эвальдо Лоди). 2018. *Industria 2027 Final report: Building the Future of Brazilian Industry*. Рио-де-Жанейро.
- Kupfer, D., Ferraz, J. C. и Torracca, J. 2019. *A Comparative Analysis on Digitalization in Industry in Selected Developing Countries: Firm Level Data on Industry*

- 4.0. Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2020». Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- Lee, K. 2019. *Economics of Technological Leapfrogging*. Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2019» ЮНИДО. Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- Lee, K., Wong, C.-Y., Intarakumnerd, P. и Limapornvanich, C. 2019. *Is the Fourth Industrial Revolution a Window of Opportunity for Upgrading or Reinforcing the Middle-income Trap? Asian Model of Development in Southeast Asia*. *Journal of Economic Policy Reform*, pp. 1–18.
- Mayer, J. 2018. *Digitalization and industrialization: Friends or Foes? Research Paper No.25*. Женева: Организация Объединенных Наций.
- Pietrobelli, C. и Delera, M., Calza, E. и Lavopa, A. 2019. *Does Value Chain Participation Facilitate the Adoption of Digital Technologies in Developing Countries?* Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2020». Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- Rizos, V., Behrens, A., Drabik, E., Rinaldi, D. и Tuokko, K. 2018. *The Role of Business in the Circular Economy: Markets, Processes and Enabling Policies. Report of a CEPS Task Force*. Брюссель: Центр европейских политических исследований.
- Rodrik, D. 2007. *Industrial Policy for the 21st Century. In One Economics, Many Recipes*. Принстон, НД: Princeton University Press.
- Rodrik, D. 2018. *New Technologies, Global Value Chains, and Developing Economies*. NBER Working Paper No. 25164.
- Schwab, K. 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Женева: Всемирный экономический форум.
- Sorgner, A., 2019. *The Impacts of New Digital Technologies on Gender Equality in Developing Countries*. Справочный материал, подготовленный для «Отчета о промышленном развитии – 2020». Вена: Организация Объединенных Наций по промышленному развитию.
- Steinmueller, E. 2001. ICTs and the Possibilities for Leapfrogging by Developing Countries. *International Labour Review*, 140(2), pp. 193–210.
- Всемирный банк, 2014–2013 годы. *World Bank Enterprise Survey* Режим доступа: [https://microdata.worldbank.org/index.php/catalog?sort\\_by=rank&sort\\_order=desc&sk=enterprise+survey](https://microdata.worldbank.org/index.php/catalog?sort_by=rank&sort_order=desc&sk=enterprise+survey) [Доступ 11 августа, 2019].
- , 2016. *STEP Skills Measurement Program*. Режим доступа: <https://microdata.worldbank.org/index.php/catalog/step> [Доступ 15 июля 2019]
- Европейское патентное ведомство. 2019. «Всемирная патентная статистическая база данных, осень, 2018 год». Мюнхен. Режим доступа: <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab-1>.
- Евростат. 2018. «Исследование Использования ИКТ и Технологий Электронной Торговли на Предприятиях Европейского Союза». Брюссель.
- Международная организация труда. 2018. *World Employment and Social Outlook 2019*. Женева.
- ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития), 2017. *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*. Париж.
- , 2018. Таблицы Межстрановых данных «Затраты-Выпуск» (ICIO), NA08, МСОК. РЕД, 4, издание 2018. Париж. Режим доступа: <http://oe.cd/icio> [Доступ 4 мая 2019].
- ЭСКАТО (Экономическая и социальная Комиссия ООН для Азии и Тихого океана), 2018. *Frontier Technologies for Sustainable Development in Asia and the Pacific*. Бангкок.
- ЮНИДО (Организация Объединенных Наций по промышленному развитию), 2002. *Industrial Development Report 2002/3: Competing through innovation and learning*. Вена.
- , 2017. *Industry 4.0 - The Opportunities behind the Challenge*. Вена.
- , 2019а. Ежегодный доклад - 2018. Вена.
- , 2019b. *Competitiveness Industrial Performance Index, Edition 2019*. База данных. Режим доступа: <https://stat.unido.org/> [Доступ 17 июня, 2019].
- , 2019с. *Inclusive and Sustainable Industrial Development: The Gender Dimension*. Vienna.
- , 2019d. *Manufacturing Value Added 2019. Database*. Режим доступа: <https://stat.unido.org/> [Доступ 17 июня, 2019].
- ЮНКТАД (Конференция Организации Объединенных Наций по торговле и развитию), 2018. *Technology and Innovation Report 2018: Harnessing frontier technologies for sustainable development*. Женева.

# Приложение

Таблица А.1

## Страны и экономики по уровню использования технологий ADP в производстве

Лидеры (10 стран)	Последователи (40 стран)		Опоздавшие (29 стран)		Отстающие (88 стран)
	Производство технологий (23 страны)	Использование технологий (17 стран)	Производство технологий (16 стран)	Использование технологий (13 стран)	
<i>Экономики, активно использующие ADP технологии</i>					
Китай	Австралия	Алжир	Босния и Герцеговина	Коста-Рика	Все другие страны с населением более 500 000 человек в 2017 году
Франция	Австрия	Аргентина	Болгария	Кот-д'Ивуар	
Германия	Бельгия	Бангладеш	Чили	Эквадор	
Япония	Бразилия	Белоруссия	Доминиканская Республика	Египет	
Нидерланды	Канада	Колумбия	Эстония	Сальвадор	
Республика Корея	Китай, САР Гонконг	Венгрия	Греция	Эфиопия	
Швейцария	Хорватия	Индонезия	Киргизия	Малави	
Тайвань, провинция Китая	Чехия	Иран	Латвия	Сербия	
Великобритания	Дания	Малайзия	Новая Зеландия	Тунис	
Соединенные Штаты Америки	Финляндия	Мексика	Нигерия	Туркменистан	
	Индия	Португалия	Филиппины	Уганда	
	Ирландия	Румыния	Молдавия	Узбекистан	
	Израиль	Саудовская Аравия	Словения	Замбия	
	Италия	Южно-Африканская Республика	Украина		
	Литва	Таиланд	Объединенные Арабские Эмираты		
	Люксембург	Турция	Венесуэла		
	Норвегия	Вьетнам			
	Польша				
	Российская Федерация				
	Сингапур				
	Словакия				
	Испания				
	Швеция				

Источник: разработка ЮНИДО на основе данных Foster-McGregor и др. (2019)



«Новые технологии могут иметь двойные последствия для развивающихся стран. Они могут обеспечить скачок в развитии и ускоренный экономический подъем. Но в условиях отсутствия базовых возможностей, навыков и институтов, они также могут создать барьеры на пути конвергенции отстающих стран. Этот наполненный данными отчет представляет современную картину технологического ландшафта, а также предлагает стратегии для максимально эффективного использования существующих возможностей, избегая при этом ошибок».

Дани Родрик, Гарвардский университет

«В настоящем отчете ЮНИДО напоминает миру о том, что индустриализация по-прежнему играет чрезвычайно важную роль в экономическом развитии. В отчете утверждается, что посредством повышения производительности и развития новых производственных отраслей цифровые технологии открывают большие возможности для повышения уровня жизни и экологической устойчивости. В то же время цифровые технологии создают новые проблемы, поскольку уровень их распространения в развивающихся странах является очень низким. В связи с этим, отчет призывает направить усилия на создание цифровой инфраструктуры, развитие необходимых человеческих навыков и укрепление исследовательского потенциала в развивающихся странах - все эти направления требуют расширения международного сотрудничества».

Хосе Антонио Окампо, Центральный банк Колумбии и Колумбийский университет

