



К 200-летию

Института востоковедения РАН

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ВОСТОКОВЕДЕНИЯ

**НОВАЯ СИСТЕМА
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ
И СТРАНЫ ВОСТОКА**

Коллективная монография

Москва
ИВ РАН
2019

ББК 65.054
Н 725

Ответственные редакторы:
д.э.н. А. В. Акимов, к.и.н. С. А. Панарин

Научные редакторы:
И. В. Дерюгина, Н. Н. Цветкова

Авторы:
*А. В. Акимов, М. Г. Борисов, Е. А. Борисова,
Е. С. Ващенко, И. В. Дерюгина, А. А. Елисеева,
В. Г. Кандалицев, Е. И. Максимова,
Е. В. Растяникова, Н. Н. Цветкова*

Рецензенты:
*д.и.н., к.э.н., профессор В. Я. Белокреницкий
к.э.н. Д. А. Марьясис*

Н 725 **Новая** система производительных сил и страны Востока:
(Коллективная монография) / Отв. ред. А. В. Акимов, С. А. Панарин, науч. ред. И. В. Дерюгина, Н. Н. Цветкова; Ин-т востоковедения РАН. – М.: ИВ РАН, 2019. – 276 с.

ISBN 978-5-89282-928-1

Коллективная монография посвящена анализу развития и воздействия на мировую экономику и экономику стран Востока технологий четвертой промышленной революции и накопленных ранее технологий, которые в совокупности образуют новую систему производительных сил. Эта система отличается снижением роли человека и природных ресурсов в производственных процессах и ростом влияния технологий на все стороны производства.

Книга рассчитана на востоковедов, экономистов, а также тех, кто занимается вопросами теории и практики воздействия технологий на социально-экономические процессы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Производительные силы и технический прогресс: промышленные революции и факторы производства.....	7
1.1. Промышленные революции.....	7
1.2. Технологические уклады.....	12
1.3. Новая система производительных сил: взгляд «большой четвёрки» аудиторско-консалтинговых компаний.....	20
Глава 2. Новые технологии в машиностроении.....	32
2.1. Производство цифрового оборудования.....	32
2.2. Станки с ЧПУ.....	53
2.3. 3D-печать.....	71
2.4. Промышленная робототехника.....	77
Глава 3. Новые технологии в энергетике, металлургии и сельском хозяйстве.....	93
3.1. Энергетический переход и его перспективы.....	93
3.2. Новые производительные силы в добывающей промышленности.....	119
3.3. Новые производительные силы в сельском хозяйстве.....	136
Глава 4. Индустрия программного обеспечения.....	153
4.1. Производство программных продуктов.....	153
4.2. Искусственный интеллект.....	175
Глава 5. Основные экономические и социальные последствия развития новой системы производительных сил.....	181
5.1. Изменение роли человека в общественном производстве.....	181
5.2. Преимущества и риски распространения новой системы производительных сил.....	196
Заключение.....	204
Приложения.....	210
Приложение 1. Китай на волне новой промышленной революции: альтернативная энергетика.....	210
Приложение 2. Развитие технологии 3D- печати в Китае.....	226
Приложение 3. Китай и США: соперничество за искусственный интеллект.....	235
Список литературы и источников.....	244
Предметный указатель.....	257
New system of productive forces and Asian countries.....	261

ВВЕДЕНИЕ

При анализе научно-технических достижений выделяются три важных периода. Первый – начало промышленной революции, второй – ускорение развития технологий и повышение их значимости в общественном производстве со второй половины XX века, третий – новейшие тенденции, называемые четвертой промышленной революцией. Все три периода дают свой результат, каждый новый вносит свои достижения, опираясь на сделанное и принимая то, что было создано раньше. Происходит накопление новых технологий, и, по нашему мнению, сейчас можно и нужно говорить о новой системе производительных сил, которая принципиально меняет роль факторов производства, существующих тысячи лет с тех пор, как сложились производительные силы и появилась экономика.

Есть заметные составляющие новой волны научно-технических достижений в виде Интернета, антропоморфных роботов, 3D-печати, которые привлекают внимание широкой публики и очевидно меняют экономику. Наряду с ними есть много значимых технологий, которые менее известны за пределами инженерных и экономических кругов, но которые сильно влияют на производство.

При анализе научно-технических достижений делается акцент на инновационные системы, на информационные технологии, включая Интернет, на биотехнологии, возобновляемую энергетику, производственные технологии. Каждый из этих аспектов достоин внимания исследователей. В предлагаемой книге делается попытка рассмотреть только производственные технологии, но во всей их широте. При этом за пределами рассмотрения оказываются Интернет, информационные продукты, достижения медицины, то есть важные аспекты современных технологических достижений. Предполагается рассмотреть их во второй части исследования «Новые технологии и общество». В ней больше внимания

планируется уделить непроизводственным и социальным аспектам технологий.

Предлагаемая монография построена следующим образом. В первой главе рассмотрено развитие производительных сил в рамках основных теоретических концепций научно-технического прогресса, а также приведены оценки современного состояния и перспектив технологий ведущими мировыми консалтинговыми фирмами.

Во второй главе анализируются основные сдвиги в машиностроительных технологиях, как в силу их важности для современной промышленности, так и потому, что именно в машиностроении происходят самые существенные изменения в рамках четвертой промышленной революции. В этой главе представлены наиболее значимые технологии, определяющие прогресс в машиностроении. Некоторые технологии, рассмотренные здесь, представляют более широкий класс. Например, 3D-печать является частью широкого класса аддитивных технологий.

Третья глава нацелена на то, чтобы показать проникновение новых технологий во все отрасли производства. Энергетика, добывающая промышленность и сельское хозяйство являются примерами отраслей, но, как нам представляется, также показательными примерами, поскольку эти отрасли важны для общественного воспроизводства. Интересные варианты новых технологий имеются в химической промышленности, строительстве, лесном хозяйстве, но в этой монографии они не рассматриваются.

В четвертой главе рассматривается нематериальная часть новой системы производительных сил. Это программное обеспечение и искусственный интеллект. Именно они обеспечивают прогресс технологий, описанный во второй главе, и в значительной степени способствуют достижениям, описанным в третьей.

В приложении более подробно исследуется применение некоторых новых технологий в Китае, который относится к числу лидеров четвертой промышленной революции.

Перед авторами стояла дилемма: сделать акцент на ситуации в странах Востока или представить процессы изменения технологий как глобальные. Оба варианта вполне обоснованы, поскольку технологии действительно имеют международный характер, а процессы в странах Востока – лишь реализация в этом регионе глобальных явлений. В то же время, авторы – сотрудники Института востоковедения РАН, и их знания и интересы направлены на изучение именно стран Востока. Решение этой дилеммы различается в главах и подразделах монографии, но, как это представляется авторам, такое разнообразие подходов конструктивно и полезно для анализа.

Монография является совместной работой Отдела экономических исследований (ОЭИ) и Центра исследования общих проблем современного Востока (ЦИОП) Института востоковедения РАН. Разделы написаны следующими авторами:

Акимов А. В., д.э.н., зав. отделом экономических исследований (ОЭИ) – введение, разделы 1.1, 1.2, 2.3, 2.4, 4.2, 5.1, 5.2, заключение;

Борисов М. Г., к.г.н., с.н.с. ОЭИ – раздел 3.1;

Борисова Е. А., к.и.н., с.н.с., ЦИОПСВ – приложение 1;

Ващенко Е. С., лаборант-исследователь ЦИОПСВ – приложение 2;

Дерюгина И. В., к.э.н., в.н.с. ОЭИ – раздел 3.3;

Елисеева А. А., лаборант-исследователь ЦИОПСВ – приложение 3;

Кандалинцев В. Г., к.э.н., с.н.с. ОЭИ – раздел 1.3;

Максимова Е. И., к.э.н., н.с. ОЭИ, раздел 2.2;

Растяникова Е. В., к.э.н., с.н.с. ОЭИ – раздел 3.2;

Цветкова Н. Н., к.э.н., в.н.с. ЦИОПСВ – разделы 2.1, 4.1.

Редактирование проведено **Акимовым А. В.**, **Панариным С. А.**, **Дерюгиной И. В.** и **Цветковой Н. Н.**

Технический редактор **Щепилова Е. Ф.**

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ СИЛЫ И ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС: ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ И ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Промышленные революции

Производительные силы любого общества складываются из трех составляющих. Это природные ресурсы, человеческий труд и капитал или орудия труда и технологии. С первобытно-общинного строя, с охотников и собирателей до современного индустриального и постиндустриального общества эта триада обеспечивала выживание человека и производство материального богатства. В начальный период существования человеческого общества в условиях присваивающей экономики природные ресурсы и труд были основными среди трех перечисленных составляющих, хотя какие-то орудия труда были и на ранних стадиях развития производства.

Радикальное изменение ролей в триаде стало происходить с началом промышленной революции в XVIII в. Развитие машинного производства резко повысило роль капитала и технологий в экономическом воспроизводстве.

Центральным моментом промышленной революции, развернувшейся в последней трети XVIII в. в Англии, было внедрение парового двигателя. Мощный энергетический источник позволил создавать фабрики, и вокруг паровой машины группировалось производство. Улучшились возможности для создания высокотемпературных процессов, что стимулировало рост и совершенствование металлургии, паровой двигатель дал импульс развитию машин и механизмов, заменявших человеческий труд первоначально в самой

крупной тогда по занятости и значимости ткацкой промышленности, произошла революция на транспорте с внедрением парового двигателя в качестве силовой установки вместо энергии ветра и животных.

Все эти изобретения создавали новые технологические возможности, но, поскольку основой революции в технике была энергетика, рабочие места в основном пострадали только в ручном прядении, так как механическая прялка была производительнее. В остальном промышленная революция была стимулом для создания новых рабочих мест, новых производств и отраслей промышленности.

Как отмечал востоковед-экономист Г. К. Широков: «Промышленный переворот, начавшийся в конце XVIII в. в Англии, стал переломным моментом в истории человечества: возникли новые производительные силы, резко увеличившие масштабы общественного производства и чистый продукт общества, позволившие повысить уровень потребления. Становление индустриальных производительных сил способствовало ускорению международного разделения труда и тем самым формированию мирового хозяйства»¹.

Как пишет современный британский исследователь П. Марш: «В Британии производство стало частью английского языка. Слово *manufacturing*, обозначающее производство, происходит от латинских слов *manus* (рука) и *facio* (делать). Хотя впервые оно было зафиксировано около 1560 года, это слово использовалось редко. Шекспир, умерший в 1616 году, не использовал в своих пьесах ни слово *manufacturing*, ни слово *factory*. Однако приблизительно с 1800 года это слово стало общеупотребительным»².

Начавшаяся в наиболее передовых к тому времени странах Великобритании, США и Германии в 1870-е годы вторая

¹ Широков Г. К. Парадоксы эволюции капитализма (Запад и Восток). М.: Институт востоковедения РАН, 1998. С. 7.

² Марш П. Новая промышленная революция. Потребители, глобализация и конец массового производства. Пер. с англ. А. Шоломицкой. М.: Изд-во Института Гайдара, 2015. С. 19.

промышленная революция первоначально проявилась в формировании станкостроения и появлении новых технологий в металлургии, но наиболее яркими ее проявлениями стали электрификация и появление автомобилей и всего комплекса связанных с их производством отраслей. В целом, в результате второй промышленной революции зародилось и развилось массовое производство самых разных материалов и изделий.

Характеризуя этот этап развития и роль электромотора и двигателя внутреннего сгорания, Г. К. Широков писал: «Экономичность, компактность, транспортабельность, пожарная безопасность, простота обслуживания, а главное – неизмеримо большая делимость энергии этих двигателей позволили намного расширить границы механизации экономики. Благодаря внедрению этих двигателей капитализм мог ликвидировать инструментальное производство и создать универсальную систему производительных сил, базирующуюся на единой энергетической и технологической основе»³.

Вторая промышленная революция также расширила производственные возможности человечества и породила множество новых профессий. Например, автомобиль, ставший ярким проявлением новых достижений техники, собирался на конвейере, а детали производились на станках, которыми управляли квалифицированные рабочие.

В классическом учебнике по экономике, написанном П. Самуэльсоном в конце 1950-х годов, есть раздел «Население как основной фактор любого хозяйства: исторические тенденции изменения численности населения»,⁴ то есть накануне третьей промышленной революции наиболее известные экономисты рассматривали население, которое является в экономике и производителем, и потребителем – основным фактором хозяйственной жизни.

³ Широков Г. К. Парадоксы эволюции капитализма (Запад и Восток). М.: Институт востоковедения РАН, 1998. С. 49.

⁴ Самуэльсон П. А. Экономика. Вводный курс. Т. 1. Перевод с англ. Пушкарева К. В. М., «Алфавит», 1993. С. 34.

Третья промышленная революция, если продолжать использовать энергетическую основу классификации промышленных революций, связывается с появлением и развитием атомной энергии во второй половине XX века. Более существенным с современных позиций представляется развитие электроники, которая вызвала к жизни компьютерную технику, автоматизацию и развитие информационных технологий.

Эта ступень развития технологий также была достаточно трудоемкой. Достаточно вспомнить, что электронные компоненты и детали вычислительных машин, приборов и устройств соединялись пайкой, которую выполняли рабочие.

Для трех первых промышленных революций основным социально-экономическим процессом была индустриализация.

Описывая особенности промышленного производства, известный норвежский экономист Э. Райнерт пишет: «Когда расширяется производство в промышленности, затраты ведут себя противоположным образом – снижаются, а не растут. Как только механизированное производство налажено, то чем больше растет объем производства, тем меньше становятся издержки на единицу продукции. Например, первый экземпляр компьютерной программы стоит очень дорого, но все последующие копии почти ничего не стоят. В сфере услуг и обрабатывающей промышленности нет активов, зависящих непосредственно от природы, – ни полей, ни шахт, ни рыболовных угодий, ограниченных по количеству или качеству. В этих отраслях увеличение производства вызывает падение издержек или рост отдачи. Промышленным компаниям и производителям продвинутых услуг важно иметь большую долю на рынке, потому что большие объемы производства позволяют им снизить издержки производства за счет растущей отдачи»⁵.

⁵ Райнерт Э. С. Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными. Пер. с англ. Н. Автономовой. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. С. 37.

Именно развитие промышленности и распространение индустриальных методов и подходов на сельское хозяйство (механизация земледелия и птицефабрики), строительство (блочное и монолитное строительство), транспорт (танкеры и контейнеровозы) и сферу услуг (столовые самообслуживания, банкоматы) сделали экономический рост и распространение богатства в мире устойчивым процессом, хотя возможность такого процесса ставилась под сомнение крупными мыслителями. Так, известный американский социолог российского происхождения Питирим Сорокин в своей работе «Социальная стратификация и мобильность», написанной в 1920-е годы писал: «Нас могут спросить: как же тогда быть с развитием прогресса по спирали? Но если под прогрессом понимать спираль постоянного улучшения экономического положения, то такая гипотеза еще никем и ничем не доказана. Единственно возможное доказательство этой гипотезы – экономический прогресс в некоторых европейских странах, да и то лишь во второй половине XIX века. Но, согласно вышеприведенным соображениям, и этот факт не подтверждает данной гипотезы. К этому же следует добавить, что одна и та же тенденция в одно и то же время не наблюдалась среди большинства азиатских, африканских и других народов. Более того, часть европейского благополучия была достигнута ценой эксплуатации населения отсталых и менее развитых стран»⁶.

Именно распространение индустриализации на страны Востока, Африку к югу от Сахары и Латинскую Америку обеспечило рост вопреки предсказанию П. Сорокина. При значительных различиях характера индустриализации и бурном развитии добывающих отраслей в ряде развивающихся стран именно обрабатывающая промышленность с ее потребностью в рабочей силе стала драйвером социальных изменений в обществах развивающихся стран.

Ситуацию изменила четвертая промышленная революция. Наиболее четко ее представил и описал Клаус Шваб,

⁶ Сорокин П. А. Человек. Цивилизация. Общество. Общ. ред., сост. и предисловие А. Ю. Согомонов. Пер. с англ. М.: Политиздат, 1992. С. 314.

основатель и президент Всемирного экономического форума в Женеве. В качестве ее основных черт выделяют Интернет, робототехнику, искусственный интеллект и обучающиеся устройства⁷. Четвертая промышленная революция отличается от предшествующих тем, что она резко снижает потребность в рабочих местах во всех отраслях.

В настоящее время происходит процесс, отличающийся от тех, что наблюдались в прошлые фазы промышленных революций. Происходит не столько расширение возможностей человечества, сколько замена способов получения тех благ, которые люди научились производить раньше. К совсем новым, не встречавшимся ранее явлениям в технологиях относятся антропоморфные роботы и основанные на достижениях мехатроники роботы, подражающие движению животных. Это направление технического развития пока в небольшой степени воздействует на производство. Если в первую промышленную революцию появилась возможность иметь крупные источники энергии в виде паровых машин, которые заменили менее способные к концентрации природные источники энергии, в результате второй промышленной революции появилось электричество, породившее массу технологий и благ, то четвертая промышленная революция чаще создает новые технологии получения уже известных человечеству благ и продуктов. В этом смысле можно говорить о завершении периода развития, начатого первой промышленной революцией. Четвертая промышленная революция в этом аспекте отличается от предшествующих.

1.2. Технологические уклады

Помимо концепции промышленных революций существует другая периодизация технического прогресса и его влияния на экономику. Это разработанная академиком С. Ю. Глазьевым система технологических укладов. Тех-

⁷ Шваб К. Четвертая промышленная революция. Изд-во «Э», М.: 2017. С. 15–16.

нологический уклад – это совокупность технологически сопряженных производств от добычи природных ресурсов и профессиональной подготовки кадров до непроизводственного потребления. Указывая на преимущества этого подхода перед традиционным отраслевым, академик Д. С. Львов писал: «В отличие от технологической неоднородности производственных процессов на предприятиях, объединяемых в рамках отрасли, межотраслевые технологические цепи сопряженных производств имеют единый технический уровень. Межотраслевые связи между сопряженными технологическими процессами определяются сложившейся специализацией и кооперацией и приобретают обычно чрезвычайно устойчивый характер. Эта устойчивость обусловлена естественными свойствами сопряженных экономических процессов, важнейшими из которых являются общий технический уровень и требования качественного соответствия средств производства: оборудования, сырья, материалов, энергоносителей, услуг транспорта и связи, квалификации рабочей силы и др. Важнейшее условие устойчивого воспроизводства комплекса сопряженных производств – соответствие качества выпускаемой им продукции конечным потребностям»⁸.

Такой подход, делающий акцент на межотраслевые связи и технологические цепочки, отвечает реалиям третьей и особенно четвертой промышленных революций, когда именно межотраслевые технологические взаимодействия наиболее полно отражают происходящие технологические изменения.

С. Ю. Глазьев выделяет пять технологических укладов, начиная с промышленной революции XVIII в. до первой половины XXI в., и описывает все технологические уклады по единой схеме (см. табл. 1.2.1). В таблице опущены первые два технологических уклада, как представляющие чисто исторический интерес, а описанные ниже уклады вполне актуальны для большинства современных экономик.

⁸ Львов Д. С. Экономика развития. М.: Экзамен, 2002. С. 400.

Таблица 1.2.1

Третий, четвертый и пятый технологические уклады

Характеристики	Третий уклад	Четвертый уклад	Пятый уклад
Период доминирования	1880–1930 гг.	1930–1980 гг.	От 1980–1990 гг. до 2030–2040 гг.
Технологические лидеры	Германия, США, Великобритания, Франция, Бельгия, Швейцария, Нидерланды	США, страны Западной Европы, СССР, Канада, Австралия, Япония, Швеция, Швейцария	Япония, США, ЕС, Швеция
Развитые страны	Россия, Италия, Дания, Австро-Венгрия, Канада, Япония, Испания, Швеция	СССР, Бразилия, Мексика, Китай, Тайвань, Индия	Бразилия, Мексика, Аргентина, Венесуэла, Китай, Индия, Индонезия, Турция, Восточная Европа, Канада, Австралия, Тайвань, Корея, Россия и СНГ
Ядро технологического уклада	Электротехническое, тяжелое машиностроение, производство и прокат стали, линии электропередач, неорганическая химия	Автомобиле-, тракторостроение, цветная металлургия, производство товаров длительного пользования, синтетические материалы, органическая химия, производство и переработка нефти	Электронная пр-ть, вычислительная, оптоволоконная техника, программное обеспечение, телекоммуникации, роботостроение, производство и переработка газа, информационные услуги
Ключевой фактор	Электродвигатель, сталь	Двигатель внутреннего сгорания, нефтехимия	Микроэлектронные компоненты

**Производительные силы и технический прогресс:
промышленные революции и факторы производства**

Продолжение таблицы 1.2.1

Формирующее ядро нового уклада	Автомобилестроение, органическая химия, производство и переработка нефти, цветная металлургия, автодорожное строительство	Радары, строительство трубопроводов, авиационная пр-сть, производство и переработка газа	Биотехнологии, космическая техника, тонкая химия
Преимущества данного технологического уклада по сравнению с предыдущими	Повышение гибкости производства на основе использования электродвигателя, стандартизация производства, урбанизация	Массовое и серийное производство	Индивидуализация производства и потребления, повышение гибкости производства, преодоление экологических ограничений по энерго- и материало потреблению на основе АСУ, деурбанизация на основе телекоммуникационных технологий
Режимы экономического регулирования в странах-лидерах	Расширение институтов государственного регулирования. Государственная собственность на естественные монополии, основные виды инфраструктуры, в том числе социальной	Развитие государственных институтов социального обеспечения, военно-промышленный комплекс. Кейнсианское государственное регулирование экономики	Государственное регулирование стратегических видов информационной и коммуникационной инфраструктур, изменения в регулировании финансовых институтов и рынков капитала при снижении роли государства в экономике. Упадок профсоюзного движения. Возможное появление партисипативного централизованного государства

Окончание таблицы 1.2.1

Международные режимы экономического регулирования	Империализм и колонизация. Коноц Британского господства	Биполярный мир с экономическим и военным доминированием США и СССР	Полицентричность мировой экономической системы. Региональные блоки. Становление институтов глобального регулирования экономической активности
Основные экономические институты	Слияние фирм, концентрация производства в картелях и трестах. Господство монополий и олигополий. Концентрация финансового капитала в банковской системе. Отделение управления от собственности	Транснациональная корпорация, олигополии на мировом рынке. Вертикальная интеграция и концентрация производства. Дивизиональный иерархический контроль и доминирование техноструктуры в организациях	Международная интеграция мелких и средних фирм на основе информационных технологий. Интеграция производства и сбыта. Поставки «как раз вовремя»
Организация инновационной активности в странах-лидерах	Создание внутрифирменных научно-исследовательских отделов. Использование ученых и инженеров с университетским образованием в производстве. Национальные институты и лаборатории. Всеобщее начальное образование	Специализированные научно-исследовательские отделы в большинстве фирм. Гос. субсидирование военных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Вовлечение государства в сферу гражданских НИОКР. Развитие среднего, высшего и профессионального образования. Передача технологий посредством лицензий и инвестиций транснациональными корпорациями	Горизонтальная интеграция НИОКР, проектирования производства и обучения. Вычислительные сети и совместные исследования. Государственная поддержка новых технологий и университетско-промышленное сотрудничество. Новые режимы собственности для программного продукта и биотехнологий

Ист.: Глазьев С. Ю. Геноцид. М.: ТЕРРА, 1998. С. 214–217.

Представленные в табл. 1.2.1 уклады не совпадают с делением на фазы промышленной революции, но описывают один и тот же процесс – научно-технический прогресс и его влияние на экономику. Представленные в табл. 1.2.1 оценки перспективных отраслей, технологий и стран-лидеров были даны С. Ю. Глазьевым более 20 лет назад, так что по ним можно оценить возможности предсказания перспектив научно-технического развития. Очевидно, что основные тренды были выявлены, хотя наиболее успешными отраслями и странами-лидерами оказались не те, что указаны в табл. 1.2.1. Двадцать лет назад успех робототехники и искусственного интеллекта и скачок в развитии экономики КНР были далеко не очевидны. В чем концепции технологических укладов и этапов промышленной революции совпадают, так это в оценке значимости изменений технологического развития в первой половине XXI в.

Сроки наступления новых этапов промышленной революции или формирования новых технологических укладов могут меняться под действием процессов, протекающих в экономике. Можно отметить, что проблема автоматизации производства как важнейшая для социально-экономического развития была отмечена экономистами еще в середине XX века. Например, известный американский экономист российского происхождения В. Леонтьев в своей статье 1952 г. «Машины и человек» писал: «С технической точки зрения началась эра автоматического управления»⁹. Далее В. Леонтьев описывает тенденции в производстве, связанные с автоматизацией: «Человек почти перестал выполнять работу по подъему и перемещению грузов; его функции прежде всего состоят в том, чтобы запускать и останавливать оборудование, выполнять операции по его наладке, сборке и ремонту. С внедрением самоуправляющихся машин рамки его прямого участия в процессе производства сузятся еще больше. Прежде всего не будет операций по пуску и

⁹ Леонтьев В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика. Изд-во политической литературы. М.: 1990. С. 185.

остановке, следом исчезнут операции по наладке и сборке. Конечно, аварийные и ремонтные службы еще долгое время не останутся без работы. Необходимость в них даже возрастет, так как высокочувствительное и сложное оборудование для автоматического управления будет требовать квалифицированного ухода. Нам по-прежнему будут требоваться изобретатели и проектировщики, однако, может быть, даже их не понадобится слишком много: главный инженер одной крупной фирмы, выпускающей электронное оборудование, недавно в беседе со мной выразил вполне обоснованную надежду, что в недалеком будущем разработка схем будет осуществляться электронными машинами, что исключит «человеческие» ошибки¹⁰. Таким образом, еще 70 лет назад все основные тенденции в развитии технологий, влияющие на рынок труда, были предсказаны.

Формирование крупных транснациональных компаний и перенос ими производства в развивающиеся страны и формирование модели догоняющего развития на основе экспорта из менее развитых стран с более дешевой рабочей силой в более развитые и богатые привело к тому, что трудосберегающие технологии вынуждены были конкурировать с дешевой рабочей силой в развивающихся странах, и в течение ряда десятилетий они эту конкуренцию проигрывали.

Последствия развития автоматизации производства анализировал и отечественный исследователь Э. А. Араб-Оглы. В частности, он рассмотрел доклад Римскому клубу «Микроэлектроника и общество: на радость и на горе»¹¹, в котором, в частности, говорилось следующее: «Микроэлектронная революция, несомненно, изменит роль труда в человеческой жизни, уменьшив потребность в нем, а в некоторых случаях и полностью его исключив»¹².

¹⁰ Там же, Леонтьев В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика. Изд-во политической литературы. М.: 1990. С. 193.

¹¹ Microelectronics and Society. For Better or for Worse. Oxford, 1982.

¹² Араб-Оглы Э. А. Обозримое будущее. Социальные последствия НТР: год 2000. Мысль, М.: 1986. С.141.

С конца 1980-х годов всеобщее внимание привлекло развитие информационных технологий, которые стали влиять на жизнь широких слоев граждан сначала развитых, а потом и развивающихся стран. Новые технологии развивались в значительной степени как услуги для потребителей, а не как средства производства, что и привело к тому, что роботизация долгое время не была предметом внимания. Например, в книге нобелевского лауреата по экономике М. Спенса «Следующая конвергенция: будущее экономического роста в мире, живущем на разных скоростях», в качестве значимых для будущего технологий рассмотрены только новая энергетика и информационные технологии¹³.

Мобильная связь и Интернет отодвинули в информационном поле робототехнику на второй план, но она развивалась достаточно успешно. Сейчас же результаты этого развития представляются несколько неожиданными, но на самом деле они появились в результате долговременного процесса, который был предсказан рядом экспертов за несколько десятилетий до того, как этот процесс привлек внимание широкой общественности.

Научно-техническое прогнозирование и оценки перспектив различных технологий всегда несли большую степень неопределенности, но в настоящее время несколько факторов вызывают потребность обратиться к анализу технологических изменений в производстве. Во-первых, значительные сдвиги происходят во многих технологиях и производствах одновременно, во-вторых, новые технологии уже сформировались и успешно развиваются. В-третьих, масштаб из воздействия на общество потенциально очень велик и разнообразен.

¹³ Спенс М. Следующая конвергенция: будущее экономического роста в мире, живущем на разных скоростях. Изд-во института Гайдара. М.: 2013.

1.3. Новая система производительных сил: взгляд «большой четвёрки» аудиторско-консалтинговых компаний

«Большой четвёркой» называют четыре крупнейших в мире компании, предоставляющие аудиторские и консалтинговые услуги. К ним относятся PricewaterhouseCoopers (PwC), Deloitte, Ernst & Young (EY), KPMG. Располагая мощным штатом аналитиков, эти компании периодически представляют общественности свой взгляд на крупнейшие проблемы мирового экономического развития. Не стала исключением и дискуссия о новой системе производительных сил. Представители большой четвёрки выступили с обстоятельным изложением своего видения данной системы.

PwC: восемь прорывных технологий

Специалисты компании рассматривают проблемы новой системы производительных сил¹⁴ в контексте пяти глобальных трендов, формирующих вызовы и возможности для бизнеса. Эти тренды: сдвиг в расстановке сил в экономике, демографические изменения, урбанизация, технологический прогресс, дефицит ресурсов и изменение климата. Опрос PwC бизнес-лидеров по всему миру показал, что самым главным глобальным трендом бизнес-сообщество считает технологический прогресс.

Наибольшее влияние на бизнес в рамках технологического прогресса оказывают восемь технологий: технология «блокчейн», беспилотные устройства (дроны), трехмерная печать, виртуальная реальность, дополненная реальность, «интернет вещей», искусственный интеллект, роботы. Именно они создают поток деловых возможностей, реализация которых предопределяет структуру новой системы производительных сил.

¹⁴ Юрий Пуха. Индустриальная революция 4.0. //PwC, октябрь 2017.

Технология «блокчейн» определяется как система распределенных баз данных, использующая алгоритмы для надежного учета транзакций. Основные области применения: идентификация и управление доступом, P2P транзакции¹⁵, управление цепочками поставок, смарт-контракты¹⁶, отслеживаемость информации, регистрация актива/права собственности.

Беспилотные устройства (дроны) – летательные или водные устройства и транспортные средства, пилотируемые дистанционно. Основные области применения: валидация¹⁷ страховых требований, проверка инфраструктуры, доставка грузов, управление стройплощадкой, лесное хозяйство, контроль за состоянием оборудования. *Трехмерная печать* метод послойного создания трехмерных объектов на основании цифровой модели посредством последовательного наложения материала. Основные области применения: здравоохранение и smart медицинские приборы, изготовление инструментов и деталей, создание прототипов, оптимизация цепочки поставок, индивидуализация товаров, удаленное производство.

Виртуальная реальность (VR) – компьютерная симуляция 3-D изображения или полноценной среды в рамках заданного и контролируемого пространства, с которым пользователь может реалистично взаимодействовать. Основные области применения – журналистика погружения, виртуальные рабочие места, производство/разработка продуктов, проектирование и строительство, образование/обучение, сфера развлечений, здравоохранение, мерчандайзинг¹⁸.

¹⁵ P2P-транзакции (от англ. Peer-to-Peer от человека к человеку) это транзакции между двумя лицами без участия третьей стороны.

¹⁶ Смарт-контракт – это самоисполняемый компьютерный код, который записывается в блокчейн – децентрализованную цепочку блоков, хранящуюся на множестве компьютеров. В контракте прописаны все условия сделки, и, если участники их выполняют, они автоматически получают требуемое.

¹⁷ Валидация – подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены.

¹⁸ Мерчандайзинг – маркетинговая деятельность в розничной торговой точке (размещение продукта, разработка и размещение рекламных материалов, которые содержат информацию о продукте в том месте, где приобретатель готов сделать покупку).

Дополненная реальность – добавление информации к окружающему миру (наложение графики / аудиоряда для более подробного ознакомления с задачей или продуктом). Основные области применения: виртуальные экспозиции, образование, путешествия и туризм, игровая индустрия, печать и реклама, розничная торговля, маркетинг.

«Интернет вещей» – сеть объектов (устройств и др.), оснащенных сенсорами, программным обеспечением, сетевым оборудованием и способных собирать и обмениваться данными через Интернет. Основные области применения: отслеживание движения товаров и материалов, мониторинг активов, удаленный сбор данных, самообслуживание, удаленное оказание услуг, получение рыночных данных real-time, гибкие модели ценообразования.

Искусственный интеллект – программные алгоритмы, реализующие задачи визуального восприятия, принятия решений и др. Основные области применения – трейдинговые системы, управление рисками и противодействие мошенничеству real-time, автоматизированные виртуальные помощники, андеррайтинг кредитов¹⁹ и страхование, клиентская служба, анализ данных и передовая аналитика.

Роботы – электромеханические устройства или виртуальные агенты, автономно или согласно инструкции (как правило, компьютерной программе) автоматизирующие, улучшающие или поддерживающие действия человека. Основные области применения – производство, вредное производство, гостиничный бизнес и туризм, сфера услуг, автоматизация предсказуемых операций, управление.

Названные восемь технологий способны привести к коренным изменениям в отраслях или бизнес-моделях компаний. Но, как свидетельствуют данные опроса, не в равной мере. На первом месте находится «интернет вещей» 36% опрошенных считают, что данная технология способна

¹⁹ Андеррайтинг – оценка рисков при принятии решения о предоставлении кредита.

в ближайшие годы радикально изменить отрасль, и 42% полагают, что столь же радикально она способна изменить бизнес-модель. Далее идут искусственный интеллект (соответственно 30% и 22%) и робототехника (11% и 13%).

Аналитики PwC считают, что технология «интернет вещей» значительно изменит облик большинства индустрий, поскольку позволит осуществить переход к новым практикам в разных сферах деятельности:

- в здравоохранении – к системам регулярного удаленного мониторинга показателей здоровья;
- в комплексе «умный дом» – к онлайн-управлению домом и бытовой техникой через смартфон;
- в комплексе «умное здание» – к интеллектуальным системам обеспечения электроэнергией, водой и теплом («по потребности»);
- в комплексе «умный город» – к интеграции и онлайн-координации городских служб, сервисов и инфраструктуры;
- в производстве – к онлайн-управлению техпроцессами, обслуживанию «по потребности»;
- в сельском хозяйстве – к переносу принятия решений от агронома к интеллектуальной системе, онлайн-управлению полями и теплицами;
- в сфере транспорта, логистики – к «умному» управлению подключенным транспортом, роботизированным складам;
- в энергетике – к «умному» управлению спросом и затратами на мониторинг состояния электросетей.

«Интернет вещей» изменит и модели работы компаний. Эти модели станут более гибкими и более похожими на цифровой бизнес за счет регулярного взаимодействия с клиентом посредством предоставления сервисов, интеграции и обработки больших данных и принятия «умных» решений, гибкой структуры и выполнения конечных взаимосвязанных процессов, культуры работы с большими данными.

Deloitte: слияние реального и виртуального миров

В публикациях экспертов Deloitte²⁰ называются четыре основные характеристики Индустрии 4.0. Во-первых, это вертикальные сети умных производственных систем фабрик будущего. Вертикальные сети используют киберфизические производственные системы с тем, чтобы сделать заводы способными быстро реагировать на изменения в спросе или уровнях запасов, а также на сбои. Производство при этом приобретает характер кастомизированного²¹.

Во-вторых, это горизонтальная интеграция посредством нового поколения сетей глобальных цепочек стоимости. Данные сети цепочек создания стоимости оптимизируются в режиме реального времени и дают возможность более гибкого и быстрого реагирования на проблемы и сбои, а также содействуют глобальной оптимизации.

В-третьих, это сквозной инжиниринг по всей цепочке стоимости и на всем протяжении жизненного цикла как продуктов, так и потребителей. Сквозной инжиниринг легко возникает во время проектирования, разработки и производства новых продуктов и услуг. Разработка и производство новых товаров и услуг и производственные системы интегрируются с жизненными циклами продуктов. Это позволяет сформировать новую синергетическую связь между разработкой продукта и производственной системой.

В-четвертых, это ускорение в применении экспоненциальных технологий. Благодаря этому эффекту в производственных процессах возрастают индивидуализированность решений, гибкость и ресурсосбережение. Под экспоненциальными технологиями понимаются такие технологии, которые на самом деле не новые с точки зрения истории их развития, но которые только сегодня приобрели способность к массовому рыночному применению, поскольку их стоимость и размеры соответствующим

²⁰ Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. //Deloitte, 2015.

²¹ Кастомизация – индивидуализация продукции под заказы конкретных потребителей путём внесения конструктивных или дизайнерских изменений (обычно – на конечных стадиях производственного цикла).

щих устройств снизились (пример сенсоры), а вычислительная мощность возросла в очень значительной степени.

Развитие названных четырех характеристик на конкретном предприятии и означает цифровую трансформацию этого предприятия. Эксперты *Deloitte* дают следующее определение четвертой промышленной революции: «слияние реального и виртуального миров на базисе киберфизических производственных систем». Они представляет собой онлайн-сеть социальных машин, которые организованы таким же образом, как и социальные сети людей. Но киберфизическая производственная система не только соединяет машины друг с другом, она создает умную сеть машин, активов, ИКТ систем, умных продуктов и людей на протяжении всей цепочки создания стоимости и всего жизненного цикла продукта.

Важную роль в Индустрии 4.0 играет развитие способов взаимодействия умных инфраструктур, таких как умная мобильность, умные сети электроснабжения, умная логистика и умные дома и здания. Также растет роль связей с деловыми и социальными сетями. Все эти сети и интерфейсы, предлагаемые Индустрией 4.0 в рамках интернета «вещей, услуг, данных и людей» означают, что обрабатывающая промышленность находится на пути к огромным изменениям в будущем.

ЕУ: проблемы внедрения подрывных технологий

В исследовании 2018 г.²² компания сосредоточилась на результатах своего опроса предпринимателей, посвященного их отношению к внедрению подрывных (disruptive) технологий²³.

²² Industry 4.0: engaging with disruption. Enterprise IT trends and investment 2018. // Ernst & Young, 2018.

²³ В современной практике принято различать четыре вида инноваций. К ним относятся постепенная, архитектурная, прорывная и подрывная инновации. Постепенные инновации – это совершенствование существующей технологии и повышение потребительской ценности предложения в рамках существующего рынка. Архитектурные инновации – изменения структуры продукта без существенных изменений его компонентов. Прорывные (break-through) инновации создают новые отрасли и революционные технологии. Подрывные (disruptive) инновации – это нововведения, которые коренным образом меняют рынок: «убирают» лишнее существующие продукты, разрушают прежние цепочки создания стоимости и создают новые.

В частности, речь шла о важных факторах для внедрения таких технологий, стратегических приоритетах, разработке и финансировании, проблемах конфиденциальности, технологической и организационной готовности к выполнению поставленных задач. Также рассматривалась практика применения следующих технологий: когнитивная аналитика и машинное обучение, блокчейн и цифровые решения на основе блокчейна, роботизированная автоматизация процессов. Наконец, анализировалась готовность противостоять киберугрозам.

В отношении важных факторов внедрения подрывных технологий предпочтения респондентов распределились следующим образом: лучший бизнес-кейс – 76%, конфиденциальность и соображения безопасности – 60%, сценарий прецедента в отрасли – 52%, более широкий выбор стандартных программных решений / платформ – 42%, нормативно-правовые аспекты – 40%, наличие простых в настройке решений – 38%, дешевая инфраструктура – 35%, большое число партнеров по осуществлению – 24%, ограниченный рынок доступных решений – 9%.

По приоритетам с точки зрения развития информационных технологий на первом месте стоит стремление компаний «быть более цифровыми». На втором – «быть кибербезопасными», на третьем – «повысить эффективность процессов», на четвертом – «соблюдать нормативные, договорные и правительственные требования», на пятом – «сокращать затраты» и на шестом – «модернизировать ИТ-инфраструктуру».

Стремление компаний «быть более цифровыми» в значительной степени связано с их фокусированием на технологиях, ориентированных на аналитику, автоматизацию процессов и машинное обучение. Более 60% респондентов указали, что это справедливо и в отношении их стратегических инициатив.

Мнение респондентов о текущем положении в области безопасности в связи с подрывными технологиями показывают преобладание позитивных взглядов. Правда, мнение

тех, кто считает названные технологии относительно безопасными, поскольку они имеют надежную архитектуру и соответствуют современным тенденциям в сфере безопасности, составило всего 14%. Тем не менее, более половины (55%) респондентов разделяют более сдержанную формулировку: подрывные технологии безопасны, но нуждаются в проверке в реальных сценариях угроз. Сторонники негативного взгляда в меньшинстве, но это меньшинство весомое. Так, 17% респондентов полагают, что революционные технологии не проверены в реальных сценариях и сравнительно небезопасны. Еще 15% уверены, что киберугрозы, обусловленные подрывными технологиями, еще только предстоит выяснить.

Весьма интересны данные опроса, касающиеся соответствия технологий стратегическим планам организаций. На первом месте по степени такого соответствия (60%) находятся когнитивная аналитика и машинное обучение. На втором (49%) – роботизированная автоматизация процессов. На третьем (37%) – разговорные системы (боты). Четвертое, пятое и шестое место делят (по 28%) технологии виртуальной/дополненной/смешанной реальности, блокчейн и «темная аналитика» (аналитика, основанная на нетрадиционных источниках данных). На седьмом месте (18%) находится 3D-печать, на восьмом (5%) – криптовалюты (биткоин и другие).

Разработка и внедрение новых цифровых технологий требует довольно крупных инвестиций. Насколько компании склонны осуществлять такие инвестиции из бюджета ИТ? Согласно данным опроса, 14% респондентов указали, что в их компании из данного бюджета на эти цели не инвестируется ничего. Наибольшее число отвечавших (43%) сообщили, что инвестируется от 1% до 5%. Еще 22% отметили, что на новые технологии тратится от 6% до 10% бюджета ИТ. Далее 14% респондентов озвучили диапазон доли в бюджете ИТ от 11% до 20%. Наконец, 6% респондентов проинформировали, что в их компаниях доля инвестиций в появляющиеся технологии в бюджете ИТ превышает 20%.

Опрос показал, что респонденты отдают приоритет таким проблемам как:

1. Гибкость в освоении новых технологий.
2. Разрыв в квалификации в поддержании современных технологий.
3. Более высокая стоимость инвестиций в IT-технологии.
4. Существующие технологии устаревают.

Такие приоритеты могут свидетельствовать, что освоение новых технологий требует нестандартных подходов, поскольку, с одной стороны, стоимость инвестиций в них растет, а квалификация кадров для работы с ними отстает; а с другой стороны, существующие технологии устаревают и становятся неконкурентоспособными.

В опрос также входила тема конфиденциальности, учитывались ответы, в которых конфиденциальность входила в тройку важнейших факторов. Распределение по секторам промышленности было следующим: в целом – 61%, финансы (банкинг и финансовые услуги) – 71%, технология (ИТ, связанные с ИТ услуги, СМИ и развлечения, телекоммуникации) – 67%, фармацевтическая промышленность – 62%, производство потребительских товаров (автомобильная промышленность, розничная торговля и обрабатывающая промышленность) – 59%, коммунальные услуги (инфраструктура, недвижимость, горнодобывающая и металлургическая промышленность, энергетика, транспорт и логистика, промышленные продукты) – 48%.

Наконец, задавался вопрос о том, насколько готовы организации к соблюдению законов о защите данных. Он имел четыре варианта ответа, и распределение ответов по этим вариантам таково:

1. «Наша организация определила применимые нормативные требования, привела соответствующую технологию в соответствие с ними, организовала процесс обслуживания и обеспечила безопасность данных, находящихся у нас» – 32%.

2. «Наша организация определила применимые правила и находится в процессе приведения технологической системы в соответствие с нормативными требованиями» – 40%.

3. «Наша организация определила применимые правила, однако организации не хватает достаточного опыта для согласования технологий с нормативными требованиями» – 10%.

4. «Наша организация не обладает видением того, как нормативные требования повлияют на параметры работы технологии» – 15%.

KPMG: страны Востока в инновационной гонке

Опросы и исследования компании²⁴ показывают позитивные перспективы ведущих стран Востока в инновационно-технологическом развитии на ближайшую перспективу. Отмечается, что Китай находится на переднем крае нескольких знаниеёмких и высокотехнологичных отраслей промышленности. В Поднебесной появляется много революционных бизнес-моделей, которые оказывают значительное влияние на традиционные отрасли. Лидерами рынка стали такие китайские компании как Alibaba (электронная коммерция), Tencent (социальная сеть), Didi Chuxing (транспорт) и Lufax (финтех). Прорывные технологии – искусственный интеллект, большие данные, блокчейн, облачные вычисления, интернет вещей и следующее поколение телекоммуникаций – имеют потенциал для широкого применения в стране. В частности, прогресс КНР в сфере искусственного интеллекта особенно значителен и быстро закрывает разрыв с другими технологически продвинутыми странами.

Индия стремится стать инновационным хабом для глобальных бизнесов. В 2016 г. в стране оперировали примерно 950 мультинациональных корпораций, которые создали около 1200 хабов НИОКР. Индия уже утвердилась в роли одной из самых быстрорастущих экосистем стартапов, став третьей по величине такой системой после Соединенного Королевства и Израиля. В 2017 г. число индийских стартапов достигло 5200, при этом их наиболее быстрый рост наблюдается в сферах медтехники, финтеха, e-коммерции и

²⁴ The Changing Landscape of Disruptive Technologies. Tech hubs forging new paths to outpace the competition. //KPMG, 2018.

агрегации. Правительство активно содействует превращению Индии в мирового лидера в стартап экосистемах, запустив «Индийскую миссию стартапов». Данный проект реализуется Департаментом промышленной политики и продвижения, он нацелен на помощь стартапам в вопросах банковского финансирования и предоставление им стимулов и льгот.

В Японии роботизированная автоматизация процессов является двигателем инноваций и выступает средством решения трудовых проблем, уникальных для этой страны. На национальном уровне японские банки столкнулись с фундаментальными изменениями в бизнес-моделях. Как следствие, три крупнейших банка недавно объявили о предстоящем в ближайшие годы сокращении рабочих мест на 32 000 позиции. Исторически банки добились большого успеха, обслуживая организации и население через обширную сеть отделений. Однако отрицательные процентные ставки, электронные деньги, включая виртуальные валюты и платформы для удаленного банкинга на мобильных и иных устройствах, сделали невыгодным сохранение высокооплачиваемого персонала в отделениях. Ожидается, что роботы смогут эффективно заменить значительное количество сотрудников. В целом, как явствует из исследования Министерства экономики, торговли и промышленности, в Японии к 2030 г. – если не будут внедряться роботизированная автоматизация процессов и искусственный интеллект – произойдет сокращение рабочей силы на 5 740 000 человек и падение ВВП на 222 трлн иен (2 трлн долл.).

В Южной Корее высокотехнологические отрасли превосходят по темпам роста остальную экономику, и на них приходится треть южнокорейского экспорта. Корейские компании инвестируют значительные ресурсы в НИОКР, а страна по доле НИОКР в ВВП (4,2% в 2015 г.) является одним из мировых лидеров. Республика Корея лидирует в производстве электронных устройств и компонентов, но ее программная индустрия не так развита. Слишком большой упор на несколько крупных компаний ради наращивания высоко-

технологического экспорта все острее ставит вопрос о диверсификации высокотехнологических отраслей и создании благоприятных условий для развития инновационного малого и среднего бизнеса. Для решения этих проблем создан Президентский комитет по четвертой промышленной революции. Правительство планирует выделить 2 млрд долл. на период до 2022 г. с целью финансирования проектов НИОКР, призванных подготовить страну к Индустрии 4.0.

Сингапур как региональный финансовый хаб сфокусирован на инновациях в области финансовых технологий. Другие прорывные технологии, такие как роботизированная автоматизация процессов, искусственный интеллект и кибербезопасность также не забываются. То, что делает город-государство уникальным в регионе, – это значительная роль правительственного стимулирования и нормативно-правового обеспечения в целях поддержки инноваций. Валютно-финансовое управление Сингапура, например, играет ключевую роль в превращении страны в ведущий финансовый хаб. Управление уделяет особое внимание развитию технологий блокчейна, но это не единственное приоритетное направление. Активно стимулируется также прогресс в регулятивных технологиях (регтех) – от применения искусственного интеллекта для повышения эффективности рабочих процессов до поиска способов мониторинга транзакций в режиме реального времени или близком к нему. Выше-названное Управление намерено в ближайшие годы направить порядка 170 млн долл. для привлечения финансовых институтов к созданию инновационных лабораторий.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

2.1. Производство цифрового оборудования

Компьютерные технологии были разработаны в западных странах. Уже с 1970-х гг., сначала в ограниченных масштабах, там стало развиваться производство компьютеров. В 1980-х гг. появились и стали выпускаться первые персональные компьютеры. Широкое распространение компьютерных технологий началось только с 1990-х гг., этот период часто называют информационно-коммуникационной революцией (ИКР). Именно в период массового распространения компьютерных технологий западные, японские ТНК стали размещать производство цифровых устройств странах с более дешевой, чем в развитых странах, рабочей силой, в первую очередь в развивающихся странах Азии.

Переносу производства цифровых устройств в страны Востока предшествовал процесс «великого перемещения производств» из развитых в развивающиеся страны, как его можно ретроспективно назвать, – он развернулся с конца 1960-х – начала 1970-х гг. и затронул трудоемкие, энергоемкие, материалоемкие производства обрабатывающей промышленности. Процесс перемещения производств резко интенсифицировался после нефтяного шока 1973 г., когда в результате четырехкратного повышения мировых цен на нефть резко возросли издержки. Перенесение производств позволило развитым странам адаптироваться к энергетическому кризису, снизить энергоемкость и материалоемкость продукции и ВВП в целом. Ключевую роль в этом процессе сыграли ТНК, осуществлявшие прямые инвестиции иностранных инвестиции (ПИИ), создававшие в странах Азии свои филиалы.

Среди отраслей, отдельные стадии которых переносились в развивающиеся страны, важное место занимает электронная промышленность. Тогда это было производство того, что в «товарах ИКТ¹» входит в группу «потребительская электроника», – телевизоров, радиоприемников, видеомагнитофонов, звукозаписывающей и звуковоспроизводящей аппаратуры, и кроме того, сетевого оборудования и электронных компонентов (в том числе транзисторов и интегральных схем). Развивался с участием ТНК и другой сектор электронной промышленности – производство бытовой техники. ТНК стали размещать сборочные производства и производство электронных компонентов в Южной Корее, на Тайване, в Гонконге (тогда британской колонии), Сингапуре. В тот период зарплата в этих странах была невысокой, существовал большой разрыв с уровнем зарплаты в развитых странах, в Сингапуре в 1970-х гг. зарплата рабочего электронной промышленности составляла лишь 1/9 от зарплаты американского рабочего той же отрасли, на Тайване и в Южной Корее – от 1/10 до 1/15 зарплаты в США и от 1/5 до 1/7 зарплаты в Японии². Предприятия электронной промышленности размещались также в Малайзии, на Филиппинах, в Таиланде. Уже в 1980-х гг. Малайзия превратилась в «электронную сборочную мастерскую» для американских, японских корпораций. В ней имели филиалы более 100 зарубежных ТНК. К началу 1990-х гг. в Малайзии на фирмы с участием иностранного капитала приходилось 87% вложений в основной капитал в электронной и электротехнической промышленности, в Таиланде – 89%, в Гонконге – 87%, на Филиппинах – 66%. В Южной Корее на иностранные филиалы приходилось 56% от общего объема выпущенной продукции³.

¹ Согласно определению ЮНКТАД в товары ИКТ входят: компьютерное оборудование, телекоммуникационное оборудование, потребительская электроника, электронные компоненты для товаров ИКТ, прочие товары ИКТ.

² La Conférence internationale sur le rôle des transnationales et les stratégies de développement économique (Paris, avril 1979). Cairo, 1980. P. 170; Transnational Enterprises: Their Impact on Third World Societies and Cultures. Boulder (Col.), 1980. P. 119.

³ World Investment Report 1995. UN, N.Y.; Gen., 1995. P. 230.

Но уже тогда ТНК использовали в электронной промышленности, наряду с ПИИ (созданием собственных предприятий), неакционерные формы организации международного производства (НФОМП) – субподряды, контракты о производстве с формально независимыми местными предприятиями, с предоставлением им соответствующей технологии, материалов, сбытовых каналов и со строгим контролем над качеством, если это была продукция с брендами ТНК.

К 1990-м гг. крупными экспортерами потребительской электроники были Сингапур, Южная Корея, Тайвань, Сингапур, Малайзия, Гонконг, но еще не Китай, который включился в процесс перемещения производств только с 1980-х гг., причем основными инвесторами в Китай были Гонконг, Тайвань, Сингапур, а предприятия из Гонконга просто мигрировали через границу в соседнюю провинцию КНР Гуандун.

О результатах процесса перемещения производств можно судить хотя бы по тому, что к 1995 г. на развивающиеся страны Азии⁴ приходилось 47,5% мирового экспорта телевизоров, 64,4% мирового экспорта радиоприемников, 45,1% – звукозаписывающих устройств. Крупными экспортерами телевизоров были Малайзия (9,2% мирового экспорта), Южная Корея (7,9%), Тайвань (7,5%), Сингапур (7,1%), Гонконг (6,2%), радиоприемников – Гонконг (20% мирового экспорта), Малайзия (15,6%), КНР (11,6%), Сингапур (9,3%), звукозаписывающей аппаратуры – Малайзия (13%), Сингапур (10,6%).

Кроме того в 1995 г. на развивающиеся страны Азии приходилось 28,6% экспорта телекоммуникационного оборудования и компонентов для него (правда, в 1995 г. это было совсем не то телекоммуникационное оборудование,

⁴ Автор придерживается определений ЮНКТАД, согласно которым к развитым странам Азии отнесены только Япония и Израиль, а все остальные страны рассматривают как развивающиеся, в том числе имеющие весьма высокий подушевой доход НИС первого эшелона: Сингапур, Южную Корею, Тайвань и Гонконг (специальный автономный район КНР).

что сегодня), 31,4% экспорта компьютерного оборудования («оборудования для автоматической обработки данных») и 33,6% экспорта компонентов для него. В 1995 г. Сингапур и Тайвань занимали важное место в мировом экспорте компьютерного оборудования (14,7% и 6,2%) и компонентов для его производства (8,9 и 7,8% мирового экспорта). На Китай в 1995 г. приходилось только 1,7% мирового экспорта компьютерного оборудования и 3,3% экспорта телекоммуникационного оборудования и компонентов (а в 2015 г. – соответственно 43,1% и 38,2%, т. е. практически 2/5 мирового экспорта цифрового оборудования!)⁵.

Основными производителями и экспортерами цифрового оборудования были в середине 1990-х гг. развитые страны. Однако в 1990-х – 2000-х гг. широкие масштабы приобрел перенос производства цифрового оборудования – компьютеров, а позднее телекоммуникационного оборудования – в страны Восточной и Юго-Восточной Азии. Стратегия ТНК стала меняться. Это можно проследить на примере компании «Эпл». В 1985 г. совет директоров предательски не избрал Стива Джобса, основателя компании, и поставил на его место Джона Скалли, профессионального и «эффективного» топ-менеджера, до этого руководившего компанией «Пепси кола» и применявшего к управлению инновационной компанией те же принципы, что и в компании по производству прохладительных напитков. Доля «Эпл» на рынке упала с 16% в конце 1980-х гг. до 4% к 1997 г. В 1997 г. Джобс вернулся в «Эпл», и с новым этапом его деятельности в «Эпл» связано появление таких кардинально новых устройств как айпод (и айтьюнс, что обозначало новый подход к использованию авторских прав: правообладателям выгоднее, если им будут платить не так много, но будет большое число пользователей-плательщиков, а пользователям лучше получать за относительно небольшую

⁵ Подсч. по: Merchandise trade matrix – product groups, exports in thousands of dollars, annual, 1995-2015. <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=24739> (2.02.2017).

плату качественный продукт), затем айфон (смартфоны) и айпад (планшеты)⁶. При этом стала использоваться и новая модель производства – вместо образцовых цехов, настоящих дворцов в США – ряд этапов изготовления айфонов, айпадов, айпадов и компонентов для них стали передавать на аутсорсинг в страны Восточной Азии. Не случайно преемником Джобса стал Тим Кук, который отвечал в компании именно за закупки по аутсорсингу⁷.

И сегодня значительная часть компонентов и сборка цифрового оборудования американских ТНК производятся по контрактам о закупках не в США, а в основном в странах Восточной и Юго-Восточной Азии.

Революцию совершили такие новаторы, как Джобс. Но сегодня, когда речь идет о крупномасштабном производстве, рассчитанном на основную массу потребителей, основная масса экспорта цифрового оборудования идет из стран Восточной и Юго-Восточной Азии.

⁶ iPod торговая марка серии портативных мультимедийных проигрывателей компании Apple, в качестве носителя данных использующих флеш-память или жесткий диск. Впервые выпущен в 2001 г. В отличие от других mp3-плееров iPod требует для закачивания музыки установить специальную программу – iTunes. iTunes – медиаплеер для организации и воспроизведения музыки и фильмов, разработанный компанией Apple и бесплатно распространявшийся для платформ macOS и Windows. iTunes предоставлял доступ к фирменному онлайн-магазину iTunes Store, позволяя покупать музыку, фильмы, приложения для iOS и книги. iTunes был совместим со всеми существующими моделями iPod, iPhone, iPad и Apple TV. iTunes Store – онлайн-магазин, в котором можно приобрести (а в случае с фильмами ещё и взять напрокат) музыку, кино, приложения для мобильных устройств и электронные книги. iPad – планшет, выпускаемый корпорацией Apple Первая версия планшета была выпущена в 2010 г. iPhone серия смартфонов, разработанных корпорацией Apple. Работают под управлением операционной системы iOS, представляющей собой упрощённую и оптимизированную для функционирования на мобильном устройстве версию macOS. Впервые iPhone был анонсирован Стивом Джобсом на конференции Macworld Expo 9 января 2007 г. См.: <https://ru.wikipedia.org/wiki/IPod>, <https://ru.wikipedia.org/wiki/iTunes>; <https://ru.wikipedia.org/wiki/IPad>; <https://ru.wikipedia.org/wiki/IPhone>.

⁷ Айзексон У. Стив Джобс. М.: Астрель, 2011. https://www.litres.ru/static/or4/view/or.html?baseurl=/download_book/2691335/11295462/

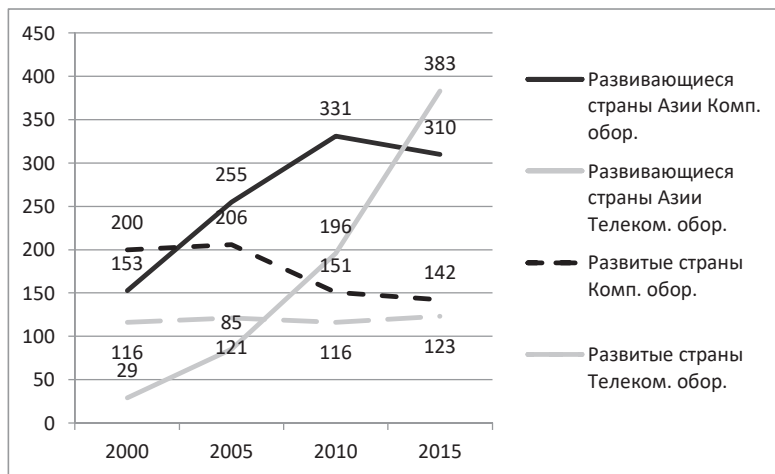


Рисунок 2.1.1. Экспорт компьютерного и телекоммуникационного оборудования из развитых стран и развивающихся стран Азии, 2000–2015 гг.

Составлено по: Bilateral trade flows by ICT goods categories, annual, 2000–2013. Information Economy. URL: <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx>. (10.01.2018).

В 2000 г. развитые страны лидировали в мировом экспорте компьютерного оборудования (55% мирового экспорта) и телекоммуникационного оборудования (74,8%). К 2015 г. доля развитых стран в мировом экспорте компьютерного оборудования понизилась до 30%, в экспорте телекоммуникационного оборудования – до 25%. Это видно и на примере отдельных стран. В 2000–2014 гг. экспорт телекоммуникационного оборудования из Канады сократился с 10,5 млрд долл. до 3,1 млрд долл., компьютерного оборудования – с 5,4 млрд долл. до 2,4 млрд долл. (канадская компания Blackberry, производящая смартфоны, испытывает немалые трудности из-за конкуренции азиатских компаний и американской «Эппл», она выпала из числа лидеров). Экспорт телекоммуникационного оборудования из Франции сократился с 9,7 млрд долл. до 5,6 млрд долл., компьютерного оборудования – с 9,8 млрд долл. до 4,0 млрд долл.

Ирландия с ее несколько более дешевой рабочей силой, чем в соседних развитых странах, на протяжении десятилетий была для них сборочной мастерской, центром офшоринга и аутсорсинга. Но в 2000–2014 гг. экспорт компьютерного оборудования из Ирландии сократился с 17,5 млрд долл. до 4,6 млрд долл., электронных компонентов – с 4,5 млрд долл. до 0,9 млрд долл. Правда, Ирландия является лидером в экспорте компьютерных услуг, она делит первое-второе место с Индией. Резко сократился в 2000–2014 гг. экспорт компьютерного оборудования из Великобритании – с 22,1 млрд долл. до 6,7 млрд долл., телекоммуникационного оборудования – с 14,3 млрд долл. до 7,0 млрд долл., электронных компонентов – с 10,3 млрд долл. до 3,2 млрд долл. Экспорт компьютерного оборудования из Японии сократился с 31,6 млрд долл. до 5,3 млрд долл., потребительской электроники – с 19,1 млрд долл. до 7,1 млрд долл. Правда, в экспорте товаров ИКТ из Японии весьма высокой остается доля электронных компонентов (около 2/3): сборка электроники с японскими брендами осуществляется в странах с дешевой рабочей силой. А японские компании переходят к производству и экспорту роботов, станков с ЧПУ.

У Финляндии, «лицом» которой долгие годы являлась компания по производству мобильных телефонов «Нокиа», экспорт телекоммуникационного оборудования сократился с 8,2 млрд долл. до 0,8 млрд долл. Телефонный бизнес «Нокиа» приобрела американская компания «Майкрософт», которая после этой покупки, как это обычно бывает, оптимизировала предприятие, т. е. существенно сократила персонал, а затем прекратила выпуск телефонов «Нокиа». Компания «Нокиа» возобновляет выпуск телекоммуникационного оборудования по разным схемам, в том числе по контрактам о производстве, только сегодня производят его нередко уже роботы⁸. Однако есть и развитые

⁸ См. подр.: Акимов А. В. Трудосберегающие технологии и общественное развитие в XXI веке // Восток (Oriens). 2015. № 1.

страны, причем с высокой стоимостью рабочей силы, чей экспорт товаров ИКТ в 2000–2014 гг. заметно возрос. Это Нидерланды, у которых экспорт товаров ИКТ повысился с 38,2 млрд долл. до 61,8 млрд долл.; Германия, чей экспорт компьютерного оборудования увеличился с 15,7 млрд долл. до 19,7 млрд долл., телекоммуникационного оборудования — с 11,5 млрд долл. до 12,6 млрд долл.⁹

Экспорт товаров ИКТ из США в 2000–2014 гг. сократился со 156 млрд долл. до 145,2 млрд долл., но не стоит строить иллюзий о падении мощи электронной промышленности страны, хотя сокращение занятости в отрасли было весьма заметным. Нассим Талеб в книге «Черный лебедь» пишет о том, что люди говорят о снижении роли США, но сами используют программное обеспечение «Майкрософт» или «Эппл», смартфоны и планшеты «Эппл» (или созданные по их подобию), поисковую систему «Гугл», процессоры «Интел» и т. д.¹⁰. США перенесли в ряд азиатских и латиноамериканских стран стандартизированные производства товаров массового спроса, сохраняя при этом с их компаниями, даже выкупающими у американских ТНК их предприятия, стратегическое партнерство (пример – сотрудничество китайской «Леново» и американской ИБМ). При этом сами американские компании и научные центры концентрируют свои усилия на инновационных направлениях. А завтра их электронику будут собирать роботы, и потребность в импорте товаров ИКТ из развивающихся стран может свестись к минимуму. Отсюда и требования о решоринге производств в США.

⁹ Bilateral trade flows by ICT goods categories, annual, 2000–2014. Information Economy. <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx=15850> (дата обращения: 2.03.2017).

¹⁰ Талеб Н. Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости. М.: КоЛибри, 2007. <http://e-libra.ru/books/255375-chernyj-lebed.-pod-znakom-nepredskazuемости.html> (дата обращения: 1.02.2015).

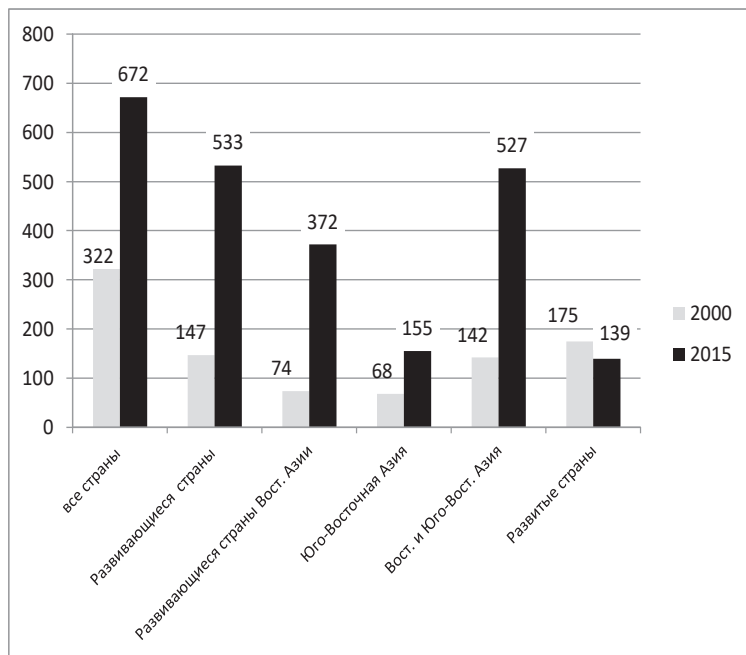


Рисунок 2.1.2. Мировой экспорт электронных компонентов: группы стран, 2000–2015 гг. (млрд долл.)

Составлено по: Bilateral trade flows by ICT goods categories, annual, 2000–2015, <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx=15850> (дата обращения: 12.01.2018).

В 2000–2015 гг. на фоне сокращения доли развитых стран доля развивающихся стран Восточной и Юго-Восточной Азии в мировом экспорте компьютерного оборудования возросла с 41% до 65%, в экспорте телекоммуникационного оборудования – с 18% до 72%. Еще выше доля развивающихся стран Восточной и Юго-Восточной Азии в экспорте электронных компонентов для товаров ИКТ: она возросла в 2000–2015 гг. с 44,3% до 78,5% (подсч. по данным рис. 2.1.2). Именно на страны Восточной и Юго-Восточной Азии приходится основная масса экспорта цифрового оборудования, именно они обеспечивают цифровую трансформацию многих стран. Особенно велика роль КНР.

Таблица 2.1.1.

**Ведущие экспортеры компьютерного
и телекоммуникационного оборудования, 2017 г.
(млрд долл., %)**

Страна	Доля в мировом экспорте			
	2000	2005	2010	2017
Китай	4,5	17,7	27,8	32,2
Евросоюз	29,3	29,3	22,9	19,5
США	15,9	9,8	8,3	7,9
Южная Корея	6,1	6,5	6,0	7,4
Сингапур	7,7	8,0	7,9	6,5
Тайвань	6,0	4,4	5,4	6,5
Мексика	3,5	3,0	3,7	3,6
Малайзия	5,4	4,7	4,2	3,6
Вьетнам	0,1	0,1	0,4	3,6
Все вышеперечисленные	78,9	83,7	86,7	90,8
Все страны мира	100	100	100	100

Источник: World Trade Statistical Review 2018. WTO, Geneva, 2018. P. 141.

По данным ВТО, в 2017 г. мировой экспорт компьютерного и телекоммуникационного оборудования достиг 1841 млрд долл. Всего на 10 субъектов мировой экономики приходился 91% мирового экспорта (1672 млрд долл.). Ведущим экспортером компьютерного и телекоммуникационного оборудования в 2017 г. был Китай: его доля в этом экспорте неуклонно увеличивалась: с 4,5% в 2000 г. до 17,7% в 2005 г., 27,8% в 2010 г. и 32,2% в 2017 г. В число ведущих экспортеров стремительно «ворвался» Вьетнам, доля которого повысилась с 0,1% мирового экспорта в 2005 г. до 0,4% в 2010 г. и 3,6% в 2017 г. (см. табл. 2.1.1).

Доля развитых стран заметно сократилась (хотя по данным ЮНКТАД это сокращение более значительно). В 2000–2017 гг. доля США в экспорте компьютерного и телекомму-

никационного оборудования сократилась с 15,9% до 7,9%, доля 28 стран Евросоюза вместе взятых – с 29,3 до 19,5%, даже несмотря на рост экспорта из восточноевропейских стран. Япония в 2017 г. вообще не вошла в список десяти ведущих экспортеров компьютерного и телекоммуникационного оборудования. В 2016 г. она занимала в таком списке 9-е место после Мексики, с экспортом в 61 млрд долл.¹¹

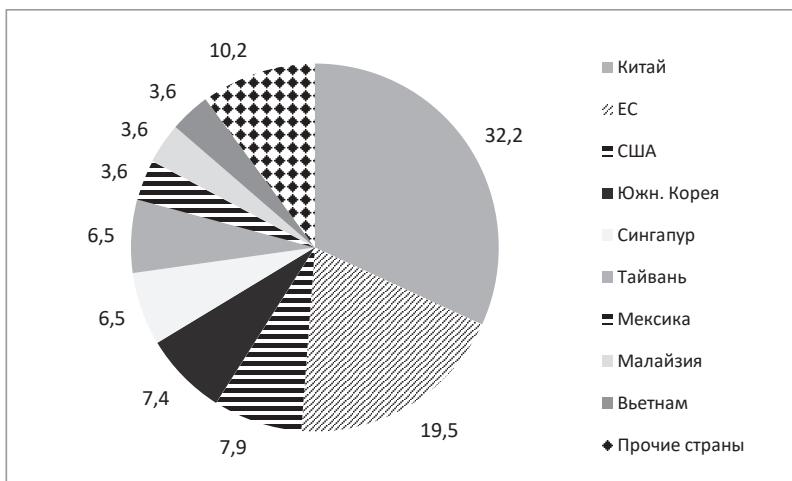


Рисунок 2.1.3. Экспорт компьютерного и телекоммуникационного оборудования, 2017 г. (в % от мирового экспорта)

Составлено по данным табл. 2.1.1

По самым минимальным оценкам, на 6 стран Азии – ведущих экспортеров: Китай, Южную Корею, Сингапур, Тайвань, Малайзию, Вьетнам (они обозначены однотонными участками диаграммы) приходилось в 2017 г. более 60% мирового экспорта компьютерного и телекоммуникационного оборудования. Несмотря на некоторые расхождения между данными ВТО, не учитывающими реэкспорт из Гонконга составивший в 2017 г., 280 млрд долл., и данными ЮНКТАД (несколько завышенными, из-за включения дан-

¹¹ World Trade Statistical Review 2017. WTO, Geneva, 2017. P. 118.

ных по Гонконгу), общая картина одна: страны Восточной и Юго-Восточной Азии – ведущие мировые экспортеры цифрового оборудования, которое служит основой для новых производительных сил, для технологий четвертой промышленной революции.

Правда, сегодня круг экспортеров расширяется. В последние годы конкурентами азиатских стран стали страны Восточной Европы – новые члены ЕС. Заметно увеличился экспорт товаров ИКТ из Чехии, Словакии, Польши, Венгрии. Оборудование производят в основном филиалы ТНК. Так, американская компания «Делл» перенесла свое производство компьютеров из Ирландии в польскую Лодзь. Размещают в этих странах свои филиалы и ТНК из стран Востока. Чехия заняла в 2014 г. десятое место среди ведущих мировых экспортеров компьютерного оборудования. Одним из крупнейших экспортеров в стране является тайваньская «Фоксконн» (она же «Хон Хай»), которая осуществляет сборку айфонов на своих филиалах в Китае и имеет крупные фабрики в Чехии.

Часто утверждают, что в странах Востока развиты преимущественно операции по производству компонентов и по сборке товаров ИКТ для зарубежных ТНК, причем при таких операциях доля стоимости, добавленной в стране, невелика. Так, в конце 2000-х гг. в отпускной цене с завода одной из старых моделей айфона (144 долл.), сборка которого осуществлялась на китайских филиалах компании «Фоксконн», добавленная стоимость, созданная в Китае, составляла 14 долл., около 10%. 69% добавленной стоимости приходилось на Японию, 31% – на США и Южную Корею¹². Глобальная цепочка стоимости в электронной промышленности имеет вид смайлика: начало смайлика – высокая добавленная стоимость – приходится на права интеллектуальной собственности на продукт, нижняя часть смайлика, низкая добавленная стоимость, – сборочные операции; вторая верх-

¹² Global Value Chains in a Changing World. Ed. by D. K. Elms and P. Low. WTO, Fung Global Institute and the Temasek Foundation, 2013. P. 86.

няя часть смайлика, высокая добавленная стоимость, – маркетинг, реклама. Отсюда – немалая часть добавленной стоимости цифровых устройств, экспортируемых из стран Азии, приходится не на страны, где производится сборка и производство компонентов, а на страну, владеющую брендом, прежде всего США.

К старту четвертой промышленной революции, в 2011 г. США лидировали по добавленной стоимости в производстве электронного, компьютерного и оптического оборудования, Япония находилась на третьем месте. Однако добавленная стоимость, созданная в развивающихся странах Востока в целом, в электронной промышленности неуклонно увеличивается. В 2011 г. КНР занимала по добавленной стоимости в производстве электронного, компьютерного и оптического оборудования второе место после США, Южная Корея – четвертое место (после Японии), Тайвань – шестое место (после Германии), десятку ведущих производителей замыкал Сингапур.

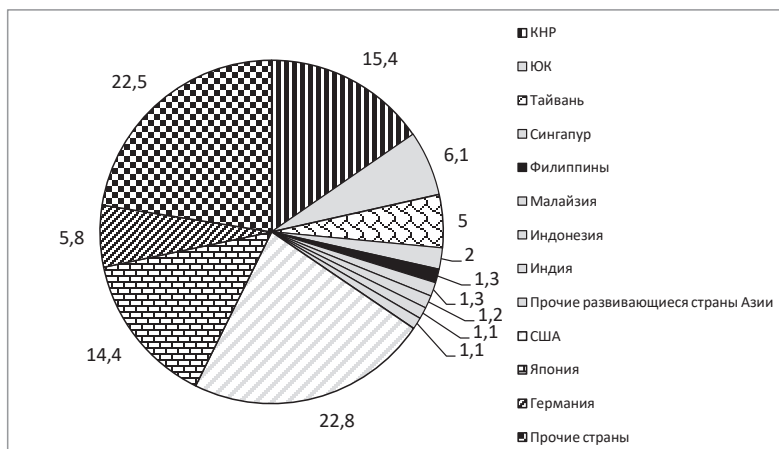


Рисунок 2.1.4. Добавленная стоимость в производстве компьютерного, электронного и оптического оборудования, 2011 г. (% от общемирового уровня).

Составлено по: Trade in Value Added (TiVA) – October 2015. http://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=TIVA2015_C1 (дата обращения: 14.01.2018).

Центрами производства товаров ИКТ, лидерами в их экспорте стали страны Азии, и прежде всего Китай. Из мировой добавленной стоимости в производстве компьютерного, электронного, оптического оборудования, достигшей в 2011 г. 962 млрд долл., 22,8% приходилось на США, 15,4% – на КНР, 14,4% – на Японию, 6,1% – на Германию, 5% – на Тайвань. Доля развивающихся стран Азии в мировой добавленной стоимости составляла 34,5%. Если же использовать чисто географический принцип классификации стран, то вместе с Японией и Израилем доля стран Востока достигла 49,7% (см. рис. 2.1.4).

Более поздние данные ЮНКТАД дают несколько другую картину – доля Китая заметно выше и намного превышает долю США. По оценкам ЮНКТАД, в 2014 г. добавленная стоимость в производстве компьютерного, электронного оптического оборудования в мире составила 1725 млрд долл., в том числе в 10 субъектах мировой экономики – 1054 млрд долл., из них в КНР – 558 млрд долл., в США – 267 млрд долл., в Евросоюзе – 135 млрд долл., в Южной Корее – 107 млрд долл., в Японии – 21 млрд долл., на Тайване – 17 млрд долл., в Малайзии – 17 млрд долл., в Сингапуре – 16 млрд долл. Доля 5 развивающихся стран Азии составила 41,5%, в том числе Китая – 32,3%. Доля США – 15,5%, Евросоюза – 7,8%, Японии – 1,2%¹³.

В экспорте электроники из стран Востока действительно достаточно велика доля импортированной добавленной стоимости. Правда, у одних стран эта доля повышается, например, во Вьетнаме, который расширяет сборочные производства. У других – снижается, причем по разным причинам. В Китае расширяется производство местных компонентов, выпускается все больше продукции китайских брендов. Республика Корея, Тайвань, Сингапур – сегодня страны с недешевой рабочей силой – отказываются от сборочных производств и специализируются на производстве электронных компонентов.

¹³ Information Economy Report 2017. UNCTAD. N.Y. – Geneva, 2017. P. 24.

Значительная часть электронных компонентов поступает в страны Востока в настоящее время не из США и Японии (основных экспортеров компонентов среди развитых стран), а из стран собственного региона. Детальный анализ, произведенный автором, показал, что у шести ведущих экспортеров товаров ИКТ среди стран и территорий Восточной и Юго-Восточной Азии: Китая, Гонконга (КНР), Сингапура, Южной Кореи, Тайваня Малайзии, в 2000–2013 гг. доля взаимного экспорта в экспорте электронных компонентов возросла с 51,1% (что уже было высоким уровнем) до 78%¹⁴. Можно утверждать, что в Восточной и Юго-Восточной Азии сложилось внутрирегиональное разделение труда, не ограничивающееся рамками региональных интеграционных группировок на межгосударственном уровне. Страны специализируются на производстве определенных компонентов и обмениваются ими, есть и страны, специализация которых – сборочные операции.

Сегодня в странах Азии в сфере ИКТ производится не только продукция с известными брендами западных, японских компаний. Появились популярные бренды – южнокорейские Samsung Electronics, LG Electronics, китайские «Леново», «Хуавей», «Сяоми», тайваньские Acer, Asus. Важно то, что к настоящему времени в странах Востока сформировались свои крупные ТНК по производству цифрового оборудования. Они занимают важное место на мировых рынках компьютерного, телекоммуникационного оборудования. В последние годы мы можем говорить о головокружительном взлете показателей китайских компаний.

В 2018 г. на мировом рынке персональных компьютеров на первом месте находилась американская Hewlett Packard (HP) с долей рынка в 23,2% (59 986 тыс. шт.), но китайская «Леново» отставала от нее совсем ненамного (23,2%; 59 857 тыс. шт.). Третье место занимала американская Dell (17,1%), четвер-

¹⁴ Цветкова Н.Н. Информационно-коммуникационные технологии в странах Востока: производство товаров ИКТ и ИТ-услуг. М.: ИВ РАН; Издатель Воробьев А.В., 2016. С. 58-72.

тое – Apple (7,1%), пятое и шестое – тайваньские Acer и Asus. На пять лидеров приходилось 77,3% продаж, на шесть – 83% продаж¹⁵. Среди шести лидеров рынка – три американские компании, одна китайская и две тайваньские компании.

Более того, когда речь идет о продукции с брендами американских фирм, то основная масса компонентов производится и сборка готовых изделий осуществляется в странах Востока. Одни компании разместили там свои фабрики, например, Dell в городах Сямынь в Китае, Хайдарабад в Индии. Другие американские производители компьютеров имеют контракты о производстве в странах Азии. Субподрядчиками «Хьюлетт Паккард» являются тайваньские компании «Фоксконн», «Кванта», «Компал», «Вистрон», «Инвентек», сингапурская «Флекстроникс» (ныне «Флекс»), гонконгская ТПВ, причем производство осуществляется преимущественно в Китае. Почти те же субподрядчики, кроме «Инвентек», работают и на компанию «Делл». По контрактам о производстве с «Эппл», наряду с ее самым известным субподрядчиком «Хон Хай» («Фоксконн»), работают тайваньские компании «Пегатрон» («Асус»), «Кванта», «Инвентек», американская «Джабил», а также «Самсунг электроникс».

На мировом рынке сетевого оборудования 5G, 5-го поколения, ведущие позиции занимают американская Cisco, китайская Huawei, финская Nokia (недавно поглотившая Alcatel Lucent), шведская Ericsson.

Усиливаются позиции ТНК из стран Востока на рынке мобильной телефонии. В 2018 г. в мире было продано 1405 млн шт. смартфонов, в 2017 г. – 1465,5 млн шт., объем продаж сократился на 4%, поскольку уровень насыщения рынка достаточно высок. Отнюдь не все потребители стремятся обновлять смартфоны каждый год. Лидером по продажам была «Самсунг» (20,8%, 317 млн шт.), но по сравнению с 2017 г. ее продажи сократились на 8%. На втором месте находилась «Эппл» (14,9%, 208,8 млн шт., в 2017 г. было

¹⁵ <https://venturebeat.com/2019/01/10/gartner-and-idc-hp-and-lenovo-shipped-the-most-pcs-in-2018-but-total-numbers-fell/> (дата обращения 10.10.2019).

215,8 млн шт., сокращение на 3,2%). На третье место вышла компания «Хуавей» (14,7%, 206 млн шт., рост на 36% по сравнению с 2017 г., с 154 млн шт.), на четвертом и пятом местах находились китайские «Сяоми» (8,7%) и OPPO (8,1%)¹⁶. В первую десятку экспортеров смартфонов входили также китайские Vivo, Lenovo (Motorola), южнокорейская LG, финская Nokia (HMD), китайская Тесла¹⁷.

Ситуация на рынке смартфонов, где у «Эпл» продажи сократились, а у «Хуавей» – возросли на 1/3, может служить одним из объяснений американских санкций против компании «Хуавей». Это – наряду с декларируемыми соображениями информационной безопасности, стремление защититься от набирающего силу конкурента. Кстати «Хуавей» обвиняют в том, что она тесно связана с государством, работает на него. Имеет ли она тесные связи с государством или нет, это вопрос, но по истории своего создания, по структуре своего акционерного капитала она с ним не связана. Эта крупнейшая компания была создана без участия государства и государственных структур (бюджетных учреждений) в отличие от других китайских компаний, таких как ZTE и «Леново». Хуавей является не публичным акционерным обществом (ПАО), а закрытым акционерным обществом (ЗАО), поэтому она не входила раньше в рейтинг «Форбс». Но в рейтинг «Форчун» она вошла. Основатель компании Жэнь Чжэнфэй владеет только 1,44% акционерного капитала компании, остальной капитал находится у других акционеров – около 80 000 сотрудников компании в Китае (общая численность персонала по всему миру – порядка 180 000 человек)¹⁸. Правда, создав-

¹⁶ IDC: Smartphone shipments declined 4.9% in Q4 2018, Apple regains second from Huawei. Kyle Wiggers January 30, 2019. <https://venturebeat.com/2019/01/30/idc-global-smartphone-shipments-declined-4-9-percent-in-q4-2018/> (дата обращения: 30.09.2019).

¹⁷ <https://nokiamob.net/2018/08/01/q2-2018-nokia-no-3-in-feature-phones-and-no-9-in-smartphones-globally/> (дата обращения: 10.06.2019).

¹⁸ Тянь Тао, Д. де Кремер, У Чуньбо. Huawei: лидерство, корпоративная культура, открытость. М.: Олимп-Бизнес, 2018.

ший в 1987 г. в Шэньчжэне Хуавей Жэнь Чжэнфэй – в прошлом военный инженер, но мало ли отставных военных и чиновников в руководстве американских технологических компаний?

Если «Эппл», «Делл» и другие американские ТНК выпускают под своими брендами высококлассную, но весьма дорогую продукцию, ориентируясь на имущие слои в странах Запада и в других странах (распространение айпадов и айфонов в Китае, где средний класс стремительно увеличивается, весьма велико), то ТНК из стран Востока имеют достаточно широкую линейку продуктов, в том числе рассчитанных на массового потребителя, с невысоким уровнем доходов, а таких много не только в странах Африки и Азии, но и в самих странах Запада, в России. И этот рынок дает весьма большую выручку.

Если торговая война между США и КНР, с вовлечением в нее «Хуавей», с одной стороны, и «Эппл» – с другой пойдет далеко, то можно будет наблюдать разрыв: американские компании на территории США или в «нейтральных» странах (а таких немало: хотя бы страны Восточной Европы) будут производить продукцию класса люкс, престижного потребления – «товары Торстена Веблена», предназначенные для покупателей с достаточно высокими доходами и на Западе, и в других странах, а китайские компании Китае и в других странах (сегодня это уже и страны Африки, например, Эфиопия) – будут выпускать и продукцию ориентированную на престижное потребление, и прежде всего продукцию для массового рынка потребителей с ограниченным бюджетом. Этот рынок расширяется на фоне усиления неравномерности в распределении доходов и размывания среднего класса во многих странах.

Если в ответ на санкции против «Хуавей» китайцы «выдают» «Эппл» не только со своего внутреннего рынка, но и, что еще более критично, с производственных площадок, компания будет вынуждена вернуть производство в США. Однако создание рабочих мест – цель, которую провозгла-

шают популисты-демагоги, будет минимальным, т. к. речь будет идти об автоматизированном производстве. Кстати, автоматизированное производство развивается и в Китае, и участие в этом процессе принимает та же «Фоксконн», которая и использует автоматизацию, и сама является одним из ведущих производителей роботов в КНР.

В производстве цифрового оборудования в странах Азии действуют компании различного типа и масштаба. Экосистему электронной промышленности можно представить на примере китайского центра электроники – Шэньчжэня.

В Шэньчжэне представлены различные сегменты электронной промышленности. Это филиалы западных ТНК – например, «Хьюлетт-Паккард»; ТНК из стран Востока, выпускающие продукцию под своими брендами, – «Самсунг электроникс»; ТНК из стран Востока, работающие по контрактам о производстве. Наибольшую известность получило в Шэньчжэне производство айфонов и айпадов по контракту с американской «Эппл» на предприятиях тайваньской «Хон Хай» («Фоксконн») в промышленном парке Лунхуа, где было занято до 800 тыс. человек (сейчас число занятых сократилось). Правда, известным оно стало скорее по антирекламе – в газете «Нью-Йорк Таймс» писали о массовых самоубийствах на фабриках «Хон Хай», о длинном рабочем дне, низких зарплатах, больших штрафах, плохих условиях проживания в общежитиях.

Наряду с иностранными ТНК в производстве электроники в Шэньчжэне действуют и крупнейшие китайские электронные корпорации. В их числе государственные корпорации – TCL, или корпорации, созданные с участием государственных структур – ZTE. Промышленный парк TCL – одно из крупнейших в мире предприятий по производству телевизоров. В 2004 г. TCL приобрела компанию Thompson, а той принадлежала RCA, первая в США компания по производству телевизоров. Работают в Шэньчжэне и крупные частные китайские компании, например, «Хуавей». В Шэнь-

чжэне много электронных предприятий среднего и малого бизнеса. Так, маленькая фабрика Shenzhen Yuwei Information and Technology Development Co., Ltd, на которой занято около 200 человек, выпускает GPS устройства. Зарплата на фабрике Yuwei составляла в 2015 г. 2000 юаней (320 долл.)¹⁹, т. е. существенно ниже, чем на крупных предприятиях.

Шэньчжэнь стал и центром создания стартапов электронной промышленности или развития стартапов, созданных в развитых странах. Некоторые из стартапов, действующих в Шэньчжэне, добились успеха, например, интересный стартап Petcube (дающий возможность следить за домашним питомцем дистанционно и разговаривать с ним). Китай – один из мировых лидеров по числу «единорогов», стартапов, чей оборот превысил 1 млрд долл.

Итак, страны Востока являются ведущими экспортерами цифрового оборудования, рассчитанного на массовый спрос, они производят значительную часть добавленной стоимости в отрасли. На сегодняшний день в странах Востока (причем в последние годы – прежде всего в Китае) сформировались свои собственные крупные компании, способные обеспечить цифровую трансформацию, продвижение по пути четвертой промышленной революции.

Для использования технологий четвертой промышленной революции, для развития цифровой экономики страна необязательно должна сама производить цифровое оборудование, его можно импортировать, причем основные источники импорта – это достаточно узкая группа стран и корпораций. Так поступает большинство стран. Основные поставщики цифрового оборудования на мировой рынок страны Востока. В последние годы на рынок выходят новые экспортеры цифрового оборудования – Вьетнам (один из основных поставщиков компьютеров в РФ!), даже Камбоджа. Китайские, южнокорейские компании в послед-

¹⁹ The Changing Face of Shenzhen, the World's Gadget Factory. Written by Tim Maughan. August 19, 2015. <http://motherboard.vice.com/read/beyond-foxconn-inside-shenzhen-the-worlds-gadget-factory> (дата обращения: 1.10.2016).

ние годы переносят трудоемкие производства, в некоторые африканские страны, например, в Эфиопию, где «Самсунг» осуществляет производство мобильных телефонов по контракту с местной фирмой.

Правда, технологии четвертой промышленной революции несут в себе радикальные перемены. Автоматизированное производство не нуждается в офшоринге и аутсорсинге, в производстве по контрактам, оно может быть размещено в одной стране, стране происхождения родительской компании. Именно в контексте развития новых технологий, с одной стороны, и популистских обещаний вернуть рабочие места на фоне обострения социальных противоречий, с другой, и следует воспринимать тенденции к рещорингу, усилению протекционизма, вплоть до торговых войн (зависимость от аутсорсинга в странах с дешевой рабочей силой перестала быть критичной). Однако роботизированное производство и выпуск роботов развивают и страны Востока, и не только Республика Корея, Тайвань, но и Китай.

Итак, к началу третьей промышленной революции (1970–2010 гг.) развивающиеся страны Азии занимали довольно скромные позиции в МРТ как производители промышленной продукции в целом. Однако они сумели найти свою нишу в третьей, цифровой, революции и успешно встроиться в международное разделение труда как производители товаров ИКТ. Сегодня, к началу четвертой промышленной революции страны Востока и их ТНК занимают важные стартовые позиции как лидеры в производстве цифрового оборудования и имеют все шансы и твердые намерения ими воспользоваться. У них сложилась прочная промышленная база, и имеются определенные заделы в развитии НИОКР, позволяющие им развивать технологии четвертой промышленной революции.

2.2. Станки с ЧПУ

Претворение в жизнь концепции автоматизации промышленного производства, наиболее эффективным воплощением которой являются производственные системы с ЧПУ, имеет долгую историю. Она берет свое начало с момента изобретения и последующего внедрения в производство новых для своего времени технологий, перевернувших привычную парадигму производства. Так, в 1725 году французский текстильщик Базиль Бушон изобрел способ управления ткацкими станками, используя данные, закодированные на бумажных лентах через ряд перфорированных отверстий. Этот метод был новаторским, но, в то же время, весьма ненадежным и требовал участия оператора. В 1805 году Жозеф Мари Жаккард усовершенствовал эту идею, последовательно связав перфорированные карточки и тем самым автоматизировав процесс.

Эти и другие изобретения сигнализировали об окончании кустарной промышленности в ткацком деле и не могли не встретить сопротивления у ткачей того времени, которые боялись, что автоматизация лишит их работы и, следовательно, средств к существованию. Станки, запущенные в производство, неоднократно сжигали, однако начинающуюся автоматизацию производства было не остановить. Промышленность признала преимущества станка, и к 1812 году во Франции насчитывалось 11 000 жаккардовых станков²⁰.

Перфокарты развивались в течение второй половины 1800-х годов и нашли широкое применение в различных сферах, от телеграфии до самоиграющих пианино. Если на раннем этапе перфокарты использовались в механическом управлении работой оборудования, то к концу XIX века американский изобретатель Герман Холлерит построил электромеханический табулятор перфокарт, сделав очередной прорыв

²⁰ Жаккардовый станок – механизм ткацкого станка для выработки крупноузорчатых жаккардовых тканей (декоративные ткани, ковры, скатерти и т. п.)

в технологии производства. Его система была запатентована в 1889 году и внедрена с целью ускорить обработку результатов переписи населения. Во второй половине XX века перфокарты впервые использовались для ввода и хранения данных на компьютерах и станках с числовым программным управлением.

Нужно сказать, что появление станков с ЧПУ было обусловлено и рядом других изобретений. Другим технологическим новшеством – предвестником появления станков ЧПУ был сервомеханизм – автоматическое устройство, которое использует чувствительную к ошибкам обратную связь для коррекции производительности машины или механизма. В некоторых случаях сервопривод позволяет управлять большими объемами мощности устройством с гораздо меньшей мощностью. Сервоприводы обычно используются для управления такими переменными, как положение и скорость, и чаще всего они электрические, пневматические или гидравлические.

Первый электрический сервомеханизм был создан в Англии в 1896 г. К 1940 году ввиду повышенного внимания Департамента электротехники правительства США к этому вопросу в Массачусетском технологическом университете была создана специальная Лаборатория сервомеханизмов. Сервомеханизм стал важным элементом станков с ЧПУ, служащим для достижения требуемых допусков процесса автоматической обработки. Числовой контроль ознаменовал начало второй промышленной революции и наступление эпохи, когда управление машинами и производственными процессами переходит от неточного проекта к точному алгоритму.

Появление и эволюция станков с ЧПУ позволили говорить о существовании преимуществ и недостатков их использования²¹:

²¹ Область применения станков с ЧПУ. https://studbooks.net/1670440/tovarovedenie/oblast_primneniya_stankov_sistemy_upravleniya_stankami_sistemy_koordinat_stankah_trebovaniya_predyavlyaemye (дата обращения: 3.06.2019)

Таблица 2.2.1.

**Применение станков с ЧПУ.
Преимущества и недостатки**

Преимущества	Недостатки
повышение производительности труда за счет увеличения концентрации операций на одном станке, сокращения временных затрат на переустановку, транспортировку заготовок	высокая стоимость оборудования
обеспечение высокой точности обработки, т. к. процесс обработки автоматизирован и не зависит от квалификации станочника	затраты на подготовку управляющих программ
гибкость производства за счет быстрой переналадки оборудования	повышение затрат на эксплуатацию и ремонт оборудования
уменьшение потребного количества оборудования	высокая стоимость режущих инструментов
снижение потребности в квалификации станочников	
возможность многостаночной работы	

Источник: составлено автором

Вплоть до 1950-х годов машины с числовым программным управлением работали на данных с перфокарт, в основном сделанных с использованием кропотливого ручного процесса. Постепенно поток поступающих карт с данными эволюционировал в одну «непрерывную карту» или ленту. Первые перфоленты использовались при передаче и хранении телеграмм²². Поворотным моментом в эволюции

²² [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0_\(%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0_(%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8))

ЧПУ стала замена ленты компьютерным управлением, что, в свою очередь, было следствием развития компьютеров, а также с программ автоматизированного проектирования САД (англ., Computer-aided Design) и автоматизированного производства САМ (англ., Computer-aided Manufacturing).

Сегодня ЧПУ – это важная составная часть современного станкостроения. Профессор БГТУ П.П. Серебrenицкий выделяет следующие основные направления развития систем программного управления в мире:

- увеличение производительности вычислений, которая отражается на качестве управления и напрямую влияет на производительность и качество обработки за счет применения все более производительной вычислительной техники и совершенствования алгоритмов управления;
- совершенствование интерфейса пользователя: предоставление все более развитых средств моделирования и визуализации технологического процесса изготовления деталей, контроля за этим процессом;
- совершенствование средств формального описания технологического процесса (составление управляющих программ) при переналадке оборудования, максимальное освобождение человека-оператора от рутинных управляющих операций, обеспечение интеллектуального автоматического контроля за технологическим процессом и состоянием оборудования;
- обеспечение возможностей построения из систем управления иерархических сетей, совершенствование средств и способов подготовки, сортировки и обработки информации, обмениваемой по таким сетям, для предоставления управляющему персоналу максимально оперативной и объективной информации о состоянии производства.

Автоматизации производства и появление все более точных и гибких интегрированных производственных систем главным образом связано с обеспечением актуальных потребностей промышленного производства. Их

взаимосвязь лишней раз подтверждает концепцию технологических укладов, в конце 1980-х гг. предложенную С. Ю. Глазьевым, – совокупность сопряжённых производств, имеющих единый технический уровень и развивающихся синхронно.

В своей статье генеральный директор ОАО «Краснодарский завод тяжелого станкостроения» Акимочкин А. А. и доцент кафедры менеджмента ИСГТ ТПУ Рыжакина Т. Г. предлагают наглядную таблицу, отражающую эволюцию технологических укладов в станкостроении²³.

Таблица 2.2.2.

Эволюция технологических укладов в станкостроении²⁴

Технологическая генерация	Период	Станок	При-способ-ление	Инстру-мент	Измере-ние	Управ-ление
Технологический уклад на базе универсальных станков	до 60-х годов XX века	простые	простейшие	универсальные и специализированные	внешнее	человек
Технологический уклад на базе универсальных и специальных станков, в т.ч. с ЧПУ	60-80 годы XX века	сложные	простые и сложные механические	специализированные и универсальные	внешнее	человек + кинематика
Технологический уклад на базе станков с ЧПУ и обрабатывающих центров	80-90 годы XX века	упрощенные, повышенной точности	специальные, механические	специализированные и специальные	внешнее + активный контроль	человек + выч. техника

²³ Акимочкин А.А., Рыжакина Т.Г. Современные тенденции и перспективы развития станкостроения России. Фундаментальные исследования. 2014. № 9 (часть 1). С. 128-133. <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34656> (дата обращения: 11.03.2019).

²⁴ Там же

Окончание таблицы 2.2.2.

Технологическая генерация	Период	Станок	Пригодность	Инструмент	Измерение	Управление
Технологический уклад на базе обрабатывающих центров	с начала XXI века	простые, высокой точности	специальные и оснащенные ЧПУ	специальные и уникальные	внутреннее + активный контроль	информационная система
Технологический уклад на базе технологических комплексов и обрабатывающих центров	20-40 годы XXI века	простые, высокой точности и особой надежности	специальные модельные станки, оснащенные ЧПУ	специальные и уникальные инструментальные системы	внутреннее аналитическое + активный контроль	интегрированная информационная система

Источник: Акимочкин А.А., Рыжакина Т.Г. Современные тенденции и перспективы развития станкостроения России. Фундаментальные исследования. 2014. № 9 (часть 1). С. 128-133. <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34656> (дата обращения: 11.03.2019)

На протяжении последних сорока с лишним лет мировое производство и потребление станкостроительной продукции в целом росли (см. рис. 2.2.2.)

Как отмечают Акимочкин А.А. и Рыжакина Т.Г.²⁵, за последние двадцать-тридцать лет на мировом рынке станкостроения произошли три революции – техническая и институциональная, геополитическая.

Техническая революция заключается в изменении характера промышленного производства (автоматизации), и, следовательно, в повышении технологичности самого оборудования. Современный производственный процесс предпо-

²⁵ Акимочкин А.А., Рыжакина Т.Г. Современные тенденции и перспективы развития станкостроения России. Фундаментальные исследования. 2014. № 9 (часть 1). С. 128-133. <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34656> (дата обращения: 11.03.2019).

лагает цифровое проектирование детали, использование программы ЧПУ для ее изготовления на станках и программы ЧПУ для управления роботизированным участком.

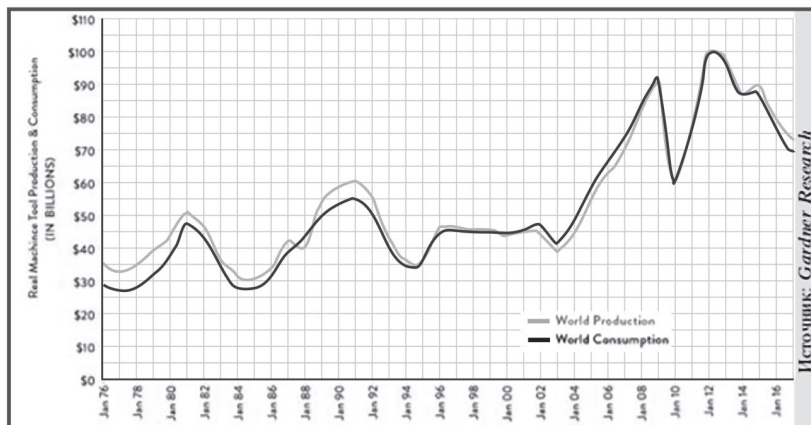


Рисунок 2.2.2. Рост мирового производства и потребления станков за период с 1976 по 2016 гг.

Источник: Gardner Research World Machine Tool Survey 2016.

Переход на «умное» производство неразрывно связан с автоматизацией заводов и цехов. В Китае, например, автоматизация производственной деятельности, с одной стороны, опирается не только на государственную поддержку, а с другой, исходит от самих предприятий. Как это ни странно для Китая, но в отдельных случаях переход на автоматизированное производство связан с нехваткой рабочей силы. Нежелание трудоспособного населения работать на заводах толкает руководство на реорганизацию и модернизацию производственных процессов. Так, например, Сегодня на фабрике Dongguan Mentech Optical & Magnetic (Дунгуань, Китай) работу 300 человек выполняет штат из 100 рабочих. Половина производственных процессов автоматизирована, а через 1–2 года машины возьмут на себя большинство задач. Один аппарат выполняет 26 этапов производства — раньше этой работой занималось

15 человек²⁶. Основываясь на примерах такого рода, китайский обозреватель «The New York Times» Ли Юань отмечает, что модернизация проводится как «сверху», так и «снизу», что только способствует ее реализации.

Под институциональной революцией понимается изменение в способе организации рынка станкоинструментальной продукции. Современные станкозаводы превратились в сборочные производства, то есть конечные предприятия. Все стандартизированные модули для будущих станков собираются в узкоспециализированных центрах, откуда затем и поступают на сборочный завод. Организация такого кластера позволила создать высокоэффективную и экономичную цепочку. В качестве примера специалисты называют Тайвань, где между связанными друг с другом станкопредприятиями не более 100 км. Однако для организации такой цепочки требуется посредник – системный интегратор. Его задача – сформировать воедино все звенья для производства необходимого оборудования. Более того, обеспечить затем его запуск, последующее обслуживание – полный инжиниринг и сервис²⁷.

Геополитическая революция связана с тем, что Китай стал мировым лидером не только в производстве, но и в импорте станков. В 2010 году КНР с объемом производства \$19980 млн и темпом роста 30% увеличила отрыв от занимающей второе место Японии (объем производства \$11842 млн и темп роста 69%). В 2010 году потребление металлообрабатывающего оборудования КНР составило около 46% от общемирового²⁸.

²⁶ Why Made in China 2025 Will Succeed, Despite Trump. <https://www.nytimes.com/2018/07/04/technology/made-in-china-2025-dongguan.html> (дата обращения: 13.03.2019).

²⁷ Mashportal.ru: источник отраслевой информации. Россия, 2004–2017. <http://www.mashportal.ru/> (дата обращения: 22.03.2019).

²⁸ Акимочкин А.А., Рыжакина Т.Г. Современные тенденции и перспективы развития станкостроения России. Фундаментальные исследования. 2014. № 9 (часть 1). С. 128-133. <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34656> (дата обращения: 11.03.2019).

По данным исследований американского агентства Gardner Research, лидерство в мировом станкостроении по объемам выпускаемой продукции и их потреблению по состоянию на конец 2015 года прочно удерживал Китай (см. Рис. 2.2.3 и 2.2.4). Большинство китайских станкостроительных компаний осуществили преобразование и модернизацию путем корректировки структуры продукта и инновационных технологий. Структура импорта по-прежнему ориентирована на высокоточные интеллектуальные высокопроизводительные станки с ЧПУ и аксессуары.

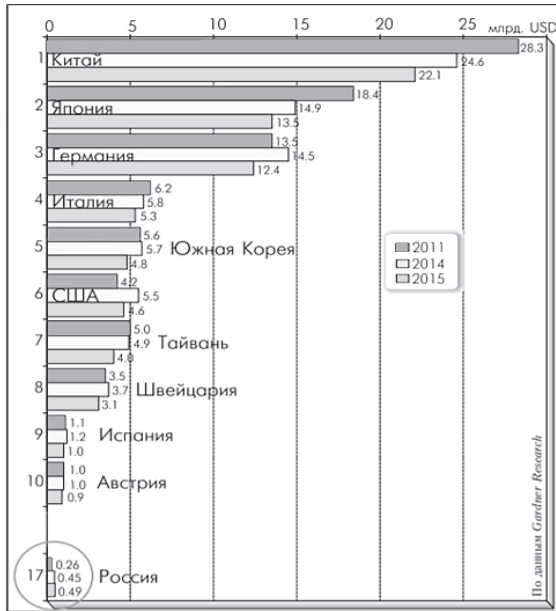


Рисунок 2.2.3. Крупнейшие страны-производители станков по объему выпускаемой продукции (млрд \$)

Источник: Gardner Research

Общий объем производства станков в 2016 году в Китае составил около \$22,9 млрд, увеличившись на 3,6% по сравнению с прошлым годом. Из этого объем производства режущих станков составил около \$12,2 млрд, что почти соответствует

уровню прошлого года; и формовочные станки были примерно 10,7 млрд. долл. США, увеличившись на 8,1%. Общий объем импорта станков составил около \$7,5 млрд, сократившись на 12,8% по сравнению с 2015 годом. Более 1/3 высококачественных станков с ЧПУ и аксессуаров было импортировано из Японии и Германии. Менее 20 китайских компаний могут предоставить станки с ЧПУ среднего и высокого класса.

Группу производителей лучшего оборудования с ЧПУ образуют две страны: занимающая в рейтинге второе место Япония (\$13,5 млрд) и третье место – Германия (\$12,4 млрд), объемы производства в каждой из которых уступают китайскому почти на 10 млрд долл. В 2015 году выпуск станков в Японии уменьшился на 9,2%; в Германии падение этого показателя оказалось еще более глубоким – на 14,1%²⁹.

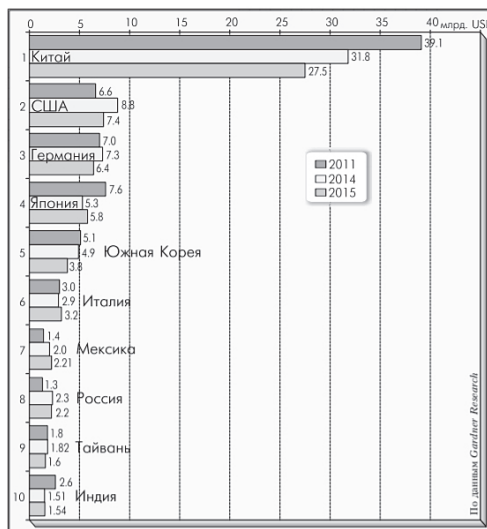


Рисунок 2.2.4. Крупнейшие потребители станков (млрд \$)

Источник: Gardner Research

²⁹ Суханов Ю. Проект «Короли» и «капуста» на ниве САМ. Действительные и мнимые лидеры рынка САМ в 2015 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mastercam-russia.ru/articles/Капуста1.pdf>

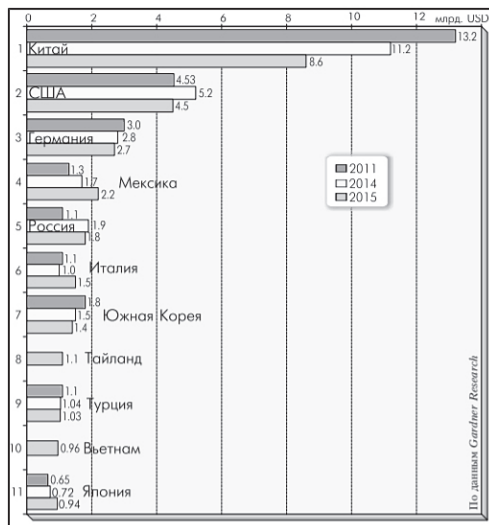


Рисунок 2.2.5. Рейтинг стран – импортеров станков

Источник: Gardner Research

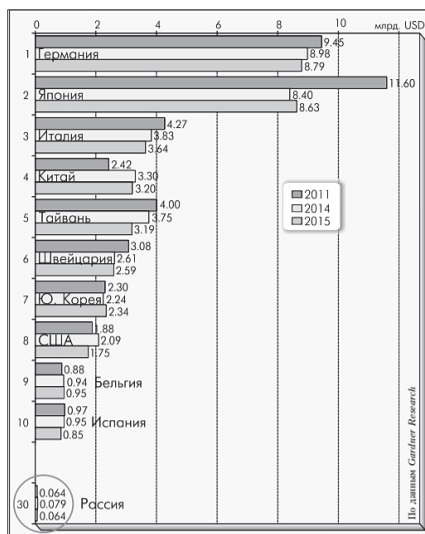


Рисунок 2.2.6. Рейтинг стран – экспортеров станков

Источник: Gardner Research

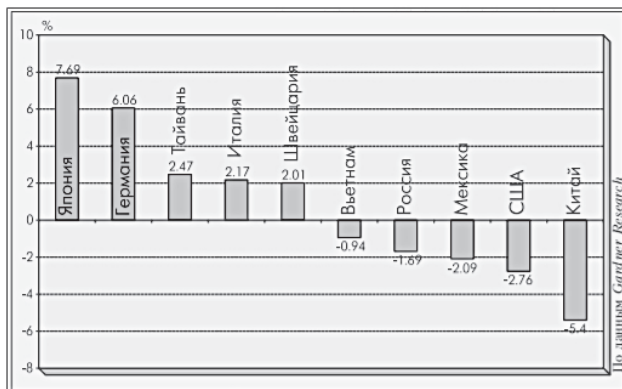


Рисунок 2.2.7. Торговый баланс пяти крупнейших импортеров и пяти крупнейших экспортеров станков за 2015 г.

Источник: Gardner Research

Китайский успех в станкостроении многим государствам стоил их позиций на рынке. Однако, ни одна страна в мире, как отмечает Ю. Суханов³⁰, не способна производить для своих нужд всё требуемое многообразие технологического и обрабатывающего оборудования, включая юстанки с ЧПУ. В станкостроении давно сложились и продолжает развиваться международное разделение труда и специализация. За последние двадцать-тридцать лет странам АТР удалось практически с нуля создать и развить собственное станкостроение и занять свое место на мировом рынке, где прежде доминировали производители из Германии, Австрии, Швейцарии, Италии, США и Японии. Сегодня в лидеры выходят станкостроители из Китая и Тайваня, Южной Кореи и Таиланда. Каждая страна, сообразуясь со своими целями и возможностями, выбирает свою модель развития производства, в рамках которой собственный выпуск, импорт и экспорт станков отрегулированы должным образом.

³⁰ Суханов Ю. Проект «Короли» и «капуста» на ниве CAM. Действительные и мнимые лидеры рынка CAM в 2015 году. <https://www.mastercam-russia.ru/articles/Kapusta1.pdf>.

Пекин и Вашингтон ведут сейчас сложные переговоры о торговой политике. Одним из камней преткновения является вопрос прав на интеллектуальную собственность и обвинения американцами китайцев в промышленном шпионаже. Надо признать, что значительная часть этих претензий обоснована. Заимствование и копирование чужих технологий и дизайна долгие годы было одним из элементов китайского рывка. Это не то чтобы поощрялось, но власти не препятствовали таким действиям китайских госкомпаний. Дешевые копии между тем хорошо продавались и на внутреннем, и на внешнем рынке. Вместе с тем, следует иметь в виду, что нарушения прав интеллектуальной собственности, как правило, прекращаются, когда страна налаживает собственное производство. Со временем корпорации переварили чужие технологии и с помощью длинных и дешевых денег, которыми их исправно снабжает национальный банковский сектор, сами стали законодателями моды во многих отраслях.

Еще недавно считалось, что рынок машиностроения, в отличие от других передовых сегментов производства, подчиняется своим законам. Иными словами, здесь все происходит медленнее. Но теперь все изменилось. Потребность заказчиков в росте производительности, новые технологии, изменения в законодательстве и обострение конкуренции изменили машиностроительную отрасль, превратив ее в передовой, инновационный и динамично развивающийся сектор. Чтобы поддержать эту трансформацию, необходимы интегрированные программные средства.

В этой связи обратимся к макроэкономическим данным по мировому и китайскому станкопрому. В 2018 г. мировое *производство* станков составило \$94,7 млрд, что означает увеличение на \$4,2 млрд (4,7%).

Рост был больше, чем средний с 1961 г. (3,4%), но меньше чем в 2017 г. (7,7%). На долю 15 ведущих стран-производителей станков пришлось 93% всех станков, произведенных в 2018 г., и 13 из 15 ведущих стран увеличили свое производство в 2018 г. Китай в 2018 г. произвел станков на \$23,5 млрд, что делает его крупнейшим производителем в мире. Однако

в том же году производство сократилось на \$1,6 млрд, или на 6,5%, по сравнению с 2017 г. Кроме того, доля Китая в мировом производстве станков упала ниже 25% впервые с 2008 г. Более того, в 2018 г. страна импортировала станков на \$9,5 млрд, что стало ростом на 6,7% и самым высоким показателем с 2014 г.

Средний ежегодный прирост мирового *потребления* станков с 1961 г. составляет 4,2%. Мировое потребление станков в 2018 году увеличилось на 4,1 млрд долл., или на 4,8%, до \$91,9 млрд. Темпы роста потребления в 2018 году были немного медленнее, чем в 2017 году и составили 6,9%.

Однако в 2018 году потребление станков было пятым по величине в реальных долларах за прошедшие 57 лет. А 12 из 15 ведущих стран-покупателей станков, на долю которых приходится чуть более 85% мирового потребления станков, значительно увеличили свое потребление в 2018 г. Их потребление станков увеличилось в среднем на 12,7%, а три страны из них — Индия, Италия и Таиланд — увеличили свое потребление более чем на 20%. Это произошло лишь в седьмой раз за период с 1980 г. С 2002 г. Китай является ведущим в мире потребителем станков, и с 2009 г. страна потребляет не менее 33,7% от общего объема мирового производства. Так было до 2018 г., когда потребление Китая упало на 5,9% с \$30,7 млрд до \$28,8 млрд, а его доля в мировом потреблении станков упала до 31,4%.

То, что произошло с потреблением станков в Китае в 2018 году, возможно, частично является результатом торговой войны между Китаем и Соединенными Штатами. Тем не менее, поразительно, что в год более чем среднего роста мирового потребления станков крупнейшая в мире страна-потребитель заметно снизила их потребление.

Снижение китайского потребления и производства в сочетании с увеличением импорта станков свидетельствует о том, что проблема была изолирована от внутреннего рынка Китая.

К самым крупным изготовителям машиностроительного оборудования исторически относятся, прежде всего, такие

страны, как Германия, Япония, США, Италия и Швейцария. Около 65% мирового производства машиностроения приходится на вышеуказанные страны. Среди стран имеется определенная «направленность». В частности, швейцарские станкостроительные заводы специализируются на выпуске высокоточного оборудования, в том числе таких станков, как токарные обрабатывающие центры, координатно-расточные станки, шлифовальные станки, фрезерные обрабатывающие центры. Традиционно прочны позиции швейцарских фирм в области производства оборудования для электрофизико-химических методов обработки материалов. Традиционно имеют высокие качественные характеристики станки из США и Японии.

Немецкие заводы производят практически все известные виды металлообрабатывающего оборудования токарные станки (настольные станки, универсальные станки), фрезерные станки (вертикально фрезерные, горизонтально фрезерные, комбинированные станки, широкоуниверсальные станки), шлифовальные станки (плоскошлифовальные станки, круглошлифовальные станки), сверлильные станки (вертикальные и настольные станки, радиально-сверлильные станки), ленточнопильные станки (ленточные пилы, ленточно-отрезные станки), кузнечно-прессовое оборудование (листогибы, гибочные станки, гильотинные ножницы, трубогибы), обрабатывающие центры (токарные обрабатывающие центры, фрезерные обрабатывающие центры), станки с ЧПУ, гравировально-фрезерные станки, установки лазерной резки, станки плазменной резки. Эти заводы имеют богатые традиции и опыт в области производства высокоточных токарных станков, фрезерных станков, шлифовальных и особенно зубообрабатывающих станков, а также технологического оборудования для крупносерийного и массового производства, прежде всего автомобилестроения.

Довольно прочные позиции на мировом рынке станкостроения занимает продукция японских фирм. Японское станкостроение прочно занимает лидирующие позиции в области высокоавтоматизированного металлорежущего оборудования,

отличающегося к тому же высокой надежностью. Особое место в японском станкостроении занимают различные обрабатывающие центры, а также измерительные станки.

Но особое внимание в последние годы привлекает к себе станкостроение Китая. На сегодняшний день китайская промышленность является самым крупным потребителем продукции станкостроения и входит в пятерку крупнейших производителей станков в мире, с каждым годом увеличивая экспорт оборудования на американский и европейский рынок (станки из Китая особо востребованы на рынке США).

Китайские производители по-прежнему активно борются за свое место на рынке более востребованных товаров среднего диапазона качества, предлагая более низкие цены.

Отличительная особенность китайских станков – их невысокая цена по сравнению с европейскими или американскими аналогами. При этом качественная составляющая китайского оборудования постоянно улучшается, что дает определенные предпосылки полагать, что наряду с Японией, производители станков из Китая в ближайшие пару лет станут лидерами мирового станкостроения. Уже сейчас на многих производственных площадях предприятий России стоят китайские токарные станки, китайские фрезерные станки, китайские обрабатывающие центры, в том числе токарные обрабатывающие центры, фрезерные обрабатывающие центры ЧПУ, китайские листогибы (листогибочные прессы), китайские гильотины (гильотинные ножницы), китайские трубогибы (гибочные и трубогибочные станки, предназначенные для гибки труб).

Особый рост продаж станков приходится на китайские станки с ЧПУ. Это не означает, что китайские станки с ЧПУ обладают прецизионной точностью обработки деталей. Поясним что такое прецизионная точность. Современный станок можно рассматривать как некую систему из трех составляющих: измерительной, вычислительной, исполнительной. Ни одна из них не совершенна, каждая вносит погрешности в точность изготовления. Точность измерительной части зависит от показаний применяемых датчиков. Точность

измерения повышается с применением более совершенных датчиков — измерительных устройств, сегодня подобные устройства способны отслеживать размеры до нескольких нанометров. Прецизионные станки с ЧПУ содержат вычислительные процессоры с высоким быстродействием, решающие многие задачи с заданной точностью. В режиме реального времени просчитываются огромные массивы данных с любой разрядностью чисел. Благодаря достижениям электроники, вычислительная система обладает наибольшей точностью. Исполнительная точность непосредственно зависит от узлов и агрегатов станка. Чем выше будут параметры составляющих оборудования, тем меньшая сложится окончательная погрешность.

Таким образом, современный станок можно представить себе как некий продукт, собранный из конструктора.

По-прежнему, нишу высокоточных станков с ЧПУ занимают европейские и японские производители, использующие узлы известных брендов. И станки их дорогостоящие.

Китайские станки с ЧПУ можно разделить на две основные группы:

- Первая группа производится на основе импортных комплектующих и обладает вполне приемлемым качеством.
- Вторая группа использует китайские комплектующие. Этим станкам в эксплуатации чаще требуются услуги наладчиков. Однако в случае введения дополнительных санкций эти станки невозможно будет отключить, и их работа гарантирована. Да и качество китайских комплектующих постоянно совершенствуется.

По данным Китайской Ассоциации машиностроения СМТВА за 10 месяцев 2018 г. производство промышленных станков с ЧПУ в Китае увеличилось на 8,7 %, что подтверждает увеличение спроса на эту продукцию.

Экспорт из Китая, в том числе оборудования, в Россию с каждым годом только увеличивается, об этом свидетельствует статистика ФТС России.

Показатели роста машиностроительного рынка Китая свидетельствуют о том, что эта страна является мировым

лидером в этой отрасли промышленности. По темпам своего роста машиностроительный рынок Китая обогнал аналогичные отрасли промышленности таких стран, как Северная Америка, Япония и страны, входящие в Европейский Союз.

На дальнейшее увеличение доли экспорта машиностроительной продукции китайских производителей будет оказывать влияние и тот факт, что правительство этой страны собирается активно развивать проекты по инвестированию в экономику стран Африки, Ближнего Востока и Латинской Америки.

Все эти данные подтверждают, что машиностроительная отрасль Китая становится мировым лидером, вытесняя с этого рынка остальные государства, такие как Германия, Япония, США, Швейцария.

По данным агентства Allied Market Research к 2022 году мировой рынок ЧПУ, может составить \$18 293 млн, при этом в период с 2016 по 2022 годы среднегодовой темп роста составит 5,5%. Ожидается, что доминировать на мировом рынке ЧПУ в течение прогнозного периода будет сектор промышленного оборудования, а наибольшая доля общемирового дохода будет приходиться на европейские страны.

В 2015 году на долю Европы приходилась основная доля мирового рынка ЧПУ, и ожидается, что она сохранит свое доминирующее положение в течение прогнозируемого периода благодаря увеличению спроса на станки в таких странах, как Германия, Италия, Швейцария и Австрия. Что касается стран АТР, по данным прогноза, их доля на мировом также будет расти значительными темпами благодаря развитию технологий и повышению уровня жизни в таких странах, как Индия, Китай и Япония³¹.

Будущее мирового станкостроения, несомненно, за технологиями, точными и гибкими производственными системами. Станки с ЧПУ в этом отношении выступают сегодня как всеобщий ориентир и показатель передового высокотех-

³¹ Europe: CNC Market to Grow by 2022. <https://www.maschinenmarkt.international/europe-cnc-market-to-grow-by-2022-a-581664/> (дата обращения: 4.04.2019).

нологичного производства. Согласно новому отчету Grand View Research, Inc., глобальный рынок станков с ЧПУ, как ожидается, достигнет \$100,9 млрд к 2025 году, а среднегодовой темп роста инвестиций увеличится на 6,8% в течение прогнозируемого периода. Увеличение связано с растущей потребностью в снижении эксплуатационных расходов и повышением эффективности³².

Современные обрабатывающие производства в большинстве отраслей промышленности вынуждены использовать оборудование с ЧПУ, подчеркивая тем самым свою ориентированность на передовые технологии. Но это отнюдь не означает, что оборудование без ЧПУ перестает быть актуальным. Для малых производств приобретение станков с ЧПУ часто экономически нецелесообразно. Кроме того, без ЧПУ работа на станке осуществляется вручную, что имеет большое значение, если требуется, например, оперативная корректировка в процессе работы над заготовкой, или последовательное изготовление деталей различной сложности. Все это, разумеется, требует определенного уровня квалификации мастера-изготовителя, что, к сожалению, (или к счастью) идет вразрез с общей тенденцией автоматизации производства.

2.3. 3D-печать

Еще одним заметным направлением новых технологий, существенно влияющих на производство и общество, является 3D-печать. 3D-принтер представляет собой станок с числовым программным управлением, который в отличие от традиционного станка с ЧПУ не снимает ненужный материал с заготовки, чтобы в результате получить заданное изделие, а, наоборот, из загруженного в него материала послойно создает изделие, образец которого имеется в его программе.

³² Индустрия 4.0 вдохновляет на применение станков с ЧПУ в автоспорте. http://planetacam.ru/articles/tehnologii/CNC_motorsports/ (дата обращения: 29.03.2019).

Технологическими проблемами, которые нужно решать при создании 3D-принтеров, являются свойства материалов и качество соединения слоев. Все разновидности технологий объединяет послойное наращивание изготавливаемого объекта. Для соединения слоев применяется склеивание или спекание. Для последнего широко используются лазеры. В качестве материалов используются пластические массы и металлические порошки. Некоторые технологии допускают одновременное использование нескольких материалов.

Для архитектурных моделей используют керамические смеси, которые застывают после нанесения на поверхность. Новым направлением являются биопринтеры. Здесь печать производится каплями, содержащими живые клетки. Трехмерный объект формируется в результате роста и взаимодействия клеток. Эта технология должна в перспективе обеспечить выращивание органов для имплантации.

Первоначально основным предназначением 3D-печати было создание прототипов изделий на стадии проектирования. Если раньше при разработке новых изделий в машиностроении после разработки чертежей был необходим труд высококвалифицированных технологов и рабочих для получения образцов для испытания и доработки, то 3D-печать позволила получать образцы новых изделий быстрее и дешевле. При изготовлении металлических изделий с помощью литья всегда самой сложной частью была подготовка пресс-форм, в которые заливался металл. 3D-печать решила и эту задачу.

Способность 3D-принтеров изготавливать изделия сложной формы послужила основой для использования этой техники в производстве для создания единичных или мелкосерийных изделий, если требования к их прочности обеспечивались техническими возможностями применяемых материалов и технологий 3D-печати.

Развитие технологии 3D-печати выявило несколько полезных направлений ее использования. Во-первых, это облегчение конструкций за счет создания при печати поло-

стей внутри конструкции при сохранении прочностных характеристик. В настоящее время аэрокосмические фирмы Boeing и Airbus широко используют трехмерную печать для изготовления более легких деталей летательных аппаратов. Наиболее сенсационным достижением в этой области является материал, который является металлической пеной. Это трехмерная структура из связанных между собой металлических трубочек, состоящая на 99% из воздуха, но сохраняющая твердость металла³³.

Во-вторых, 3D-печать дает возможность уменьшить число компонентов при создании изделий со сложной геометрией. Используя программное обеспечение, можно оптимизировать структуру изделия с точки зрения конструкции и технологичности. Изделие будет проще и дешевле.

Как показывает опрос фирм, использующих 3D-печать в своей деятельности, почти все отмечают конкурентные преимущества, которые дает эта технология, и более двух третей увеличивают инвестиции в 3D-печать, но пока на первом месте находится прототипирование (см. табл. 2.3.1), то есть не производство, а получение образцов изделия на стадии проектирования. Используют металлические материалы примерно треть опрошенных фирм, а пластическими массами пользуются более 2/3, в то время как основными конструкционными материалами в современной промышленности остаются металлы.

Показатели, представленные в таблице 2.3.1, имеют тенденцию к быстрому росту. В 2017 г. на разработку новых продуктов как основу рыночной стратегии указывали 29% фирм, металлические материалы использовали 28%, увеличивали инвестиции в 3D-печать 49%. Очевидно, что происходит структурный сдвиг в технологиях, и 3D-печать вытесняет и замещает другие методы разработки продуктов и их производства.

³³ If 3D printing has changed the industries of tomorrow, how can your organization get ready today? EY, 2016. P. 7. <https://www.ey.com/gl/en/services/advisory/ey-3d-printing-how-your-organization-can-get-ready> (дата обращения 19.04.2019).

Таблица 2.3.1.

**Основные показатели использования 3D-печати в 2018 г.
по результатам опроса фирм*, %**

Направление	% ответов респондентов
Прототипирование	55
Производство	43
Проверка и испытание модели	41
Разработка новых продуктов как основная рыночная стратегия фирмы	39
Используют металлические материалы для печати	36
Получают конкурентные преимущества, включая сокращение сроков вывода продукта на рынок и оказания поддержки потребителям в процессе эксплуатации и ремонта	93
Увеличили инвестиции в в 3D-печать	70
Фирмы, использующие 3D-печать в аэрокосмической и оборонной промышленности (максимальный показатель по отраслям)	64

* Обзор составлен на базе интервью с 1000 респондентов по всему миру. Географически 60% опрошенных представляют европейские фирмы, 25% американские, 9% фирмы Азии и Океании и 1% фирмы африканских стран. По отраслевому составу представлены 10 крупных отраслей: авиационная и космическая промышленность, автомобильная промышленность, производство потребительских товаров, высшее и среднее образование, электроника и электротехника, здравоохранение, высокие технологии, производство товаров для бизнеса, металлообработка и услуги.

Источник: The State of 3D Printing, 2018. <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2018/05/30/the-state-of-3d-printing-> (дата обращения: 15.04.2019).

В отличие от промышленной робототехники, где господствуют четыре фирмы, две из которых японские и две европейские, производство и оказание услуг в области 3D-печати более дифференцированы. Производством 3D-принтеров занимаются малые и средние фирмы, но на рынок активно выходят крупные игроки, покупая производителей и сотруд-

ничая с университетами для получения знаний в высокотехнологичной сфере. General Electric намерена развить свой бизнес по 3D-печати до 1 млрд долл. к 2020 г. путем активизации имеющего собственного подразделения и покупки специализированных шведской и немецкой фирм³⁴. Siemens сотрудничает с техническим университетом в американском штате Джорджия для развития аддитивных технологий, включая 3D-печать³⁵.

Значительную часть рынка формируют мелкие фирмы, которые узко специализированы и постоянно находятся в острой конкурентной борьбе, которая обостряется постоянным совершенствованием технологий. Рынок формируется вместе с увеличением технологических возможностей, но пока 3D-печать не заняла определенного места в промышленном производстве.

Мировым лидером по рыночной капитализации среди фирм, производящих промышленные 3D-принтеры, является американская компания Carbon 3D с рыночной капитализацией 1,7 млрд долл. на конец 2018 г.³⁶ Для фондового рынка такой уровень капитализации невысок. Это, например, в 100 раз ниже капитализации фирмы PepsiCo Inc, производящей известный напиток, и 74 раза ниже IBM³⁷, являющейся одним из мировых лидеров в производстве оборудования и программного обеспечения, но в станкостроении преобладают непубличные компании (не выпускающие акции на рынок), а публичные (акционерные общества) невелики.

Так, самая крупная американская публичная компания в сфере производства станков с ЧПУ – Lincoln Elec-

³⁴ If 3D printing has changed the industries of tomorrow, how can your organization get ready today? EY, 2016. P. 9. <https://www.ey.com/gl/en/services/advisory/ey-3d-printing-how-your-organization-can-get-ready> (дата обращения: 19.04.2019).

³⁵ Ibid.

³⁶ The Top 20 Most Valuable 3D Printer Companies 2019. December 27, 2018 <https://3d-sourced.com/rankings/industrial-3d-printer-company/> (дата обращения: 01.02.2019).

³⁷ U.S. Commerce – Stock Market Capitalization of the 50 Largest American Companies. <http://www.iweblists.com/us/commerce/MarketCapitalization.html> (дата обращения 24.04.2019).

tric – имеет рыночную капитализацию 6,2 млрд долл., крупнейшая немецкая фирма в этой отрасли – Maschinenfabrik Berthold Hermle AG – 1,95 млрд долл., а японская Okuna – 1,7 млрд долл.³⁸, то есть столько же, сколько крупнейшая фирма по производству промышленных 3D-принтеров. Таким образом, 3D-печать в промышленных целях признана и фондовым рынком в качестве перспективного направления для инвестиций.

Если Carbon 3D совсем молодая фирма, основанная в 2014 г., то второй по рыночной капитализации производитель промышленных 3D-принтеров, американская компания 3D Systems (капитализация 1,5 млрд долл.) основана в 1986 г. как start-up изобретателем одной из технологий 3D-печати³⁹. Таким образом, рынок состоит как из новых фирм, активно развивающих рынок, так и из состоявшихся на рынке и имеющих многолетнюю историю ветеранов отрасли, что обеспечивает ему устойчивость развития при быстрых технологических изменениях.

В странах Азии в последние годы Израиль занял лидирующие позиции в мире в области 3D печати. Израильские фирмы XJet, Nano Dimension входят в число ведущих в мире по рыночной капитализации в отрасли по производству 3D принтеров. XJet, основанная в 2005 г., производит принтеры, которые способны печатать солнечные панели, и работает на рынках печати металлом и керамикой. Nano Dimension, основанная в 2012 г., выпускает принтеры, которые могут печатать одновременно диэлектрическими полимерами и металлом, что востребовано на рынке оборонной промышленности⁴⁰.

Что касается стран Восточной Азии, которые являются лидерами в производстве и использовании робототехники,

³⁸ Top USA and International CNC Machinery Manufacturers. <https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/cnc-machinery-manufacturers> (Дата обращения 24.04.2019).

³⁹ The Top 20 Most Valuable 3D Printer Companies 2019 December 27, 2018 <https://3d-sourced.com/rankings/industrial-3d-printer-company/> дата обращения: 01.02.2019).

⁴⁰ Ibid.

то их успехи в области 3D-печати пока малозаметны на фоне американских и европейских фирм. Из 20 фирм, фигурировавших в упомянутом выше опросе, девять были американскими, пять немецкими, две израильскими и по одной из Бельгии, Швеции, Нидерландов, а одна была американо-голландской.

2.4. Промышленная робототехника

Хотя робототехника развивается уже несколько десятилетий, общепризнанного определения роботов не существует, но есть определение Международной организации по стандартизации (International Organization for Standardization): «Робот – это автоматически управляемый, программируемый, многоцелевой манипулятор, допускающий программирование движения по трем и более осям, установленный на определенной позиции или движущийся и служащий для автоматизации в промышленности»⁴¹.

Первым мощным стимулом для создания механизмов, работающих без присутствия человека, стало возникновение атомной промышленности и необходимость работать с радиоактивными материалами. Непосредственный контакт с ними был смертельно опасен, и инженеры в начале 1950-х годов стали разрабатывать автономные манипуляторы для работы в атомной промышленности.

В 1954 г. в США был запатентован погрузочно-разгрузочный манипулятор, управляемый с помощью перфокарт, а в 1956 г. была создана первая фирма по производству роботов. Первый промышленный робот был произведен в США в 1959 г. Он весил две тонны, и им управляла программа, записанная на магнитном барабане, но этот робот обладал очень высокой точностью при выполнении операций. В 1961 г. промышленный робот был использован «Дженерал

⁴¹ The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs. Positioning Paper. IFR. Frankfurt, Germany. April 2017. P. 1.

Моторс» в производстве автомобилей. С 1967 г. промышленные роботы начали использовать в Европе. Пионером здесь была Швеция. В 1969 г. промышленные роботы проникают на японский рынок, и уже в 1971 г. в Японии была образована первая в мире национальная ассоциация робототехники, которая заложила фундамент успеха этой страны в создании и использовании роботов.

Робототехника уже имеет большую историю, но в последние годы распространение промышленных роботов стало особенно заметно. См. рис. 2.4.1.

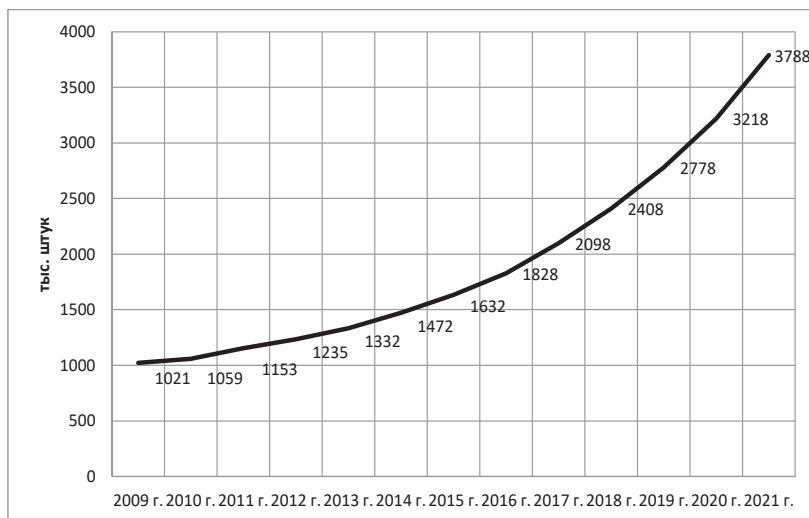


Рис. 2.4.1. Мировой парк промышленных роботов

Источник: построено автором по данным Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots, p. 22.

Если в канун глобального финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг. число промышленных роботов в мире достигло одного миллиона, то после него, невзирая на длительную рецессию, продолжает расти. По оценке в 2018 г. парк роботов достиг двух миллионов и по прогнозу на 2020 г. достигнет трех.

Международная федерация робототехники (International Federation of Robotics), описывая перспективы развития этой отрасли машиностроения, указывает на целый ряд преимуществ и точек роста, которые определяют быстрый рост производства промышленных роботов. Среди общих для промышленности процессов подчеркивается рост потребности в смене выпускаемых изделий на фоне спроса на энергоэффективность и использование новых материалов, общий спрос на быстроту и гибкость производства при конкурентоспособных ценах из-за изменения потребительских предпочтений. Современная робототехника позволяет локализовать производство в определенной местности и удовлетворять потребности местного рынка. При этом сокращаются издержки на логистику. На макроэкономическом уровне робототехника возвращает производство в развитые страны и предотвращает его перенос в развивающиеся. Вместе с тем, цифровизация производства в рамках четвертой промышленной революции является инструментом, связывающим промышленное производство в глобальные сети. Глобальная конкуренция требует постоянного совершенствования производственного оборудования, а растущий спрос стимулирует увеличивать производственные мощности.

В технологических аспектах важно то, что робототехника становится все более многообразной и дружелюбной человеку. Традиционные заключенные в кожух роботы, способные переносить груз и манипулировать с заготовками и изделиями, дополняются современными, которые могут работать среди людей и интегрироваться с рабочим местом человека. Роботы способны работать круглые сутки с равновысоким качеством. Они все в большей степени выполняют работы, которые стали обозначать 3D (dull, dirty, and dangerous), то есть монотонные, грязные и опасные. Это сохраняет здоровье персонала и делает его труд более привлекательным. Персонал перемещается на рабочие места, обеспечивающие планирование и контроль. Сокращается

объем программирования робототехники за счет применения стандартных программных приложений, что делает применение роботов проще и дешевле. Они становятся проще в эксплуатации, их легче включить в существующие производственные цепочки. Появившиеся возможности самообучения роботов способствуют снижению риска появления дефектов, облачные технологии и сбор данных с однотипных роботов создают возможности оптимизации их деятельности.

Отраслевыми точками роста, поглощающими робототехнику, помимо традиционно роботизированной автомобильной промышленности стали электротехническая и электронная, металлообработка, разные отрасли машиностроения, резинотехническая, производство изделий из пластмасс, пищевая промышленность.

В региональном плане лидером остается Китай, который в 2017 г. показал рекордный прирост продаж роботов – 59%. Рост парка продолжается в Японии, Республике Корея и Юго-Восточной Азии. После небольшого спада в 2018 г. ожидается подъем спроса в Северной Америке и распространение роботов в других отраслях помимо автостроения. Ожидается рост рынков как Западной Европы, так Центральной и Восточной⁴².

При том, что робототехника устанавливается на перечисленных производствах во всех странах, выделяется пятерка мировых лидеров, на которые приходится почти $\frac{3}{4}$ всех устанавливаемых в мире промышленных роботов. См. рис. 2.4.2. Более трети установленных в 2017 г. роботов пришлось на КНР. Почти 60% приходится на три страны Восточной Азии.

Для международных сравнений распространенности роботов в обрабатывающей промышленности используется показатель числа многоцелевых промышленных роботов на 10 тыс. человек, занятых в промышленности. См. табл. 2.4.1.

⁴² Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_2018_Industrial_Robots.pdf P. 20-21.

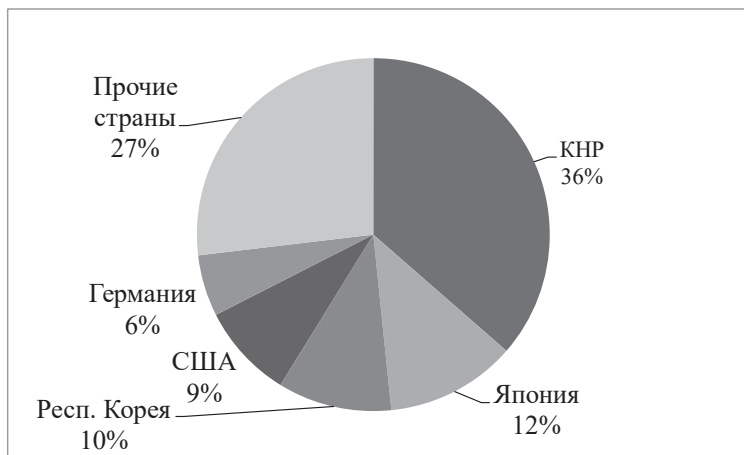


Рис. 2.4.2. Поставки промышленных роботов по основным странам в 2017 г.

Источник: построено автором по данным Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots.

Таблица 2.4.1.

Насыщенность промышленности роботами по основным странам в 2017 г.

Страна / регион	Число роботов на 10 тыс. занятых в обрабатывающей промышленности	Число роботов на 10 тыс. занятых в автомобильной промышленности	Число роботов на 10 тыс. занятых в обрабатывающей промышленности без автомобильной
Республика Корея	710	2435	533
Сингапур	658	...*	...
Германия	322	1162	191
Япония	308	1158	225
КНР	97	...	...
Европа	106	...	...
Северная и Южная Америка	91	...	...

Окончание таблицы 2.4.1.

Страна / регион	Число роботов на 10 тыс. занятых в обрабатывающей промышленности	Число роботов на 10 тыс. занятых в автомобильной промышленности	Число роботов на 10 тыс. занятых в обрабатывающей промышленности без автомобильной
Азия и Океания	75	...	...
Мир в целом	85	...	...
Канада	...	1354	
США	...	1200	117
Франция	...	1156	...
Австрия	...	1083	117
Словения	...	1075	...
Испания	...	990	...
Таиланд	...	974	...
Тайвань	...	940	164
Швеция	180
Италия	160
Прочие страны Европы, КНР, Канада	30–90

Источник: остроено автором по данным Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots, p. 18–19.

* ... – нет данных.

Республика Корея вышла на первое место в 2010 г., а затем быстро наращивала парк роботов в электронной и автомобильной отраслях. Что касается Сингапура, то 84% роботов здесь установлены в электронной промышленности⁴³.

Япония имела наивысшую насыщенность роботами в мире до 2010 г. В Японии даже произошло небольшое снижение этого показателя в 2016 г., что может служить сиг-

⁴³ Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots. P. 18.

налом, что в крупной экономике насыщенность роботами может иметь определенный предел.

Пример бурного роста роботизации показывает КНР. В 2009 г. в Китае было установлено всего лишь 11 роботов на 10 тыс. занятых в обрабатывающей промышленности, то есть за восемь лет рост был почти 10-кратным.

Наиболее насыщенной роботами отраслью является автомобилестроение. В табл. 2.4.1 по всем странам, по которым имеются сравнительные данные по отраслям, заметно лидерство автопрома, но, как мы отмечали выше, есть и другие ситуации. В Сингапуре на первом месте электронная промышленность.

Что касается робототехники в прочих отраслях промышленности, то здесь также есть некоторые особенности. В этой группе роботов намного меньше, то есть потенциал распространения их в этой группе велик. Если в странах Восточной Азии за пределами автомобильной промышленности насыщенность роботами отличается электронная промышленность, то в Германии и Швеции, где эта отрасль не является ведущей, значительная насыщенность связана с широким распространением роботов в разных отраслях обрабатывающей промышленности.

Большим потенциалом обладают также рынки стран, не представленных в таблице. В них насыщенность роботами не превышает 30 на 10 тыс. занятых. Что касается потенциала проникновения робототехники в отрасли за пределами автомобильной, то он оценивается в 1/5 уровня автомобилестроения⁴⁴.

Развитие робототехники в последние годы явно указывает на революционный характер изменений в обрабатывающей промышленности. Успех Китая в этой сфере указывает на то, что изменения будут носить глобальный характер. Даже при гораздо более дешевой рабочей силе, чем в развитых странах, КНР избрала путь роботизации промышленности с риском потери большого числа рабочих мест. Тех-

⁴⁴ Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots, P. 19.

нологические преимущества новой техники оказались столь заметными, что альтернативы роботизации нет.

Сферы применения промышленных роботов были оценены в исследовании японского министерства экономики, торговли и промышленности (см. табл. 2.4.2).

Таблица 2.4.2.

**Продажи промышленных роботов
по сферам применения в мире в целом***

Направления использования	2005 г.		2011 г.	
	Количество, штук	%	Количество, штук	%
Обработка и перемещение деталей	44 822	37.3	68 540	41.3
Сварка и пайка	36 567	30.4	47 938	28.9
Дозированная подача вещества	4999	4.2	6941	4.2
Обработка резанием, полирование и удаление заусенцев	1916	1.6	2333	1.4
Сборка и разборка	15 383	12.8	19 531	11.8
Прочее	14 520	12.1	16 821	10.1
Всего	120 100	100.0	166 028	100.0

*Роботы, используемые для упаковки, исключены.

Источник: Trends in the Market for the Robot Industry in 2012. July 2013. Industrial Machinery Division, Ministry of Economy, Trade and Industry. Available at <http://www.meti.go.jp>. (дата обращения: 20.06.2015).

В части областей применения роботы продолжают тенденции, сложившиеся при применении станков с ЧПУ (обработка деталей, резание, полирование, удаление заусенцев), но есть сферы, которые специфичны именно для роботов (сварка и пайка, дозированная подача вещества, перемещение деталей, сборка и разборка).

Следует отметить, что Япония была и остается лидером в производстве промышленной робототехники, обогнав многие другие страны, включая США. Мировой рынок робототехники переживает период роста, но на нем есть признанные лидеры, которые производят роботов уже на протяжении десятилетий. К числу таких лидеров в производстве промышленных роботов относятся фирмы «большой четверки»: ABB, Kuka, Yaskawa and Fanuc. Первые две – европейские, две вторые – японские⁴⁵. Естественно, что все они имеют филиалы в разных странах, в большой степени подвержены транснациональным процессам, но ABB – объединение шведской и швейцарской фирм, Kuka – немецкая фирма, а Yaskawa и Fanuc – японские. В перечне наиболее значимых в мире фирм по производству промышленных роботов помимо «большой четверки» есть одна датская фирма (Universal Robots), одна итальянская (Comau), одна южнокорейская (Hyundai), одна шведская (Staubli), две фирмы из США (Rethink Robotics и Flux Integration), две из Германии (Cloos и Reis) и три из Японии (Kawasaki, Mitsubishi, Nachi).

Американские фирмы не относятся к числу лидеров. Таким образом, очевидно, что в области промышленной робототехники США отстают, они импортеры продукции японских и европейских фирм. Инженерная мысль Японии и Европы оказалась более успешной в создании промышленных роботов, чем американская, хотя именно американцы создали первого промышленного робота для автомобильной промышленности еще в конце 1950-х годов.

Напрашивается гипотеза, что робототехника – это та отрасль технологий, где не столь нужна постоянно упоминаемая при сравнении западного и японского менталитетов креативность, а решающим фактором является готовность большого коллектива инженеров квалифицированно, заинтересованно и ответственно решать частные технические задачи для создания сложного продукта, который можно сделать только

⁴⁵ Robot companies. <http://industrialrobot.info/robot-companies> (дата обращения: 03.02.17).

большим коллективом. Эту гипотезу подтверждает и то, что среди европейских фирм лидируют немецкие, а для немецкого менталитета работа в коллективе при решении частных технических задач вполне престижна и традиционна. Американская креативность заметна при создании новых информационных продуктов, при разработке искусственного интеллекта, но в решении комплексных технических задач, похоже, японский и немецкий подходы оказались продуктивнее.

В КНР также сложилась национальная промышленность по производству роботов. Уже в 2014 г. почти треть установленных в КНР роботов была китайского производства, что составило около 17 тыс. единиц оборудования стоимостью 474 млн долл. США, что на 60% выше уровня 2013 г. В China Robot Industry Alliance – ассоциацию производителей робототехники входит более 400 фирм⁴⁶.

Иностранное исследование китайской робототехнической промышленности выделило 47 фирм, которые занимаются изготовлением промышленных роботов, а также еще пять стартапов в этой области. Еще 26 фирм предоставляют услуги по интеграции робототехнического оборудования и специального оборудования. Кроме того, 34 фирмы заняты изготовлением компонентов, включая сенсоры, необходимые именно в робототехнике. В сумме 107 китайских фирм работают в сфере производства промышленных роботов⁴⁷. Это большая группа, создающая необходимую технологическую и бизнес среду для успешного развития отрасли, хотя авторы обзора подчеркивают, что многие из этих фирм могут производить продукцию только для китайского рынка, поскольку ее возможности и качество еще сильно отстают от мирового уровня.

Помимо производства промышленных роботов в КНР развивается производство служебных роботов. В этой области работают 48 компаний, выпускающих передвигающуюся

46 Tobe F. 194 Chinese Robot Companies. August 12, 2015. <https://www.therobotreport.com/194-chinese-robot-companies/> (дата обращения: 11.10.2017).

47 Tobe F. 194 Chinese Robot Companies. August 12, 2015. <https://www.therobotreport.com/194-chinese-robot-companies/> (дата обращения: 11.10.2017).

в воздухе, на земле и в воде технику для исследования космоса и военных целей. Кроме того, производятся бытовые роботы, в частности, пылесосы, продажи которых через торговую Интернет-фирму «Алибаба» исчисляются десятками тысяч.

Авторы обзора называют следующие основные факторы, способствующие развитию производства роботов в КНР: стимулирование и поддержка правительства в развитии отрасли и экспорте ее продукции, дешевое финансирование, налоговое стимулирование производителей роботов, которые используют местную рабочую силу, приток квалифицированных инженерных кадров из китайских университетов и исследовательских центров, растущие зарплаты, сокращение числа людей в трудоспособном возрасте, старение рабочей силы из-за демографической политики однодетной семьи, высокая стоимость подготовки квалифицированной рабочей силы, необходимость поднять качество продукции китайского автопрома, являющегося основным потребителем промышленной робототехники, большие инвестиции в автоматизацию таких работающих в КНР фирм, как Foxconn и Apple, а также рост доходов среднего класса, готового тратить деньги на качественную и современную продукцию. Следует признать, что этот перечень с большой полнотой описывает факторы, определяющие быстрый рост производства роботов в КНР, но нужно отметить, что эти факторы имеют устойчивый характер, что предопределяет долгосрочное развитие китайской робототехники.

За короткий период развития четвертой промышленной революции в Восточной Азии (Япония, Китай, Республика Корея) сложился центр производства и использования промышленной робототехники, который опередил как США, так и Западную Европу. Столь существенное технологическое лидерство большой группы азиатских стран как по показателям продукции, так и по объему производства и потребления новой техники, впервые наблюдается за всю эпоху индустриального развития.

В мире разворачивается конкуренция технологических лидеров в области робототехники. В Японии штабом по эко-

номическому оживлению японской экономики (Headquarters for Japan's Economic Revitalization), функционирующим при премьер-министре правительства, в 2015 г. разработан документ «Стратегия Японии в области робототехники. Видение, стратегия, план действий» (Japan's Robot Strategy Vision, Strategy, Action Plan)⁴⁸. Стратегия разработана до 2020 г. и по ряду аспектов до 2025 г. Главной ее целью является внедрение роботов во все сферы жизни японского общества.

Провозглашается, что Япония является супердержавой в области робототехники (Japan as a Robotics superpower), и именно это обстоятельство должно быть использовано для решения проблем страны, в частности старения населения из-за низкой рождаемости и высокой продолжительности жизни. Признается, что Европа, США и Китай догоняют Японию по ряду аспектов развития и применения робототехники, и выдвигается тезис о необходимости сохранить лидерство.

Формулируется утверждение о революции в области робототехники, которая состоит в том, что существенно меняется степень автономности роботов, они становятся информационными терминалами и объединяются в сети. Применение роботов в ходе этой революции расширяется от обрабатывающей промышленности до многих аспектов повседневной жизни.

Задачи Японии в ходе революции – стать мировым центром нововведений в области робототехники (innovation hub of the world), мировым лидером по широте использования роботов в повседневной жизни, лидировать в сфере интернета вещей (роботы объединяются в информационные сети через Интернет), построения роботов с искусственным интеллектом и объединением их в сети.

В качестве организационной меры по реализации стратегии планируется создать организацию, которая объединит усилия промышленности и бизнеса, исследовательских центров и правительства. Намечены направления исследова-

⁴⁸ http://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123_01b.pdf (дата обращения 01.03.16).

ний и разработок, приоритетные для достижения целей программы. Это ключевые элементы существующих технологий (тактильные возможности роботов, их подвижность и т. п.) и разработка новых технологий для получения преимуществ в информационном обществе. К технологиям следующего поколения отнесены искусственный интеллект, сенсорные и когнитивные системы, новые механизмы и управляющие устройства, системы контроля и технологические платформы для интеграции ключевых элементов роботизированных систем. Ожидается, что новые технологии дадут существенную отдачу при применении в промышленности и других сферах экономики и быта.

В программе есть важная черта, характерная для японского стиля управления. Исследования и разработки, согласно стратегии, должны проводиться при сотрудничестве и обмене информацией между рабочими группами исследователей, но отмечается, что следует развивать конкуренцию между участниками проекта.

Что касается применения роботов в промышленности, то тут акцент делается на их использование в малом и среднем бизнесе, поскольку крупные фирмы уже широко используют эту технику. В отраслевом разрезе намечено следующее поколение отраслей, в которых целесообразна роботизация. Это пищевая, фармацевтическая и косметическая отрасли. Первое поколение – автомобильная промышленность, электротехническая и электронная уже достаточно насыщены робототехникой. В качестве перспективной сферы применения роботов рассматривается сфера услуг. Тут роботы должны повысить производительность труда, которая в Японии ниже, чем в других развитых странах в этой сфере экономики.

Детально прописаны задачи по разработке, производству и использованию роботов по уходу за престарелыми и больными. В этой сфере уже сейчас есть специализация роботов по разным сферам ухода. Технические возможности будут адаптироваться и развиваться для медицинских целей.

Речь в стратегии идет о безбарьерной среде для роботов к 2020 г., то есть об их широком применении в быту. Для

гарантирования безопасности людей при тесном взаимодействии с роботами предполагается развивать систему испытаний для робототехники, которая предназначена для такого рода задач.

В программе по годам предусмотрены необходимые изменения в законодательстве (например, в законодательстве по оказанию медицинских услуг для использования роботов в медицинских целях и для ухода за больными, в транспортном законодательстве для использования автомобилей без водителей и летающих роботов). Также по годам имеются оценки инвестиций, необходимых для решения поставленных задач.

В целом программа носит общенациональный характер, нацелена на технологическое лидерство, опирается на имеющиеся достижения. Представляется, что ее цели достижимы, и Япония способна сохранить технологическое лидерство в сфере робототехники, совершить технологическую революцию в этой области и распространить применение роботов на многие сферы жизни общества.

В США в начале 2015 г. принята Национальная инициатива по развитию робототехники (National Robot Initiative)⁴⁹. Она проводится Национальным научным фондом с рядом других организаций, включая связанные со здравоохранением, исследованием космоса и созданием передовых технических систем для вооруженных сил (DARPA). В отличие от японской и европейской эта программа в значительно меньшей степени охватывает сферу промышленных роботов, а сосредоточена на сферах ответственности правительства: здравоохранение, космические исследования, национальная оборона.

Задачи инициативы – поддержка исследований и разработок в области робототехники. В технической сфере ставится задача также как и в японской программе, создать co-robots, то есть роботов, которые могли бы взаимодействовать с человеком, а не только заменять его на производстве. Так же, как и в японской программе, большое внимание уделяется применению роботов в уходе за больными и престаре-

⁴⁹ <http://www.nsf.gov/pubs/2015/nsf15505/nsf15505.htm> (дата обращения: 02.03.16).

лыми, что с учетом старения населения развитых стран, представляется вполне оправданным.

Выделены технические задачи, которые необходимо решить, включая создание общих платформ для разных моделей роботов для стандартизации производства и использования, что должно привести к существенному удешевлению этих устройств.

Особо перечислены цели Национального космического агентства в области развития робототехники:

- расширить исследовательские возможности космических миссий, устранив ограничения, присущие полетам человека,
- уменьшить риски и затраты на пилотируемые полеты,
- улучшить научные и исследовательские результаты космических полетов,
- увеличить число непилотируемых полетов, осуществляемых роботами,
- получить синергетический эффект от роботизации и автономности полетов космических аппаратов,
- повысить автономность и безопасность работы беспилотных летательных аппаратов в земной атмосфере.

Среди целей DARPA в открытом для печати тексте программы указаны лишь исследовательские цели и защита жизни военнослужащих.

Программа EC Robotics 2020. Multi-Annual Roadmap For Robotics in Europe, принятая в 2015 г.⁵⁰, призвана объединить усилия науки, промышленности и государственной власти для развития робототехники и продвижения в мире европейских достижений в этой области. Программа представляет собой дорожную карту, обновляемую ежегодно. Она носит общеевропейский характер.

Программа состоит из трех блоков: требования к робототехнике в различных предметных областях (Domains), системные компетенции (System Abilities) и технологии (Technologies). Выделенные предметные области – это обра-

⁵⁰ <http://sparc-robotics.eu/wp-content/uploads/2014/05/H2020-Robotics-Multi-Annual-Roadmap-ICT-2016.pdf> (дата обращения: 03.03.16).

батывающая промышленность, здравоохранение, сельское хозяйство, применение роботов в области гражданского управления властями разных уровней (civil domain), добывающая промышленность, строительство и услуги, транспорт и логистика, роботы для домашнего использования. Специальные разделы посвящены развитию летающих и морских роботов. В последнем случае специально рассматриваются возможности использования роботов в нефтяной и газовой промышленности для разработки внебереговых месторождений.

К системным компетенциям отнесены адаптационные возможности роботов, конфигурация, возможности автономного принятия решений, зависимость от оператора, возможности взаимодействовать с другими роботами, манипуляционные способности, диапазон движений и возможности восприятия и анализа.

Технологии объединены в группы по признаку назначения: системы и составляющие их инструменты, улучшения взаимодействия человека и робота, мехатроника, навигация и познавательные способности. По каждому кластеру уточняются конкретные требования и характеристики.

В целом программа описывает все многообразие направлений развития робототехники в Европе. Как подчеркивается в документе, программа составлена на основе консенсуса робототехнического сообщества. Дорожная карта объединяет области применения и технологии. Таким образом, дорожная карта ЕС по роботизации имеет множество составляющих, которые можно характеризовать как технико-экономическое задание для развития роботизации в странах Европы до 2020 г.

В КНР аналогичная программа нацелена в первую очередь на повышение технического уровня и эффективности обрабатывающей промышленности. Программа должна достичь промежуточных целей к 2020 г., а полная перестройку обрабатывающей промышленности должна произойти в 2025 г.⁵¹

⁵¹ China plans to realise intelligent manufacturing by 2025. <http://english.cntv.cn/2015/05/22/VIDE1432284846519817.shtml> (дата обращения: 10.03.16).

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ, МЕТАЛЛУРГИИ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

3.1. Энергетический переход и его перспективы

Мировая энергетика вступает в период революционных технологических изменений одновременно по многим направлениям. Появляются новые способы получения энергии (углеводороды из сланцевых пород, возобновляемые источники энергии), новые способы её хранения и транспортировки (СПГ, системные и бытовые накопители), широкий спектр технологий, объединяемых общим термином «цифровая энергетика» (digital energy). Все эти изменения являются составными частями начинающегося энергетического перехода (energy transition), часто именуемого системой 3D (диджитализация, декарбонизация, децентрализация).

Несмотря на опережающий рост новых неуглеродных способов получения энергии, мировая энергетика сохранит на обозримую перспективу углеродный характер (вследствие практически нулевого исходного уровня ВИЭ на фоне гигантских масштабов традиционной тепловой энергетике). К 2040 г. доля углеродных источников энергии в мировом энергетическом хозяйстве сократится лишь до 75% против 80% в 2015 г¹. Поэтому основное направление энергетического перехода видится в технологических изменениях в уже существующем энергетическом хозяйстве на всех его уровнях в сферах добычи, переработки, транспортировки, хранения, дистрибуции, потребления. Именно здесь начинаются наиболее впечатляющие изменения, ведущие к быстрому

¹ World Energy Outlook. P., IEA, 2017, P. 29.

повышению энергетической эффективности экономик (затраты энергии на производство единицы ВВП) и улучшению экологической ситуации.

Внедрение цифровых технологий ведет к стремительному расширению сырьевой базы нефтегазовой и угольной промышленности. Эти отрасли явились первооткрывателями возможностей суперкомпьютеров в обработке больших объёмов данных (big data), касающихся геологоразведки и эксплуатации месторождений. Ширящееся применение роботов для инспекции глубоководных скважин и прокладки подводных трубопроводов, оптоволоконных сенсоров, контролирующих процессы бурения скважин и извлечения углеводородов, а также выбросы парниковых газов; искусственного интеллекта для выбора оптимальных режимов функционирования месторождений, а также учета финансовых и экологических рисков при минимальном участии персонала ведут к снижению производственных издержек, сокращению инвестиционных циклов, большей экологической безопасности и, соответственно, к снижению цен на извлекаемые углеводороды (что уже наблюдается в последнее время). По оценкам Международного энергетического агентства (МЭА), повсеместное внедрение уже существующих цифровых технологий способно понизить рыночные цены на нефть и газ на 10–20% и увеличить извлекаемые мировые запасы нефти и газа на объём, эквивалентный десятилетнему мировому потреблению².

Цифровая революция повысила конкурентные преимущества, как представлялось ранее, «умиравшей» угольной отрасли. Компьютерное геологическое моделирование, использование роботов и дронов в труднодоступных и опасных выработках, технологии безлюдных шахт, использование при подземных работах GPS и GIS, оптоволоконных сенсоров резко повышают рентабельность и безопасность добычи. Использование современных цифровых технологий на некоторых депрессивных выработках увеличило их производительность на 20%, сократило простои при транспор-

² Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 68.

тировке на 30%, что удешевило отгружаемый уголь на 20%³. В результате цена угля (в пересчете на теплотворную способность) оказалась ниже цены СПГ. Рыночные позиции энергетических углей укрепляются также начавшимся внедрением на ТЭС технологии улавливания и хранения углерода (carbon capture and storage, CCS).

Широчайшее поле для использования цифровых технологий предоставляет электроэнергетика. Тысячи сенсоров, передающих на серверы параметры температуры, давления, удельного расхода топлива, частоты тока, напряжения дают в онлайн режиме "большие данные" для оптимизации функционирования и взаимодействия многочисленных и разнообразных производителей, дистрибьюторов и потребителей электроэнергии. МЭА оценивает ежегодный эффект от использования цифровых технологий в электроэнергетике в 80 млрд долл. в течение 2016–2040 гг.⁴. Ежегодный эффект от использования цифровых технологий только в системах управления составит в этот же период 20 млрд долл.⁵

Еще больший эффект сулят цифровые технологии совершенствованию процесса сжигания топлива (регулирование его подачи, взаимодействия с кислородом, дозирование и проч.), а значит – уменьшению его удельного потребления и снижению выбросов диоксида углерода на существующих ТЭС.

Это находит конкретное воплощение в 5%-ном увеличении выработки электроэнергии на единицу сжигаемого топлива (что дает повышение на 2% КПД ТЭС), на всех станциях, построенных в мире за последние 20 лет⁶. Кроме того, эти станции потребляли бы в год на 70 млн т угля меньше и выбрасывали бы диоксида углерода на 200 млн т меньше (около 1% всех выбросов мировой энергетикой), а на закупку топлива для них тратилось бы на 4 млрд долл. меньше⁷.

³ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 68.

⁴ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 78.

⁵ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 78.

⁶ Annunziata M. Powering the Future. P., 2016. P. 57.

⁷ Annunziata M. Powering the Future. P. 2016. P. 57.

Начавшаяся цифровизация электрических сетей призвана прежде всего снизить потери электроэнергии при её передаче и дистрибуции. В настоящее время в масштабах всего мира они составляют 8% (достигая в некоторых странах, например, в Индии, 15%). Это соответствует объёму электроэнергии, потребляемой всей мировой металлургией, а также затрачиваемой на освещение и приготовление пищи населением всего мира. Набор цифровых технологий здесь обширен: удаленный контроль всех параметров сети, "умные" электросчетчики, препятствующие воровству электроэнергии. Уменьшение потерь в электросетях эквивалентно соответствующему снижению электрогенерации и выбросов диоксида углерода. Средний ежегодный эффект от снижения потерь в электрических сетях эксперты МЭА оценивают в 6 млрд долл. в течение всего периода 2016–2040 гг.⁸

Цифровизация электроэнергетики значительно снижает частоту и продолжительность аварийного отключения электропитания, что уменьшает издержки, цену и обеспечивает бесперебойность электроснабжения. Аварии на электросетях дорого обходятся как объектам электроэнергетики, так и экономике в целом. Специалисты оценивают ежегодный кумулятивный ущерб от аварий на электросетях только экономике США в 100 млрд долл.⁹ В слаборазвитых странах аварии происходят гораздо чаще и более продолжительны.

Наибольшая выгода от внедрения цифровых технологий в электроэнергетике видится в значительном увеличении сроков службы оборудования электростанций и электрических сетей, так как оптимизируются режимы его функционирования и исключаются стрессовые нагрузки. Оно увеличивает оборачиваемость капитала в отрасли и снижает цену электроэнергии. При этом отодвигаются сроки замены изношенного оборудования на ВИЭ и к менеджменту ТЭС

⁸ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 78.

⁹ La Comarre H. Costs of Power Interruptions to Electricity Consumers in the United States/. Energy 31 (12). P. 21.

предъявляются дополнительные требования, касающиеся выбросов диоксида углерода. При увеличении жизненного цикла оборудования электроэнергетики только на 5 лет экспертами прогнозируется экономия 1,3 трлн долл. во всей мировой энергетике в течение 2016–2040 гг., что составит 7% кумулятивных инвестиций в мировую энергетику за этот период¹⁰. Ежегодная экономия капитала составит в среднем 34 млрд долл. для генерирующих компаний и 20 млрд долл. для дистрибьютеров¹¹.

Цифровизация открывает широкие перспективы для оптимизации связей между потребителями и производителями различных видов энергии, ликвидации барьеров между секторами энергетики и их интеграции, становления гибких энергосистем, взаимодействующих в реальном времени. По прогнозам МЭА, к 2040 г. более 1 млрд домохозяйств в мире будут иметь возможность взаимодействовать через Интернет с той или иной энергосистемой¹². «Умный спрос» и «системная гибкость» позволят экономить на объёмах мощностей, сопоставимых с нынешней энергетикой Австралии и Италии, и 270 млрд долл. на инвестициях в новые энергетические мощности¹³.

Создание умных сетей (в том числе международных) снизит время простоя солнечных и ветровых станций с 17% в 2016 г. до 1,6% к 2040 г. и сократит эмиссию диоксида углерода на 30 млн т¹⁴. Сеть умных зарядных станций для электромобилей, предлагающих оптимальные тарифы в зависимости от нагрузок в сетях, способна к 2040 г. экономить более 100 млрд долл. через снижение потребности в новых инвестициях в расширение электроэнергетической инфраструктуры¹⁵.

¹⁰ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 78-79.

¹¹ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 78-79.

¹² Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 82.

¹³ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 82.

¹⁴ Energy Technology Perspectives. P., IEA, 2017. P. 98.

¹⁵ World Energy Investment. P., IEA, 2017. P. 187.

Цифровизация жилищного сектора, на который приходится 32% мирового потребления энергии, 55% мирового спроса на электроэнергию и 60% ежегодного прироста потребления электроэнергии, может обеспечить до 15% экономии потребляемой энергии¹⁶. Весьма перспективны умные термостаты в системах отопления и охлаждения, подключенные через Интернет с текущему прогнозу погодных условий, управление бытовой техникой через Интернет, датчики движения, умные счетчики.

Цифровизация стремительно развивается в промышленности, на долю которой приходится 38% потребляемой в мире энергии и 24% эмиссии диоксида углерода¹⁷. Многообразные сенсоры, взаимодействие различных стадий производственного процесса через Интернет, промышленные роботы, трехмерная печать, облачные сервисы, интернет вещей способны кратно сократить потребление энергии и сырья и обеспечить онлайн взаимодействие с потребителями, поставщиками и смежниками.

Транспорт, на который приходится 28% потребления энергии и 23% выбросов диоксида углерода, предоставляет исключительно выгодные возможности для тотальной цифровизации¹⁸. Появление интернет-агрегаторов уже значительно удешевило поездки на такси во всём мире, беспилотный транспорт делает перевозки еще дешевле и безопаснее, создание умных транспортных систем упорядочило дорожное движение, организацию грузо- и пассажироперевозок и их удешевление, Интернет-системы байк- и каршеринга продлевают и удешевляют эксплуатацию транспортных средств. Цифровизация транспорта в состоянии снизить удельный расход топлива и эмиссию диоксида углерода на один тонно- и пассажирокилометр перевозок на 20–30% за период 2015–2035 гг.¹⁹

¹⁶ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 41.

¹⁷ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 48.

¹⁸ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 34.

¹⁹ Digitalization & Energy. P., IEA, 2017. P. 34.

Развитие распределенной генерации на основе широкого распространения индивидуальных источников выработки из ВИЭ послужило основой начавшегося формирования умных сетей (Smart Grid). Многие домохозяйства и коммерческие структуры становятся одновременно потребителями и производителями (просьюмерами) электроэнергии. Интернет и технология блокчейн позволяют им осуществлять переток и учет поставленной или потребленной электроэнергии, минуя посредников (сбытовые компании, банки) в режиме реального времени, рационализируя энергопотоки и снижая цену электроэнергии. С помощью смарт-контрактов упрощается существующая многоуровневая система сбыта электроэнергии. Все транзакции по поставке и оплате выполняются непосредственно в сети по существующим на данный момент тарифам, что позволяет оптимально настроить как передачу, так и продажу электроэнергии. Блокчейн позволяет превратить в просьюмеров даже электромобили (аккумулирующие огромное количество электроэнергии). Компания «Дженерал электрик» прогнозирует глобальный эффект от умных сетей на основе Интернета вещей в 1,3 трлн долл. только за период 2016–2025 гг.²⁰

Подавляющая доля перспективного рынка (около 80%) цифровых инноваций в мировой энергетике принадлежит странам Востока (Азия и Северная Африка)²¹. В 2017 г. на долю этого региона пришлось более 65% новых Интернет-подключений в экономике мира, и этот показатель имел тенденцию к ускоренному росту²². Наибольшей ёмкостью отличаются рынки тепловой энергетики, распределенной генерации и ЖКХ.

Революционным изменениям подвергается технологическая основа транспорта (особенно автомобильного). Ведущие мировые производители заявили о полном переходе с 2025–2030 гг. на выпуск электрических автомобилей, что повлечет за собой резкое увеличение электрической генера-

20 G.E. Discover the Power of Digital Across the Electricity Value Network. 2017. <https://www.ge.com/digital/sites/default/files.pdf/> (дата обращения: 12.01.2019).

²¹ nnunziata M. Powering the Future. P. 2016. P. 11.

²² Annunziata M. Powering the Future. P. 2016. P. 11.

ции (при сокращении нефтепереработки) и создание соответствующей инфраструктуры. По расчетам Международного агентства по возобновляемой энергетике (IRENA), в течение 2016–2050 гг. число легковых автомобилей в мире увеличится с 1,24 млн до 965 млн (68% этого увеличения придется на страны Азии), а их доля с 0,2% до 73%.

Таблица 3.1.1.

Рост энергетической эффективности в различных секторах мировой экономики

Сектор экономики	Объём производства		Потребность в энергии		Среднегодовой рост энергоэффективности
	2016	2050	2016	2050	
Автомобильный транспорт	25 Т* т.км.	57 Т* т.км.	2805,1 млн т.у.т.	2046,5 млн т.у.т.	3,40%
Авиационный транспорт	3,6 G** пасс.	8,8G **пасс.	396,2 млн т.у.т.	495,3 млн т.у.т.	2,0%
Морской транспорт	55 Т* т.км.	76 Т* т.км.	363,7 млн т.у.т.	364,2 млн т.у.т.	1,0%
Отопление	62,3 млн т.у.т.	82,5 млн т.у.т.	148,5 млн т.у.т.	132,1 млн т.у.т.	1,2%
Кондиционирование	16,5 млн т.у.т.	85,8 млн т.у.т.	165,1 млн т.у.т.	561,2 млн т.у.т.	1,5%
Подогрев воды	30,5 млн т.у.т.	61,3 млн т.у.т.	64,3 млн т.у.т.	823,9 млн т.у.т.	1,5%
Освещение	39,6 млн т.у.т.	85,8 млн т.у.т.	792,2 млн т.у.т.	1551,4 млн т.у.т.	5,5%
Приготовление пищи	44,8 млн т.у.т.	61,3 млн т.у.т.	794,3 млн т.у.т.	528,2 млн т.у.т.	2,4%
Добывающая промышленность	31 G** т.	51 G** т.	2574,7 млн т.у.т.	2508,3 млн т.у.т.	1,6%
Обрабатывающая промышленность	13 G** т.	30 G** т.	1518,4 млн т.у.т.	2576,1 млн т.у.т.	0,9%

* Тетра

** Гига

Источник: рассчитано по данным: DNV-GL Energy Transition outlook 2018. Novik, Norway, 2018.

Коренным образом изменится структура финансирования энергетики. Глобальные финансовые затраты в секторе ископаемого топлива сократятся в период 2016–2050 гг. с 3,4 трлн долл. до 2,1 трлн долл., в секторе ВИЭ они возрастут с 0,69 трлн долл. до 2,4 трлн долл., в сетевом хозяйстве произойдет увеличение с 0,49 трлн долл. до 1,5 трлн долл.²³

Новые производительные силы существенно изменят структуру мирового топливно-энергетического баланса. При стагнации потребности в первичных энергоносителях к 2050 г. более чем втрое увеличится выработка электроэнергии²⁴. Рост произойдет как за счет быстрого развития генерации на основе ВИЭ, так и вследствие модернизации имеющейся электроэнергетики.

Восток пока занимает последнее место среди регионов мира по энергетической эффективности экономики. Уровень энергоэффективности экономики Китая составляет только 35,5 % среднемирового²⁵. Согласно прогнозу МЭА, реализация всех возможных мер по снижению энергоёмкости регионального ВВП обеспечит снижение суммарного энергопотребления в странах Азии в период 2015–2035 гг. на 35%²⁶. В азиатских странах имеется обширное поле для мер по повышению энергетической эффективности (см. табл. 3.1.2).

Таблица 3.1.2.

Планы правительств азиатских стран по повышению энергетической эффективности экономик

Страна	Цели правительства	Правительственный документ
Бангладеш	Снижение энергоёмкости экономики на 20% к 2030 г. по отношению к 2013 г.	Национальный энергетический план на период до 2030 г.
КНР	Снижение энергоёмкости экономики на 15% к 2020 г. по отношению к 2015 г.	13-й Пятилетний план развития энергетики

²³ DNV-GL Energy Transition Outlook 2018. Novik, Norway, 2018. P. 187.

²⁴ DNV-GL Energy Transition Outlook 2018. Novik, Norway, 2018. P. 187.

²⁵ Asia-Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., ESCAP, 2017. P. 48.

²⁶ World Energy Outlook. P., IEA, 2016. P. 257.

Окончание таблицы 3.1.2.

Страна	Цели правительства	Правительственный документ
Сянган (КНР)	Снижение энергоёмкости экономики на 40% к 2025 г. по отношению к 2005 г.	План энергосбережения на 2015–2025 гг.
Индия	Снижение энергоёмкости экономики на 35% к 2030 г. по отношению к 2005 г.	План повышения энергоэффективности экономики Министерства возобновляемых источников энергии
Пакистан	Ежегодное снижение потребления энергии на единицу ВВП на 1,5–1,8% до 2025 г.	Концепция устойчивого развития на период до 2035 г.
Казахстан	Снижение энергоёмкости экономики на 40% к 2030 г. по отношению к 2008 г.	Концепция развития зеленой экономики на период до 2050 г.
Вьетнам	Ежегодное снижение потребления энергии на единицу ВВП на 1–1,5% до 2020 г.	Стратегия "зеленого роста" на период 2011–2020 гг. (Decision #1393/Q-TTg)
Таиланд	Снижение энергоёмкости ВВП на 35% к 2030 г. по отношению к 2014 г.	Национальный план развития зеленой энергетики на период до 2030 г.
Филиппины	Снижение энергоёмкости экономики на 35% к 2030 г. по отношению к 2009 г.	Концепция развития энергетики на период 2010–2030 гг.

Источник: Asia- Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., ESCAP, 2017.

В последние годы страны Азии добились значительных успехов в повышении энергетической эффективности. За 2012–2014 гг. регион сэкономил более 200 млн т угля, что соответствует годовому потреблению первичной энергии Южной Кореи и Таиланда вместе взятых²⁷. При этом рост энергоэффективности наблюдался во всех отраслях и секторах экономики кроме жилищного сектора: удельное энергопотребление снизилось за период 2010–2012 гг. в промышленности – на 3,2%, сельском хозяйстве – на 0,8%, в сфере

²⁷ Energy Efficiency Market Report. P., IEA, 2017. P. 39.

услуг – на 2,5%, а в жилищном секторе выросло на 10%²⁸, так как рост уровня жизни населения шёл на фоне продолжающегося субсидирования применения традиционных энергоносителей (уголь, керосин, отчасти дрова), что в значительной степени консервировало экологически и экономически неприемлемую в нынешних условиях структуру энергопотребления домохозяйств.

Изменить структуру энергопотребления населения, особенно сельского, в большинстве азиатских стран в наибольшей степени способна малая децентрализованная возобновляемая энергетика (солнечные панели, ветряные электрогенераторы, малые ГЭС). Поскольку агрегаты малой альтернативной энергетики компактны и уже готовы к эксплуатации, нет необходимости в масштабном строительстве, подвозе габаритного оборудования и стройматериалов, специальном строительстве дорог. Нет также необходимости в подключении объектов «малой» энергетики к электросетям и в строительстве ЛЭП, что снижает капитальные затраты а также потери в сетях (которые доходят до 30% генерируемой электроэнергии, как, например, в Лаосе и Камбодже). Агрегаты малой энергетики весьма дорогостоящи, однако электроэнергия вырабатывается практически «даром». Видимо, на приобретение генерирующих устройств возобновляемой энергетике должно быть на начальном этапе переориентировано государственное субсидирование энергопотребления населения (что уже происходит). Важным представляется также повсеместное введение субсидируемого государством преференциального для возобновляемой энергетике так называемого «зеленого тарифа» (Feed-in tariff).

Однако азиатские государства, проходящие, в большинстве, стадию индустриализации, строительного и транспортного бума, характеризующиеся быстрым ростом населения, будут не в состоянии обеспечить свои быстрорастущие потребности в энергии из одних лишь возобновляемых источников. Кроме этого, мощности на основе ВИЭ зани-

²⁸ Energy Efficiency Market Report. P., IEA, 2017. P. 40.

мают большую площадь, имеют относительно небольшую мощность (мощность средней солнечной станции примерно в 20 раз меньше мощности средней ТЭС) и не могут обеспечить энергетические потребности крупных энергоёмких производств, а также густонаселенных территорий. Поэтому энергетика на основе ВИЭ на большей части Азии будет развиваться в едином комплексе со всеми возможными отраслями традиционной энергетики (при опережающем росте), либо автономно, вне энергосистем, для энергоснабжения удаленных сельских районов, коих немало в регионе.

Переводить производство электроэнергии в крупных масштабах на маломощные и дорогие установки ВИЭ могут себе позволить лишь небольшие богатые постиндустриальные страны. Промышленная Азия для поддержания ускоренных темпов роста вынуждена пока что вводить крупные мощности традиционной огневой генерации. Технологические революции на транспорте, в промышленности и строительстве еще более повысят роль крупной электроэнергетики (миллионы электромобилей, например, вместо топлива будут потреблять электроэнергию от электростанций, где сжигают органические источники первичной энергии).

Бум развития ВИЭ отнюдь не означает отказ от традиционных энергоносителей. На каждый Гвт. мощности возобновляемой энергетики необходимо 300–500 Мвт. резервной мощности тепловой или атомной генерации²⁹. Соответственно, увеличение мощностей ВИЭ не означает пропорциональное снижение выработки электроэнергии на ТЭС.

Азия – единственный регион мира не отказывающийся от угольной энергетики. Расчеты показывают, что только этот самый грязный способ получения энергии на базе собственных региональных ресурсов способен пока что обеспечить поступательное устойчивое развитие азиатских стран. Имеющиеся резервы повышения производительности суще-

²⁹ Levelling the Intermittency of Renewables With Coal. 01.07.2016 <http://bookshop.iea-coal.org.uk/report/80573//83885> (дата обращения: 17.11.2018).

ствующих мощностей через внедрение современных технологий вполне сопоставимы с требующимися для обеспечения экономического роста перспективными мощностями. КПД существующих в Азии угольных электрических станций существенно ниже того, который мог бы быть обеспечен в настоящее время (в Индии и КНР — 28%, в среднем в мире — 35%). Китай мог бы потреблять на 20% угля меньше, если бы КПД китайских электростанций был бы примерно равен КПД обычной электростанции в Японии³⁰. Рост эффективности может быть обеспечен путем внедрения современных технологий. Например, энергоустановки, работающие при сверхкритических параметрах пара, способны экономить 0,5 млн т угля на 1 Гвт. установленной мощности и сократить выбросы диоксида углерода на 16-22%, повышение эффективности двойного промежуточного перегрева пара может дать дополнительно до 3% прироста КПД³¹. Дополнительным стимулом является то обстоятельство, что обязательное улавливание и консервация углерода на станциях с низким КПД является нерентабельным. Поэтому инвестиции в высокотехнологичные цифровые мощности с высоким КПД являются главным шагом на пути реализации стратегии улавливания и консервации углерода. Поскольку угольные станции обладают большим сроком службы, быстрое распространение технологии улавливания и консервации углерода возможно только на пути переоборудования, так как новые мощности все равно потребуются для компенсации мощности, отбираемой на улавливание. В Японии и КНР основная часть угольных станций была пущена в 1980–1990-х годах, что делает целесообразной модернизацию уже в 2018–2025 гг. (учитывая срок службы угольных ТЭС в 40–60 лет). Индия уже подошла к этому рубежу, что создает оптимальные предпосылки для начала модернизации.

³⁰ Эффективные технологии для топливной энергетики. <https://issek.hse.ru/trend-letter/news/141133080.html> (дата обращения: 13.12.2018).

³¹ Там же.

Таблица 3.1.3.

**Планы правительств азиатских стран
по повышению эффективности производства,
передачи и дистрибуции электрической энергии**

Страна	Цель правительства	Политический документ
Бангладеш	Снизить системные потери с 13% до 9%	7-й Пятилетний план (2016–2020 гг.) (Ускоренный рост, Электроснабжение граждан)
КНР	Довести среднее потребление угля в 310 г. на Квт.час на существующих ТЭС и в 300 г. на новых	13-й Пятилетний план
КНДР	Уменьшить потери в сетях на 9%	Партийные директивные документы
Индия	Сократить энергетические потери на 15%	13-й Пятилетний план
Монголия	Снизить долю теплоэлектроцентралей во внутреннем потреблении с 14% в 2014 г. до 11,2% в 2020 г. и до 9,14% к 2030 г.	План развития электроэнергетики на период до 2030 г.
Шри-Ланка	Уменьшить технические и коммерческие потери в сетях с 11% в 2014 г. до 8% к 2020 г.	План развития энергетического сектора Шри-Ланки для "Экономики знаний" 2015–2025 гг.
Мьянма	Снизить системные потери с 20% в 2009 г. до 10% в 2020 г.	Национальный энергетический план 2010–2020 гг.
Филиппины	Повысить средний КПД ТЭС с 28% до 43% к 2030 г.	Концепция развития энергетики в 2010–2030 гг.
Таиланд	Завершить к 2030 г. полное переоборудование ТЭС и сократить выбросы CO ₂ на 20%.	Национальный план развития "зеленой" энергетики на период до 2030 г.
Турция	Снижение к окончанию периода потерь и незаконного потребления энергии на 10%	Стратегический план на 2015–2019 гг.

Источник: Asia Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., ESCAP, 2017.

Огромный резерв повышения энергоэффективности экономики – сокращение потерь при передаче и дистрибуции энергии. Они в 2014 г. составили: в Непале – 35%,

в Камбодже – 33%, в Мьянме – 31%, в Индии – 21%, в Пакистане – 20%³². Наиболее привлекательной областью для инвестиций здесь является умные сети. Большинство стран Востока – широчайшее поле деятельности в этой области. В Южной Азии, например, замена существующих сетей на smart grids равносильна увеличению производства электроэнергии на 20%³³.

Важным с точки зрения обеспечения устойчивости экономического роста представляется повышение энергоэффективности важнейшего для многих стран Востока промышленного сектора. Помимо удешевления товарной продукции и снижения эмиссии парниковых газов, уменьшение энергоёмкости промышленности (как основного потребителя энергии) оказывает понижающее давление на цену отпускаемой электроэнергии (через уменьшение спроса), причём связь между ценой и структурой промышленности взаимная: по оценкам МЭА, в 2016 г. энергетическая эффективность промышленности в группе стран с низкой ценой энергии была на 56% выше, чем в группе государств с относительно высокой ценой, высокая цена энергии побуждала промышленные компании понижать энергоёмкость производства, низкая же цена энергии привлекала инвесторов, поэтому вклад энергосберегающих секторов промышленности в произведенную добавленную стоимость был на 44% больше в странах с низкой ценой энергии, чем в странах с высокой ценой³⁴. За 2000–2016 гг. добавленная стоимость, произведенная на условную единицу потребленной в мире энергии, увеличилась на 40%, что дало возможность некоторым развитым странам даже не увеличивать производство энергии для обеспечения экономического роста³⁵. Промышленная Азия, с некоторым опозданием подключившись к этому процессу, начиная с 2014 г., демонстрирует наивысшие среди регионов мира темпы повышения энергетической

³² Asia Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., ESCAP, 2017. P. 63.

³³ World Energy Outlook. P., IEA, 2011, P. 206.

³⁴ Energy Efficiency Market Report. P., IEA, 2017, P. 69-70.

³⁵ Energy Efficiency Market Report. P., IEA, 2017, P. 67.

эффективности промышленности. Модернизации подверглась пока что незначительная её доля, но планы исключительно масштабны (табл. 3.1.4) и промышленности. Модернизации подверглась пока что незначительная её доля, но планы исключительно масштабны (табл. 3.1.4).

Таблица 3.1.4.

**Планы правительств некоторых азиатских стран
по повышению энергетической эффективности
промышленности и ЖКХ**

Страна	Цель правительства	Политический документ
Вьетнам	Снижение на 15% энергоёмкости промышленности и на 20% энергопотерь в ЖКХ к 2025 г.	Правительственный прогноз развития энергетики до 2025 г.
Казахстан	Снижение на 15% удельного энергопотребления в промышленности к 2019 г. по сравнению с 2012 г.	Государственная программа инновационного развития на период 2013–2019 гг.
КНДР	Снижение на 25% удельного энергопотребления в промышленности к 2030 г.	Государственная программа повышения энергоэффективности
Респ. Корея	Нулевые энергопотери во вновь возводимых зданиях к 2025 г.	План-прогноз развития энергетики до 2035 г.
Малайзия	Нулевые энергопотери во вновь возводимых зданиях к 2026 г.	Национальный план развития энергетики 2016–2026 гг.
Монголия	Уменьшить потери тепла в зданиях на 40% к 2030 г. по отношению к 2013 г.	Директивные правительственные документы
Таиланд	Снижение на 20% энергоёмкости промышленности к 2030 г.	Энергетическая стратегия на период 2014–2030 гг.
Турция	Увеличить на 20% энергоэффективность зданий в период 2013–2019 гг.	Стратегический план 2015–2019 гг.
Япония	Нулевые энергопотери к 2020 г. во вновь построенных зданиях	Четвертый стратегический энергетический план

Источник: Asia-Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., 2017.

Повышение энергетической эффективности промышленности, транспорта, строительства и ЖКХ на базе современных технологий и производительных сил, помимо уменьшения удельного энергопотребления, предполагает замену различных видов топлива электроэнергией, являющейся самым эффективным и чистым видом энергии. По оценке МЭА, полный перевод только лишь автомобильного транспорта мира на электроэнергию вызовет снижение годовой потребности в нефти на 35%³⁶.

Выработка электрической энергии во всех регионах мира в наибольшей степени будет прирастать за счет ВИЭ. Характер развития сектора ВИЭ в экономически развитой части мира и в группе догоняющих стран, особенно афро-азиатских, как самой динамичной её части, будут весьма различны. Развитые государства, для которых характерен «уход» старых энергоёмких отраслей промышленности, медленный рост (или стагнация) населения и растущая энергоэффективность экономики (опережающее снижение потребления энергии на производство единицы ВВП), уделяющие первоочередное внимание экологической составляющей качества жизни, даже на основе только уже имеющихся энергетических мощностей будут в состоянии обеспечить поступательную экономическую динамику в рамках постиндустриальной системы производительных сил. Поэтому развитие энергетики здесь пойдет, очевидно, по пути лишь замены выбывающих вследствие амортизации старых мощностей (ТЭС и АЭС) новыми (ветряными и солнечными станциями). Афро-азиатские государства, проходящие, в большинстве, стадию индустриализации, строительного и транспортного бума, характеризующиеся быстрым ростом населения, будут не в состоянии обеспечить свои быстрорастущие потребности в энергии из одних лишь возобновляемых источников. Кроме этого, мощности на основе ВИЭ занимают большую площадь (1 кв. км солнечной «фермы» в среднем дает за год электроэнергию, соответствующую сжиганию лишь 1 млн баррелей нефти), относительно небольшую мощность

³⁶ World Energy Outlook. P., IEA, 2011. P. 407.

(мощность средней солнечной станции примерно в 20 раз меньше мощности средней ТЭС) и не могут обеспечить энергетические потребности крупных энергоёмких производств а также густонаселенных территорий. Поэтому энергетика на основе ВИЭ на большей части Азии и Африки будет развиваться в едином комплексе со всеми возможными отраслями традиционной энергетики (при опережающем росте), либо автономно, вне энергосистем, для энергоснабжения удаленных сельских районов, коих немало в регионе.

С точки зрения обеспеченности первичными энергоносителями и структуры топливно-энергетического баланса страны Азии и Северной Африки сильно разнятся, однако их объединяет общее стремление к максимально ускоренному развитию возобновляемой энергетики. Энергодефицитные регионы Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии заинтересованы в максимально возможном развитии всех способов получения энергии для обеспечения своего самого быстрого в мире экономического роста, отдавая максимально возможное предпочтение возобновляемым источникам. Изобилующие дешевым и доступным ископаемым топливом регионы Юго-Западной Азии и Северной Африки в неменьшей степени, как это ни парадоксально, заинтересованы в форсировании развития новой энергетики с целью устранения структурных перекосов в экономике, чреватых уменьшением доходов от сокращения экспорта энергоносителей. Таким образом, все страны региона проявляют повышенный интерес к развитию возобновляемой энергетики (табл. 3.1.5).

Таблица 3.1.5.

Доля ВИЭ в конечном энергопотреблении и в производстве электрической энергии в странах Азии и Северной Африки

Страна	Конечное энергопотребление		Производство электроэнергии	
	Доля в 2015 г. (%)	Цели страны (%)	Доля в 2015 г. (%)	Цели страны (%)
Алжир	-	3 к 2030 г.	5	45 к 2030 г.
Азербайджан	-	1 к 2020 г.	19	20 к 2020 г.

Окончание таблицы 3.1.5.

Страна	Конечное энергопотребление		Производство электроэнергии	
	Доля в 2015 г. (%)	Цели страны (%)	Доля в 2015 г. (%)	Цели страны (%)
АРЕ	22	3 к 2020 г.	1	30 к 2020 г.
Бангладеш	-	-	3	10 к 2020 г.
Бруней	3	8 к 2035 г.	1	10 к 2035%
Вьетнам	35	45 к 2020 г.	38	50 к 2020 г.
Израиль	8	13 к 2025 г.	8	17 к 2030 г.
Индия	20	30 к 2040 г.	19	40 к 2040г.
Индонезия	2	30 к 2040 г.	6	50 к 2040 г.
Иордания	6	8 к 2020 г.	3	10 к 2020 г.
Казахстан	-	-	-	30 к 2030 г.
Камбоджа	42	50 к 2035 г.	46	55 к 2035 г.
КНР	10	20 к 2030 г	20	29 к 2030 г.
Лаос	-	-	38	70 к 2030 г.
Мавритания	5	50 к 2025 г.	8	60 к 2025 г.
Малайзия	-	9 к 2030 г.	8	11 к 2030 г.
Марокко	-	30 к 2036 г.	15	40 к 2036 г.
Монголия		25 к 2030 г.	4	30 к 2030 г.
Мьянма	35	38 к 2035 г.	40	60 к 2035 г.
Сауд. Аравия	-	25 к 2032 г.	8	50 к 2032 г.
Таиланд	-	35 к 2036 г.	12	40 к 2036 г.
Филиппины	36	50 к 2035 г.	39	60 к 2035 г.
Шри-Ланка	56	70 к 2035 г.	54	70 к 2035 г.
Япония	3	15 к 2030 г.	13	25 к 2030 г.

Источник: Renewables 2016. Global Status Report. Ren. 21 (Renewable Energy of 21st Century) Secretariat. IRENA, P., 2017.

Широчайшее поле для развития исключительно возобновляемой энергетики представляют собой многочисленные обширные, малоосвоенные и ещё не электрифицированные

ные регионы Азии и Северной Африки. Децентрализованное, автономное развитие в них возобновляемой энергетики имеет целый ряд неоспоримых выгод. Поскольку агрегаты малой альтернативной энергетики компактны и уже готовы к эксплуатации, нет необходимости в масштабном строительстве, подвозе габаритного оборудования и стройматериалов, специальном строительстве дорог. Нет также необходимости в подключении объектов «малой» энергетики к электросетям и в строительстве ЛЭП, что снижает капитальные затраты а также потери в сетях. Исключение традиционной биомассы из домашнего энергоснабжения уменьшает масштабы дефорестации и выбросов диоксида углерода.

Таблица 3.1.6.

Состояние и перспективы электрификации удаленных районов Востока и замены в них традиционной биомассы на новые возобновляемые источники энергии для отопления и приготовления пищи

Страна	Электрификация села (%)		Население, использующее традиционную биомассу для приготовления пищи и отопления (%)	Доля ВИЭ в приготовлении пищи и отопления (%)	
	2015 г.	Планы		2015 г.	Планы
Бангладеш	61	100 к 2021 г.	89	0	5 к 2025 г.
Вьетнам	97	100 к 2020 г.	47	1	8 к 2030 г.
Камбоджа	39	75 к 2030 г.	88	0	4 к 2025 г.
КНДР	26	90 к 2018 г.	46	1	5 к 2020 г.
Индия	80	100 к 2035 г.		1	7 к 2035 г.
Индонезия	79	90 к 2030 г.		0	10 к 2030 г.
Йемен	46	-	32	0	9 к 2030 г.

Окончание таблицы 3.1.6.

Страна	Электрификация села (%)		Население, использующее традиционную биомассу для приготовления пищи и отопления (%)	Доля ВИЭ в приготовлении пищи и отопления (%)	
	2015 г.	Планы		2015 г.	Планы
Мавритания	28	55 к 2025 г.	80	0	5 к 2025 г.
Монголия	90	100 к 2025 г.	63	0	10 к 2025 г.
Мьянма	38	-	93	0	6 к 2035 г.
Непал	76	-	86	0	5 к 2030 г.
Пакистан	73	100 к 2030 г.	58	1	15 к 2030 г.
САР	93	100 к 2025 г.	7	1	18 к 2035 г.
Таиланд	89	-	24	2	15 к 2023 г.
Филиппины	80	-	54	1	15 к 2030 г.
Шри-Ланка	94	100 к 2020 г.	74	1	10 к 2025 г.

Источник: Renewables 2016. Global Status Report. Ren 21 (Renewable Energy of 21st Century) Secretariat. IRENA, P., 2017.

Страны Востока уже в настоящее время занимают выдающиеся позиции в мировой возобновляемой энергетике. КНР — на первом месте в мире по инвестициям в ВИЭ (Япония — на третьем, Индия — на пятом), Мавритания — на первом месте по инвестициям в ВИЭ на единицу ВВП (Марокко — на четвертом), Филиппины и Индонезия — на втором и третьем местах (после США) по установленным геотермальным мощностям, КНР лидирует по мощностям всех ВИЭ (Индия — третья-четвертая), первая мировая

«четвёрка» по числу установленных домашних солнечных панелей — Бангладеш, Индия, КНР, Непал, первая мировая «пятерка» по количеству биогазовых установок — КНР, Индия, Непал, Вьетнам, Бангладеш³⁷.

Из всех регионов развивающегося мира в развитии ВИЭ более всего заинтересованы, пожалуй, Ближний Восток и Северная Африка. Существующая здесь многие годы модель энергопотребления может стать препятствием экономическому росту как в странах-нетто-экспортерах энергоресурсов, так и в государствах-импортерах. Этот регион — не только основной поставщик первичных энергоносителей и главный «хранитель» мировых запасов ископаемого топлива, но и главный «энергорасточитель» поскольку региональные правительства, во-первых, субсидируют цену на энергию вопреки законам рынка, поощряя неумеренное потребление, во-вторых, реализуют чрезвычайно энергоёмкие проекты индустриализации и диверсификации, опираясь на низкую себестоимость местных энергоресурсов.

Субсидии в регионе — важнейшая часть «социального договора» и рассматриваются как неотъемлемое право членов уммы. Они достигли гигантских размеров: их ежегодный объём в регионе приблизился к 250 млрд долл. — половина энергетических субсидий всех стран мира, 8,5% регионального ВВП и 22% всех государственных расходов. Первая мировая «пятерка» лидеров энергетического субсидирования — Кувейт, Иран, Саудовская Аравия, Катар, Египет³⁸. Искажая ценовые пропорции, субсидии не только ведут к энергетическому расточительству (в Катаре, например, электроэнергия отпускается коренному населению бесплатно), но и полностью ликвидируют возможность инвестирования не только в ВИЭ, но и в традиционную энергетику, способствуют контрабанде и даже дефициту субсидируемых источников энергии, негативно отражаются на экономи-

³⁷ Renewables 2016. Global Status Report. Ren 21 Secretariat. P., 2017, P. 160.

³⁸ Subsidies Reform in MENA., p.5/<https://www.imf.org/external/ns/es.aspx?id=276> (дата обращения: 14.10.2018).

ческом росте. Если не принять соответствующие меры, то Кувейт, например, скоро может, по некоторым оценкам, перестать быть нефтеэкспортером.

Между тем, в русле продолжающегося тренда энергоёмкого экономического роста ежегодный прирост энергопотребления в регионе составит 7% в 2015–2040 гг.³⁹ Его обеспечение потребует ежегодных инвестиций в 30 млрд долл., а их доля в ВВП будет постоянно расти, так как за счет стагнации или даже уменьшения экспорта первичных энергоносителей будет сокращаться основной источник формирования регионального ВВП — энергосырьевой экспорт.

Развитие альтернативной энергетики (ВИЭ и АЭС) — единственный способ избежать «энергетического проклятия» этого изобилующего самыми дешевыми энергоресурсами региона. Условия для этого исключительно благоприятны: на регион приходится 26% солнечной энергии, достигающей поверхности Земли⁴⁰. На один квадратный километр территории здесь в течение года поступает лучистая энергия, эквивалентная 2 млн баррелей нефти. Суммарный ветровой потенциал региона также крупнейший в мире. Марокко, Египет и Тунис лидируют в мире по потенциалу ветровой энергетики⁴¹.

Меняющиеся экономические и политические условия в регионе приоткрыли дверь для инвестиций в ВИЭ (в том числе иностранных). За период 2015–2025 гг. они составят 64% всех инвестиций в региональную энергетику⁴². Выработка электроэнергии из ВИЭ за этот период должна возрасти на 127%, в то время как из нефти — на 14%,

³⁹ World Energy Outlook 2016. IEA. P., 2017. P. 415.

⁴⁰ Squire Sanders. The Future for Renewable Energy in the MENA Region. Clean Energy Pipeline. www.cleanenergypipeline.com/.../the%20future%20for%20r... (дата обращения: 21.11.2018).

⁴¹ Squire Sanders. The Future for Renewable Energy in the MENA Region. Clean Energy Pipeline. www.cleanenergypipeline.com/.../the%20future%20for%20r... (дата обращения: 21.11.2018).

⁴² Outlook for Energy ExxonMobil corporate.exxonmobil.com/en/energy/energy-outlook (дата обращения: 21.11.2018).

из газа — на 26%, суммарная же электрогенерация увеличится на 21%⁴³.

Китай развивает альтернативную энергетику в наибольших в мире масштабах и наивысшими в мире темпами. На эту страну приходится 28% мировых инвестиций в возобновляемую энергетику, и этот показатель растет. На КНР уже приходится 37 % мощностей солнечной энергетики мира и 34% ветровой, В 2015–2020 гг. на долю КНР придется 36% вновь введенных мощностей в гидроэнергетике мира, 40% — в ветроэнергетике и 37% — в гелиоэнергетике. В настоящее время на долю Китая приходится почти 40% занятых в возобновляемой энергетике мира (около 3 млн чел. из 8 млн чел.). К 2020 г. в стране будет работать в новой энергетике более половины всех занятых в этой сфере в мире⁴⁴. Запланированная к 2020 г. доля ВИЭ в выработке электрической энергии в 15% «сэкономит» 580 млн т угля, приведет к снижению на 18% углеродоёмкости ВВП (выброс диоксида углерода на единицу ВВП), на 23% снизит водоёмкость ВВП, сэкономит почти 76 млрд долл. за счет относительного уменьшения импорта первичных энергоносителей, почти на 75% увеличит количество дней с удовлетворительным качеством воздуха в крупных городах⁴⁵.

В быстро индустриализирующейся и энергодефицитной Индии, как и в Китае, растущий дефицит энергоресурсов, покрываемый импортом, может стать серьезным препятствием дальнейшему экономическому росту. Поэтому и здесь власти стремятся к извлечению энергии из всех возможных источников, отдавая предпочтение возобновляемым, на освоение которых приходится более 60% инвестиций в энергетику. На долю Индии приходится 8% глобальных инвести-

⁴³ Squire Sanders. The Future for Renewable Energy in the MENA Region. Clean Energy Pipeline. www.cleanenergypipeline.com/.../the%20future%20for%20r... (дата обращения: 21.11.2018).

⁴⁴ Renewable Energy in China. DBS Asia Insights. November, 2016. <https://www.dbs.com/.../pdfController.page?pdfpath=/.../pdf/...> (дата обращения: 27.10.2018)

⁴⁵ Renewable Energy in China. DBS Asia Insights. November, 2016. <https://www.dbs.com/.../pdfController.page?pdfpath=/.../pdf/...> (дата обращения: 03.-1.2018).

ций в ВИЭ. По установленной мощности объектов альтернативной энергетики Индия находится на третьем месте в мире (после КНР и США)⁴⁶.

Япония, обеспеченная собственными источниками энергии лишь на 6%, до недавнего времени не относилась к числу мировых лидеров возобновляемой энергетики. Перелом наступил после аварии на АЭС «Фукусима» в 2011 г. Тогда было принято скоропалительное решение о закрытии всех АЭС, и страна почти полностью перешла на углеродную энергетику, что резко увеличило импорт энергоносителей. Япония впервые в своей истории столкнулась с дефицитом торгового баланса. Это также привело к тому, что электроэнергия в Японии стала самой дорогой в мире, что негативно сказалось на конкурентоспособности японских товаров. Наконец, выбросы диоксида углерода превысили установленные для Японии квоты.

В сложившихся условиях японские власти кардинально пересмотрели энергетическую политику. Согласно новым планам, степень самообеспеченности энергоресурсами должна увеличиться к 2030 г. до 25%⁴⁷. Это увеличение будет происходить исключительно за счет возобновляемых источников (за исключением других).

Почти лишённая собственных энергоресурсов и сделавшая чрезмерный акцент на развитие крупной тепловой энергетики, Республика Корея вышла в результате на первое место в мире по импорту первичных энергоносителей на душу населения, вошла в первую мировую пятерку импортеров нефти, сжиженного газа и угля и прочно заняла второе место в мире (после Австралии) по выбросам диоксида углерода на душу населения (при его немалой численности)⁴⁸. Растущие финансовые и экологические издержки побудили

⁴⁶ World Energy Outlook 2016. IEA. P., 2017. P. 416.

⁴⁷ Japan Energy Plan. Ministry of Economy, Trade and Industry. www.enecho.meti.go.jp/en/category/.../energy_plan_2015.p... (дата обращения: 03.01.2018).

⁴⁸ Phillip Riley. The Future is Renewable. South Korea. May 2017. phillipriley.com.au/wp.../2017/.../IDR-Report-South-Korea.pd... (дата обращения: 26.10.2018).

власти к пересмотру в 2014 г. Национального энергетического плана (National Energy Master Plan). В соответствии с ним к 2035 г. намечается поднять долю ВИЭ в энергетическом балансе до 11%⁴⁹.

В Юго-Восточной Азии продолжающийся энергоёмкий промышленный рост требует ускоренного (в два раза превышающего среднемировые показатели) развития энергетики. Обеспечить возрастающие потребности промышленности способны лишь крупные централизованные мощности традиционной энергетики. Они и продолжают своё развитие на основе относительно дешёвых региональных углей и газа и новых технологий. Вместе с этим, в регионе существует большой массив удалённых, труднодоступных островных и горных территорий, интеграция которых в энергосистемы сложна технически и затратна. Это — широчайшее поле для развития альтернативной энергетики. В регионе широко представлены все виды ВИЭ. На Индонезию и Филиппины приходится соответственно 40% и 20% мирового геотермального потенциала. Индонезия и Малайзия, являясь крупнейшими производителями пальмового масла, дают огромное количество сопутствующей биомассы (15% территории Малайзии покрыто плантациями масличной пальмы)⁵⁰. Остальные страны региона также занимают ведущие позиции по «выходу» возобновляемой биомассы с единицы площади. Все страны (кроме Сингапура) обладают крупнейшим и ещё малоосвоенным гидропотенциалом. Потенциал солнечной и ветровой энергетики также весьма велик.

Как и в других быстро развивающихся регионах Азии, энергетика ЮВА будет расти, используя все возможные варианты с акцентом на возобновляемые источники. По прогнозу МЭА, 70% инвестиций в энергетику в регионе в период

⁴⁹ Phillip Riley. The Future is Renewable. South Korea. May 2017. phillipriley.com.au/wp.../2017/.../IDR-Report-South-Korea.pdf... (дата обращения: 26.10.2018).

⁵⁰ Renewable Energy Rises Across Asia. IRENA. Quarterly, 2017. sun-connect-news.org/.../IRENA_Quarterly_2017_Q4.pdf (дата обращения: 28.11.2018).

2016–2040 гг. придется на возобновляемые источники⁵¹. Агентство прогнозирует рост доли ВИЭ в энергетическом балансе ЮВА в период в течение этого периода с 6% (без традиционной биомассы)⁵². Развертывающаяся в энергетике технологическая революция открывает перед многими странами Востока возможность избежать тормозящего воздействия на ускоренную экономическую динамику относительно отставшего от бурно развивающихся отраслей экономики энергетического хозяйства. Новые производительные силы в энергетике создадут возможность значительного уменьшения негативных последствий как дефицита ископаемых энергоносителей, так и «энергетического проклятия». Поэтому Восток начинает наивысшими в мире темпами подключаться к мировому энергетическому переходу.

3.2. Новые производительные силы в добывающей промышленности

Модернизация добывающей промышленности в духе четвертой промышленной революции приобретает особое значение. При всех технологических преобразованиях добыча полезных ископаемых еще долго будет определять возможности индустриального развития. Ключевыми формами инновационного процесса в добывающей промышленности стали следующие направления:

1. В области добычи топливно-энергетических ресурсов:
 - а) совершенствование технологий добычи трудноизвлекаемых запасов нефти;
 - б) получение энергии из новых источников минеральных ресурсов: сланцевый газ и нефть, горючий лед⁵³;

⁵¹ World Energy Outlook 2016. IEA. P., 2017. P. 415.

⁵² World Energy Outlook 2016. IEA. P., 2017. P. 415.

⁵³ Горючий лед – это соединение воды и природного газа, превратившееся в кристаллическое вещество под высоким давлением и воздействием низких температур. Извлечение образцов горючего льда происходит со дна моря. Один куб. м горючего льда эквивалентен 160 куб. м природного газа в парообразном состоянии.

- с) развитие технологий шельфовой добычи энергетических ресурсов.
- 2. В горнодобывающей промышленности:
 - а) использование гигантских машин и механизмов, предназначенных для выполнения тяжелых и опасных работ на карьерах и в шахтах;
 - б) применение информационно-компьютерных технологий для максимальной автоматизации или полностью автономной работы машин и механизмов, а также удаленного управления;
 - с) разработка принципиально новых методов первичной переработки, обогащения и очистки добытых ресурсов.
- 3. В методах вторичной металлургии:
 - а) использование новых методов очистки вторичного лома;
 - б) внедрение инновационного плавильного оборудования.

Итогом модернизации добывающей промышленности в русле четвертой промышленной революции должно стать:

- повышение производительности труда и эффективности производства;
- увеличение конкурентоспособности стран на мировом рынке;
- обеспечение безопасности труда в одной из самых травматичных сфер народного хозяйства;
- улучшение экологической обстановки, в том числе сокращение выбросов углекислого газа.

Рассмотрим подробнее новые технологии в сфере добычи топливно-энергетических ресурсов.

Нефтедобывающая промышленность. Технологически проблема повышения производительности труда при добыче нефти лежит в области увеличения эффективности извлечения нефти из скважины. Основными направлениями научно-технического прогресса в добыче нефти являются:

1. Совершенствование технологий, обеспечивающих разработку трудноизвлекаемых запасов нефти: термические методы воздействия на пласт, использование полимеров и поверхностно-активных веществ.

2. Разработка и освоение технологических комплексов по бурению и добыче на шельфе морей.

Эти два направления развиваются уже несколько десятилетий и показывают высокую эффективность. Относительно новые технологии разработаны для добычи сланцевой нефти.

3. Совершенствование добычи сланцевой нефти идет по пути создания новых методов воздействия на пласты и увеличения нефтеотдачи. Существует два типа сланцевой нефти. Первый тип по составу похож на нефть традиционную и залегает на глубине 2–3 км. Технология добычи достаточно сложна, потому что требует не традиционного вертикального, а горизонтального бурения. Кроме того, процесс бурения сопровождается гидравлическими разрывами пласта. Основные залежи такой сланцевой нефти расположены в США, которые и стали катализатором «сланцевой революции». По сравнению с другими странами там сложились неповторимые условия для добычи нефти технологией гидроразрыва. Второй вид сланцевой нефти добывать еще сложнее. Ее получают из керогена (полимерных органических материалов, которые расположены в нефтеносных сланцах). Пласты с керогеном залегают ниже уровня традиционных углеводородов и фактически являются их донорами. Для получения нефти кероген подвергают термической обработке прямо в сланцевом пласте. Получившееся вещество поднимают на поверхность, вытесняя веществом-агентом при последующем охлаждении. При добыче сланцевой нефти актуальной становится проблема экологии. После гидроразрывов остаются реагенты, а также выделяется значительное количество метана. Кроме этого, для добычи сланцевой нефти требуется огромное количество воды и энергии, что значительно увеличивает необходимый уровень инвестиций в разработку месторождений.

Газодобывающая промышленность. Перспективными направлениями в газодобывающем секторе являются:

1. Газ из угольных пластов начали добывать в США в конце 1980-х годов. В России «Газпром» начал испытывать этот метод с 2003 г. из угольных пластов в Кузбассе.

2. Сланцевый газ добывается с помощью технологии гидроразрыва пласта, которая описана выше. На сегодняшний день доля сланцевого газа составляет около половины объемов мировой добычи всего природного газа, а по некоторым оценкам к 2030 г. планируется увеличить этот показатель до 56%.

С другой стороны, существует мнение, что при современных технологиях добыча сланцевого газа коммерчески неэффективна, так как его себестоимость выше, чем у природного газа, добытого традиционным путём, а также его добыча губительно отражается на экологии.

3. Значительная часть природного газа находится в кристаллическом состоянии в виде так называемых газогидратов («горючий лед»). Крупные запасы газогидратов существуют в океанах и в зонах вечной мерзлоты материков. В настоящее время оцениваемые запасы газа в виде газогидратов превосходят в нефтяном эквиваленте вместе взятые запасы нефти, угля и обычного газа. Разработкой экономически целесообразных технологий по добыче газогидратов усиленно занимаются Японии, лишенная традиционных запасов газа, США и некоторые другие страны. Китаю удалось извлечь «горючий лед», со дна северной части Южно-Китайского моря, но пока это направление находится на уровне разработки.

Угледобывающая промышленность. Технологически повышение производительности труда в угледобывающей промышленности связано в первую очередь с сокращением численности работников на шахтах. Узловыми проблемами современного этапа технического развития подземной угледобычи являются радикальное сокращение ручного труда и производство горных работ без присутствия людей в опасных зонах, основным решением становятся процессы автоматизация и роботизация операций. Наиболее трудосберегающим видом оборудования стали автоматические проходческие

комплексы (или, как их называют, умные интеллектуальные машины), которые позволяют максимально сократить использование ручного труда. Однако полностью вывести работника из зон повышенной опасности выемки угля пока не представляется возможным.

В угледобывающей промышленности инновационное машиностроение идет главным образом по пути совершенствования существующей техники и технологий, в частности – увеличения мощности двигателей, утяжеления оборудования, роста его энергоемкости и капитальных затрат. Также инновационным принципом создания высокоэффективного горно-шахтного оборудования является переход от массового изготовления техники к индивидуальному, ориентированному на конкретные горнотехнические условия ее эксплуатации.

В настоящее время полностью автоматизированные проходческие комплексы для добывающей промышленности производятся лишь несколькими крупными ТНК, по преимуществу базирующимися в Европе (Германия, Австрия).

Из новых технологий, применяемых в горнодобывающей отрасли, остановимся на инновациях в железорудной промышленности как наиболее широко распространенной. В добыче цветных металлов технологический прогресс идет в том же направлении, что и в добыче железных руд.

Железорудная промышленность. Производственные линии по обогащению железной руды на современных ГОК практически полностью автоматизированы и компьютеризованы. В настоящее время китайские компании предлагают на рынок как отдельные механизмы, так и полностью автоматические линии по обогащению железной руды, в том числе АСУ для этих линий.

Крупные железорудные компании широко используют в своей деятельности средства автоматизации, дистанционного управления, роботизации, GPS разведку, трехмерное сканирование. Помимо этого, произошел качественный скачок в оснащении добычи железной руды машинами и автоматизированным оборудованием, а также в оптимизации процессов обогащения.

Обобщая характеристики новых технологий, внедряющихся в добывающую промышленность, следует отметить, что создание новейшей техники для использования в горнодобывающей отрасли предполагает два направления: во-первых – укрупнение машин для увеличения объемов добычи в единицу времени, во-вторых – роботизацию процессов как по добыче полезных ископаемых, так и по их транспортировке. Одновременно как отражение четвертой промышленной революции разрабатываются и внедряются информационные компьютерные системы управления процессами добычи, первичной переработки и транспортировки. Перед роботизацией стоят две задачи – обеспечение безопасности труда в добывающей промышленности и повышение эффективности производства, в том числе производительности труда. Однако капиталоемкость производства в добывающей промышленности при оснащении новой техникой резко возрастает, и пока не будет закончено перевооружение всей отрасли, рост отраслевой эффективности и производительности в большей степени зависит от других факторов, в частности, от совершенствования организационной структуры предприятия.

Существует не так много ведущих фирм, выпускающих крупногабаритную технику для добывающей промышленности, – японская компания «Hitachi», американские компании – «Caterpillar», «Terex», «Komatsu» (бывш. Японская компания), немецкие – «Liebherr», «Demag», «Takraf», «DBT», шведская – Sandvik, белорусский завод «БелАЗ», российский Копейский машиностроительный завод, китайская группа компаний «Лиуаньда».

В связи с тем, что в современный период предпочтение отдается открытой добыче ресурсов, наибольшее внимание производителей спецтехники уделяется разработке новых видов гигантских экскаваторов. В добывающей промышленности работают экскаваторы двух видов: карьерные *гидравлические* и добычные *роторные* экскаваторы. Приведем характеристики самых крупных на сегодняшний день экскаваторов (см. табл. 3.2.1).

Таблица 3.2.1.

Рейтинг и характеристики крупнейших карьерных гидравлических экскаваторов

		Масса, тонн	Мощ- ность, л.с.	Радиус действия, м	Объем ковша, куб. м
1	Terex RH400	1000	4600	19,0	45
2	Hitachi EX8000-6	837	2000	22,3	43
3	Liebherr R9800	800	3900	11,3	43
4	Demag H740 OS	744	4000	10,9	42
5	Komatsu PC8000	722	4000	10,1	42

Источник: <https://www.terex.com/ru>; <http://www.hitachi.ru/ru>; <https://www.liebherr.com/ru/rus>; <https://www.demagcranes.com/ru/>; <https://www.komatsu.ru/>.

Самым большим *роторным* экскаватором на сегодняшний день является «Bagger 293» компании «Takraf»: высота – 96 м, длина – 225 м, масса – 14000 тонн; Экскаватор может добывать и перемещать 240 000 куб.м породы в день. Для обслуживания экскаватора требуется 5 работников. Создан он был специально для рытья карьеров.

Для карьеров созданы и специальные самосвалы для транспортировки горных пород. Самые крупные из них представлены в таблице 3.2.2.

Проходческие комбайны и проходческие комплексы являются современной техникой для подземной добычи полезных ископаемых. Проходческий комбайн – сложная многоприводная горная машина, обеспечивающая выполнение большого числа операций при проведении и креплении подготовительных выработок, предназначенная для механизированного разрушения горных пород, погрузки горной массы в транспортные средства. Приведем характеристики наиболее современных проходческих комбайнов (см. табл. 3.2.3).

Таблица 3.2.2.

Рейтинг и характеристики крупнейших карьерных самосвалов

		Грузоподъемность, тонн	Скорость, км/час
1	Caterpillar 795F AC	628	64
2	БелАЗ 75710	450	67
3	БелАЗ 75601	396	65
4	Hitachi EH50000AC	326	90
5	Liebherr T 284	363	64
6	Terex MT 5500AC	220	65
7	WTW 220E (Китай)	220	63

Источник: <http://www.belaz.by/catalog/products/dumptrucks;>
[https://www.terex.com/ru/;](https://www.terex.com/ru/) [https://www.caterpillar.com/;](https://www.caterpillar.com/) [http://www.hitachi.ru/ru/;](http://www.hitachi.ru/ru/) [https://www.liebherr.com/ru/rus/;](https://www.liebherr.com/ru/rus/) [https://www.popmech.ru/vehicles/380582-wtw-220e-samy-bolshoy-kitayskiy-samosval/.](https://www.popmech.ru/vehicles/380582-wtw-220e-samy-bolshoy-kitayskiy-samosval/)

Таблица 3.2.3.

Рейтинг и характеристики проходческих комбайнов

		Производительность, тонн/мин	Масса, тонн	Ширина резания, м
1	Caterpillar CM445	13–33	85	4,5
2	КСП.42(43) (Ясиноватский машино- строительный завод)		75	4,0
3	Урал-61А-01 (Копейский машино- строительный завод)	3–5	56	3,0
4	ХСМГ EBZ320 (Лиюаньда)	4	113	3,6
5	DBT 40M	40–50		4,0

Источник: [https://www.caterpillar.com/;](https://www.caterpillar.com/) [https://ymzdn.ru/product.html;](https://ymzdn.ru/product.html) [http://www.kopemash.ru/;](http://www.kopemash.ru/) [https://lastfishing.ru/video/3Layu-v6WG0.html;](https://lastfishing.ru/video/3Layu-v6WG0.html) [https://maxi-exkavator.ru/excapedia/technic/dbt_40m.](https://maxi-exkavator.ru/excapedia/technic/dbt_40m)

Проходческий комплекс – это система взаимодополняющих друг друга горных и транспортных машин и механизмов, обеспечивающих наиболее полную механизацию основных и вспомогательных работ в шахте. Главным определяющим признаком проходческих комплексов является технологическое объединение машин в единую систему, обеспечивающую выполнение полного проходческого цикла в горной выработке. Проходческий комплекс – механизм уникальный, поэтому часто изготавливается по заказу для определенной шахты.

Проходческий комплекс, спроектированный на базе шведского комбайна Sandvik MB670, предназначен для проходки горных выработок с одновременной установкой анкерной крепи⁵⁴. Это – эффективный и высокопроизводительный механизм, предназначенный для быстрой проходки подготовительных выработок при разработке лавами. Расположение анкероустановщиков для крепления кровли и бортов на неподвижной основной раме позволяет устанавливать анкера одновременно с процессом резания. Отличительной чертой этого комбайна является использование проверенных технологий, позволяющих добиться повышения скорости проходки в сложных горно-геологических условиях и в ограниченном пространстве выработки. Эти проходческие комплексы имеют взрывобезопасное исполнение в соответствии с нормативами основных регионов, в которые они поставляются (ANZEX в Австралии, ATEX в Европе, GOST в странах СНГ, MA в Китае, SANS в Южной Африке).

Перспективной сферой добывающей промышленности, где начинают внедряться инновационные, цифровые технологии, является геологоразведка. Результатом их применения станет повышение эффективности и безопасности разведки, сокращение ее сроков и стоимости, возможность удаленного управления процессами. К числу таких технологий

⁵⁴ Анкерная крепь – это система закрепленных в шпурах металлических стержней (анкеров), установленных по периметру выработки для скрепления различных слоев или структурных блоков грунта.

относятся: бассейновое моделирование – разработка цифровой геологической модели залегания полезных ископаемых, высокоплотная сейсмическая съемка и электроразведка, которые позволяют проводить 3D моделирование пластов, а также зеленая сейсмика⁵⁵, используемая для удаленной регистрации геоданных.

Вторичная металлургия. В последние годы, когда краеугольным камнем экономической и социальной жизни становятся забота об окружающей среде и ресурсосбережение, развивается все больший интерес к возможностям вторичного использования ресурсов. В наибольшей степени это коснулось вторичной переработки металлического лома, но также широкое применение находит вторичное использование бумаги, пластмассы. В целом преимущества вторичного использования ресурсов заключаются в:

- сохранении природной руды;
- экономии энергетических ресурсов;
- уменьшении загрязнения окружающей среды;
- ускорении производства готовых продуктов.

В металлургической промышленности вторичной переработке подвергаются черные (чугун, сталь, железо) и цветные (алюминий, медь, свинец, никель, олово, цинк) металлы. Металл можно перерабатывать многократно без потери его свойств, что дает дополнительные возможности для сохранения природных ресурсов.

В настоящее время наиболее выгодной считается переработка лома черного металла. В печах он смешивается с чугуном, в результате чего получается высококачественная сталь. Причем чем больше доля лома при выплавке, тем лучше качество стального проката⁵⁶. Российские и зарубеж-

⁵⁵ «Зеленая сейсмика» основана на использовании беспроводной радиотелеметрической системы регистрации данных. Она оптимизирует технологический процесс за счет размещения компактного беспроводного оборудования на малых пространствах без воздействия на природные ресурсы, в частности лесные массивы.

⁵⁶ Этапы и принципы переработки металлолома // <https://vtorexpo.ru/metall/printsiy-pererabotki-metalloloma.html>.

ные производители инвестируют значительные средства в исследования в области переработки черного металлолома. Эта область промышленности стала весьма перспективной. Основной проблемой при переработке черного лома является большая доля отходов. При разрезке лома черных металлов с помощью механических пил остается 10–15% отходов с каждой тонны сырья. Более экономные технологии резки предполагают установку специального оборудования, которое на сегодняшний день является немобильным, дорогостоящим, чрезвычайно энергоемким.

В связи с быстрым развитием и появлением новых отраслей машиностроения в гражданских и военных отраслях возрастает потребность в сплавах из цветных металлов. За счет их производства из вторичного лома сокращается технологический цикл и достигаются значительные преимущества в сфере экологии, экономии энергоносителей. По сравнению с переработкой черного лома, переработка цветного вторичного сырья более сложная, так как лом получают выделением металла из бытовых приборов. Вследствие этого нужен специальный подход к процессу сортировки. Для отделения частиц с разными физическими и химическими свойствами требуется сложное оборудование больших цехов. Причем данную задачу надо решать на уровне пунктов приема лома, так как заводы по переработке предъявляют конкретные требования к химическому составу сырья⁵⁷.

Цветные металлы, такие как алюминий, медь, свинец, никель олово, цинк, не теряют своих свойств в процессе рециркуляции⁵⁸. Высокий спрос на вторичный алюминий среди мировых производителей объясняется его легкостью, пластичностью и коррозионной стойкостью. Переработанный металл высоко ценится как сырье для нового производства алюминия. Медный лом используется на плавильных и нефтеперерабатывающих заводах для производства рафи-

⁵⁷ Этапы и принципы переработки металлолома // <https://vtorexpo.ru/metall/printsiyu-pererabotki-metalloloma.html>.

⁵⁸ The 2018 Recycling Industry Yearbook. ISRI. 2018.

нированной меди, а также на одной из стадий изготовления силовых кабелей, медных труб и прочих подобных продуктов конечного использования. Почти 40% мирового спроса на медь удовлетворяется использованием ее вторичной переработки. Свинец и цинк являются наиболее широко используемыми цветными металлами вторичной переработки после алюминия и меди.

В настоящее время промышленность всего мира переживает очередной этап преобразований, связанных с ужесточением экологических стандартов. На этом фоне происходит постепенный отказ от добычи свинца. Сегодня лишь 45% свинца в мире производится из руды, остальное – из вторичного сырья. Так, в 2017 г. в мире добыто 4,9 млн тонн рудного свинца, а выпуск очищенного свинца составил 11,2 млн тонн⁵⁹.

Исторически стартовал отказ от свинца в США в 1992 г., когда в Конгресс США был представлен законопроект с обширным списком подлежащих запрету «свинцовых» материалов и изделий. В него попала и продукция электронной промышленности, в результате с начала 2000-х гг. предприятия стали переходить на пайку бессвинцовыми сплавами. С 2006 г. на рынке ЕС свинец полностью запрещен к применению в большей части электронного оборудования. В Японии предприятия, которые перешли к использованию бессвинцовых припоев, отмечают электронику с припоями, не содержащими свинец, специальной маркировкой. Россия также активно развивает технологии, которые помогут найти альтернативу применению свинца, но нельзя не учитывать тот факт, что свинец еще долгое время не потеряет своего значения.

Рассмотрим кратко мировой рынок вторичных металлов. Крупнейшим потребителем лома черных металлов является Китай (см. табл. 3.2.4). С 2013 г. по 2017 г. в стране возросло потребление лома черных металлов с 85,7 млн тонн до 147,9 млн тонн, т. е. на 72,6%. Страны ЕС оказались на

⁵⁹ World Mineral Production 2013-2017. British Geological Survey. 2018. P. 43.

втором месте и за указанный период увеличили использование лома черных металлов с 90,3 млн тонн до 93,4 млн тонн (на 3,4%). В России, которая находится на седьмом месте в мире по потреблению черного металлолома, рост потребления составил 10%. В США, Японии, Республике Корея, Турции в 2013–2017 гг. наблюдалась противоположная тенденция, выразившаяся в снижении использования данного вида сырья, хотя и незначительно (см. табл. 3.2.4).

Таблица 3.2.4.

Ведущие страны мира по потреблению лома черных металлов, млн тонн

Страны	2013	2017	Увеличение (+) / уменьшение (–) в 2017 г. по отношению 2013 г., %
Китай	85,7	147,9	(+) 72,6
ЕС	90,3	93,4	(+) 3,4
США	59,0	58,8	(–) 1,4
Япония	36,7	35,8	(–) 2,4
Республика Корея	32,7	30,5	(–) 6,7
Турция	30,4	30,3	(–) 0,3
Россия	25,9	28,5	(+) 10,0

Источник: The 2018 Recycling Industry Yearbook. ISRI. 2018. P. 64.

Что касается международной торговли ломом черных металлов, то здесь наблюдается интересная картина. В Китае действуют тенденции, направленные на ограничение импорта отходов, в том числе металлолома. В список запрещенных к импорту товаров входит лом нержавеющей стали, титана, цинка и магния⁶⁰. Полностью весь импорт металлолома в Китай должен быть запрещен в 2020 г. Таким образом, в 2013–2016 гг. Китай, несмотря на растущее потребление

⁶⁰ Министерство Китая объявило о запрете на ввоз таких источников металлолома в Китай, как суда, спрессованные кузова и электрические кабели. См.: <https://www.azovpromstal.com/news/one/id/6678>.

ние лома черных металлов, снизил его импорт более, чем два раза – с 4,5 млн тонн до 2,2 млн тонн. Большинство ведущих импортеров лома черных металлов также снизили его закупки за указанные годы. Так, импорт сократился в Турции (мировом лидере по закупкам лома черных металлов), в Республике Корея, Германии, Бельгии, Италии. В то же время Индия, Пакистан, Вьетнам существенно увеличили закупки металлолома (см. табл. 3.2.5). США занимают первую позицию по экспорту лома черных металлов, но в 2013–2016 гг. страна сократила объемы продаж на 32%. В Японии и в России в этот период, наоборот, увеличился данный показатель на 8% и на 24% соответственно (см. табл. 3.2.5).

Таблица 3.2.5.

**Ведущие страны экспортеры и импортеры
лома черных металлов, млн тонн**

Экспортеры			Импортеры		
	2013	2016		2013	2016
США	18,5	12,6	Турция	19,7	17,7
Япония	8,1	8,7	Индия	5,6	6,4
Германия	9,2	8,5	Респ. Корея	9,3	5,8
Великобритания	6,9	8,1	Италия	5,0	4,4
Россия	4,5	5,6	Бельгия	4,6	4,3
Нидерланды	5,5	5,6	Германия	5,7	4,3
Франция	6,2	5,5	Испания	4,9	4,0
Канада	4,5	3,6	Пакистан	1,8	4,0
Бельгия	3,5	3,5	Вьетнам	3,2	3,9
Австралия	2,2	1,6	Китай	4,5	2,2
Весь мир	98,9	89,3	Весь мир	100,4	85,4

Источник: The 2018 Recycling Industry Yearbook. ISRI. 2018. P. 76, 77.

Учитывая большую экономию энергии, связанную с изготовлением алюминия из вторичного сырья, с конца 2000-х гг. резко стал возрастать спрос на алюминиевый лом. Китай стал основным драйвером мирового спроса на данный

вторичный ресурс. Несмотря на то, что согласно правительственным квотам, установленным на импорт лома, Китай в 2013–2016 гг. сократил импорт алюминиевого лома на 23,4% (с 2504,4 тыс. тонн до 1917,4 тыс. тонн), тем не менее, он остался бесспорным мировым лидером по закупкам данного сырья. На Китай приходится до 30% мирового импорта алюминиевого лома (см. табл. 6). Индия за три года увеличила импорт алюминиевого лома с 724,1 тыс. тонн до 919,4 тыс. тонн, т. е. почти на 27%. Также закупки данного сырья нарастила Южная Корея, Малайзия, Пакистан (см. табл. 3.2.6).

С 2013 г. по 2016 г. США сократили экспорт алюминиевого лома с 1812,9 тыс. тонн до 1279,8 тыс. тонн (на 29,4%), оставаясь при этом мировым лидерам по соответствующим поставкам. Германия, Франция, Япония, Великобритания, наоборот, за указанный период увеличили продажи алюминиевого лома на мировой рынок (см. табл. 3.2.6).

Таблица 3.2.6.

**Ведущие страны экспортеры и импортеры
алюминиевого лома, тыс. тонн**

Экспортеры			Импортеры		
	2013	2016		2013	2016
США	1812,9	1279,8	Китай	2504,4	1917,4
Германия	935,3	1044,0	Индия	724,1	919,4
Канада	457,3	501,6	Германия	560,7	770,1
Франция	448,3	454,8	Респ. Корея	711,2	715,2
Великобритания	402,1	439,7	Италия	456,4	518,0
Нидерланды	320,5	370,5	США	538,2	513,2
Бельгия	313,2	274,1	Австрия	280,7	308,3
Австралия	207,2	266,1	Франция	266,3	260,8
Саудовская Аравия	176,1	170,5	Малайзия	75,0	136,7
Япония	157,9	174,1	Пакистан	102,4	125,2
Весь мир	7819,2	7899,3	Весь мир	8487,4	8763,2

Источник: The 2018 Recycling Industry Yearbook. ISRI. 2018. P. 80,81.

Таблица 3.2.7.

**Ведущие страны экспортеры и импортеры
медного лома, тыс. тонн**

Экспортеры			Импортеры		
	2013	2016		2013	2016
США	1154,9	943,6	Китай	4371,7	3348,1
Германия	518,6	474,6	Германия	619,1	606,8
Великобритания	291,9	310,4	Бельгия	334,7	296,8
Франция	299,1	289,6	Респ. Корея	291,2	273,6
Нидерланды	295,1	278,2	Япония	127,9	228,5
Япония	313,0	258,7	Индия	141,4	179,4
Италия	172,2	199,4	Нидерланды	166,1	150,0
Саудовская Аравия	110,8	91,4	Италия	151,7	144,0
Респ. Корея	95,7	82,3	США	106,3	125,3
ОАЭ	102,5	78,9	Тайвань	99,4	111,1
Таиланд	69,4	70,8	Гонконг	116,0	97,6
Весь мир	5589,1	4990,6			

Источник: The 2018 Recycling Industry Yearbook. ISRI. 2018. С. 78,79.

Так же, как на мировом рынке алюминиевого лома, на рынке медного лома до последнего времени главенствовал Китай. Однако в Китае действуют ограничения на импорт низкокачественного медного лома, так, с 2019 г. в страну запрещено ввозить лом, содержащий менее 30% меди⁶¹. Согласно данным тенденциям в 2013–2016 гг. Китай начал снижать импорт медного лома – с 4371,7 тыс. тонн до 3348,1 тыс. тонн, т. е. на 23,4%, а китайские компании приступили к расширению мощностей по переработке местного лома, чтобы компенсировать падение импорта. Сократили импорт медного лома Гонконг и Республика Корея. В то же время за этот период значительно вырос импорт медного лома в Японии – на 78,7%, и в Индии – на 27% (см. табл. 3.2.7).

⁶¹ <https://www.metainfo.ru/ru/news/107831>.

Почти все ведущие страны-экспортеры медного лома с 2013 г. по 2016 г. сократили свои поставки: лидер рейтинга США – на 18,3%, Германия – на 9%, Япония – на 17,3%, Саудовская Аравия – на 17,5%, ОАЭ – на 23% (см. табл. 3.2.7).

Мировой рынок свинцового лома несколько отличается от аналогичных рынков других металлов, так как в Китае вторичная переработка свинца разрешена только из внутренних источников, поскольку в страну запрещен импорт опасных для окружающей среды материалов⁶². На мировом рынке ведущим импортером свинцового лома является Индия, которая с 2013 г. до 2016 г. увеличила закупки на 9% (с 59,6 тыс. тонн до 64,9 тыс. тонн). Большинство стран импортеров свинцового лома сократили объемы закупок, в том числе ОАЭ, ЮАР, Республика Корея (см. табл. 3.2.8).

Таблица 3.2.8.

**Ведущие страны экспортеры и импортеры
свинцового лома, тыс. тонн**

	Экспортеры		Импортеры		
	2013	2016		2013	2016
Великобритания	18,7	65,2	Индия	59,6	64,9
Нидерланды	22,6	49,0	Испания	35,3	43,7
США	38,9	39,5	Бельгия	26,5	26,3
Ирландия	30,8	31,6	Польша	10,4	21,5
ОАЭ	15,6	29,5	Германия	28,4	15,4
Австралия	6,3	24,9	ОАЭ	21,1	15,3
Бельгия	18,2	16,0	Ирландия	16,6	12,3
Германия	12,9	11,1	США	9,4	5,9
Италия	11,7	7,0	ЮАР	6,4	5,6
Таиланд	2,0	5,2	Респ. Корея	6,5	5,0
Весь мир	315,6	425,1	Весь мир	307,2	317,8

Источник: The 2018 Recycling Industry Yearbook. ISRI. 2018. P. 84, 85.

Ведущие страны-экспортеры лома свинца в 2013–2016 гг. увеличили размеры продаж. Великобритания, являющаяся лидером в данной области, – в 2,5 раза, ОАЭ – почти в 2 раза, а Таиланд – в 2,6 раза (см. табл. 3.2.8).

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что Китай и Россия наращивают потребление лома черных металлов, а США постепенно снижают. США, лидер на рынке металлолома, сокращают экспорт по лому черных металлов, алюминиевому и медному лому. Китай, ведущий потребитель металлического лома, несмотря на растущие потребности, снижает импорт металлолома в связи с правительственными ограничениями на ввоз низкокачественных отходов.

В заключение можно отметить, что на мировом рынке вторичных ресурсов, который в 2016 г. оценивался в 144,3 млн тонн, наибольшие потоки продаж показывал лом черных металлов – на него приходилось 55% всего объема рынка (79,0 млн тонн). На втором месте были продажи отходов бумаги, составлявшие 38,3 млн тонн, и вторичных ресурсов пластмасс, равные 11,8 млн тонн. Совокупные потоки лома цветных металлов составляли 15,2 млн тонн, в том числе алюминиевого лома – 7,9 млн тонн, медного лома – 4,9 млн тонн⁶³.

3.3. Новые производительные силы в сельском хозяйстве

Подходы к инновациям в сельском хозяйстве, особенно в сельском хозяйстве стран Востока, должны принципиально отличаться от реорганизации других отраслей. Огромная масса мелких и мельчайших аграрных хозяйств, аграрное перенаселение, особая мотивация производственной деятельности – факторы, присущие землесберегающему технологическому способу производства, а также фрагментарные сельские рынки, ограниченный платежеспособный спрос, плохая

⁶³ The 2018 Recycling Industry Yearbook. ISRI. 2018. P. 75.

инфраструктура, слабое восприятие новых знаний, низкая отдача капитала – все это обуславливает сложность инновационного развития отрасли, и как следствие, низкие уровни инвестиций. Поэтому комплексный подход к инновациям должен включать сочетания элементов «четвертой промышленной революции» с технологиями «второй зеленой революции»⁶⁴. При этом главный упор будет сделан на технологии «точного земледелия», и решение социально-организационных задач (см. табл. 3.3.1).

Таблица 3.3.1.

**Новые производительные силы
в агропромышленном комплексе**

Направления модернизации	Базовые технологии
1. Цифровой блок	<ul style="list-style-type: none"> • Новые информационные технологии • Системы управления (Интернет вещей) • Анализ и хранение больших данных (блокчейн) • Искусственный интеллект и машинное обучение
2. Научные достижения в агрокультуре	<ul style="list-style-type: none"> • Биотехнологии и геномика нового поколения <ul style="list-style-type: none"> • Новые методы обработки почвы и восстановления ее плодородия • Инновации в области водопользования и орошения <ul style="list-style-type: none"> • Новые источники энергии
3. Инновации в механизмах	<ul style="list-style-type: none"> • Автономные и полуавтономные транспортные средства <ul style="list-style-type: none"> • Робототехника • Аддитивное производство и многомерная печать <ul style="list-style-type: none"> • Современные материалы и нанотехнологии

Наиболее масштабным международным проектом на сегодняшний день является проект Всемирного экономического форума в Давосе (ВЭФ) «Новое видение сельского хозяйства» («New Vision for Agriculture»)⁶⁵. Проект «Новое

⁶⁴ Innovation with a Purpose: The role of technology innovation in accelerating food systems transformation / World Economic Forum. Geneva/Davos. January 2018. С. 7.

⁶⁵ Building Partnerships for Sustainable Agriculture and Food Security: A Guide to Country-Led Action / World Economic Forum. Geneva. January 2016.

видение сельского хозяйства», стартовавший в 2010 г. в Танзании и Вьетнаме, быстро распространялся на другие регионы. Сегодня в него вовлечены 19 стран Африки, Юго-Восточной Азии, Латинской Америки, Индия (штаты Махараштра и Карнатака).

Технологии четвертой промышленной революции, как это отчетливо прослеживается на примере сельского хозяйства, – это не просто быстрый рост цифровых устройств, а в первую очередь – это расширение границы отрасли. Точнее – вынос управления, а зачастую и элементов производства, за границы отрасли, или организация связи отдельных секторов производства (операций), агентов производства в большие системы посредством цифровых устройств и специальных приложений (хостинг-платформ). При таком определении интернет вещей (IoT – Internet of things) выступает как частный случай цифровизации экономики.

Опишем новые производительные силы, которые в глобальной перспективе постепенно должны изменить сельское хозяйство.

1. Цифровой блок. Данное направление модернизации сельского хозяйства включает разработку новых информационных технологий, соответствующих этапу четвертой промышленной революции – внедрение систем управления посредством модели интернет вещей (IoT); анализ, обработку и хранение больших данных через технологию блокчейн; искусственный интеллект и машинное обучение. Такие цифровые технологии включает создание хостинг платформ на основе ИТ приложений для компьютеров и мобильных устройств, которые в режиме реального времени будут осуществлять связь между фермерам / сельскохозяйственными предприятиями, производителями оборудования, продавцами сельскохозяйственной продукции и др.

Начнем с описания типов связей и системы цифровых услуг, которые могут существовать в системе агропроизводства. На центральную платформу производственного блока поступают данные как от внешних, так и от внутренних

устройств, специальные компьютерные приложения анализируют данные и управляют процессом производства, включающим обработку почвы, посадку, внесение удобрений, полив, сбор готового продукта. От внешних устройств поступают метеопрогнозы, данные о космическом зондировании земли, GPS мониторинг посевов. От внутренних устройств центральный компьютер получает сведения о состоянии каждого участка посевов (необходимости полива, внесения удобрений). Внешние устройства связи создаются специальными крупными – чаще всего государственными – структурами, внутренние связи осуществляются внутри компании, они могут быть привязаны к месту производства или вынесены за пределы региона или даже страны производства. Организация производственных хостинг платформ для мелких фермеров, преобладающих в странах Востока, находится, как правило, под управлением либо государственных, либо международных структур.

Данные, поступающие от метеослужб, от космических аппаратов и GPS, позволяют принимать производственные решения в режиме реального времени. Так как полученные показатели через специальные приложения включаются в агропроизводство, то можно сказать, что границы сельскохозяйственной отрасли существенно расширяются. Пространственное расширение агропроизводства можно наблюдать, когда в случае, например, крупных ТНК принятие управленческих решений вынесено за пределы не только района сельскохозяйственного производства, но и за границы страны. Более частный случай подобных коммуникационных технологий получил название интернет вещей.

Каким же образом такие системы воздействуют на агропроизводство? На основе научных расчетов информационная система способна создавать рекомендации по обработке и уходу за растениями или инструкции для исполнения роботизированной техникой. Например, прогнозная аналитическая модель помогает определить, что повышение температуры на 2 градуса способствует увеличению популяции насекомых, или повышение влажности может привести к вспышке

болезни. Управление этими факторами показывает реальную ценность моделирования микроклиматических условий. В теплице можно не допускать повышения температуры, а в полевых условиях можно предусмотрительно наблюдать за участком и воздействовать пестицидами при появлении паразитов. Впервые за всю историю сельского хозяйства у фермера появляется возможность контролировать природные факторы, проектировать точные бизнес-процессы, и, кроме того, с математической точностью прогнозировать результат. В животноводстве, принимая во внимание длительность цикла воспроизводства, разрабатываются и внедряются системы, в том числе прогнозные, ускоренного анализа селекционных процессов. Анализируя состояние животных, осуществляется выбор оптимального состава кормов и профилактики заболеваний для каждого животноводческого предприятия.

В настоящее время в сельском хозяйстве информационно-компьютерные технологии преимущественно используются в учетно-организационных системах производства: учет и сбыт продукции (для мелких фермерских хозяйств в качестве альтернативы кооперативам); доступ к кредитам, финансовым и страховым услугам; различные системы обучения фермеров и распространения инноваций⁶⁶.

Проект «Новое видение сельского хозяйства» помимо прочего предполагает создание центров всеобъемлющей связи фермеров с администрацией штатов, округов. Благодаря проекту данное направление развивается в странах Африки и частично Латинской Америки, и на повестке дня – его применение в Индии и странах АСЕАН⁶⁷.

Главное в понятии интернет вещей в сельскохозяйственной отрасли – это организация связей между различными системами АПК, которые, как отмечалось выше, осуществляются через специальные мобильные и компьютерные прило-

⁶⁶ Инновации в семейных фермерских хозяйствах Европы и Центральной Азии / Европейская комиссия по сельскому хозяйству. Будапешт. 22-23 сентября 2015 г.

⁶⁷ Building Partnerships for Sustainable Agriculture and Food Security: A Guide to Country-Led Action / World Economic Forum. Geneva. January 2016.

жения. Интернет вещей основан на удаленном мониторинге и управлении, причем за пределами производственной единицы (фермы, сельскохозяйственного предприятия). Примером интернета вещей в сельском хозяйстве выступает международная экосистема Agro-IoT, которая объединяет аграриев через информационно-компьютерные системы, описанные выше. Так, в 2017 г. в мире существовало около 100 млн устройств, подключенных к системе Agro-IoT⁶⁸.

Принципиально новым моментом в сельскохозяйственных инновациях являются анализ и хранение больших данных и использование технологии блокчейн. С помощью блокчейна существенно упрощается этап создания и распределения продуктов сельского хозяйства. В первую очередь это касается отслеживания доставки и оплаты продукции. Благодаря использованию блокчейна, система связей между производителями и агентами по продажам может быть упрощена. Покупатели товаров могут напрямую обращаться к поставщику и мгновенно перечислять средства, что значительно ускоряет обработку данных (время на проведение операции снижаются до 80%), облегчает поиск контрагентов, значительно снижает затраты на комиссионные. Второе направление эффективного внедрения блокчейна – отслеживание качества продукции. С помощью данной технологии покупатель (особенно на мировом рынке) может легко проверить источник происхождения продукта. Мобильные устройства позволяют отследить путь продукта от фермы до магазина, кафе, ресторана. В сельскохозяйственной отрасли доминируют международные корпорации, которые являются крупнейшими покупателями на рынке, поэтому они устанавливают цены и контролируют фермеров. Однако применение блокчейна может привести к тому, что малые предприятия и крестьянские хозяйства будут доминировать, а информационные линии связи смогут заменить кооперативы. Также

68 Коммуникационные технологии для интернета вещей в сельском хозяйстве (Agro IoT) и роль операторов связи // <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=120254> (08.06.2019).

через блокчейн можно отслеживать качество семян и других исходных материалов.

Для примера отметим, что первая транзакция по продаже сельскохозяйственных товаров с использованием блокчейна была совершена в 2016 г. в Австралии компанией Agri Digital. Внедряют технологию и другие крупнейшие зерновые трейдеры – Cargill, Grain Corp, LouisDreyfus. Масштабно новая технология работает при поставках продукции животноводства из Китая в США и манго из Мексики в США через сеть магазинов Walmart. В настоящее время список компаний агротехнического сектора, тестирующих блокчейн, постоянно увеличивается.

II. *Научные достижения в агрокультуре.* Технологии «второй зеленой революции» подразумевают достаточно широкий набор методов.

Описанные выше компьютерные и спутниковые технологии, применяемые в агропроизводстве, включены в управление системами «точного земледелия». Эта система, разработанная в конце 1980-х гг., позволяет на основе спутниковых и лабораторных данных составить точную электронную карту полей с указанием характеристик каждого участка, благодаря чему фермер/хозяйство получает возможность наиболее рациональным способом распределять ресурсы. Таким образом удается избежать перерасхода ресурсов там, где они прежде использовались в избытке, и повысить продуктивность тех участков поля, которые ранее недополучали в удобрениях, вспашке или поливе. Т. е. «точное земледелие» основано на: а) дифференцированном использовании ресурсов на различных неоднородных участках поля; б) сбалансированном сочетании всех составляющих производства; в) постоянной оценке агроклиматических условий посевов, осуществляющейся на основе электронных карт полей, составленных посредством космического зондирования с помощью GPS станций; г) точном поливе и дозированном внесении удобрений; д) компьютерном управлении всем процессом производства продукции.

На базе «точного земледелия» стало возможно внедрение климатически оптимизированного сельского хозяйства и агроэкологических инноваций, которые включают следующие составляющие⁶⁹:

- Ресурсосберегающее земледелие и здоровье почвы – нулевая обработка почвы, мульчирование⁷⁰, чередование культур, интеграция растениеводства с животноводством, лесоводством, производством аквакультуры.

- Рациональное водопользование – сокращение полива и выращивание риса без затопления, гребневый посев кукурузы и пшеницы с поливом по бороздам. В странах Востока 80–90% пресной воды используется в сельском хозяйстве. Сокращение полива не только экономит воду, но позволяет существенно снизить выбросы метана⁷¹, уменьшить засоленность почвы.

- Комплексная борьба с вредителями, основанная на специальном сочетании культур, высеваемых одновременно, дает возможность снизить масштабы использования инсектицидов.

Для примера можно привести несколько успешных систем комбинированного ведения сельского хозяйства в развивающихся странах, действующих под патронажем ФАО⁷².

- Система «пуш-пул» в Африке, при которой выращиваются местные культуры на кукурузных полях, борется с вредителями кукурузы и дает корм для скота.

⁶⁹ Обеспечение устойчивого развития сельских районов за счет сельскохозяйственных инноваций / Комитет по сельскому хозяйству. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций. Рим. 26-30 сентября 2016 г.

⁷⁰ Мульчирование – поверхностное покрытие почвы мульчей для её защиты и улучшения свойств. Роль мульчи могут выполнять самые разнообразные, как природные органические (опилки, хвоя, сено), так и искусственные неорганические измельченные материалы (гравий, галька).

⁷¹ Метан в сельском хозяйстве может выделяться не только при разложении отходов животноводства, но и в закрытых заливах (прудах, емкостях или ямах, используемых для сбора и временного хранения воды).

⁷² Сохранить и приумножить на практике: кукуруза, рис, пшеница / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций. Рим. 2016. С. 38.

- Система «пшеница–рис». В Южной Азии фермеры применяют принцип нулевой обработки почвы в целях сокращения затрат и выращивания более высоких урожаев пшеницы. Поочередное увлажнение и осушение рисовых полей позволяет сократить потребление воды на величину до 50%. Урожаи обоих видов зерновых культур повышаются после лазерного выравнивания рельефа почвы. Фермеры экономят удобрения путем управления оборотом азота «по потребностям» и используют бобовые для подавления роста сорняков.

- Системы «пшеница–бобовые» и «кукуруза–бобовые» – это сочетание используется во всем мире для обогащения почвы азотом, снижения потребления минеральных удобрений и повышения урожайности пшеницы и кукурузы.

- «Рисорыбные хозяйства». В Азии выращивание риса на затопляемых полях комбинируют с разведением рыбы. В рисорыбных хозяйствах фермеры применяют на 60% меньше пестицидов. Рисовый чек площадью 1 га может давать до 9 тонн риса и 750 кг рыбы в год. Разведение рыбы на рисовых полях улучшает семейный рацион, обеспечивает поступление природных питательных веществ для растений и является средством борьбы с вредителями. Благодаря более высоким урожаям риса, продаже рыбы и экономии на химикатах доход от рисорыбного хозяйства вплоть до 400% выше, чем от монокультуры риса.

- Система «кукуруза–лесоводство» в странах юга Африки, где деревья и кустарники стоят дешевле удобрений. Бобовые, кустарники и деревья являются неотъемлемой частью систем производства кукурузы в Замбии и Малави. Через два года применения они повышают содержание азота в почве на 250 кг из расчета на гектар, что обеспечивает четырехкратное увеличение урожая кукурузы.

- Система «кукуруза–животноводство» в Латинской Америке. Эта система дает корм для скота и питательные вещества для роста кукурузы. Ключевой компонент устойчивых систем «кукуруза–животноводство» – пастбищная культура брахиария, которая предотвращает уплотнение почвы и более питательна, чем природные травы саванны. Системы

нулевой обработки почвы, использующие брахиарию, позволяют производить в условиях климата Латинской Америки до трех урожаев зерновых в год.

- Рассматривая новые методы обработки почвы и восстановления ее плодородия, остановимся в первую очередь на инновационных системах орошения. Исторически в сельском хозяйстве сформировались различные ирригационные системы. Их использование зависит от преобладающего технологического способа производства, наличия и доступности источников воды, возможностей использования ирригационного оборудования, рентабельности капиталовложений в оросительные системы. Основными технологиями орошения, используемыми фермерами и сельскохозяйственными компаниями, являются: поверхностный полив, включая дождевание, внутрипочвенный полив, капельное орошение. Внутрипочвенный полив и капельное орошение, которые являются наиболее инновационными методами ирригации, применяются в основном при выращивании фруктов, овощей, цветов, некоторых технических культур. Этими методами орошается в настоящее время не более 3% всей поливной площади. При возделывании зерновых наиболее эффективным методом выступает дождевание, которое может встраиваться в современные системы управления агропроизводством с помощью компьютерных систем.

Поскольку в развивающихся странах до 90% существующих объемов пресной воды используется в сельском хозяйстве, в странах Востока, где практически не остается резервов пресной воды, остро стоит проблема опреснения морской воды. Методов опреснения воды разработано достаточно много. Метод, известный с глубокой древности, – дистилляция, которая основана на выпаривании морской воды и получения пресной воды из пара, представляет собой чрезвычайно энергоемкий, трудоемкий и дорогостоящий процесс. При химическом способе опреснения в морскую воду вводят специальные осаждающие реагенты, которые при взаимодействии с растворёнными в ней ионами солей (хлориды, сульфаты), образуют нерастворимые, выпадающие в оса-

док соединения. Метод ионнообменного опреснения воды заключается в последовательном прохождении воды через неподвижный слой ионита, в этом процессе катионы и анионы солей обрабатываемой воды последовательно связываются с ионитами, в результате происходит её обессоливание. Процесс обратного осмоса состоит в том, что морскую воду пропускают через полупроницаемые мембраны под воздействием давления, существенно превышающего разницу осмотических давлений пресной и морской воды. Широко применяемый метод электродиализа основан на способности ионов соли, растворённых в воде, перемещаться под воздействием электрического поля. Процесс замораживания морской воды позволяет получать кубики пресного льда, покрытого кристаллами соли⁷³.

Саудовская Аравия занимает одну из ведущих позиций в мире по опреснению воды. В опреснительных станциях в Саудовской Аравии применяется метод выпаривания (дистиляции) и обратного осмоса. Однако современные технологии пока не позволяют получать качественную пресную воду из морской воды по приемлемой цене, поэтому рентабельность возделывания сельскохозяйственных культур при использовании опресненной воды достаточно низкая. В 2016 году правительство Саудовской Аравии практически полностью отказалось от производства сельскохозяйственных культур, в частности пшеницы и сои, на основе орошения опресненной водой. Акцент был сделан на выращивании этих культур за пределами страны. Атомное опреснение смогло бы снизить финансовую нагрузку на опреснительный сектор, так, в Саудовской Аравии предполагается, что атомные электростанции с обратным осмосом позволят сократить себестоимость опреснённой воды более чем на треть⁷⁴.

⁷³ Мосин О.В. Обзор методов опреснения морской воды // http://www.o8ode.ru/article/answer/pnanetwater/Review_of_methods_of_desalination_of_sea_water (01.06.2019).

⁷⁴ К вопросу о водных проблемах в Саудовской Аравии // <http://kazanalytics.kz> (29.05.2019).

Орошение и ирригационная эрозия, избыточное применение минеральных удобрений, монокультурная специализация агропроизводства вызывают ухудшение структуры почвы. Особенно отрицательно воздействуют избыточные поливы и интенсивное дождевание. Водная эрозия и дефляция приводят к разрушению и ухудшению структурного состояния почв под действием ливневых осадков, поверхностного стока и разрушения агрегатов ветровым потоком. Современные способы восстановления плодородия и сохранения структуры почвы можно объединить в следующие группы:

- Снижение степени выпханности почв за счет травосеяния, в том числе при восстановлении пастбищ, внесение органических и минеральных удобрений, минимизация обработки почвы;
- Проведение обработок в периоды физической спелости почвы существенно снижает механическое разрушение и улучшает структурное состояние;
 - Использование лёгкой техники при обработках почвы;
 - Химические мелиорации – известкование, гипсование;
- Противоэрозионные и противодефляционные мероприятия;
- Применение искусственных структурообразователей (полимеров и сополимеров, производных акриловой, метакриловой и малеиновой кислот).

Биотехнологии, используемые в сельском хозяйстве, объединяют несколько научных отраслей. Именно они стали технологической основой «второй зеленой революции». В 2010 г. ФАО организовала Международную техническую конференцию по сельскохозяйственным биотехнологиям в развивающихся странах под эгидой Комиссии по генетическим ресурсам для производства продовольствия, которая осуществляет мониторинг, классификацию, унификацию биотехнологических методов, а также разрабатывает Кодекс поведения для контроля на ними. Цель этой работы – уси-

лечь контроль, сохранить генетические ресурсы для сельскохозяйственного производства (биоразнообразие), свести к минимуму отрицательные последствия применения биотехнологии. На волне отрицательного отношения к генной инженерии – а это только один из методов биотехнологии – не учитывается, что большинство биотехнологических методов применяются для укрепления и более эффективного использования генетических ресурсов. Так, классификация методов биотехнологии, сделанная ФАО, включает⁷⁵:

- Репродуктивные технологии. Они обладают потенциалом для сохранения поголовья скота, рыбы за счет снижения заболеваний и более эффективного их производства путем отбора пола эмбриона и синхронизации овуляции.

- Молекулярные маркёры, которые укорачивают время селекции растений и повышают ее точность. Этот метод используют для улучшения старых сортов и разработки новых сортов растений. Вследствие его дороговизны метод пока мало применяется в развивающихся странах.

- Тканевая культура представляет собой быстрый и недорогой метод массового размножения клонированием, в частности болезнестойчивых сортов риса, используется более чем в 30 странах Африки.

- Манипулирование набором хромосом имеет широкий спектр применения в сельском хозяйстве: производство стерильных сортов растений и рыбы, ускорение селекции без нарушения основных характеристик плода.

- Мутагенез является одним из немногих биотехнологических методов, который используется преимущественно в развивающихся странах для ускорения спонтанной мутации и создания новых фенотипов.

- Геномика – это направление биотехнологии, занимающееся изучением геномов и ролей, которые играют раз-

⁷⁵ Положение и тенденции в области биотехнологий, применяемых для сохранения и использования генетических ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства / Комиссия по генетическим ресурсам для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций. Рим. 4-6 апреля 2011 г.

личные гены, индивидуально и в комплексе, в определении структуры, направлении роста и развития и регуляции биологических функций. Существует две ветви этого направления: структурная геномика и функциональная геномика. В результате осуществления частных и государственных проектов по структурной геномике были созданы карты геномов и расшифрованы последовательности ДНК большого количества сельскохозяйственных растений, болезнетворных бактерий и вирусов, дрожжей, необходимых для приготовления некоторых продуктов питания и производства пива, азотфиксирующих бактерий. Функциональная геномика ориентирована на фундаментальные исследования, она изучает сложные структуры генома и содержащуюся в нем информацию.

• Генная инженерия предназначена для создания генетически модифицированных (ГМ) сельскохозяйственных культур. С рубежа XX–XXI вв. методы генной инженерии развиваются быстрыми темпами и от них ожидают большой отдачи в будущем, причем применительно именно к развивающимся странам. Магистральные направления развития генной инженерии растений:

- а) Обогащение культурных растений дополнительными запасными веществами с помощью генов, взятых от других растений. Одной из основных задач улучшения растений является повышение качества синтезируемых продуктов – белков, жиров, углеводов, полисахаридов и других веществ, определяющих их питательную и техническую ценность;
- б) Придание устойчивости к гербицидам, засолению почв, повышенной и пониженной температурам и другим неблагоприятным факторам внешней среды;
- с) Получение растений, устойчивых к насекомым, грибным, бактериальным и вирусным инфекциям;
- д) Повышение эффективности фотосинтеза растений на основе a/b связывающих белков, генов при C_4 -фотосинтезе (синтез углеводов для высших растений);
- е) Изменение азотного метаболизма (питания) растений.

III. *Инновации в механизмах*. Современные инновационные технологии, разработанные для механизации аграрного производства, существенно расширили область применения различных машин/механизмов в отрасли. Если еще недавно основной целью использования средств механизации считалась замена человеческого труда машинами (особенно при трудосберегающем технологическом способе производства) и, как следствие, увеличение производительности труда, то сегодняшний этап НТР принципиально изменил технологический вектор экономического роста. В первую очередь расширились границы применения автоматизированных устройств. В настоящее время во главу угла ставится уже не сбережение труда работника, хотя и это направление сохраняется, как и сбережение ресурсов в целом, но главным выступает улучшение качественной составляющей агропроизводства – урожайности, плодородия, здоровья растений и животных, длительности хранения продуктов, точности управления и анализа данных. Изменение целей является блестящим примером того, что производительные силы, характерные для капиталоемкого технико-экономического этапа, отходят в прошлое, а им на смену приходят новые производительные силы, характерные для наукоемкого этапа. А на наукоемком этапе в странах-лидерах НТП начинается внедрение технологий, направленных на увеличение плодородия и ресурсосбережение, которые ранее были исключительно прерогативой землесберегающего технологического способа производства⁷⁶.

Из трудосберегающей техники планируется использование беспилотных механизмов. Разрабатывается полностью беспилотный комбайн, который должен выйти на поля в 2020 г. Он будет оборудован специальными навигационными системами, которыми частично уже сегодня оснащена крупная сельскохозяйственная техника (тракторы, комбайны, сеялки, поливальные машины). Эти системы помогают

⁷⁶ Дерюгина И.В. Сельское хозяйство стран Азии и Северной Африки: экономический рост и модернизация. М.: ИВРАН. 2018. С. 38.

работнику более точно обрабатывать поле, делать минимальные полосы двойной обработки между смежными проходами, легко ориентироваться на поле ночью, в условиях сильного тумана или запылённости.

Важным направлением механизации являются специальные системы для мониторинга точности сельскохозяйственных технологий и техники. В растениеводстве отслеживаются объемы и качество выполненных работ, количество затраченного на гектар посевов топлива, глубина погружения в грунт плугов и посева семян, скорость проезда комбайна.

Использование дронов (беспилотных летательных аппаратов – БЛА) в сельском хозяйстве находит широкое применение. Хотя дроны – устройства, которые выполняют одну запрограммированную операцию, при перепрограммировании на следующую операцию дроны полностью эффективны. Сегодня их используют для посадки саженцев, внесения удобрений, распыления пестицидов, полива растений, фотосъемки посевов. Также дроны успешно оснащаются радаром и сенсорами. Приведем пример, с помощью дронов была осуществлена посадка мангровых деревьев в Мьянме. По оценке DJI Technology, китайской частной компании, в сельском хозяйстве в 2017 г. использовалось более 10 тыс. беспилотных устройств этой компании. Продажи дронов DJI для сельского хозяйства в 2018 г. составили 45 тыс. штук. В целом в мире более 25% всех дронов используется в сельском хозяйстве.

Для работы в сельском хозяйстве созданы роботы с искусственным интеллектом (ИИ-роботы), они представляют собой механизмы, которые проводят анализ состояния посевов, и на основании этого выбирают операцию, которую необходимо выполнить. Примером может служить роботизированная система Ecorobotix для определения сорняков и дальнейшей их прополки, причем она функционирует на солнечных батареях.

Хотелось бы отметить: в связи с тем, что четвертая промышленная революция ориентирована на «инновации инно-

ваций», или на «инновации идей»⁷⁷, то новые решения появляются можно сказать в «режиме реального времени». Поэтому выше была сделана попытка определить общие направления трансформации производительных сил в сельском хозяйстве, а не описать уже существующие или только разработанные, но ждущие внедрения, устройства.

⁷⁷ Кандалинцев В.Г. Инновации четвертой промышленной революции // Восточная Аналитика. 2019 №1. С. 35-41.

ИНДУСТРИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

4.1. Производство программных продуктов

Страны Востока: производство ИТ-услуг в контексте третьей и четвертой промышленных революций

Наряду с производством аппаратного обеспечения (hardware) и телекоммуникационного оборудования, большое развитие в странах Востока получила также сфера производства программного обеспечения, программных продуктов (software) и ИТ-услуг.

Если разработкой основ программного обеспечения одним из первых стал заниматься британский ученый Алан Тьюринг, то практически первые операционные системы (ОС) были разработаны прежде всего в США – это были операционные системы Burroughs (1961), IBM (1966), Apple (1984), «Майкрософт» (1985). Однако с конца 1960-х до начала 1990-х активная деятельность по разработке своих операционных систем велась и в СССР – это были, например, системы ЕС ЭВМ¹.

На сегодняшний день самой используемой на персональных компьютерах в мире операционной системой является ОС Windows, точнее, операционные системы семейства Windows, второе место занимает ОС Linux². В смартфонах используются операционные системы iOS (Apple) и Android (Google), Windows 10 Mobile, Blackberry, Tizen, Sailfish, Ubuntu Touch, однако в основном – первые две операционные системы.

¹ Пржиялковский В.В. Операционные системы ЕС ЭВМ. http://www.computer-museum.ru/histsoft/oper_es.htm (дата обращения: 15.06. 2019).

² <https://ru.wikipedia.org/wiki/Linux> (дата обращения: 15.06. 2019).

Таким образом, в области операционных систем совершенно четко прослеживается монополия, точнее, поскольку речь идет о двух производителях ОС для ПК и двух производителях ОС для мобильных устройств, олигополия трех компаний Microsoft, Apple, Google, и все эти компании из одной страны – США, что дает этой стране колоссальную олигополистическую власть в данной сфере. О возможностях ее использования красноречиво свидетельствует пример санкций против китайской компании «Хуавей» в мае 2019 г.

Вместе с тем мир программных продуктов весьма обширен, и сегодня производством программных продуктов, приложений к программному обеспечению (ПО) занимается большое число разработчиков в разных странах.

В 1990-х гг., когда распространение компьютеров приобрело массовый характер и появился интернет, возникли возможности для развития аутсорсинга целого ряда ИТ-услуг в развивающихся странах с дешевой рабочей силой. Информационно-коммуникационная революция способствовала тому, что с 1990-х гг. произошла так называемая революция «торгуемости услуг» (tradability of services revolution). Объектом международного аутсорсинга и офшоринга услуг, связанных с ИТ, стали прежде всего компьютерные услуги: разработка приложений к программному обеспечению (ПО), перекодирование и тестирование ПО, работа с базами данных и т. д.

Предметом аутсорсинга бизнес-процессов (business process outsourcing, БПО), основанного на использовании компьютерных технологий, Интернета, стали операции по обслуживанию производственной, коммерческой деятельности организаций: ведение бухгалтерского учета, составление финансовой отчетности, оформление коммерческой и юридической документации, ведение документации по аудиту, по учету кадров, оформление авиа- и других билетов. Дистанционно стали предоставляться услуги секретаря, редактора, переводчика³. В число услуг БПО входят и медицин-

³ См. подр.: World Investment Report 2004. UNCTAD. N.Y.; Geneva, 2004.

ские услуги: комментарии к рентгеновским снимкам, электрокардиограммам, записи в электронную медицинскую карту на основании записанных на магнитофон бесед врача с пациентами, оформление документации по результатам клинических испытаний препаратов. Дистанционно оказывают и услуги высокого уровня сложности, даже производят работы, которые носят креативный характер, – разработку архитектурных проектов, нового программного обеспечения, НИОКР, дизайн технических систем, аналитику, создание рекламных клипов, видеороликов, анимации⁴.

В революцию «торгуемости услуг» успешно вошел ряд стран Востока, прежде всего Индия. С 1990-х гг. в Индии стали стремительно развиваться аутсорсинг и офшоринг ИТ-услуг и аутсорсинг обслуживания бизнес-процессов (БПО). Первоначально иностранные компании поручали индийским (тогда еще небольшим) компаниям простые трудоемкие операции. ТНК разместили в Индии свои филиалы, одни из них осуществляли аутсорсинг, обслуживание третьих сторон, другие – офшоринг, обслуживание различных подразделений своей корпорации. Так, «Дженерал электрик» в 1997 г. создала в Индии колцентр и центр по обслуживанию коммерческой деятельности. Они осуществляли телефонную поддержку клиентов, контроль за качеством программного обеспечения (ПО), обслуживание приложений к ПО, производили расчетные операции, составляли финансовые отчеты для дочерних компаний фирмы. Снижение издержек благодаря переносу операций в Индию у «Дженерал электрик» составляло 40–50%, или 300 млн долл. в год. В 2002 г. в Индию было перенесено 300 вспомогательных операций, индийский филиал обслуживал 30 дочерних компаний «Дженерал электрик» в разных странах, готовил 30% всех финансовых отчетов в рамках ТНК. Годовой оборот этого филиала составлял в 2003 г. 1 млрд долл., он был крупнейшим провайдером ИКТ-услуг⁵. Однако в 2005 г. центр по обслужи-

⁴ См. подр.: Цветкова Н.Н. ТНК в странах Востока, М.: 2011. С. 201–236.

⁵ World Investment Report 2004. UNCTAD, N.Y. – Geneva, 2004. P. 173.

ванию «своей» компании был преобразован в зарегистрированную на Бермудах корпорацию Genpact, которая оказывает ИТ-услуги и БПО и своей компании, и третьим сторонам. Часть ее акций находится у «Дженерал Электрик», а часть – у американских инвестиционных фондов (институциональных инвесторов). Оборот Genpact в 2014 г. составил 2,3 млрд долл., в ней было 70 тыс. сотрудников, клиентами являлись 800 компаний⁶.

Экспорт компьютерных и информационных услуг осуществляется, с одной стороны, в рамках международного аутсорсинга, на основе долгосрочных контрактов между провайдерами услуг и заказчиками. Провайдерами могут быть и фирмы, принадлежащие национальному капиталу, и филиалы ТНК, обслуживающие при этом не только свою материнскую компанию. Экспортерами ИТ-услуг являются и филиалы ТНК, обслуживающие другие подразделения своей корпорации (captive offshoring).

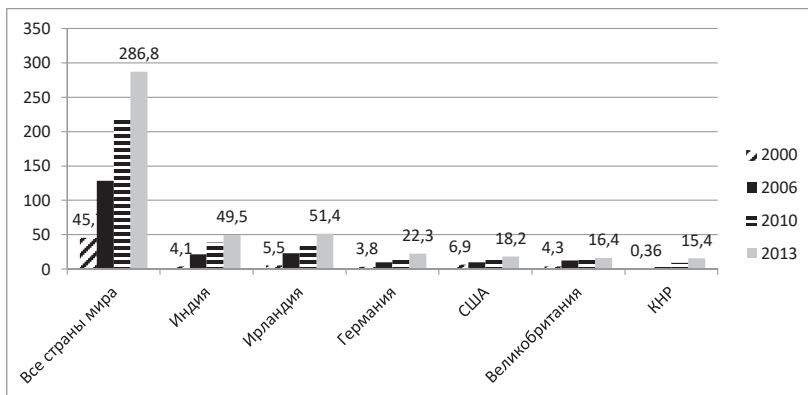


Рисунок 4.1.1. Экспорт компьютерных услуг, 2000–2013 гг. (млрд долл.) (ЮНКТАД)

Составлено по: Services (BPM5): Exports and imports by service-category, value, shares and growth, annual, 1980–2013. <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=17629> (дата обращения: 12.04.2015).

⁶ <https://en.wikipedia.org/wiki/Genpact> (дата обращения: 02.06.2015).

В 2000–2013 гг. экспорт компьютерных услуг из Индии увеличился с 4 млрд долл. до 50 млрд долл. (17,4% мирового экспорта) (см. рис. 4.1.1). Уже к 2006 г. Индия вошла в число ведущих мировых экспортеров компьютерных услуг (16,7% мирового экспорта).

Таблица 4.1.1.

Экспорт ИКТ-услуг, 2005–2017 гг. (млрд долл.)

	2005	2010	2014	2015	2016	2017
Все страны	190,7	314,4	458,6	453,1	464,0	497,0
Развивающиеся страны	34,4	81,5	124,6	131,8	136,4	140,2
Отдельные страны						
Индия	16,7	39,9	54,3	54,9	53,8	54,4
США	11,4	19,9	27,5	28,4	29,5	30,9
Ирландия			66,0	64,5	72,1	101,1
Германия	11,1	20,8	28,0	28,0	32,2	32,8
Нидерланды	-	-	31,5	30,2	20,1	20,6
Франция	-	-	18,1	16,4	16,3	16,4
Великобритания	11,5	14,9	21,7	22,1	20,5	21,3
Польша	-	1,9	3,9	4,1	4,9	6,0
Румыния	0,8	1,6	2,6	2,6	3,2	4,0
Швеция	-	8,3	16,1	15,4	13,6	13,9
Чехия	1,0	1,7	2,9	2,7	3,2	3,7
Бельгия	-	7,3	11,5	10,3	10,4	11,9
Израиль	4,7	4,4	8,7	9,4	10,3	11,5
Япония	1,5	1,7	3,0	3,1	3,6	4,5
Филиппины	0,7	2,2	3,5	3,5	5,5	5,8
Сингапур	-	-	7,7	9,0	11,3	10,9
Южн. Корея	-	0,9	2,4	3,0	3,0	3,2
РФ	1,0	2,5	4,4	3,9	3,8	4,7
ОАЭ	...	...	5,5	5,7	6,1	6,4

Источник: International trade in ICT services, value shares and growth, annual. Exports. <https://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=158359> (дата обращения: 24.06.2019).

С 2013 г. статистика ЮНКТАД дает только общие данные по ИКТ-услугам, которые включают не только компьютерные, но и телекоммуникационные услуги. Это несколько вуалирует общую картину: некоторые страны являются крупными экспортерами телекоммуникационных услуг, но не специализируются при этом на ИТ-услугах.

С 2005 по 2017 г. мировой экспорт ИКТ-услуг увеличился с 191 млрд долл. до 497 млрд долл. В двадцатку ведущих экспортеров ИКТ-услуг в 2017 г. входили в основном развитые страны, из развивающихся стран Азии – Индия, Сингапур, ОАЭ, Филиппины (сведения по Китаю в таблице ЮНКТАД отсутствуют). Первой по экспорту ИКТ-услуг была Ирландия (72 млрд долл. в 2016 г., 15% мирового экспорта), но на втором месте находилась Индия (12%) (см. табл. 4.1.1). Как видно на рис. 4.1.2, экспорт ИКТ-услуг из Индии в 2011–2017 гг. оставался практически на одном уровне, в то время как мировой экспорт быстро рос.

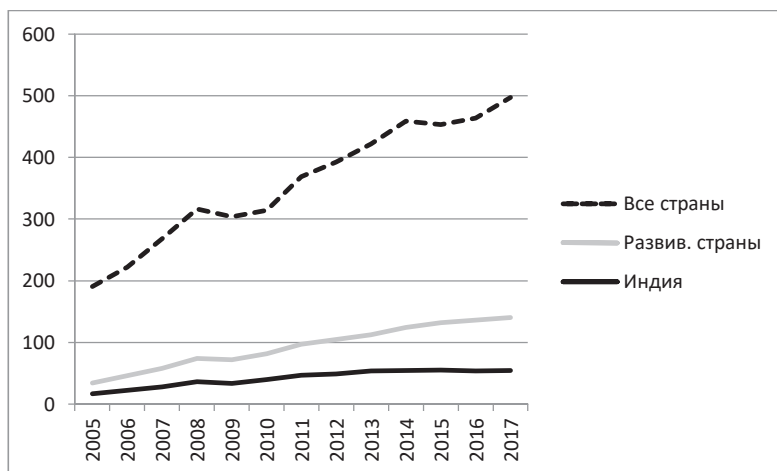


Рисунок 4.1.2. Экспорт ИКТ услуг из Индии, 2005 –2017 гг. (млрд долл.)

Составлено по: International trade in ICT services, value shares and growth, annual. Exports. <https://unctadstat.unctad.org/wds/TableView/tableView.aspx?ReportId=158359> (дата обращения: 12.06.2019).

ВТО публикует данные о 10 ведущих экспортерах компьютерных услуг. Правда, в этих данных Евросоюз рассматривается как единый экспортер, хотя входящие в него 28 стран занимают различные позиции в сфере компьютерных услуг и их экспорте. При учете данных по всем 28 странам ЕС почти неизбежно становится лидером. Второе место в 2017 г. заняла Индия, но ее доля в экспорте «десятки» в 2013–2016 гг. сократилась с 19,1% до 16,5%. В число 10 ведущих экспортеров компьютерных услуг в 2017 г. вошли также Сингапур, Филиппины, ОАЭ (см. табл. 4.1.2).

Таблица 4.1.2.

**10 ведущих экспортеров компьютерных услуг, 2016 г.
(млрд долл., %)**

	Экспорт (млрд долл.)	Доля среди 10 экспортеров
ЕС	204,3	65,4
Индия	51,5	16,5
США	17,3	5,5
Сингапур	9,8	3,1
Израиль	9,8	3,1
Филиппины	5,2	1,7
Канада	5,0	1,6
ОАЭ	4,5	1,5
РФ	2,7	0,9
Респ. Корея	2,4	0,8
Все 10 экспортеров	312,4	100

Источник: World Trade Statistical Review 2018, WTO, Geneva, 2018. P. 168.

Экспорт «прочих бизнес-услуг» из Индии достиг в 2016 г. 54,3 млрд долл., в 2017 г. – 59,0 млрд долл., средние темпы роста в 2010–2016 гг. составили 8%. Из этого экспорта у Индии 71% приходился на профессиональные и управленческие консалтинговые услуги и 25,3% – на технические, связанные с торговлей и прочие бизнес-услуги. Это – услуги, классифи-

цированные Резервным банком Индии как ITES (IT-enabled services) и ВРО. Экспорт «прочих бизнес-услуг» с Филиппин составил в 2016 г. 15,1 млрд долл. 99% приходилось на технические, связанные с торговлей и прочие бизнес-услуги⁷. У этих стран речь идет именно об услугах БПО.

В связи с экспортом ИКТ-услуг из стран Азии неизбежно встает вопрос о том, насколько велика добавленная стоимость, созданная в стране. Или же страны экспортируют чужую добавленную стоимость?

По стоимости, добавленной в производстве ИКТ-услуг (284 млрд долл.), Китай в 2015 г. шел следом за США и ЕС. Индия находилась на 5-м месте, Респ. Корея – на восьмом, Индонезия – на 10-м. Доля развивающихся стран Азии была достаточно весомой.

Таблица 4.1.3.

**Стоимость, добавленная в производстве ИКТ-услуг, 2015
(млрд долл., %)**

	Добавленная стоимость	Доля среди ведущих 10 субъектов	Доля в ВВП
США	1106	42	6,2
Евросоюз	697	26	4,3
Китай	284	11	2,6
Япония	223	8	5,4
Индия	92	3	4,5
Канада	65	2	4,2
Бразилия	54	2	3,0
Респ. Корея	48	2	3,5
Австралия	32	1	2,4
Индонезия	30	1	3,5
Всего 10 ведущих	2657	100	4,5
Все страны	3223	-	4,3

Источник: Information Economy Report 2017. UNCTAD. N.Y.; Geneva, 2017. P. 23.

⁷ World Trade Statistical Review 2018, WTO, Geneva, 2018. P. 170-171.

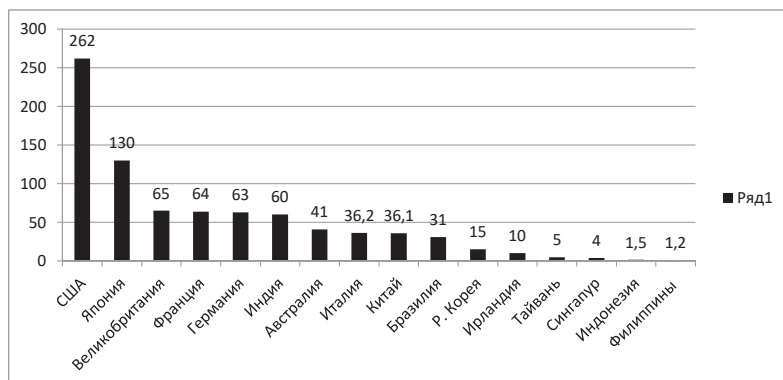


Рисунок 4.1.3. Добавленная стоимость в производстве компьютерных услуг, 2011 г. (млрд долл.)

Составлено по: Trade in Value Added (TiVA) – October 2015. http://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=TIVA2015_C1 (дата обращения: 14.01.2018).

По данным ОЭСР, на 2011 г. картина была несколько иной. Индия была шестой по добавленной стоимости в производстве компьютерных услуг, Китай – девятым. Заметное место занимала по производству добавленной стоимости Республика Корея, обогнавшая Ирландию (у которой, очевидно, высок удельный вес импортной добавленной стоимости в экспорте), менее заметные – Тайвань, Сингапур, Индонезия, Филиппины. В целом при равных условиях в экспорте компьютерных услуг доля созданной в стране добавленной стоимости выше, чем в экспорте цифрового оборудования. Однако масштабы экспорта цифрового оборудования и компьютерных услуг существенно различаются.

Итак, по состоянию на 2017 г. Индия остается одним из лидеров по экспорту компьютерных услуг и БПО.

Если говорить об экосистеме сферы ИТ-услуг и БПО на примере Индии, то там представлены различные компании: филиалы ТНК и индийские компании, крупные и мелкие. В 2014 г. в сфере ИТ-услуг и БПО было занято 3 млн человек, около 1/4 работали в 4 крупных индийских фирмах: Tata Consultancy Services (TCS), Infosys, Wipro,

НСL, в том числе более 10% от занятых в отрасли – в одной только TCS. Всего на 11 крупнейших компаний в сфере ИТ-услуг – БПО приходилось более 40% оборота: среди них «большая пятерка» (кроме 4 компаний в нее входит также компания Mahindra Tech) и филиалы западных ТНК: среди них IBM India, MPhasys (филиал Hewlett Packard), Genpact (с участием General Electric), Accenture. Всего же в отрасли действуют 15–16 тыс. компаний. На 120–150 средних по обороту компаний приходилось 35–40% оборота ИТ-отрасли. 15 тыс. компаний ИТ-отрасли – это малые предприятия, их совокупная доля в обороте индийской ИТ-индустрии составляла 9–10%. В ИТ-отрасли в 2014 г. насчитывалось около 3000 стартапов⁸. Один из наиболее известных стартапов, добившихся успеха, – компания электронной торговли «Флипкарт».

Среди иностранных компаний есть такие, которые можно назвать американо-индийскими, или американскими, но с сильным индийским компонентом. Это, например, Syntel, американская компания, которую основал в США индиец Бхарат Десаи. Сначала компания занималась набором ИТ-специалистов из Индии в американские компании в США, а затем перешла к ИТ-аутсорсингу в Индии⁹. Компания Aegis была создана в США в 1985 г. В 2004 г. ее приобрел конгломерат Essar, который контролируют индийские миллиардеры, братья Шаши и Рави Руйя¹⁰. Генеральный директор и один из основателей Cognizant – Франсиско Д'Соуза, сын индийского дипломата. Центры Cognizant по оказанию услуг находятся в Индии¹¹.

Важно то, что в Индии сформировались свои ТНК сферы ИТ-услуг, которые занимают важные позиции в мировых рейтингах. Эти компании имеют целую сеть филиалов за рубежом.

⁸ NASSCOM. The IT-BPM Sector in India. Strategic Review 2014.

⁹ <http://www.syntelinc.com/> (дата обращения: 10.09.2015).

¹⁰ <http://www.aegisglobal.com/in/en> (дата обращения: 10.09.2015).

¹¹ <http://www.cognizant.com/company-overview/executive-leadership> (дата обращения: 10.09.2015).

Индия сохраняет первое место в рейтинге АТ Kearney и в 2019 г. На март 2018 г. в Индии действовало 1140 филиалов ТНК, обслуживающих подразделения своей компании. Индийские компании ИТО и БПО создали в 80 странах около 1000 центров поставок. Оборот индустрии ИТ – БПО в 2018 г. достиг 180 млрд долл.¹² Членами НАССКОМ (индийской ассоциации компаний сферы ИТ – БПО) были в 2018 г. 2700 компаний, из них 57% занимались предоставлением ИТ-услуг, 42% – программных продуктов, 27% – БПО, 17% занимались НИОКР (в 2017 г. – 10%)¹³.

Среди азиатских стран специализируются на экспорте ИТ-услуг и БПО также Филиппины. В 2017 г. экспорт компьютерных услуг с Филиппин составил 5,3 млрд долл. (см. табл. 4.1.2)., экспорт услуг по БПО – 15,1 млрд долл. Главная специализация Филиппин – коллцентры, в основном ориентированные на рынок США¹⁴. Кроме коллцентров, специализация Филиппин – финансовые, медицинские, юридические услуги, анимация, а также дистанционные уроки английского языка через Скайп¹⁵. На Филиппинах в 2018 г. было порядка 1000 компаний, предоставлявших услуги back office (оформление документации, бухгалтер), и коллцентров. Сотни тысяч филиппинцев работают в сфере БПО как фрилансеры, причем президент Дутерте пообещал ввести для фрилансеров социальные гарантии¹⁶.

Китай занимал в 2007–2019 гг. второе место в рейтингах АТ Керни, в 2019 г. он имел один из самых высоких баллов по

¹² AT Kearney 2019. 2019 Global Services Location Index (GSLI). <https://www.atkearney.com/digital-transformation/gsli/2019-full-report> (дата обращения: 12.06. 2019).

¹³ economictimes.indiatimes.com/articleshow/68314569.cms?utm_source=content-ofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst (дата обращения: 15.06. 2019).

¹⁴ How Much Should You Pay Your BPO Employees in the Philippines? September 19, 2014, by Dayanan. [http://www.philippinesbusinessprocessoutsourcing.com /pay-bpo-employees-philippines/](http://www.philippinesbusinessprocessoutsourcing.com/pay-bpo-employees-philippines/) (дата обращения: 19.09.2015).

¹⁵ Outsourced to the Philippines. Oct. 1, 2014. Census: gov.ph/philbusinprocouts.com/survey_results_skills (дата обращения: 15.03.2015).

¹⁶ 2019 Global Services Location Index (GSLI). <https://www.atkearney.com/digital-transformation/gsli/2019-full-report>.

наличию и квалификации рабочей силы, высокий уровень финансовой привлекательности. Однако Китай, как и Республика Корея, развивает отрасль ИТ-услуг преимущественно для обслуживания внутреннего рынка¹⁷. Уже в 2006 г. КНР опередила Индию по производству программного обеспечения (ПО), ИТ-услуг. Китай специализируется не на аутсорсинге ИТ-услуг и БПО, производства программных продуктов, ИТ-услуги предназначены преимущественно для внутреннего рынка, в Китае производится ПО, встроенное в цифровое оборудование. Одним из крупнейших производителей ПО и программных продуктов в Китае была компания «Хуавей». Она, как и ряд других китайских компаний, предлагает сквозные, end-to-end, решения, от разработки проекта до обеспечения ИТ-инфраструктуры и соответствующих приложений к ПО. Компания поставляет интегральное решение, где оборудование и ПО поступают «в одном пакете».

Международный аутсорсинг ИТ-услуг и БПО стал развиваться и в других странах Азии – в Сингапуре, Малайзии, Шри-Ланке, в Непале, Бангладеш, Пакистане, Иордании, ОАЭ, в странах Африки – Египте, ЮАР, Тунисе, Марокко, Гане, Кении, Сенегале, на Маврикии.

Так, Гана стала центром по предоставлению облачных услуг. В Докладе об информационной экономике ЮНКТАД 2013 г. приводится пример полутора десятков провайдеров облачных услуг в Гане, в их капитале участвуют или им предоставляют технологии ведущие ТНК, работающие в сфере облачных технологий: американские Cisco, Microsoft, Dell, Symantec, японская NTT, израильская AST, а также южноафриканские MTN Group, Dimension Data, индийский Indian Institute of Hardware Technology, китайская Huawei и даже «Лаборатория Касперского»¹⁸.

Новую систему производительных сил обеспечивает ряд разработанных в ходе третьей промышленной революции про-

¹⁷ См. подр.: Information Economy Report, 2012.

¹⁸ Information Economy Report 2013. UNCTAD. N.Y.; Geneva, 2013. Table III-1, p. 54.

граммных продуктов для предприятий. Это – планирование ресурсов предприятия, оптимизация запасов и закупок, ведения бухгалтерии и подготовки финансовых отчетов: ERP, Enterprise resources planning, созданная германской компанией SAP, которая получила распространение с 1990-х гг.¹⁹

В промышленности используются такие технологии, как управление бизнес-процессами предприятия, анализ физических процессов, анализ проектирования продуктов, PLM (управление жизненным циклом), приложения для работы с кадрами – HRM (Human resource management), для работы с клиентами CRM (Client Relationship management), для управления качеством, производительностью (исторические данные, интеллектуальная система управления технологическими процессами, бизнес-аналитика, таблицы индикаторов). Расширяются возможности аналитики больших данных²⁰. Распространяются различные виды облачных услуг: «программное обеспечение как услуга» – SaaS; «платформа как услуга» – PaaS, «инфраструктура как услуга» – IaaS. Крупные предприятия создают свою собственную облачную ИТ-инфраструктуру, «частное облако»; мелкие и средние компании могут использовать «публичное облако», им не нужно при этом поддерживать собственные ИТ-системы, создавать центры обработки данных (ЦОД). Уже с конца 2000-х гг. получили распространение социальные сети, приложения для подключенных мобильных устройств.

Сегодня все чаще используется труд фрилансеров. В 2011 г. в Бангладеш, менее развитой стране, не обладающей развитой ИТ-инфраструктурой, насчитывалось 10 000 программистов-фрилансеров, их совокупный годовой доход оценивался в 15 млн долл., что равнялось ¼ экспорта инфор-

¹⁹ http://economictimes.indiatimes.com/articleshow/46067121.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst; <http://www.zdnet.com/article/the-growing-digital-divide-and-the-strategic-inertia-that-can-kill/> (дата обращения: 25.01.2015).

²⁰ <http://www.zdnet.com/article/the-growing-digital-divide-and-the-strategic-inertia-that-can-kill/> (дата обращения: 25.01.2015).

мационных услуг из страны²¹. Один из известных операторов на рынке фрилансинга, компания oDesk, начавшая свою деятельность в 2004 г., использует контракты по работе в удаленном доступе с 5 млн фрилансеров, в том числе из России, Украины, Пакистана, Бангладеш²². Фрилансеры работают и в самих развитых странах (своего рода решоринг), это, например, американские домохозяйки, которые из дома отвечают на звонки клиентов в контакт-центры компании Sutherland, пополняя семейный бюджет²³.

Операционные системы остаются монополией развитых стран (точнее, одной страны). Не случайно, именно закрытие доступа к «Андроид», ее обновлениям и приложениям может иметь серьезные последствия для «Хуавей» (и может быть использовано против любых компаний и стран, подвергающихся санкциям, что следует иметь в виду), но, возможно, последствия не будут фатальными. Та же «Хуавей» разрабатывает собственную операционную систему Хон Мен. ОС для смартфонов есть и в России, на основе разработанной в Финляндии ОС «Сейлфиш» компании «Джолия», приобретенной бизнесменом Г. Березкиным, а затем проданной им государству, она под названием «Аврора» ныне используется в РФ с целью защиты конфиденциальной информации госструктур с телефонами «Ермак».

Аутсорсинг ИТ-услуг и БПО не требует значительных вложений в основной капитал. Достаточно высокоскоростного доступа к интернету (причем он необязательно должен быть доступным по всей стране), наличия компьютеров и достаточно квалифицированной рабочей силы со знанием языка стран-заказчиков (как правило, западных стран,

²¹ См. подр.: Цветкова Н.Н. Производство сферы информационно-коммуникационных технологий и распространение новых ИКТ в странах Востока. // сб. Страны Востока в контексте современных мировых процессов: социально-политические, экономические, этноконфессиональные и социокультурные проблемы. М.: ИВ РАН, Центр стратегической конъюнктуры, 2013. С. 60 –88.

²² Information Economy Report 2012. P. 33.

²³ <http://www.sutherlandglobal.com/services.integratedbpo.aspx> (дата обращения: 20.04.2015).

но заказчиками могут быть и арабские страны), имеющей навыки работы на компьютере (сегодня в связи с популярностью компьютерных игр, соцсетей, Интернета эта характеристика применима к большинству молодых людей со средним образованием). Поколение в возрасте до 25 лет даже называют «цифровыми аборигенами». Но и более старшая когорта, поколение миллениалов, также имеет навыки работы на компьютере.

Многие страны Азии и даже Тропической Африки возлагают надежды на развитие аутсорсинга ИТ-услуг как на путь к экономическому росту, и, что, еще более важно, к сокращению безработицы среди образованной молодежи, явлению, которое стало настоящим «бичом» для ряда стран. Однако оправдаются ли их ожидания?

ИТ-услуги и четвертая промышленная революция

Сегодня сфера аутсорсинга ИТ-услуг и БПО стоит перед вызовами автоматизации, роботизации. Именно те достаточно рутинные бизнес-процессы, которые с 1990-х гг. передавались на аутсорсинг, например, бухучет, кодировка, тестирование ПО, транскрипция медицинских документов, могут быть автоматизированы. Под угрозой даже юристы, выполняющие достаточно рутинные работы (таких юристов недавно сократил Сбербанк).

Disruption – это слово обозначает по-английски не только прорыв, прорывные технологии, но и разрыв. И оно как раз очень хорошо характеризует те трудности и новые возможности, с которыми встречаются экспортеры ИТ-услуг. Сегодня в ходу не только слова офшоринг и аутсорсинг, но и «ниашоринг», «решоринг», «оншоринг» и «инсорсинг». Новые технологии позволяют автоматизировать некоторые бизнес-процессы. Обслуживание бизнес-процессов и компьютерные услуги возвращаются в страны происхождения ТНК – это решоринг. Или просто размещаются в странах происхождения ТНК – это оншоринг. Они могут размещаться в соседних странах (в Канаде для США, Чехии и

Польше для Германии) – это ниашоринг. Может происходить и инсорсинг – возврат в головную компанию функций, которые были ранее переданы на аутсорсинг.

Цифровая трансформация для сферы ИТ И БПО – это «разрыв». Анонимные дата-центры с хостингом базирующейся в облаке автоматизации заменяют труд людей в сфере ИТО и БПО. Страны с дешевой рабочей силой теряют рабочие места, а в некоторых других странах возрастает спрос на высококвалифицированную рабочую силу в связи с автоматизацией.

В докладе консалтинговой фирмы AT Kearney «Индекс размещения офшорных услуг сферы ИТ (offshore services location index) 2019» наряду с ранее использовавшимися тремя группами показателей: 1) финансовая привлекательность, 2) наличие и квалификация кадров, 3) бизнес-среда, был добавлен 4-й показатель – «значимость цифровых технологий» (digital resonance). В него входят: 1) цифровые компетенции; 2) степень учета в законодательстве страны потребностей цифрового бизнеса, включая информационную безопасность, 3) масштабы корпоративной деятельности – объем инвестиций в стартапы и число сделок венчурных компаний; 4) цифровой продукт, включая результаты креативной деятельности, а также генерирование аналитики и технологий. Страны с наиболее высоким уровнем значимости цифровых технологий – США, Великобритания, Израиль, Канада, Сингапур, Германия. Китай – 7-й по этому показателю, Ирландия – 9-я, Индия – 12-я, Малайзия – 15-я, ОАЭ – 16-я, РФ – 18-я, Индонезия – 19-я.

При введении новой группы показателей США, Великобритания, Германия заняли в рейтинге мест для аутсорсинга более высокие, чем раньше, – шестое; восьмое; пятнадцатое. Правда, речь идет о центрах 2-го эшелона, с более низкой зарплатой, это, например, не Силиконовая долина, а, какой-нибудь штат Среднего Запада. Все чаще в этих странах вместо аутсорсинга используется оншоринг. В экспорте ИКТ-услуг заметно возрастает доля развитых стран (см. табл. 4.1.1).

Правда, бывшие лидеры сохранили свои места в рейтинге, три первых места по-прежнему занимают в 2019 г. Индия (7,02 балла), Китай, Малайзия. В первую десятку входят также Индонезия, Вьетнам, Таиланд, Филиппины, во вторую – Египет, а также РФ (18-е место), в третью – ОАЭ, Шри-Ланка, Маврикий, в четвертую – Бангладеш, Сингапур, Марокко, Пакистан, Турция, в пятую десятку – Кения, Гана, ЮАР. Ведущий экспортер ИКТ-услуг в 2017 г., Ирландия, получила 47-е место, Израиль – 50-е место²⁴.

Индия занимает первое место, однако, как видно на рис. 4.1.2 и в табл. 4.1.2, темпы роста экспорта компьютерных услуг из Индии в 2010-х гг. существенно замедлились.

Китай сегодня претендует на второе место в мире по уровню развития цифровой экономики. Большое внимание уделяется НИОКР, развитию инноваций, разработкам в самых прорывных сферах (ИИ, дроны, робототехника). «Майкрософт» в 2019 г. открыла в Шанхае крупнейшую в мире лабораторию по разработкам в области искусственного интеллекта (ИИ) и интернета вещей. Shanghai Transcosmos Marketing Services создала контактный центр в Сиане, это модернизированный колл-центр нового поколения, в котором используются чатботы, облачные технологии, роботизация и автоматизация процессов (RPA), ИИ и автоматический перевод.

Согласно индексу глобализации услуг Толонз (Tholons Services Globalization Index 2019TM (TSGI), ведущие 5 глобальных городов, центры аутсорсинга ИТ и БПО в 2019 г. – Бенгалуру, Манила, Сан-Паулу, Мумбаи и Дублин. Потенциальными цифровыми лидерами названы Нью-Йорк, Лондон, Сан-Франциско, Сингапур, Лос-Анджелес²⁵. Изменение географии аутсорсинга отражает заметные перемены в отрасли, возвращение в развитые страны.

²⁴ 2019 Global Services Location Index (GSLI). <https://www.atkearney.com/digital-transformation/gсли/2019-full-report>.

²⁵ <https://www.newswire.com/news/tholons-releases-2019-services-globalization-index-innovation-at-scale-20852985> (дата обращения: 15.06. 2019).

Как подчеркивается в Докладе АТ Kearney 2019 г., главные проблемы в сфере аутсорсинга – это автоматизация и информационная безопасность. Получают распространение соглашения об аутсорсинге нового поколения, где аутсорсинг сочетается с автоматизацией и роботизацией процессов, причем осуществляют ее не клиенты, а сами компании из развивающихся стран – провайдеры услуг. Складывается более сложная структура – сочетание труда людей и роботов, работа в облаке и в офисе, оншоринг и аутсорсинг. Рутинные работы автоматизируются, креативные функции расширяются. Клиенты сейчас больше заинтересованы не в снижении издержек, а в создании ценности.

Развивается оншоринг. Согласно оценкам аналитической фирмы Gartner, к 2020 г. в США будет создано 1,4 млн рабочих мест для специалистов по компьютерным технологиям. Выпускники университетов США смогут заполнить эти вакансии лишь на 30%²⁶. Однако приток иммигрантов в США ограничивается. В связи этими ограничениями новый импульс получил ниашоринг, центры ИТ-услуг размещаются в Канаде и Мексике.

Внедряются RPA (Robotic Process Automation) и RDA (Robotic Desktop Automation). «Вопрос не в том, использовать ли RPA и когнитивные компьютерные вычисления или нет, а в том, как, когда и где²⁷. Многие клиенты по-прежнему заинтересованы в снижении издержек. Пока имеет место сочетание аутсорсинга в местах с дешевой рабочей силой и новых технологических решений (RPA, когнитивные компьютерные вычисления)»²⁸. При выборе субподрядчиков по аутсорсингу

²⁶ <https://www.thedigitaltransformationpeople.com/channels/people-and-change/the-top-8-outsourcing-trends-for-2019/> (дата обращения: 15.06.2019).

²⁷ Когнитивный компьютеринг – разумный компьютеринг, со способностью к мышлению. «Компьютеры превратятся в обучаемые и самообучаемые системы, смогут понимать данные, анализировать их, адаптировать и предлагать решения, основанные на данных». См.: Когнитивный компьютеринг. 2017/09/27. <http://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 12.10.2019).

²⁸ Is RPA officially the new outsourcing? May 17, 2018 | Phil Fersht. https://www.horsesforsources.com/rpa-new-outsourcing_051018. (дата обращения: 12.06.2019).

компания-клиенты удостоверятся в том, чтобы у них были необходимые технические компетенции, чтобы они сами использовали новые решения (RPA и RDA).

Итак, сегодня можно говорить о соглашениях об аутсорсинге нового поколения – они более эффективные, с меньшими издержками, но границы между организациями размыты, возрастают риски информационной безопасности, защита только по периметру не срабатывает. Наряду с автоматизацией, второй вызов для сферы ИТО и БПО – кибербезопасность. Возросло число кибератак. Автоматизация усилила подверженность киберугрозам. При развитии интернета вещей растет возможность кибератак против удаленных датчиков. С 2016 г. отмечен рост числа кибератак на системы управления промышленностью на 116%, действуют не отдельные хакеры, а организованные группы, происходит захват компьютеров для майнинга криптовалют, имеют место и политически мотивированные кибератаки. Необходима идентификация наиболее ценных активов High Value Assets (HVAs) и критически важных функций, защита которых должна быть особенно высокой²⁹.

Пока офшоринг все еще опережает рещоринг. Однако в пользу рещоринга (помимо призывов Трампа) действует целый ряд факторов. Это – развитие автоматизации, роботизации, синергия от локализации, близость к клиентам, наличие квалифицированной рабочей силы, сокращение рисков в глобальных цепочках стоимости, снижение времени сбыта продукции³⁰.

Компании, действующие в сфере ИТ-услуг и БПО в Индии, приспосабливаются к новым условиям. Они активно наращивают свое присутствие в Северной Америке и Европе. Компании сами разрабатывают и внедряют новые технологические решения. Так, 7 компаний, действу-

²⁹ 2019 Global Services Location Index (GSLI). <https://www.atkearney.com/digital-transformation/gсли/2019-full-report> (дата обращения: 12.06.2019).

³⁰ How Digitalization Will Change Outsourcing Strategies July 14, 2016 by Kai Goerlich. <https://news.sap.com/2016/07/how-digitalization-will-change-outsourcing-strategies/> (дата обращения: 12.06.2019).

ющих в Индии, – Genpact, Accenture, IBM, TCS, EXL, Capgemini и WNS – стали ведущими поставщиками облачных услуг F&A As-a-Service (финансовая отчетность и бухгалтер как услуга). Среди них и филиалы иностранных ТНК: Genpact, Accenture, IBM, Capgemini, и индийская компания TCS. Услуга БПО (дистанционный бухгалтер) оказывается через облачную платформу, с использованием автоматизации, ИИ, когнитивных компьютерных вычислений. Компания Accenture разработала платформы Accenture Intelligent Automation Platform (Платформа умной автоматизации) и Accenture Cognitive Engine (Когнитивный инструмент), с такими приложениями к ПО, как Intelligent Collections (умный сбор платежей), Payables Optimizer (оптимизатор требований к оплате), и Period-End Analyzer (финансовый анализ на конец периодов). Французская Capgemini создала портфель предложений, основанных на платформах, обеспечивающих клиентам виртуальные услуги F&A. Она включила «роботизацию и когнитивную автоматизацию в предоставление услуг по финансовым отчетам и бухгалтеру». «Touchless and intelligence» (бесконтактно и умные технологии) – таково видение компанией TCS финансовых услуг в будущем. «Пять цифровых сил» этой компании включают аналитику, облачные вычисления, мобильные устройства, роботизацию и когнитивный интеллект (Cognitive Intelligence), а также социальный инжиниринг. TCS использует свой подход ValueBPS™; в предоставление услуг БПО встроена аналитика³¹.

Возник новый вид услуг БПО – по управлению цифровой трансформацией предприятий (digital changes management). Ведущие 10 провайдеров услуг по управлению цифровой трансформацией предприятий, предлагаемых в Индии для зарубежных клиентов, – это три компании из большой «пятерки» индийских компаний: TCS, Wipro, Infosys,

³¹ Meet F&A's new Big Seven: Genpact, Accenture, IBM, TCS, EXL, Capgemini and WNS October 12, 2017 | Phil Fersht. <https://www.horsesforsources.com/2019/02> (дата обращения: 12.06.2019).

и филиалы иностранных ТНК: Accenture, IBM, Ernst and Young, KPMG, Cognizant, Capgemini, Genpact³².

Переформатирование проходит и такая «традиционная» услуга БПО, как коллцентры. «Со времени, когда IBM продала свой коллцентр в Индии Daksh компании Concentrix в 2013 г., слово коллцентр стало буквально ругательным для традиционных провайдеров услуг. Однако это большой рынок аутсорсинга услуг, его объем – 65 млрд долл., и сегодня при клиенториентированном подходе сама концепция коллцентров претерпевает изменения, в их работу интегрируются новые подходы и новые технологии»³³. Автоматизация может способствовать «росту, а не пожиранию контактных центров». Большинство работающих в Индии фирм по ИТ-услугам и БПО возвращаются к использованию контактных центров – это Tech Mahindra, Cognizant, Wipro, HCL, WNS, EXL, Hexaware, Genpact. Заявление, что «коллцентр с автоматизацией – это оксюморон», неверно. Термин «цифровой» означает новые подходы к тому, как делать какие-то вещи. В коллцентрах нового поколения внедряется использование умной автоматизации, чатботов, интерфейсов программирования приложений. Единая платформа по автоматизации процессов собирает данные, производит их визуализацию, машинное обучение, вводит результаты в определенный контекст и, наконец, осуществляет автоматизацию³⁴.

Крупные компании сферы ПО стали проявлять интерес к покупке компаний по производству продуктов RPA. В 2018 г. SAP (внедрившая систему ERP) купила продукт RPA Contextor. Активизируется предоставление сервисов RPA-as-a-service, Чтобы способствовать масштабированию производств, решения по RPA станут привязанными к конкретным процессам или функциям, а не к задачам. Это потре-

³² <https://www.horsesforsources.com/2019/02> (дата обращения: 12.06.2019).

³³ Are call centers cool again? Teleperformance, Concentrix and SYKES lead the first Top Ten for customer engagement operations . March 16, 2019 | Phil Fersht, Melissa O'Brien. <https://www.horsesforsources.com/2019/02> (дата обращения: 12.06.2019).

³⁴ Ibid.

бует дополнительной интеграции с такими технологиями, как ML (машинное обучение) и NLP (нейролингвистическое программирование). «RPA станет более умной, а решения по RPA – кастомизированными, учитывающими потребности конкретных клиентов»³⁵.

Рынок RPA быстро растет. Расходы на RPA и RDA (Robotic Desktop automation) в мире возросли с 611 млн долл. в 2016 г. до 1114 млн долл. в 2017 г. и 1715 млн долл. в 2018 г. По прогнозам предполагается, что они достигнут в 2022 г. 4,3 млрд долл. В 2018 г. из общей суммы затрат на RPA на Северную Америку приходилось 698 млн долл. (41%), на Западную Европу – 28%, на Азию – 22%, на прочие страны Европы, Ближний Восток и Африку – 4%, на Латинскую Америку – 5%³⁶. Сейчас RPA означает автоматизацию отдельных разрозненных задач. Необходима интегрированная умная автоматизация. Это повышает спрос на программное обеспечение для RPA. Сегодня речь идет уже не просто о роботизации и автоматизации процессов, а об «умной автоматизации» (Intelligent Automation), включающей наряду с RPA использование искусственного интеллекта и аналитики. В период третьей промышленной революции, на ее пике, с 1990-х гг., в развивающихся странах Азии стал развиваться новый сектор услуг – аутсорсинг компьютерных услуг и бизнес-процессов. Однако в ходе четвертой промышленной революции цифровая трансформация может означать для сферы ИТО – БПО в странах с дешевой рабочей силой «разрыв», ликвидацию рабочих мест, сокращение экспорта ИТ-услуг. Замедляется рост числа новых соглашений по БПО. Обманутыми могут стать надежды тех стран, которые хотели встроиться в мировой рынок аутсорсинга ИТ-услуг и БПО.

Однако развитие цифровой экономики в афро-азиатских странах открывает и новые возможности. Распространение

³⁵ https://www.horsesforsources.com/Replatforming-hyperconnected_032919 (дата обращения: 12.06.2019).

³⁶ RPA will reach \$2.3bn next year and \$4.3bn by 2022... as we revise our forecast upwards November 30, 2018 | Phil Fersht, Jamie Snowdon https://www.horsesforsources.com/RPA-forecast-2016-2022_120118(дата обращения: 12.06.2019).

смартфонов, работа центров обработки данных – облачные услуги, электронная торговля, электронные платежи, телемедицина, интернет вещей, наконец, кибербезопасность – все это порождает определенный (хотя и не экспоненциальный) спрос на услуги специалистов по компьютерным технологиям, программистов, разработчиков приложений. Бизнес-приложения для предприятий, такие как ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Client Relationship Management), модернизируются, но специалисты для работы с ними нужны по-прежнему. Возникают новые продукты, сферы и возможности. Таким образом, перспективы для развития сферы «софта», ИТ-услуг и обслуживания бизнес-процессов сохраняются, правда, эта сфера во многих афро-азиатских странах будет ориентироваться в большей мере не на рынки развитых стран (традиционных заказчиков при аутсорсинге ИТ-услуг и БПО), а на внутренний рынок и рынки соседних стран с менее развитой сферой ИТ или с более дорогой рабочей силой (Египет и богатые нефтью арабские страны Персидского Залива). ЦОДы могут обслуживать не только свою страну, но и другие страны региона, предоставляя им облачные услуги.

Если цифровое оборудование может быть импортировано, то сфера ИТ-услуг в той или иной степени необходима любой стране, ставящей цели цифровой трансформации, а электронную торговлю, электронные платежи, телемедицину стремятся развивать многие страны, в том числе и с невысоким уровнем ВВП на душу населения.

4.2. Искусственный интеллект

Технологии имеют общие черты, переходные зоны, так что четко отделить одну от другой бывает трудно, но общие определения каждой помогают ориентироваться в понятиях и понимать, что имеется в виду при анализе. Что касается искусственного интеллекта, то удачным является такое определение: «Искусственный интеллект – это подражание

интеллектуальной деятельности человека машинами, в первую очередь компьютерными системами. Эта деятельность включает обучение, то есть получение информации и правил ее использования, рассуждение, то есть использование правил для получения приблизительных или точных заключений, и исправление сделанных ошибок»³⁷.

Под это определение попадают такие уже хорошо известные продукты как экспертные системы, машинное распознавание речи и машинное зрение. Очевидно, что есть технические системы, которые совмещают свойства роботов и искусственного интеллекта, например, антропоморфные роботы для общения с публикой. Полноценные системы искусственного интеллекта способны при возникновении необычной ситуации сами найти решение без вмешательства человека. Известность получили уже успешно работающие системы искусственного интеллекта Amazon AI services, IBM Watson Assistant, Microsoft Cognitive Services и Google AI services.

Эти системы по большей части основаны на когнитивных технологиях, то есть на том направлении развития искусственного интеллекта, которое нацелено на помощь человеку в принятии решений в сложной обстановке и даже замену его, если необходимо принимать решения быстро. Когнитивные технологии нашли широкое применение в бизнесе для анализа ситуации и принятия деловых решений. Важнейшими свойствами искусственного интеллекта являются возможности накапливать информацию значительно быстрее человека, иметь больший ее объем для анализа и принятия решений, а решения принимать оперативно и объективно, согласно заданным правилам, снимая возможность ошибок, связанных с влиянием человеческого фактора.

Системы искусственного интеллекта имеют разную степень сложности. Одной из первых успешных систем была программа для игры в шахматы Deep Blue, фирмы IBM, которая в 1990-е годы выиграла у чемпиона мира по шахма-

³⁷ AI (artificial intelligence) <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/AI-Artificial-Intelligence> (дата обращения: 02.04.2019).

там за счет быстрого перебора вариантов и выбора лучшего. В последние годы созданы системы искусственного интеллекта для автомобилей без водителя, которые отслеживают ситуацию и, опираясь на прошлый опыт, могут предсказывать изменения, например, перестроение автомобилей из ряда в ряд.

В обучении систем искусственного интеллекта весьма важным нововведением в самые последние годы стала технология нейронных сетей, которые используют алгоритмы, по которым работает мозг в природе. В 2011 г. система искусственного интеллекта Watson фирмы IBM прошла формальный тест Тьюринга на право называться искусственным интеллектом. Тест состоит в том, что человек, общаясь с такой системой и задавая ей вопросы в свободной форме, не может отличить, общается он с человеком или с машиной³⁸.

Еще один эксперимент системой Watson был проведен в сфере обучения. В Технологическом университете штата Джорджия студентам, специализировавшимся на изучении искусственного интеллекта, полгода преподавал ассистирующий преподаватель Джилл Уотсон, который вместе с другими преподавателями помогал студентам решать задачи по компьютерному программированию, общаясь с ними в Интернете на форуме и по электронной почте. В общении программа использовала элементы живого языка и молодежного сленга. Никто из студентов не распознал, что общается с роботом. Этот эксперимент имел вполне определенную прикладную направленность. Студенты по этой программе задают порядка 10 тыс. вопросов за семестр, а такая переписка для преподавателя представляет большую нагрузку³⁹. Эта система также самообучаема, что расширяет ее возможности по мере использования.

³⁸ Как работает когнитивная система IBM Watson <http://cognitive.rbc.ru/how-work> (дата обращения: 25.04.2019).

³⁹ IBM Watson is Fueling a New Era of Cognitive Apps Built in the Cloud. 18.11.2013 http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/tech.html?cmp=usbrb&cm=s&cs-r=watson.site_20140319&cr=index&ct=usbrb301&cn (дата обращения: 02.09.2016).

Если когнитивные системы представляют собой искусственный интеллект в чистом виде, то наиболее широкое применение имеют сочетания искусственного интеллекта с другими технологиями. В соединении с робототехникой искусственный интеллект способен обеспечить работу сложных промышленных роботов, ориентирующихся в изменяющейся обстановке, или служебных роботов, которые могут перемещаться на местности, а в случае антропоморфных моделей – общаться с людьми с помощью речи.

В соединении с компьютерами искусственный интеллект способен организовать обучение и модификацию действий ранее заложенных программ, когда это необходимо в силу изменившихся обстоятельств. Искусственный интеллект обеспечивает машинное зрение, то есть способность распознавать объекты, получая информацию от оптических систем. Важным достижением является компьютерное распознавание письменной и устной речи, работа с живыми языками и генерация ответов на сообщения на живом языке.

Наконец, объединение зрения и других аспектов искусственного интеллекта со служебными роботами, которые могут передвигаться не на конкретном промышленном предприятии, а в самой разной среде, создает симбиоз технологий, которые обеспечивают создание изделий, похожих по поведению на живые организмы.

Соединение искусственного интеллекта с современной автомобильной техникой дает ряд автомобилей без водителей, которые уже широко применяются в горном деле для тяжелых самосвалов. Отсутствие на горных карьерах движения других транспортных средств сделало их одним из первых полигонов для испытания этого варианта искусственного интеллекта.

Сферы применения созданных систем искусственного интеллекта разнообразны. В бизнесе автоматизируются задачи управления и маркетинга, которые часто повторяются и однородны по своему характеру. Это, например, отношения с потребителями, которые анализируются системами обработки больших объемов информации (big data), а также авто-

матизация ряда рабочих мест, связанных с общением с клиентами.

В финансовой сфере определенной революцией стало вытеснение человека из биржевой торговли и замена его автоматами, быстро реагирующими на изменения котировок и посылающими оферты другим автоматам. Высококвалифицированная работа экспертов и программистов была необходима при создании биржевых автоматов, но они вытеснили значительную часть брокеров и аналитиков. Торговля ценными бумагами и другими биржевыми товарами ведется между системами искусственного интеллекта.

Аналогичным образом алгоритмизирована работа юристов. Для англосаксонской системы права важен судебный прецедент. Его поиск поручен автоматизированной системе. Она тщательнее и быстрее осуществляет поиск для квалифицированных специалистов, ведущих юридические дела.

Пример применения искусственного интеллекта в образовании приведен выше. Большие надежды возлагались на применение искусственного интеллекта в медицине, поскольку в современных условиях поток новых знаний в этой области столь интенсивен, что врач должен читать литературу по специальности почти круглые сутки, что нереально. Представлялось, что система искусственного интеллекта, подключенная к потоку новых публикаций, будет хорошим диагностом, но оказалось, что применить свои возможности для диагностики она не сумеет. Попытки обучения системы на историях болезни пациентов не увенчались успехом из-за разнобоя в подходах врачей к описанию симптомов и ведению историй болезни⁴⁰.

Определенным препятствием для дальнейшего развития и применения систем искусственного интеллекта становятся правовые и этические проблемы. Автомобили без водителя неизбежно будут попадать в какие-то дорожные происшествия. Юридические вопросы ответственности за послед-

⁴⁰ Watson: искусственный интеллект IBM пять лет спустя <http://hi-news.ru/medicina/watson-iskusstvennyj-intellect-ibm-pyat-let-spustya.html> Обращение 20.08.2018.

ствия должны быть разработаны заранее. Такая же ситуация с использованием дронов для доставки посылок. Происшествия, потери материальных ценностей неизбежны, нужна правовая база.

Применение искусственного интеллекта порождает новые широкие возможности, но также и некоторые опасения этического характера. Дело в том, что в процессе обучения искусственного интеллекта и отработки алгоритмов принятия решений закладываются критерии, которые определяются человеком. Каковы этические стандарты этого специалиста, заранее никто не определяет. Таким образом, искусственный интеллект потенциально может транслировать и усиливать негативные и неэтичные практики и стандарты.

Общей проблемой для всех современных технологий, связанных с передачей информации и удаленным доступом к управляемым объектам, являются хакерские атаки. В связи с важностью многих систем искусственного интеллекта для тех или иных сфер деятельности или компаний безопасность становится весьма важным аспектом их деятельности.

Экономики Азии в развитии искусственного интеллекта не занимают лидерские позиции. В Азии не хватает специалистов в этой области. Есть оценки, что количество специалистов по искусственному интеллекту в США и Канаде составляет примерно 10 тыс. человек, когда как на Китай и Индию в сумме приходится около 1 тыс.⁴¹ Даже при том, что КНР активно развивает эту технологию, потребуется время для получения работоспособных систем. Для Индии проблемой является утечка квалифицированных специалистов за рубеж, которая тянет индийские фирмы назад в производстве современных товаров и услуг.

⁴¹ AI in Asia: Challenges and Opportunities. <https://www.brinknews.com/asia/challenges-and-opportunities-of-ai-in-asia/> (дата обращения: 29.03.2019).

ОСНОВНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗВИТИЯ НОВОЙ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ

5.1. Изменение роли человека в общественном производстве

На основе анализа технологий, представленного выше, рисуется картина законченного цикла производства с минимальным участием человека. Разработка продукта начинается с маркетингового исследования, которое проводит искусственный интеллект на основе больших данных, собранных в процессе анализа продаж. Требуется только аналитик, способный работать с маркетинговой системой искусственного интеллекта. Аналитик выдает задание на разработку продукта или его модификацию.

Система компьютерного инжиниринга обеспечивает быстрый анализ данных, создание проекта, технических характеристик продукта, его дизайна. Инженер-конструктор, разрабатывавший проект, представляет его маркетологу, технологу и лицам, принимающим решения.

После утверждения проект попадает к технологу, который решает, как будет изготавливаться новое изделие. Для производства деталей можно использовать станки с ЧПУ и трехмерную печать. Вторая предпочтительнее, если детали имеют сложную форму, или серийность производства невелика. Станки с ЧПУ способны производить серийные изделия круглые сутки, семь дней в неделю.

Имеющиеся детали можно найти на роботизированном складе, где совмещены информационная система поиска и роботы, перемещающие товар без участия человека. При

заказе деталей от других производителей они будут доставлены дронами, если их вес невелик, либо автомобилями без водителей.

Сборку, включая сварку и пайку, и покраску, если последняя необходима, осуществляют промышленные роботы. Если изделия мелкосерийные, но участие рабочих на всех стадиях более значительное, если производство массовое, рабочие необходимы для отдельных операций и связывания частей роботизированного производственного цикла.

Готовая продукция также может поступить на роботизированный склад. Потребители могут получить информацию об имеющейся продукции через Интернет. Доставка потребителям или торговым фирмам может осуществляться также дронами или автомобилями без водителей.

Электроэнергия для производства поступает из сетей, которые объединяют ветровые и солнечные электростанции. Сырье используется вторичное, поступающее в производство после переработки.

Очевидно, что рост производительности такая система обеспечивает, качество продукции только повышается при устранении человеческого труда, оперативность выполнения заказов гарантируется непрерывностью работы оборудования без перерывов на отдых. Проблемой является то, что такая система производительных сил не генерирует зарплату работникам, которые на следующих стадиях общественного воспроизводства выступают в качестве покупателей и потребителей.

Новые технологии, исподволь развиваясь уже несколько десятилетий, меняют производственный аппарат развитых стран и распространятся на развивающиеся страны. Экономические успехи большинства развивающихся стран и переходных экономик в последние десятилетия связаны с экспортноориентированным развитием и внешнеэкономической открытостью.

Как пишет В.А. Мельянцев: «Сделанный нами «пилотный» расчет по 32 крупным и средним развивающимся странам за период 1990–2007 гг. позволил выявить наличие нелинейной, не супержесткой, но позитивной связи между постро-

енным нами композитным индексом внешнеэкономической открытости и динамикой экономического роста. Есть определенные основания предположить, что более высоких и устойчивых темпов хозяйственного роста добиваются страны, которые энергично и сравнительно быстро, но при этом постадийно интегрируются в мировое хозяйство, сумев при этом преодолеть фазы первичной (сырьевой) специализации и преимущественно импортозамещающей индустриализации, а также избежав искушения преждевременной полной либерализации капитальных рынков (до которой по объективным причинам многие не очень развитые страны еще не доросли)».¹

Воздействие новых технологий, нацеленных на трудосбережение, на разные сферы хозяйства, представлено в табл. 5.1.1.

Развивающиеся страны добивались успеха в своем социально-экономическом развитии путем встраивания в мировое хозяйство в качестве поставщиков продукции обрабатывающей промышленности для развитых стран, но изменение системы производительных сил разрушает эту модель догоняющего развития, так как развитые страны теряют интерес к дешевой рабочей силе развивающихся стран, поскольку своя роботизированная промышленность производительнее и дает продукцию более высокого качества.

Традиционную связь экономического роста и численности населения описывает трудовая теория стоимости, разрабатывавшаяся в политэкономии в XVIII–XIX вв.² Труд является основным фактором производства, и именно по этой причине рост численности населения положительно сказывается на экономическом росте.

Эта зависимость между численностью работников и экономическим ростом совершенно справедлива, когда экономика базируется на трудоинтенсивных технологиях, и природные ограничения не сказываются на ней.

¹ Мельянцева В.А. Развитые и развивающиеся страны в эпоху перемен. (Сравнительная оценка эффективности роста в 1980-2000 гг.) . М.: Ключ-С, 2009. С. 95.

² Анализ этой концепции с современных позиций изложен в частности в работе востоковеда А.П. Колонтаева: Колонтаев А.П. Труд в политэкономической концепции Маркса. М., ИВ РАН, 2001.

Таблица 5.1.1.

Влияние трудосберегающих технологий на отдельные сферы хозяйства (курсивом выделены технологии, которые должны распространиться в ближайшие годы)

Сферы хозяйства	Робототехника	Станки с ЧПУ	Искусственный интеллект	Аддитивные технологии	Крупные машины и их комплексы для горных работ и перевалки насыпных грузов	«Традиционные» трудосберегающие технологии
Земледелие	Специализированные машины для сбора плодов		<i>с/х машины без водителей</i>			Система машин в зерновом хозяйстве (тракторы, комбайны и т.п.)
Животноводство	Роботизированная дойка					Фабричное разведение свиней, крупного рогатого скота и птицы
Горнодобывающая промышленность			Карьерный транспорт без водителей		Системы машин для открытой добычи угля и руды	
Обрабатывающая промышленность	Применение роботов для сварки, пайки, склеивания, пакетирования, сборки и перемещение деталей	Замена рабочих-станочников		Замена технологий обработки заготовок послойным изготовлением с последующим спеканием		

Окончание таблицы 5.1.1.

Сферы хозяйства	Робототехника	Станки с ЧПУ	Искусственный интеллект	Аддитивные технологии	Крупные машины и их комплексы для горных работ и перевалки насыпных грузов	«Традиционные» трудосберегающие технологии
Транспорт			<i>Автомобили без водителей</i>		Комплексы по перевалке грузов	Контейнерные перевозки и автоматизированная разгрузка поездов гидравлическими системами (переворачивание вагонов)
Торговля и логистика	Автоматизированные склады		Автоматизированные склады			Системы самообслуживания покупателей
Общественное питание	Автомат по изготовлению гамбургеров					Системы самообслуживания покупателей
Инженерное дело			Системы автоматизированного проектирования			

Источник: составлено автором по: Акимов А. В. Робототехника и трудосберегающие технологии: перспективы воздействия на социально-экономическое развитие //Историческая психология и социология истории. 2017. № 1.

Примеры такого развития демонстрируют большинство европейских стран и переселенческие государства Америки, как Северной, так и Южной, Австралия и Новая Зеландия. Во всех этих регионах не было острого дефицита земельных ресурсов, который бы сдерживал развитие производительных сил. В аграрных обществах в этом регионе еще до начала промышленного переворота в XVIII в. рабочая сила была лимитирующим фактором развития производства. В значительной степени трансатлантическая миграция из Европы в Америку создавала условия для поддержания высокого уровня обеспеченности природными ресурсами и дефицитности труда по обе стороны Атлантики.

Нужно отметить, что подобного рода положительная зависимость экономического развития и численности населения существует только при относительно одинаковой технологической и экономической системах. Китай и в XVIII, и в XIX вв. был самой населенной страной Земли, но это не давало ему преимуществ в экономическом развитии. Более слабая технологическая база континентальных стран Европы обеспечивала Великобритании лидерство в течение большей части XIX в.

Поскольку труд выступал в европейских странах в качестве ограниченного экономического ресурса, научно-технический прогресс был нацелен на трудосберегающие технологии. Именно они получили распространение в ходе развития науки и техники в XIX–XX вв. Сейчас в сельском хозяйстве и промышленности достигнута высокая производительность труда. Новая продукция может быть произведена без создания новых рабочих мест за счет разработки и ввода в производство новых машин и механизмов, заменяющих труд человека.

На этом фоне сформировалась другая тенденция. Успешное догоняющее развитие, происходящее в развивающихся странах (экономический рост там приводит к улучшению качества населения), делает рабочую силу в них конкурентоспособной в ряде относительно простых и массовых производств при том, что рабочая сила в развивающихся

странах значительно дешевле, чем в развитых. Это приводит к тому, что обрабатывающая промышленность и часть сферы услуг (создание математического обеспечения, call-centers крупных фирм, бухгалтерские услуги и т.п.) перемещается в развивающиеся страны, поскольку издержки в них ниже. В рамках мирового хозяйства это приводит к быстрому экономическому росту в странах Азии, Латинской Америки и некоторых странах Африки. В течение ближайших лет по оценкам большинства экономистов Китай обгонит США по объему ВВП, то есть по масштабам своего хозяйства, и тогда первая страна в мире по численности населения станет первой и по масштабам своей экономики.

Перемещение рабочих мест из развитых стран дает экономию на трудовых издержках, но частично тормозится научно-технический прогресс, поскольку не делаются инвестиции в создание новых трудосберегающих технологий. Наиболее распространенной стратегией в последние десятилетия является перенос рабочих мест в страны с более низкой зарплатой.

Вместе с тем, роль численности населения страны как важнейшего условия развития национальной экономики даже в условиях глобализации сохраняется. Ее отражением является выделение в современной мировой экономике группы стран 50 x 20. В этом обозначении 20 – минимальный душевой уровень валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения в 20 тыс. долл. США, а 50 – минимальная численность населения страны в 50 млн человек. Таким образом выделяется группа богатых стран с большим населением. В нее попадают США, Япония, Германия, Франция, Великобритания, Италия и Республика Корея (Южная Корея)³. Не включены в нее крупные экономики с бедным населением (Китай, Индия и т. д.) и небольшие по масштабам экономики с богатым населением (Нидерланды, Швеция, Сингапур,

³ S. Korea joining '20-50 club' marks new chapter in development history: gov't <http://english.yonhapnews.co.kr/national/2012/06/23/56/0302000000AEN20120623001200320F.HTML> (дата обращения: 07.10.2019).

Тайвань, Кувейт, Объединенные Арабские Эмираты и т. д.). Страны группы 50 x 20 обладают потенциалом устойчивого развития, создания диверсифицированного национального хозяйства с опорой на высокопроизводительную рабочую силу, национальные межотраслевые связи и емкий внутренний рынок.

В условиях глобализации и сокращения темпов роста населения и даже его естественной убыли важным инструментом поддержания лидерства для развитых стран, особенно европейской культуры (Западная Европа, США и Канада, Австралия и Новая Зеландия), стала иммиграция талантливых и квалифицированных специалистов из развивающихся стран – «утечка умов» (brain drain). Иммиграция этой категории людей наиболее важна для прогресса науки, образования и экономики, и она обеспечивает экономический рост в наиболее перспективных отраслях. Такого рода иммиграция смягчает отрицательные последствия сокращения численности населения для экономического развития.

В целом, характеризуя связь численности и динамики населения и экономического роста, необходимо отметить, что существует определенный баланс между населением и экономикой, который складывается на рынке труда. Если рынка труда нет (производство натуральное), то этот баланс формируется на уровне сельских общин. Занятость по масштабу и структуре должна быть такова, чтобы обеспечивать как минимум выживание населения. Производство подстраивается под то население, которое имеется в стране, так как рабочая сила организует и двигает производство вперед. Если прочие факторы и условия производства (природные ресурсы, технологии, деловая среда, государственное регулирование) благоприятны для развития экономики, большая численность населения является фактором, способствующим экономическому развитию.

В последние десятилетия в развитых странах складывается ситуация, когда в сельском хозяйстве и промышленности прирост рабочих мест минимальный или даже отрицательный. В этих условиях развивается сфера услуг. В ней

есть области деятельности (связь, транспорт, медицина, образование и т. п.), которые создают услуги, необходимые потребителям. Вместе с тем, есть и такие виды деятельности, особенно связанные с торговлей, посредническими услугами и мелким бизнесом, которые дают возможность обеспечить занятость тем, кто не может найти рабочее место в других видах деятельности.

Структурная безработица, когда не хватает специалистов высокого класса в ряде важных профессий, но есть избыток рабочей силы иной квалификации, часто высокой, но невостребованной, создает долговременные проблемы на рынке труда развитых стран и дает сигнал демографической сфере общества о том, что экономика не нуждается в большом приросте рабочей силы.

Новые технологии решают важнейшую демографическую проблему развитых стран, в которых далеко зашедший процесс старения населения значительно сузил контингент рабочей силы. В то же время, они могут заблокировать традиционный путь решения демографических проблем развивающихся стран, который состоит в переходе к городскому образу жизни, занятости в промышленности и других современных секторах экономики, увеличению доходов и уровня образования. На этой базе сокращается традиционная высокая рождаемость.

Есть два мнения относительно перспектив занятости под влиянием новых технологий. Одно состоит в том, что занятость будет меняться, но не сокращаться, так как появятся новые профессии и сферы применения труда. Другое предупреждает, что новые технологии сокращают сферу эффективного применения человеческого труда.

Следует согласиться с теми, кто утверждает, что весь предшествующий опыт развития говорит о том, что находились новые сферы занятости для людей, высвобождавшихся из старых отраслей, по мере технологического развития, сокращения занятости в старых и развитии новых отраслей. Невозможно определить, кто прав, а кто ошибается при анализе будущего. Любое прогностическое высказывание неопре-

деленно, поскольку оно относится к тому, чего еще нет. Нельзя сейчас сказать, какой вариант развития рынка труда состоится, а какой нет, так что любая версия носит характер предположения. Попытаемся определить возможные варианты развития, не отдавая предпочтения ни одному из них.

Существенным вопросом остается, каким же путем будет формироваться рынок труда при господстве в производстве трудосберегающих технологий четвертой промышленной революции. Представляется, что возможны следующие основные варианты.

Первый – узкий рынок творческих работников и небольшого числа специалистов ручного труда, занятых производством техники. Остальные живут на пособия, а для их обслуживания тоже нужны высококлассные специалисты. Живущие на пособия работают в качестве хобби, развито волонтерство.

Второй вариант – это также узкий рынок творческих работников, но он существует параллельно с рынком очень подешевевшей рабочей силы преимущественно в сфере услуг с жесткой конкуренцией за получение доступа к обслуживанию элиты, имеющей высокие доходы. В отличие от первого варианта пособия минимальны. Распространено натуральное хозяйство, которое помогает выживать основной массе людей, не попавших в элитный рынок труда.

Третьим вариантом может быть смешанный тип, когда опять же при узком рынке творческих работников существует нетоварное хозяйство, люди что-то производят для себя, немного на продажу. Параллельно существуют пособия для всех.

В любом из вариантов будет велика роль социального управления, поскольку сложившиеся рыночные механизмы разрушатся из-за изменения роли рабочей силы в производстве. Важным вопросом остается возможность расширения сферы творческого труда. Не исключено, что при изменении системы образования возможности творчески работать, оставляя за робототехникой и искусственным интеллектом рутинные операции, получит значительно большее количе-

ство людей, чем это наблюдается сейчас, поскольку система образования нацелена на сложившийся рынок труда, где велика доля рутинной деятельности, к которой нужно готовить учащихся.

Помимо общих вопросов социально-экономического развития есть ряд конкретных областей, которые создают большие перспективы с точки зрения производительности, но порождают конкретные проблемы для рынка труда.

Вероятно, самым непредсказуемым с точки зрения перспектив занятости на будущее является искусственный интеллект. Уже сейчас он может очень многое. Самым продвинутым с точки зрения использования в прикладных задачах является проект Watson фирмы IBM, который представляет собой соединение мощной компьютерной техники с наиболее отработанными новейшими алгоритмами работы искусственного интеллекта.

Он используется в ряде сфер, где требуется анализ больших объемов информации. В продаже уже имеются его версии, связанные с организацией бизнес-процессов, от анализа рынков и управления снабжением до управления персоналом. Вместе с тем, IBM, которая разрабатывает этот проект, экспериментирует и с другими вариантами Watson.

Суперкомпьютер Watson обучается понимать естественные языки, таким образом Watson Discovery Advisor понимает язык науки, например, как взаимодействуют химические элементы, и предоставляет специалистам полнофункциональный инструмент для проведения исследований в сфере биохимии и биологических науках.

Ученые из академических и фармацевтических исследовательских центров уже используют новый сервис для того, чтобы в сжатые сроки анализировать и подтвердить гипотезы. Новое исследование публикуется ежедневно каждые 30 секунд, а это значит, что полностью совладать с растущим количеством научных работ человеку физически невозможно, то есть ряд научных задач может решать только искусственный интеллект. Рутинные составляющие научной работы переходят к нему, сокращая потребность в науч-

ной работе традиционного типа с чтением больших объемов литературы, что может снизить потребность в исследователях.

Таким образом, искусственный интеллект уже сейчас вполне успешно заменяет человека в аналитической работе в бизнесе, в научных исследованиях, медицине и преподавании. Эти области всегда рассматривались как творческие, требующие обязательного участия человека, но даже в них есть стандартная алгоритмизируемая деятельность, которая заменяется автоматом.

Можно отметить, что человеку остаются высокотворческие аспекты, а также ремесленные действия, которые нецелесообразно или слишком трудно алгоритмизировать. Очевидно, что к этим видам деятельности готовы немногие люди, поэтому большого количества рабочих мест здесь создать не удастся. Для творчества часто нужен талант, а это редкое явление. Ремесло, которое упомянуто выше тоже сродни творчеству, это нестандартные действия в изменяющихся условиях.

Исследователи, анализирующие последствия развития трудосберегающих технологий для США, подчеркивают различные риски, с которыми столкнутся люди разных возрастов и социального положения. Для молодежи, которая вкладывает большие деньги в получение высшего образования, часто беря кредиты для оплаты обучения в университетах, неясность перспектив рынка труда, который, несомненно, изменится под воздействием роботизации и развития искусственного интеллекта, может обернуться финансовым банкротством, если будущая профессия будет сильно изменена техническими новинками, а квалификация, полученная в университете, будет обесценена. По оценке министерства образования США к 2020 г. ожидается рост на 14% числа рабочих мест в естественных науках, технологии, инженерном деле и математике (STEM-science, technology, engineering, and mathematics) по сравнению с 2010 г., вместе с тем, только 16% выпускников американских школ показывают

хорошие результаты в математике и интересуются карьерой в STEM областях⁴.

Старение населения создают много рабочих мест по уходу за больными и престарелыми. В этой сфере занятости традиционно сильны позиции женщин. Наряду с сокращением рабочих мест для мужчин может расти женская занятость. В то же время развиваются технологии, которые меняют уход за больными и престарелыми. Это сенсоры, датчики и удаленный контроль, обеспечивающий мониторинг состояния тех, кому требуется уход. Постоянные сиделки становятся не нужны, хотя остается потребность в помощи, и быстрый выезд к больным должен быть обеспечен.

Афро-американцы столкнутся с дополнительными ограничениями при выходе на рынок труда из-за недостаточной квалификации и ограничений для получения образования. Это относится и к другим меньшинствам, которые не вписались в современный рынок труда.

Этот анализ американского рынка труда может быть перенесен и на другие страны и глобальную экономику в целом. Изменение рынка труда меняет требования к образованию во всех странах. Кризис образования и значительная молодежная безработица вполне возможны во многих развитых и развивающихся странах. Гендерные изменения на рынке труда также могут носить глобальный характер. Сокращение занятости в промышленности, где всегда преобладали мужчины, и увеличение рабочих мест в услугах, включая индивидуальный уход, где позиции женщин традиционно лучше, изменит перспективы трудоустройства во многих странах.

Наконец, позиции, в который оказались национальные меньшинства, имеющие меньшие доходы и меньший доступ к образованию, отражают позицию развивающихся стран, которые в новых условиях оказываются в положении такого

⁴ West D. What happens if robots take the jobs? The impact of emerging technologies on employment and public policy. October 2015. P. 10. 2Дата об <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/robotwork.pdf> (дата обращения: 11.10.2017)

меньшинства, будучи большинством по численности населения.

Существующие прогнозы Бюро трудовой статистики США (The U.S. Bureau of Labor Statistics) предсказывают немалый рост числа рабочих мест – 15,6 млн за 2012–2022 гг. Это в среднем 0,5% в год, что при сложившихся темпах естественного движения населения США вполне обеспечивает занятость. Вместе с тем, при этом росте будет наблюдаться существенный структурный сдвиг на рынке труда. Больше всего рабочих мест будет создано в медицине и социальной помощи – 5 млн новых рабочих мест, что соответствует годовому темпу прироста в 2,6%. Таким образом, в этой сфере будет создано примерно треть всех новых рабочих мест. На втором месте – профессиональные услуги, которые дадут 3,5 млн новых рабочих мест, на третьем – строительство (1,6 млн), далее сфера отдыха, включая гостиницы (1,3 млн), государственное и местное управление (929 тыс.), финансы (751 тыс.) и образование (675 тыс.). В то же время, информационный сектор потеряет 65 тыс. рабочих мест. Сократится количество рабочих мест в обрабатывающей промышленности и в первичном секторе⁵.

Хорошо известна таблица, составленная сотрудниками Оксфордского университета Карлом Фреем и Майклом Осборном, где 702 профессии ранжированы по степени вероятности их автоматизации и замены компьютерной технологией. Среди наиболее уязвимых – специалисты по телефонным продажам, по оформлению налоговой документации, страховые оценщики автоаварий, секретари по правовым вопросам, официанты, агенты по продаже недвижимости, секретари и помощники за исключением юридической и медицинской сферы и помощники для высшего руководства, курьеры и разносчики. Среди тех, кто вряд ли будет заменен роботами и искусственным интел-

⁵ West D. What happens if robots take the jobs? The impact of emerging technologies on employment and public policy. October 2015. P. 10, P. 8. <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/robotwork.pdf> (дата обращения: 11.10.2017).

лектом, – социальные работники, хореографы, терапевты и хирурги, психологи, управляющие кадровыми ресурсами, аналитики компьютерных систем, антропологи и археологи, морские инженеры и судостроители, менеджеры по продажам и генеральные директора⁶. Таблица была составлена в 2013 г. Сейчас появились данные, которые заставляют усомниться в том, что ряд профессий, указанных как устойчивые к развитию робототехники и искусственного интеллекта, будут таковыми. Это профессии терапевтов и судостроителей. Создание системы IBM Watson, упомянутой выше, при всех текущих неудачах показывает, что машинный интеллект в медицине в перспективе заменяет врачей в такой сфере, как диагностика. В судостроении появились роботы-сварщики, которые перемещаются по корпусу судна, замещая трудоемкую и квалифицированную работу сварщиков-людей.

Необходимо отметить, что есть экономисты и эксперты в технологической области, которые не склонны видеть, по крайней мере, для США, связи между развитием технологий и сокращением рабочих мест. Исследование Pew Research Center, проведенного опрос 1896 экспертов, показало, что примерно половина экспертов (48%) согласны с тем, что в ближайшем будущем робототехника и цифровые технологии вытеснят большое количество занятых как в рабочих, так и в офисных профессиях, а это, по мнению многих экспертов, этой группы приведет к росту неравенства в доходах и социальным проблемам. В то же время другая половина экспертов не видит такой проблемы.

Тот же исследовательский центр провел опрос среди американцев относительно их взглядов на распространение робототехники в сфере потребления. Почти две трети опрошенных считают отрицательной тенденцией распространение роботов в сфере ухода за больными и престарелыми, на вопрос, готовы ли они пользоваться автомоби-

⁶ Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Издательство «Э», 2017. С. 53–54.

лями без водителя, половина опрошенных ответила отрицательно⁷.

Американский исследователь М. Форд, показывая на примере успешных компаний нового технологического уклада, таких как YouTube, Facebook и WhatsApp, что эти фирмы имеют штат в несколько десятков человек, утверждает: «В результате лишь очень немногие из новых отраслей будут отличаться высокой трудоемкостью (а скорее всего, таких отраслей не будет вовсе). Учитывая, что в процессе созидательного разрушения жертвами «разрушения» станут в первую очередь трудоемкие виды деятельности в традиционных областях бизнеса, таких как розница и приготовление пищи, а «созидание» будет касаться в основном предприятий и отраслей, которые просто не нуждаются в большом количестве наемных работников, общий уровень занятости окажется под угрозой. Другими словами, экономика приближается к рубежу, после которого количество создаваемых рабочих мест будет всегда меньше величины, необходимой для обеспечения полной занятости»⁸.

5.2. Преимущества и риски распространения новой системы производительных сил

К. Шваб, которого можно назвать одним из основных идеологов четвертой промышленной революции, в своей книге «Технологии четвертой промышленной революции» так описывает перспективы новых технологий и действия общества для получения положительных результатов от их развития:

⁷ West D. What happens if robots take the jobs? The impact of emerging technologies on employment and public policy. October 2015. P. 9-10. <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/robotwork.pdf> (дата обращения: 11.10.2017).

⁸ Форд М. Роботы наступают: Развитие технологий и будущее без работы. М.: Альпина нон-фикшн, 2016. С. 238-239.

«Четвертая промышленная революция дает надежду на продолжение процесса развития человеческого общества, который уже привел к резкому улучшению качества жизни миллиардов людей после 1800 года.

Чтобы добиться этого, необходима совместная работа множества заинтересованных сторон для выполнения трех главных задач: справедливо распределять блага от технологических прорывов, сдерживать их неизбежные негативные эффекты и гарантировать, что новые технологии будут расширять, а не ограничивать возможности всех жителей Земли.

Технологии, которые стоят в основе Четвертой промышленной революции, во многом взаимосвязаны: в том, как они расширяют цифровые возможности; в том, как они масштабируются, развиваются, встраиваются в нашу жизнь; в том, как они взаимно дополняют друг друга; а также в их способности концентрировать привилегии и бросать вызов существующим системам управления.

Чтобы воспользоваться преимуществами Четвертой промышленной революции, нам не следует рассматривать перспективные технологии ни как простые инструменты, которые полностью находятся под нашим осознанным контролем, ни как внешние силы, которыми невозможно управлять. Вместо этого нам следует попытаться понять, как и где человеческие ценности встраиваются в новые технологии и каким образом можно применять технологии для общего блага, защиты окружающей среды и прав человека.

Все заинтересованные группы должны подключиться к глобальному диалогу о том, как технологии изменяют окружающие нас системы и влияют на жизнь каждого человека на планете. В частности, должны быть шире представлены в обсуждениях, связанных с управлением перспективными технологиями и их ролью, три группы, о которых часто забывают: развивающиеся экономики, экологические учреждения и организации, а также граждане из всех групп населения по доходам, возрасту и образованию»⁹.

⁹ Шваб К. Технологии Четвертой промышленной революции. М.: Эксмо. 2018. С. 13-14.

К. Шваб в целом положительно оценивает перспективы развития новых технологий, подчеркивает их возможности, но и призывает к диалогу для решения возможных проблем.

Попробуем наметить, что же нужно обсуждать, выделить положительные и отрицательные (несущие риски) моменты складывающейся новой системы производительных сил.

Новые производительные силы создают широкие возможности для развития экономики. Во-первых, они в значительной степени снимают ресурсные ограничения, которые обуславливаются природной составляющей: минеральное сырье, топливо, почвы, пресная вода, за счет более эффективного их использования, применения возобновляемых источников энергии, регенерации и рециклирования. Кроме того, они более экономно используют те ресурсы, которые вовлекаются в производство. Примером этому случат аддитивные технологии, которые сокращают расход материалов, поскольку изделие нужно формы наращивается, а не снимается ненужный материал с заготовки.

Во-вторых, они существенно поднимают производительность оборудования, поскольку автоматизация приводит к вытеснению человека из производственного процесса, а автоматы способны работать столько, сколько необходимо, имея в виде ограничений только технические характеристики, а не физиологические параметры утомляющегося и отвлекающегося человека-оператора. Перерывы в работе на обеденный перерыв, ночное время, выходные дни и праздники, обязательные при участии человека, становятся не нужны. Многосменная работа оборудования возможна при обилии рабочей силы, готовой работать ночью и в праздники, но в развитых экономиках таких становится все меньше и меньше.

В-третьих, меньшая роль человека устраняет человеческий фактор, улучшая качество продукции. Производственный процесс становится более однородным, изделия – более схожими по своим свойствам. Качество продукции зависит в основном от уровня оборудования и сырья и организа-

ции производства. Неизбежно изменчивый и неоднородный человеческий фактор уходит из производства. На качество изделий уже не влияют ни различия между квалификацией работников, ни неизбежные изменения качества работы квалифицированных мастеров.

В-четвертых, возможность быстро перенастраивать станки с ЧПУ и робототехнику приводит к большой гибкости производственного процесса. Если перестроить оборудование достаточно просто и недорого, то мелкие серии и единичные изделия становятся дешевле, эра массовых продуктов, создаваемых на конвейерных линиях, уходит в прошлое. При традиционной системе, в которой роль человека была велика, именно переобучение персонала или его настройка на новые виды работ были сдерживающими гибкость производства факторами.

В-пятых, повышается оперативность выполнения заказов за счет гибкости оборудования и минимизации доли живого труда. Если заказ получен, оборудование, связанное в информационную сеть, быстро перестраивается, а дальше работает 24 часа в сутки семь дней в неделю для выполнения заказа. Когда предприятия связаны информационными сетями, проблемы поиска исполнителя заказа становятся проще, а для него поиск поставщиков и субподрядчиков также не занимает много времени и усилий.

В-шестых, человек больше не занимается вредным, монотонным, изматывающим трудом. Имеющиеся станки с ЧПУ, роботы, информационные системы, искусственный интеллект снимают как физическую, так и умственную работу, связанную с однородными, но утомительными задачами. Остается труд, связанный с творчеством или принятием сложных решений. Появились отрасли промышленности, где человек уже просто физиологически не в силах создавать необходимые изделия, например, производство современных микросхем для электроники. Работа на конвейере при всей ее продуктивности физиологически изматывает. Бухгалтерские вычисления требуют внимания и концентрации при минимальных физических усилиях. Все разнообра-

зие профессиональных заболеваний, патологий, нервных срывов, связанное с монотонным трудом и работой в опасных условиях, может уйти в прошлое.

В-седьмых, новые производительные силы все в большей степени становятся интернациональными. Легкость передачи информации и дешевизна транспортировки делают целесообразным широкое международное разделение труда. Международные цепочки создания стоимости, деятельность ТНК работают на распространение новых технологий по всему миру при оптимизации издержек производства и обращения.

Вместе с тем, в-восьмых, современные производительные силы создают возможность для развития национального воспроизводственного комплекса в меньшем мере, чем сейчас, зависимо от импорта как сырья и топлива, так и готовых изделий. Возобновляемая энергетика уменьшает зависимость от импорта топлива, рециркуляция отходов уменьшает зависимость от импорта по многим металлам, аддитивные технологии и программируемая робототехника позволяют создавать изделия без поиска иностранного партнера, если в стране имеются специалисты по управлению этим оборудованием.

В целом вырастает технологический уровень производства, его качественные характеристики и качество продукции, возможности быстро выполнять заказы, которые формируются потребителями, включая физических лиц, фирмы, государство и гражданское общество.

Вместе с тем, обостряется конкуренция по двум направлениям. Это конкуренция старой и новой систем производительных сил, с одной стороны, и конкуренция между субъектами новой системы. Эта ситуация порождает определенные риски.

Во-первых, самым крупным риском новой системы является ее главное достижение – устранение человека из производственного процесса. Если нет человека в производстве, то нет и потребителя с заработанными деньгами, которые он готов потратить на произведенные товары и услуги. Остается

человек, но не экономический агент – потребитель, имеющий свои потребности и экономические возможности их удовлетворить.

Во-вторых, как результат исчезновения производителя, вырастает роль перераспределительных процессов, управляемых государством. Уходит рынок как инструмент регулирования потребностей и ресурсов.

В-третьих, становятся ненужными дешевые трудовые ресурсы, исчезает испытанный механизм развития для развивающихся стран. Большинство историй успеха догоняющего развития в XX в. связаны с подключением догоняющих стран к мировой экономике с использованием местных дешевых трудовых ресурсов.

В-четвертых, высокая роль информации в производстве делает его уязвимым для хакерских атак. Сильной стороной новой системы производительных сил является информационная связанность отдельных предприятий, их систем и мира в целом. Эта же сторона таит в себе огромную опасность. Многочисленные хакерские атаки, большие потери из-за этих атак в финансовом секторе, случаи использования проникновения в информационные сети враждебных государств говорят о росте рисков и величины потерь от них в масштабах отдельных фирм, отраслей, государств и мира в целом.

В-пятых, риск создания большого числа олигополий и монополий. Сложность создания новой техники будет способствовать тому, что будут создаваться специализированные фирмы, которые будут лучше всех в мире в своей узкой нише. Другим фирмам будет невероятно сложно (дорого или долго) достичь такого же уровня. Такие монополисты могут не быть крупными фирмами, но смогут приобрести власть над рынком в силу уникальности своих продуктов или услуг. Фирмы, успешно разработавшие новые технологии, смогут сохранять свое лидерство на рынке за счет большого разрыва в качестве кадров, опыте, обладании know-how и патентной защите.

В-шестых, возникает риск распада мира на развитой и развивающийся, при том, что вырваться в категорию раз-

витых странам будет чрезвычайно трудно. Возобновляемая энергетика, рециклирование отходов, генная инженерия способны сильно ослабить интерес к природным ресурсам развивающихся стран со стороны развитых. Уже сейчас основными конкурентами за природные ресурсы Африки являются Китай и Индия, а развитые страны мало заинтересованы в природных ресурсах этого региона. Как указывалось выше, трудовые ресурсы низкого качества будут иметь минимальные перспективы на мировом рынке.

В-седьмых, риск, что не только в развивающихся, но и развитых странах сложится меньшинство, которое работает, решая реальные проблемы развития технологий и общества, и оно необходимо для производства и функционирования экономики, а рядом с ним существует большинство, живущее на пособия или же выполняющее работу, которая необходима только для того, чтобы занять безработных. Образуется новая кастовость, разделение общества на способных развивать или хотя бы поддерживать новые производительные силы и на всех остальных, ненужных для этого.

В-восьмых, технологическая зависимость может стать весьма важным фактором в международных отношениях. Описанное выше развитие может привести к появлению нового технологического ядра и периферии в мировом хозяйстве на технологическом уровне. Естественно, переход в ядро из периферии будет возможен, но труден, поскольку в условиях глобализации страны технологического ядра смогут получать необходимых специалистов путем иммиграции («утечка мозгов»).

Вместе с тем, обладание капиталом и возможность купить новые технологии может стать фактором быстрого экономического роста и модернизации хозяйства даже для тех государств, которые не способны создать свой национальный механизм современного производства в силу малых размеров экономики и/или невысокого качества человеческого капитала и отсутствия национальных инженерных кадров. Покупка современного оборудования, которое не тре-

бует для своей работы большого числа неквалифицированных работников, при привлечении малого количества иностранных инженеров и квалифицированных специалистов среднего звена может обеспечить в стране-приобретателе необходимое производство. Элементы такого развития уже заметны в арабских странах-экспортерах нефти Персидского залива.

Таким образом, капитал и квалифицированная рабочая сила в производстве и обслуживании нового оборудования становятся важнейшими в производительных силах, сокращая роль природных ресурсов и больших масс работников средней и невысокой квалификации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В мире в ходе четвертой промышленной революции складывается новая система производительных сил. Она охватывает все сферы производства, но наиболее ярко проявляется в машиностроении как в средствах производства, так и в продукции этой отрасли. Важнейшей базисной частью технологий четвертой промышленной революции является электроника, которая позволяет создавать сложные устройства, технологии, товары и услуги на основе использования электронных схем, их комбинаций и машиностроительных изделий, созданных на их основе или с их применением.

Важным сдвигом в промышленности становятся аддитивные технологии, которые также базируются на применении электроники для управления процессом создания изделий с применением этих технологий, но принципиальная новизна аддитивных технологий состоит в создании изделий нужной формы без удаления материала с заготовки, как это было практически все время существования промышленности.

Для четвертой промышленной революции характерны параллельные радикальные изменения во многих отраслях. Значительные технологические сдвиги происходят в энергетике. Электроэнергетика переживает переход от углеродного топлива к возобновляемым источникам – энергии солнца и ветра. Эффективное использование этих источников также в большой степени обязано достижениям электроники и программирования, поскольку «умные сети», обеспечивающие управление потоками энергии, полученными от таких неравномерно ее генерирующих источников, как ветряки и солнечные батареи, сделали возможным соединить разрозненные и небольшие по мощности источники в единые сети электроснабжения.

Несколько особняком стоят технологии регенерации отходов, но их развитие также создает новые условия воспро-

изводства, существенно сокращая потребности в первичных ресурсах.

Сельское хозяйство находится на пересечении двух тенденций в ходе четвертой промышленной революции. Во-первых, оно получает все те достижения, которые наработаны в области создания новых машин и информационных технологий. Во-вторых, оно использует успехи биологических наук, в частности, геномной инженерии для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений и животных.

Новые технологии увеличивают производительность, повышают качество товаров и услуг, ускоряют процесс производства, делают результаты более стабильными и предсказуемыми. Вместе с тем, они несут немалые риски. Основные – массовое вытеснение рабочей силы из производства и опасность хакерских атак на экономику, неотъемлемой частью которой, являются электронные сети и информационные потоки.

Новые технологии решают глобальные проблемы (энергетическую, сырьевую, продовольственную), создавая возможности роста производства с меньшей опорой на невозобновляемые ресурсы. Четвертая промышленная революция снимает ограничения, которые создавало для производства старение мирового населения. В то же время, она несет угрозу модели догоняющего развития, которая обеспечивала успех социально-экономического развития многих стран в XX веке.

Страны Востока занимают в новой технологической волне передовые позиции по многим аспектам. КНР, Япония, Республика Корея, Тайвань, Малайзия, Сингапур, Израиль, в меньшей степени Индия, Вьетнам, Таиланд, Индонезия занимают лидирующие позиции в мире по производству электронных компонентов и изделий электроники, производству и использованию станков с ЧПУ и промышленных роботов, в геолоэнергетике, а также ряде новых технологий в сельском хозяйстве.

Мировыми гигантами в сфере программирования, как для собственных нужд, так и офшорного, являются Китай и

Индия. Индия также лидирует в области ИТ-услуг. В то же время, в области аддитивных технологий, в создании и поддержании операционных систем для массовых электронных устройств, в искусственном интеллекте лидерство принадлежит странам Запада, в первую очередь, США.

Представим себе такой мыслительный эксперимент – в ходе промышленных революций с Земли целиком исчезают страны Запада или Востока с их хозяйством и человеческим потенциалом. Для первых трех революций исчезновение Запада с его техническими достижениями отбрасывало бы оставшийся Восток далеко назад в технологическом и экономическом развитии. Если бы исчез Восток, развитие продолжалось бы. В случае четвертой промышленной революции ситуация совсем иная. Исчезновение Запада мало скажется на развитии. Появятся лакуны, которые страны Востока смогут быстро заполнить. Исчезновение стран Востока поставило бы Запад в тяжелые условия, восполнить потери было бы трудно, и это потребовало много времени.

Россия отстает в развернувшейся волне новой технологической гонки в мире. В четвертой промышленной революции Россия может позволить себе не спешить только в энергетике и отчасти в сельском хозяйстве, поскольку она обладает огромными природными ресурсами. В тех отраслях, которые относятся к области производства средств производства, в первую очередь, в машиностроении, необходима быстрая догоняющая модернизация.

После 1991 г. ряд отраслей в России практически прекратил свое существование в условиях рынка. Примером служит станкостроение, включая самую современную часть – станки с ЧПУ¹.

С 2014 г. после введения Западом экономических санкций против России модель развития «сырье в обмен на технологии» стала дефектной. Многие товары, которые Россия свободно покупала за рубежом до этого времени, стали ей

¹ Акимов А.В. Статистический анализ основных натуральных показателей российской экономики после 1991 г. для определения мер экономической политики // Экономист, №3, 2019.

недоступны. Наиболее критична ситуация в сфере инвестиционных товаров. К 2014 г. большинство отраслей успели поменять производственные фонды, закупив импортное оборудование. В добывающих отраслях, в химии и металлургии, машиностроении и легкой промышленности, АПК и сфере услуг успешные фирмы работают на импортном оборудовании, нуждаясь в закупке запасных частей и расходных материалов. В случае полномасштабного применения санкций многие фирмы испытают большие трудности в производстве, поскольку санкции прописаны для многих товаров и технологий, имеющих двойное, то есть гражданское и военное назначение, и в эту категорию попадают очень многие импортные технологии, необходимые для развития отечественной промышленности.

Представляется, что нужно существенно пересмотреть меры экономической политики России для обеспечения долгосрочного устойчивого развития страны. Как представляется, ключевым понятием в экономической политике в новых условиях должно стать многообразие видов и методов политики, варьирующееся для разных отраслей. Видимо, такой универсальный показатель, как прирост ВВП, в новых условиях может давать ложные сигналы о результатах экономического развития. Например, рост сферы услуг, который происходит в большинстве экономик в настоящее время, будет увеличивать ВВП, но никак не скажется на технологической устойчивости России в условиях санкций.

Малый бизнес, который успешен в услугах, способен уменьшить безработицу, поднять доходы населения и качество жизни, увеличить рост ВВП, но решить технологические проблемы страны он не в силах. Задача создать высокотехнологичный малый бизнес, как это делается, например, в Японии, сейчас в России не может быть решена. Технологические прорывы на пути догоняющего развития, как показывает мировой опыт, реализуются крупными фирмами, способными создать среду для кооперации производства сложных изделий. Кооперация на уровне мелких и средних фирм, как это успешно практикуется, например, в Германии,

в современных российских условиях буксует. Таким образом, по отношению к мелкому и среднему бизнесу целесообразно иметь стратегию поддержки в сфере услуг, но государственная поддержка структурных сдвигов в экономике, в производстве средств производства должна быть направлена крупным фирмам.

Представляется, что необходимо в большей мере устанавливать цели развития в натуральных показателях и применять программные методы управления на макроуровне. Видимо, в какой-то степени придется вернуться к инженерному подходу в макроэкономическом планировании, широко применявшемуся в СССР. Важной задачей является определить, что же действительно можно и необходимо сделать в развитии технологий для обеспечения устойчивого экономического развития России в условиях санкций. Для тех отраслей, которые необходимы для устойчивого и независимого развития России, необходимо выработать меры государственной поддержки.

Для группы отраслей и производств, потерпевших крах в условиях рынка, как это произошло со станкостроением, также нужно вначале определить, насколько конкретные отрасли необходимы стране. Даже самые развитые станкостроительные державы современного мира импортируют станки. Происходит международное разделение труда и кооперация в этой сфере. Россия может некоторое время обходиться имеющимся парком станков, но его обновление необходимо.

Если в результате экономического и инженерного анализа будет выявлено, что некие технологии необходимы России, то их развитием должно заниматься государство, фирмы с государственным участием, казенные предприятия. Создание благоприятных экономических условий для частного бизнеса в этих отраслях, скорее всего не сработает. Не нужно дожидаться, что частные предприниматели придут в технологически сложные отрасли, в которых конечный продукт получается как результат деятельности множества смежни-

ков, имеющих высокий уровень производства и договорную дисциплину. В сложных машиностроительных изделиях, состоящих из сотен и тысяч деталей, невысокий уровень производства даже у одного из смежников может загубить все сложное изделие. Поскольку индустриальная среда в России сильно деградировала и упростилась, только государство может взять на себя груз ее восстановления. Тут, к сожалению, придется в ряде случаев пожертвовать экономической эффективностью производства ради восстановления технологического уровня.

Важным компонентом успеха в производстве высокотехнологичной продукции в России является подготовка необходимых производству кадров. Пока примером успеха может служить подготовка программистов, которая соответствует самым высоким требованиям не только отечественного, но и мирового рынка труда. Такого же рода успехи необходимы в подготовке инженерных и рабочих кадров.

В долгосрочной перспективе отсутствие импорта оборудования становится опасным для перспектив развития промышленности и всей экономики. В условиях, когда санкции Запада очень существенно ограничивают выход России на рынки промышленной продукции этих стран и в качестве импортера, и в качестве экспортера, естественным становится поворот к рынкам стран Востока.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

КИТАЙ НА ВОЛНЕ НОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ: АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Достижения Китая

Китай уже несколько лет подряд является несомненным лидером по масштабному внедрению технологий «зеленой» энергетики. К концу 2018 г. совокупная установленная мощность возобновляемых источников энергии, включая гидроэнергетику и электростанции на основе биомассы, выросла в этой стране до 728 ГВт, т.е. на 12% по сравнению с предыдущим годом. Это почти половина от мирового объема. Доля ВИЭ в общем энергетическом портфеле республики увеличилась за 2018 г. до 38,3% — на 1,7 процентных пункта больше по сравнению с концом 2017 и на 7 — больше, чем в конце 2015 г.¹ На долю солнечной и ветровой энергии пришлось 19% от мощности всей энергосистемы КНР, на долю гидроэнергетики — 18,5%. Примечательно, что в 2018 г. ветер и солнце впервые обошли гидроэнергетику по установленной мощности (табл. П1.1).

В настоящее время КНР — крупнейший в мире производитель, экспортер и установщик солнечных батарей, ветряных турбин, аккумуляторов для ВИЭ и электромобилей. «Революция в области возобновляемых источников энергии укрепляет мировое лидерство Китая, уменьшает влияние

¹ Возобновляемая энергетика в Китае // Возобновляемая энергия и ресурсы. <http://china/> (дата обращения: 25.05.2019).

экспортеров ископаемого топлива и обеспечивает энергетическую независимость для стран всего мира», — резюмировал бывший президент Исландии Олафур Гримссон, представляя в Абу-Даби доклад «A New World»². Согласно выводам этого доклада, влияние Китая в мире существенно вырастет как раз за счет ускоренного внедрения новых технологий в сфере энергетики.

Таблица П1.1.

**Установленная мощность
электроэнергетики Китая в 2018 г.**

Источник	Установленная мощность (ГВт)	Доля в общем объеме (%)	Прирост за год (%)
ТЭС	1143,67	60,20	3,0
ГЭС	352,26	18,55	2,5
АЭС	44,66	2,36	24,7
Ветровая энергия	184,26	9,70	12,4
Солнечная энергия	174,63	9,19	33,9
Всего:	1899,67	100,00	6,5

Составлено и подсчитано по: https://pikabu.ru/story/vetroyenergetika_kitaya_v_2018_godu_vyirosla_na_206_gvt_6475546 (дата обращения: 25.05.2019).

Общие инвестиции азиатского гиганта в возобновляемые источники энергии в 2017 г. оказались самыми высокими в мире: 126,6 млрд долл. США³. Этот год знаменателен

² Подготовлен и опубликован Глобальной комиссией по геополитике энергетической трансформации. См.: Dudley D. China Is Set to Become the World's Renewable Energy Superpower, According to New Report. 11.01.2019. <https://www.forbes.com/sites/dominicdudley/2019/01/11/china-renewable-energy-superpower/#6882a991745a> (дата обращения: 05.06.2019).

³ Mazumdaru S. China leads in global shift to renewable energy, 05.04.2018. <https://www.dw.com/en/china-leads-in-global-shift-to-renewable-energy/a-43266203> (дата обращения: 05.06.2019).

еще и тем, что впервые в истории страны Китай установил больше генерирующих мощностей на основе чистой энергии, чем мощностей на основе энергии, получаемой за счет сжигания природных ископаемых. В 2018 г. КНР повторно стала мировым лидером по размеру инвестиций в возобновляемую энергетику, несмотря на спад в 32% (до 100,1 млрд долл. по сравнению с рекордной цифрой в 2017 г.)⁴ Несколько ранее, в 2016 г., четыре из пяти крупнейших в мире сделок с возобновляемыми источниками энергии были заключены китайскими компаниями. По состоянию на начало 2019 г. Китаю принадлежат пять из шести крупнейших в мире компаний по производству солнечных модулей. Дешевые кремниевые панели из КНР снизили цены на солнечную энергию повсеместно. Их появление на рынках европейских стран и США вынудило местные правительства в ряде случаев даже вводить, под давлением региональных производителей, запретительные пошлины на эту продукцию. По данным МЭА, китайские компании производят 60% от мирового объема солнечных батарей.

Таблица П1.2.

Китай: основные запланированные показатели по развитию мощностей чистой энергетики (ГВт)

Виды генерации	Стратегический план на 2020 г.	13 пятилетний план (2016–2020)	Фактические мощности (2017 г.)
Ветрогенерация	200	210–250	163
Солнечная генерация	100	110–150	130
Гидроэнергетика	350	340	341

Составлено по: Ma Tianjie. China outdid itself again in setting 2020 low-carbon targets // China dialogue, 05.01.2017; Сидорович В. В 2017 году в Китае было построено 53 ГВт солнечных электростанций. RenEn, 22.01.2018

⁴ Возобновляемая энергетика в Китае. <http://renewnews.ru/china/> (дата обращения: 25.05.2019)

Более половины новых *мощностей солнечной энергетики* мира находится в Китае. В 2017 г. он ввел в строй около 53 ГВт на основе фотовольтаики, что эквивалентно более чем половине мирового объема в 98 ГВт. По итогам 2018 г. установленная мощность солнечной энергетики КНР достигла 174,6 ГВт⁵. Независимая консалтинговая компания Asia Europe Clean Energy (Solar) Advisory Co. Ltd (АЕСЕА) прогнозирует, что по итогам 2020 г. этот показатель будет составлять 250–255 ГВт⁶, что намного выше показателей 2020 г., запланированных по энергетике 13 пятилетним планом Китая (табл. 2). Фактически мощность, обозначенная в плане, была достигнута уже в 2017 г. Энергосети страны не справляются со скоростью роста ВИЭ и требуют немедленной модернизации, чем в основном и объясняется снижение в 2018 г. объема ввода новых мощностей: к общей сети было подключено 44,3 ГВт солнечных электростанций⁷. Инвестиции в китайскую фотоэлектрическую энергетику также упали в 2018 г. на 53% (до 40,4 млрд долл.), после того как правительство решило притормозить развитие солнечной энергетики, ограничив доступ к новым проектам с субсидированными тарифами.

Ветроэнергетика в Китае развивается не менее быстро. Для этого есть все условия: обширная территория, длинная береговая линия, возможности установки турбин на море. По приблизительным оценкам, ветровой потенциал Китая составляет около 2 380 ГВт на суше и 200 ГВт на море. За 2015 г. было установлено 30 ГВт генерирующих мощностей ветровой энергии, а к 2020 г. Китай намеревался довести объем ветроэнергетических активов до 250 ГВт. Однако

⁵ Ветроэнергетика Китая в 2018 г. выросла на 20,6 ГВт. https://pikabu.ru/story/vetroyenergetika_kitaya_v_2018_godu_vyirosla_na_206_gvt_6475546 (дата обращения: 25.05.2019).

⁶ Сидорович В. В. 2017 г. в Китае было построено 53 ГВт солнечных электростанций, 22.01.2018. <http://renew.ru/in-2017-china-built-53-gw-of-solar-power-plants/> (дата обращения: 23.05.2019).

⁷ China's 2018 renewable power capacity up 12 percent on year, 21.01.2019. <https://www.reuters.com/article/us-china-renewables/chinas-2018-renewable-power-capacity-up-12-percent-on-year-idUSKCN1PM0HM> (дата обращения: 05.06.2019).

в 2016 г. Национальная энергетическая администрация Китая (НЭА) уменьшила прогнозируемый итог до 210 ГВт. Причина все та же — отставание строительства электрических сетей от вводимого в строй генерирующего оборудования. Именно из-за нее регулирующие органы Китая пересмотрели политику субсидий для ВИЭ. Соответственно, в 2016 г. произошел спад ввода мощностей ветряной энергетики, отразившийся не только на национальных, но и на мировых показателях в этой отрасли. В мире он составил 15%; в КНР было подключено к сетям на 32% меньше мощностей наземной ветряной генерации по сравнению с предыдущим годом, когда компании спешили со строительством, чтобы получить прибыль от действовавших субсидий. Но и при спаде размах производства остался впечатляющим: 23,3 ГВт генерирующих мощностей⁸. В 2018 г. было подключено к общей сети еще 20,59 ГВт ветряных электростанций⁹, так что к концу года установленная мощность ветроэнергетики достигла 184 ГВт, что составляет 9,7% от общей установленной мощности электрического сектора страны. В целом, можно утверждать, что целевые показатели 13-го пятилетнего плана по ветроэнергетике будут достигнуты уже к началу 2020 г.

Из всех ВИЭ в Китае наиболее развита *гидроэнергетика*. Вода по-прежнему остается основным источником возобновляемой энергии в мире. КНР обладает крупнейшим гидроэнергетическим потенциалом и является самым крупным производителем гидроэлектроэнергии. К 2015 г. страна перевыполнила 12 пятилетний план по введению в строй новых гидроэнергетических мощностей на 19% или на 60 ГВт. Планы до 2020 г. были скорректированы в меньшую сторону: с 380 ГВт до 340 / 350 ГВт. Немалую роль в этой корректировке сыграли соображения о том, что программа строительства крупных ГЭС вступает в противоречие с региональными

⁸ Frangoul A. China and US lead way with wind power installations, says global energy report, 13.02.2017. <http://www.cnbc.com/2017/02/13/china-and-us-lead-way-with-wind-power-installations-says-global-energy-report.html> (дата обращения: 01.06.2019).

⁹ Возобновляемая энергетика в Китае. <http://renewnews.ru/china/> (дата обращения: 25.05.2019).

экологическими программами. Пик ввода новых гидроэнергетических мощностей был достигнут в 2016 г.: заработали ГЭС общей мощностью 12,5 ГВт. В 2018 г. ввод мощностей гидроэнергетики, в основном на юго-западе Китая, составил лишь 8,54 ГВт, что увеличило совокупный портфель гидроэнергетических ресурсов до 352 ГВт¹⁰.

Декарбонизация как цель

Бум чистой энергетики в Китае в значительной мере является следствием решения поставленной властями задачи по декарбонизации энергетической отрасли страны, обусловленной в свою очередь необходимостью борьбы с ужасающим загрязнением воздуха в основных промышленных центрах республики. До сих пор Китай сжигает половину из ежегодно добываемого угля в мире, и с 2002 г. он прибавил 40% мировых мощностей за счет этого энергетического ресурса. Угольными ТЭЦ обеспечивается более 60% вырабатываемой в стране энергии. В конце 2015 г. КНР отказалась от разработки новых месторождений угля. Было решено к 2020 г. постепенно сократить долю угольных мощностей в энергопортфеле с имевшихся на тот момент 64,4% до 58%. В начале 2017 г. правительство Китая отменило запланированное строительство более 100 объектов угольной генерации¹¹, в марте того же года в Пекине прекратила работу последняя теплоэлектростанция, работающая на угле. Таким образом, столица стала первым городом в стране, полностью перешедшим на выработку электроэнергии за счет ВИЭ¹².

¹⁰ Возобновляемая энергетика в Китае. <http://renewnews.ru/china/> (дата обращения: 25.05.2019).

¹¹ Возобновляемая энергетика в Китае. <http://renewnews.ru/china/> (дата обращения: 25.05.2019).

¹² Китай ставит предел углю. К 2020 г установленная мощность угольных ТЭС в Китае не должна превышать 1,1 млрд кВт. <https://neftegaz.ru/news/coal/207989-kitay-stavit-predel-uglyu-k-2020-g-ustanovlennaya-moshchnost-ugolnykh-tes-v-kitae-ne-dolzha-prevysh/> (дата обращения: 29.05.2019).

В качестве переходного звена на пути к чистой энергетике рассматривается также природный газ. Китайское статистическое агентство даже включило его в перечень «чистых» энергоресурсов. Объясняется это тем, что, в отличие от последствий сжигания угля и нефти, при сжигании газа копоть и зола не образуются, поэтому из всех ископаемых видов топлива газ является наиболее экологически чистым. Тем не менее, он тоже вносит свою лепту в усиление парникового эффекта на планете. Ведь при его сжигании выделяется CO_2 , хотя его выбросы в данном случае почти в два раза меньше, чем при сжигании угля и в 1,3 раза меньше, чем при сжигании нефти. Согласно планам энергетического развития, потребление газа в КНР будет увеличиваться по мере отказа от угля. К 2030 г. доля голубого топлива в энергобалансе страны должна быть увеличена с 7,5% до 15%. Поэтому российский газопровод «Сила Сибири» имеет хорошие перспективы.

Наиболее серьезные результаты политики декарбонизации были достигнуты Китаем в 2015–2016 гг. По данным «Гринписа», 2016 г. стал четвертым подряд годом нулевого роста в Китае выбросов CO_2 . Более того, в 2015 г. выбросы даже снизились¹³. Учитывая эту тенденцию, можно было бы ожидать перевыполнения республикой планов по снижению к 2020 г. выбросов парниковых газов, но вместо этого произошел сбой: в 2017 г. выбросы CO_2 выросли на 2,3% по отношению к 2016 г.¹⁴. В 2018 г. ситуация еще больше ухудшилась: согласно данным МЭА, мировые выбросы углекислого газа увеличились на 1,7%, достигнув рекордных значений в 33 млрд тонн, и 85% этого увеличения пришлось на Китай, Индию и США¹⁵. Можно предположить, что в КНР это след-

¹³ China forecasts fourth year of stable or declining CO2 emissions as world awaits Trump climate action, 28.02.2017. <http://www.greenpeace.org/international/en/press/releases/2017/China-forecasts-fourth-year-of-stable-or-declining-CO2-emissions-as-world-awaits-Trump-climate-action~Greenpeace/> (дата обращения: 08.06.2019).

¹⁴ Статистический ежегодник мировой энергетики 2018. <https://yearbook.enerdata.ru/co2-fuel-combustion/CO2-emissions-data-from-fuel-combustion.html> (дата обращения: 28.05.2019)

¹⁵ Global Energy & CO2 Status Report. <https://www.iea.org/geco/> (дата обращения: 01.06.2019).

ствие усилий ее руководства стимулировать замедляющийся экономический рост.

К проблеме выбросов пытаются подходить с разных сторон. Один из обсуждаемых способов ее решения — внедрение технологий улавливания парниковых газов, появляющихся в процессе работы электростанций и химических производств. Китай постепенно реализует проекты по созданию объектов, улавливающих углекислый газ. Некоторые из них уже осуществлены, другие находятся в стадии разработки. Объект, построенный под городом Ордос в автономном районе Внутренняя Монголия, может сейчас улавливать до 90% CO_2 , выделяющегося при использовании ископаемого топлива в местном производстве электроэнергии, а в дальнейшем позволит улавливать не менее 100 тыс. т парниковых газов в год. Углекислый газ после улавливания будет сжигаться и закачиваться через скважины в водоносные горизонты на глубине от 1500 до 2500 м для хранения¹⁶. А в провинции Шаньдун углекислый газ, появляющийся в результате производства удобрений, будет улавливаться путем криогенной дистилляции и транспортироваться по трубопроводу на близлежащее нефтяное месторождение. После завершения объект позволит улавливать и закачивать 400 тыс. тонн CO_2 в год¹⁷.

Проблемы развития безуглеродной энергетики

Китайское руководство столкнулось и с проблемой появления избыточных энергетических мощностей. Они образовались в результате замедления экономического роста и сокращения энергоемких производств, что привело к недоиспользованию существующих мощностей в сфере энергетики. В 2016 г. показатели использования действующих

¹⁶ Китай разрабатывает технологии для улавливания парниковых газов, 13.05.2019. <https://www.vestifinance.ru/articles/119002> дата обращения: (28.05.2019).

¹⁷ Там же.

мощностей вообще были самыми низкими с 1978 г.¹⁸ Можно предположить, что из-за торговых войн между Китаем и США ситуация только усугубится. Дональд Трамп однозначно дал понять, что он будет вытеснять китайские товары с американского рынка и возвращать в США производства, выведенные в другие страны, в том числе в Китай, посредством протекционистских мер. Так что рост китайской экономики замедлится еще больше, а объем избыточных мощностей вырастет.

Из-за избытка энергетических мощностей недоиспользуются имеющиеся ветряные и солнечные станции. Особенно это характерно для западной и северной части страны¹⁹. По данным китайских СМИ, в 2016 г. потери ветроэнергетики в северных провинциях Китая составили 43% от объема выработки²⁰. В 2017–2018 гг. проблема также не была решена²¹. Сказывается и недостаточная развитость электрических сетей. Большинство крупных солнечных и ветряных электростанций располагаются вдали от Пекина, Шанхая и промышленных центров, в менее густонаселенных местностях, где спрос на их энергию не покрывает предложения. Строительство же новых линий электропередач, с помощью которых можно было бы перебрасывать «чистую» энергию в другие регионы, требует больших временных и финансовых затрат²².

¹⁸ Ma Tianjie. China out did itself again in setting 2020 low-carbon targets, 05.01.2017. <https://www.chinadialogue.net/blog/9113-All-eyes-on-China-s-13th-Five-Year-Plan-for-energy/en> (дата обращения: 05.06.2019)

¹⁹ Ma Tianjie. China out did itself again in setting 2020 low-carbon targets, 05.01.2017. <https://www.chinadialogue.net/blog/9113-All-eyes-on-China-s-13th-Five-Year-Plan-for-energy/en> (дата обращения: 05.06.2019); Vest Ch. China turns to energy storage to push renewables, 27.02.2017. <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/9635-China-turns-to-energy-storage-to-push-renewables> (дата обращения: 06.06.2019).

²⁰ Vest Ch. China turns to energy storage to push renewables, 27.02.2017. <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/9635-China-turns-to-energy-storage-to-push-renewables> (дата обращения: 06.06.2019).

²¹ Niiler, Eric. China is both the best and worst hope for clean energy, 12.04.18. <https://www.wired.com/story/china-is-best-worst-hope-at-cop24-climate-summit/> (дата обращения: 3.06.2019).

²² Баранюк К. Как Китай возглавил мировое производство солнечной энергии, 22.06.2017. <https://www.bbc.com/russian/features-40367429> (дата обращения: 29.05.2019).

Также необходимо учитывать, что выработка возобновляемых источников непредсказуема, их диспетчеризация невозможна. Например, в сфере ветроэнергетики наибольшие потери происходят ночью, когда электроэнергия вырабатывается много, а спрос на нее — пониженный. Электричество, если не созданы для этого специальные условия, не может храниться. В итоге возникают проблемы регулирования его подачи в реальном времени в условиях колебания спроса. Так, в китайской провинции Цзянсу летом 2018 г. из-за пиковых перегрузок произошел массовый сбой в работе генераторов, что, в свою очередь, привело к экстремальным нагрузкам на региональную сеть.

И это — еще одна задача, которую пытаются ускоренными темпами решать все страны, сделавшие ставку на ВИЭ.

Технологии хранения энергии

Преимущество ископаемых ресурсов заключается в том, что они позволяют запастись энергией в виде самого топлива (нефти, газа, угля, урана). Что касается энергии ветра и солнца, ее невозможно собрать и сохранить, предварительно не переработав в нечто иное. Она приходит как поток, не постоянный к тому же по своей мощности. Поэтому самая актуальная задача в сфере ВИЭ, над которой активно трудятся специалисты, заключается в поиске наиболее приемлемых механизмов хранения энергии из неисчерпаемых источников. Отсутствие таких систем приводит к различным сбоям и перекосам в работе возобновляемой энергетики. Например, немцы вынуждены платить соседям за потребление энергии с немецких ветроэлектростанций в случае избыточной выработки. При наличии доплаты энергетики соседних стран запасают ее на собственных гидроаккумулирующих станциях (ГАЭС). В Великобритании дошло до того, что в некоторых районах доплачивают владельцам ветряков за то, что в отдельные часы они не включают свои ветровые установки в сеть.

Выход в ситуациях с недоиспользованием существующих электростанций на новых ВИЭ (для Китая это прежде всего ветер и солнце) видится в создании разного рода хранилищ энергии — аккумуляторов, теплоаккумулирующих емкостей, ГАЭС и т. д. Гидроаккумулирующие, или насосные, электростанции используют излишки электричества в системе для перекачки массивного количества воды из более низко расположенного источника в резервуар, расположенный выше, где вода сохраняется в качестве потенциала для производства аналогичного количества электроэнергии. При необходимости, например, в часы пикового потребления, вода отправляется по трубам вниз, параллельно вырабатывая электричество с помощью турбинных генераторов, установленных на ее пути. ГАЭС позволяют выравнять суточную неоднородность графика электрической нагрузки, накапливать энергию, когда потребность в ней мала, и выдавать её, когда спрос на неё возрастает. Тогда возобновляемые источники энергии могут быть задействованы в полной мере в составе сформированного энергопакета. ГАЭС — самый отработанный, но не везде доступный вариант хранения энергии. На них в мире приходится подавляющая доля систем хранения — 97%. Китай — лидер по установленной мощности ГАЭС, за ним идут Япония и США. В 13 пятилетнем плане Китая по гидроэнергетике намечено увеличение мощностей ГАЭС с 23 до 40 ГВт к 2020 г. Это в два раза больше общей мощностей ГАЭС в США²³. На сегодняшний день в КНР построено 34 ГАЭС с суммарной установленной мощностью 32 ГВт.

Другим перспективным способом хранения энергии считаются проточные аккумуляторы. Они используют емкости с жидким электролитом. Эти сооружения, в зависимости от размеров, способны обеспечить электричеством тысячи домов. Их приводят в действие мощные насосы. Жидкий электролит пропускается через ядро, состоящее из положительного и отрицательного электродов, разделенных мембра-

²³ Vest Ch. China turns to energy storage to push renewables, 27.02.2017. <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/9635-China-turns-to-energy-storage-to-push-renewables> (дата обращения: 06.06.2019).

ной. Когда солнечные панели или ветрогенераторы вырабатывают электричество, насосы прокачивают отработанный электролит через электроды, из-за чего он заряжается и возвращается обратно в емкость, в которой хранится. Преимущество технологии проточных аккумуляторов в том, что она допускает практически неограниченное количество полных циклов зарядки и разрядки без существенного ухудшения характеристик. В качестве электролита могут быть использованы как неорганические, так и органические соединения. Пока поиском наиболее оптимального состава занимаются группы ученых из разных стран мира. На данный момент чаще всего используется ванадий. Однако в связи с возрастающим интересом к этой технологии, цена на данный элемент имеет тенденцию к серьезному росту, и, вероятно, со временем он будет замещаться другими электролитами. В Китае сейчас строят крупнейшую в мире ванадиевую проточную батарею мощностью 200 МВт и емкостью 800 МВтч, которая приступит к работе в 2020 г. Как система хранения энергии она будет выполнять функции пиковой электростанции в электросети провинции Ляонин.

Еще одной эффективной системой хранения для энергосетей, работающих на возобновляемых источниках, могут стать никель-водородные аккумуляторы. Их можно перезаряжать 20–30 тыс. раз без серьезной деградации. Однако самым популярным вариантом электрохимических батарей пока остается литий-ионный тип. Цены на батареи этого типа плавно снижаются. Согласно данным исследования, проведенного Международным агентством по возобновляемой энергии (IRENA), аккумуляторные системы хранения электроэнергии обладают огромным потенциалом разветвления и снижения затрат. К 2030 г. общие затраты на их установку могут снизиться на 50–60%, «что будет обусловлено оптимизацией производственных мощностей в сочетании с лучшими комбинациями и сокращением использования материалов. Время автономной работы и производительность батареи также будут улучшаться». В результате к 2030 г. «расходы на литий-ионную батарею для стационарных систем могут упасть ниже

200 долл. США за киловатт-час»²⁴. К этому времени общая мощность аккумуляторных батарей в энергетической сфере вырастет по прогнозам IRENA до 175 ГВт, конкурируя с гидроаккумулирующими хранилищами, мощность которых, в свою очередь, достигнет 235 ГВт. Пока же по состоянию на начало 2019 г. суммарная мощность электрохимических накопителей энергии доходила до 6,4 ГВт, а за 2018 г. глобальная вновь введенная в эксплуатацию мощность таких накопителей составила еще 3,5 ГВт (на 288% больше, чем в предыдущем году)²⁵. Рынок аккумуляторных (электрохимических) батарей стремительно развивается и в КНР: общая мощность запланированных или строящихся проектов по хранению энергии приблизилась в Китае к 1,6 ГВт, что в 10 раз превышает общую мощность, накопленную за 2000–2015 гг.²⁶. Согласно данным China Energy Storage Alliance (CNESA), в одном только 2018 г. накопленная производственная мощность Китая по хранению энергии составила — без учета ГАЭС! — 1 ГВт / 2,9 ГВт, что в 2,6 раза больше мощности, накопленной годом ранее²⁷. Ожидается, что к 2020 г. этот показатель достигнет 1,794 ГВт, а к 2025 г. — 10,794 ГВт²⁸. Представляется, что сбои на пути к достижению этих целей вряд ли произойдут. Разве что будут вдруг свернуты планы по развитию энергетики на основе ветра и солнца, что маловероятно.

²⁴ Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030. <https://www.irena.org/publications/2017/Oct/Electricity-storage-and-renewables-costs-and-markets> (дата обращения: 07.06.2019).

²⁵ The International Market – Challenges and Opportunities for Chinese Energy Storage Companies, 30.04.2019. <http://en.cnesa.org/featured-stories/2019/4/30/the-international-market-challenges-and-opportunities-for-chinese-energy-storage-companies> (дата обращения: 03.06.2019).

²⁶ Thoughts on the Present and Future of Energy Storage Development, 17.12.2018. <http://en.cnesa.org/featured-stories/2018/12/17/thoughts-on-the-present-and-future-of-energy-storage-development> (дата обращения: 05.06.2019).

²⁷ CNESA's 2018 Year in Energy Storage. February 24, 2019. <http://en.cnesa.org/featured-stories/2019/2/23/cnesas-2018-year-in-energy-storage> (дата обращения: 05.06.2019).

²⁸ Thoughts on the Present and Future of Energy Storage Development, 17.12.2018. <http://en.cnesa.org/featured-stories/2018/12/17/thoughts-on-the-present-and-future-of-energy-storage-development> (дата обращения: 05.06.2019).

Электротранспорт

В тесной связке с развитием ВИЭ и стационарных энергохранилищ выступает тема электротранспорта и аккумуляторов для него. Ведущие автопроизводители мира ускоренными темпами наращивают инвестиции в производство электромобилей: всего за один 2018 г. они практически удвоились. В то же время капиталовложения в модернизацию и расширение производства автомобилей с традиционными двигателями внутреннего сгорания (ДВС) быстро сокращаются. По данным экспертов немецкого отделения британской консалтинговой компании Ernst & Young (EY), капиталовложения в создание новых и расширение действующих мощностей по выпуску электромобилей выросли на 97% – до 8,4 млрд евро – и были направлены на 26 проектов²⁹. Китай уже несколько лет находится по ряду позиций в лидерах этой индустрии. Так, ему принадлежит половина мировых электромобилей и 99% мировых электробусов³⁰. Более того, он является мировым лидером по продажам электрических транспортных средств, в число которых входят не только автомобили и автобусы, но и популярный в Азии двух- и трехколесный транспорт. На Китай приходится продажа 90% всего объема электрических мотоциклов и скутеров в мире³¹. Руководство КНР еще несколько лет назад взяло курс на форсированное внедрение электромобилей и сейчас активно стимулирует их выпуск и продажи внутри страны при помощи субсидий и налоговых льгот гражданам и компаниям-производителям, желающим выйти на этот рынок. В 2016 г. китайские автозаводы «Бияди» (BYD), «Цзили» (Geely) и «Бэйци» (BAIC Group) вошли в первую

²⁹ Гурков А. Мировой автопром за год удвоил инвестиции в выпуск электромобилей, 04.06.2019. <https://www.dw.com/ru> (дата обращения: 29.05.2019)

³⁰ Niler, Eric. China is both the best and worst hope for clean energy, 12.04.18. <https://www.wired.com/story/china-is-best-worst-hope-at-cop24-climate-summit/> (дата обращения: 03.06.2019).

³¹ Возобновляемая энергетика в Китае. <http://renewnews.ru/china/> (дата обращения: 25.05.2019).

десятку мировых автогигантов по объему продаж автомобилей на новых энергоносителях по всему миру. В самом Китае в 2016 г. было продано 507 тыс. автомобилей на новых источниках энергии — чуть меньше, чем их было произведено (517 тыс.). За время же от начала производства и до конца 2016 г. в Китае продано более 1 млн таких автомобилей — это более 50% от мирового выпуска. При этом 95% рынка приходится на транспортные средства, произведенные внутри страны³². Китай планирует к 2020 году увеличить производство автомобилей на новых источниках энергии до 2 млн в год; к 2030 г. на долю электромобилей должно приходиться 41% единиц легкового транспорта на дорогах, а в 2040 г. — около 51% всех продаж новых транспортных средств в стране. При этом активно развивается индустрия заправочных станций для электромобилей.

Показательно, что значительная часть капиталовложений немецкого автопрома тоже идет в Китай. Среди пяти крупнейших инвестиционных проектов 2018 года, как сообщается в исследовании компании Ernst & Young, значилось строительство новых китайских заводов компаний BMW и Daimler, которые будут выпускать автомобили как с ДВС, так и на электрической тяге. Выше отмечалось, что Китай кардинально изменил ситуацию на рынке солнечных панелей. Теперь он осуществляет экспансию собственной продукции уже на мировом рынке электромобилей и комплектующих к ним, в частности, стал ведущим поставщиком аккумуляторных батарей для европейских автоконцернов.

Интересно, что одной из перспективных систем хранения энергии становятся как раз электромобили. Концепция Vehicle-to-grid (V2G) подразумевает возможность использования электромобилей и гибридных автомобилей для создания общих электросетей, действующих наподобие виртуальных электростанций. Разработчики данной концепции предполагают, что аккумулятор электромобиля может заряжаться

³² Возобновляемая энергетика в Китае. <http://renewnews.ru/china/> (дата обращения: 25.05.2019).

в часы минимальной нагрузки и отдавать в сеть электричество в часы пиковой нагрузки с поправкой на моменты использования его владельцем по прямому назначению. В данном случае учитывается тот факт, что 95% времени любое частное транспортное средство обычно стоит без движения. Сторонники этой идеи подсчитали, что, используя свой электромобиль в рамках общей энергосистемы, водитель сможет заработать порядка 4 тыс. долл. в год за счет разницы цен на электроэнергию в разное время суток. Первыми о подобном использовании электромобилей заявили специалисты Renault. Они пообещали создать на Мадейре интеллектуальную электрическую экосистему, в которой батареи будут использоваться как стационарные хранилища энергии. В Дании уже работает первый в мире полнофункциональный коммерческий V2G хаб. Nissan начала совместно со своими партнерами тестирование подобных проектов; в мае 2017 г. в Италии, а в январе 2018 г. — в Японии, аналогичный проект, при поддержке компаний Mitsubishi, Hitachi и Engie, разворачивается и в Нидерландах. Китай в подобных проектах пока замечен не был, но вряд ли он будет оставаться в стороне.

Еще одно направление развития экологически чистого транспорта связано с водородным топливом. В то время как одни автопроизводители вкладываются в литий-ионные аккумуляторы для электромобилей, другие создают водородный транспорт. И в этих процессах Китай, наряду с Южной Кореей и Японией, уже принимает активное участие. Сегодня в КНР на 2 млн электромобилей приходится 1500 водородных авто³³. Разумеется, это только начало, по мере развития соответствующей инфраструктуры соотношение будет меняться. Планируется, что со временем на использование водородных топливных элементов будут переведены весь общественный транспорт и большегрузные автомобили.

³³ «Будущее – за водородным транспортом» – Китай готовит водородную революцию, 17.06.2019. https://building-tech.org/budushhee-za-vodorodnym-transportom-kitaj-gotovit-vodorodnuju-revoljuciju/?fbclid=IwAR39vVpN2CwlrDJvbVeDMOV0_oXlBUQZMgOpnU5Pck6TSz4JhcM6CvdHHWYM (дата обращения: 29.06.2019).

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ В КИТАЕ

Развитию индустрии 3D-печати придают большое значение многие страны, но особенно — США и Китай. В КНР 3D-печать вызывает глубокий интерес у правительства, промышленных предприятий и научно-исследовательских институтов. В газете Народно-освободительной армии было даже заявлено, что именно 3D-печать станет основой национальной стратегии Китая в области экономики¹. Государственный Совет КНР, стремясь максимально использовать достижения четвертой промышленной революции, делает ставку на усиление развития стратегических направлений технологических изменений, к которым относятся и 3D технологии. Это нашло отражение в опубликованном в феврале 2015 г. «Национальном плане по стимулированию аддитивных производств на 2015–2016 гг. (National additive manufacturing industry promotion plan (2015–1016))»². Также в этом контексте в Китае, для того чтобы способствовать развитию технологии и индустрии 3D-печати, осуществляется их углубленный обзор, проводятся соответствующие исследования.

3D-печать на внутреннем рынке и положение Китая на мировом рынке

Когда в Китае появился спрос на технологию 3D-печати, первыми игроками на этом рынке стали западные компании, торговавшие через китайских посредников, а те, получая

¹ Liang Wenxing. Behind China's 3D printing industry // Liberation Army Daily, 2013, № 1

² Lin Mengdan, Zhao Xuelin. China's 3D printing industrialization prospect is analyzed // Small and medium-sized enterprise management and technology, 2015, № 11, P. 136.

свою прибыль, не способствовали развитию науки и технологии в стране. Однако со временем выросло новое поколение китайских бизнесменов, желавших занять свое место в индустрии трехмерной печати; оно стало понимать, что ключевым шагом к успеху является создание собственных технологий и проведение исследований в этой области своими силами³.

Сам по себе процесс внедрения 3D-печати в Китае начался достаточно медленно, но сейчас он стремительно набирает обороты. Если судить по публикациям о 3D-печати в китайских научных источниках, вплоть до 2012 г. в этой области наблюдался стабильный рост производства принтеров для нее, в 2013 г. сменившийся настоящим взрывным скачком: прирост за год на 429%. К 2018 г. почти треть (31%) компаний в КНР в технологической, строительной, авиационной и некоторых других сферах использует 3D-печать для изготовления прототипов (в 2014 г. этот показатель составлял 21%). Тогда же в Китае было продано 34 тыс. 3D-принтеров, а всего годом позже уже 77 тыс. Причем большинство из них были дешевле 5 тыс. долл. США, следовательно, могут считаться устройствами потребительского класса. По прогнозам, к концу 2019 г. может быть продано 440 тыс. 3D-принтеров, что значительно превысит объемы продаж в США, главном конкуренте Китая на рынке 3D-технологий⁴. В денежном выражении объем производства продукции 3D-печати в Китае составил в 2018 г. почти 8 млрд юаней (1,12 млрд долл.), что на 87,5% больше, чем в 2017 г. С точки зрения географии Пекин, провинции Шэньси, Гуандун и Хубэй и Шанхай сформировали настоящую цепочку 3D-индустрии, охватывающую дизайн продукции, материалы, ключевые компоненты, оборудование и те отрасли промышленности, в которых трехмерная печать активно применяется.

Отдельного упоминания заслуживает фабрика 3D-печати в городе Иньчуань, считающаяся самой крупной в мире.

³ 最新3D打印机 // 中国新技术开发, 2019. <http://product.yesky.com/threeddyj/newindex.html> (accessed: 26.07.2019).

⁴ История создания современных 3D-принтеров // Intelligent solution consulting, 05.09.2017. <https://www.iscons.ru/> (дата обращения: 01.07.2019).

На ней установлены 12 крупногабаритных принтеров, способных печатать десятки тысяч тонн продукции в год. Объемы производства у нее в пять раз больше, чем у аналогичного по размеру металлургического завода. В первую очередь это стало возможным благодаря значительному ускорению всех производственных процессов. Технологии 3D-печати резко снижают расходы на оплату рабочей силы. Яркий пример здесь — уже упоминавшаяся фабрика в Иньчуане. Открывшая ее компания большое значение придает автоматизации рабочего процесса и постоянно работает над этим. В результате на смену на фабрике выходят сейчас лишь восемь человек, следящих за процессом печати⁵.

Все же, несмотря на эти достижения, сами китайцы признают, что бурное развитие 3D печати в их стране до сих пор в значительной мере опирается на технологические заимствования. Об этом свидетельствуют темпы роста соответствующих исследований: в Китае их количество увеличивается относительно медленно по сравнению с другими странами, особенно с США и Великобританией⁶. Впрочем, в последнее время положение здесь меняется в лучшую сторону. Так, в 2017 г. одна только провинция Шэньси подала заявку более чем на тысячу патентов, связанных с 3D печатью⁷.

Видимо, из-за некоторого отставания в собственных оригинальных разработках Китай не стал пока ведущим поставщиком потребительских принтеров в мире. На сегодняшний день им является американская компания XYZPrinting: на ее долю приходится 21% выручки от продаж на мировом рынке и в общей сложности 50 тысяч проданных устройств (по данным 2018 г.). Еще одна американская компания, 3D Systems, занимает второе место, с долей мирового рынка в 10%. За ней

⁵ В Китае открылась самая большая в мире фабрика 3D-печати // Hightech, 25.07.2018. <https://hightech.fm/2018/07/25/china-print> (дата обращения: 22.06.2019).

⁶ Wang Zhonghong, Li Yangfan, Zhang Manyin. Present situation and development of China 3D industry // Economic Review, № 1, P. 90-93.

⁷ China Daily Says 3D Printing is Booming in China // 3D Printing Media Network 21.08.2017. <https://www.3dprintingmedia.network/china-daily-says-3d-printing-booming-china/> (дата обращения: 23.06.2019).

следуют M3D (США) и Ultimaker (Нидерланды), каждой из которых принадлежит по 9% выручки. Замыкает пятерку лидеров компания Stratasys (Израиль), ее доля на мировом рынке составляет 8%⁸. Что касается китайских компаний, то, отставая от западных конкурентов по объемам продаж, они наращивают их темпы. Так, компания Shining уже предоставила услуги 3D-печати и сканирования более чем 10 тыс. клиентов по всему миру, причем среди них числятся такие глобальные корпоративные иконки, как Intel Corp, Robert Bosch GmbH и Adidas⁹. Другая активная на мировом рынке китайская компания Beijing Tiertime Tech ежегодно продает 3D-принтеры в более чем 40 странах мира¹⁰.

Технологии 3D-печати в различных областях

Технологии 3D-печати применяются в Китае уже во многих отраслях, в том числе в высокотехнологичных¹¹, остановимся подробнее на инновационных разработках в некоторых из них.

Строительство. На 3D-принтере можно напечатать целый дом. Работа по созданию 3D-принтеров для печати домов успешно ведется в Нидерландах, США и в Китае, где 3D-печать в строительной сфере развивается, пожалуй, более активно, чем в других отраслях¹². В качестве экспери-

⁸ Компания XYZprinting – лидер мирового рынка персональных 3D принтеров с долей 25% // MICS Distribution Company, 24.07.2017. <https://www.mics.ru/ru/news/description/?id=4591> (дата обращения: 28.06.2019).

⁹ Guo Jizhou, Wu Ji, Deng Qiwen. 3D printing effect and countermeasures of equipment maintenance support // Journal of Equipment Academy, 2016, № 2, P. 22-25.

¹⁰ Ma Jingwei, Jiang Zhengwu, Su Shoufeng. 3D printing development and outlook of concrete Technology // China Concrete, 2017, № 7, P. 41-46.

¹¹ Производство поумнело // Специальный проект ru.digital «Производство поумнело», 27.12.2018. <https://rg.ru/2018/12/27/v-kitae-vse-eshche-nepomerno-vysoka-stoimost-materialov-dlia-3d-pechati.html> (дата обращения: 23.06.2019).

¹² 3D打印技术 // 3D打印, 2018. <http://www.china3dprint.com/> (дата обращения: 26.07.2019)

мента по данному методу в КНР за одни сутки было напечатано десять домов площадью 200 м² каждый. Себестоимость одного дома составила всего 5 тыс. долл. К тому же авторы эксперимента уверены: технология 3D-печати позволит снизить риск ошибок, возникающих при строительстве вследствие человеческого фактора¹³.

Работа строительного принтера схожа с работой обычного трехмерного принтера, только в качестве чернил может использоваться и пластик, и цементная смесь, и бетон. Собою он представляет напоминающее кран передвижное устройство, которое сантиметр за сантиметром перемещается по строительной площадке, нанося слои быстротвердеющей цементной смеси. Раствор застывает, набирая прочность, и превращается в полноценный каркас здания.

Аэрокосмическая сфера. Китайские ученые создали первый в стране 3D-принтер для производства аэрокосмической продукции. Он способен распечатывать кронштейны для оптической линзы космического аппарата, сложные детали оборудования для контроля и измерения ядерной энергии, а заодно – импеллеры для самолетов и шестерни специальных форм для автомобильной промышленности. 3D-принтер работает на длинноволновом волоконном и коротковолновом углекислом лазере. Материалами для изготовления служат нержавеющая сталь, титановый сплав и суперсплавы на основе никеля. Разработчики подчеркивают что продукция, изготовленная новым 3D-принтером, должна будет пройти строгое тестирование, так как аэрокосмическая индустрия выдвигает крайне высокие требования к качеству оборудования¹⁴.

Также в Китае сконструировали специальный 3D-принтер, который может без проблем печатать в условиях неве-

¹³ Сорков А.И. Развитие технологии трехмерной печати в области строительства // Cyberleninka. <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-tehnologii-trehmernoy-pechati-v-oblasti-stroitelstva> (дата обращения: 25.06.2019).

¹⁴ 3D打印屋 科技減廢// 明周文化0, 2018. <https://www.mpweekly.com/culture/2018/e7%b1%b3%e8%98%ad%e8%a8%ad%e8%a8%88%e5%91%a8-3d%e6%89%93%e5%8d%b0-75192> (дата обращения: 26.07.2019).

сомости. Подобное устройство уже есть на МКС, однако принтер китайских учёных более функциональный и поддерживает возможность печати многими материалами, которые пока ещё не испытывали в NASA. 3D-принтер, способный корректно печатать в невесомости, позволяет решить целый ряд проблем, связанных с исследованием космического пространства. В частности, отправлять в космос каждый раз необходимые инструменты, конструкционные элементы и детали не всегда удобно и слишком дорого. Тогда как отправить 3D-принтер и базовые материалы значительно проще и дешевле¹⁵.

Авиастроение. В 1995 г. Северо-западный политехнический институт Китая (NPU) запустил программу исследований «Лазерное аддитивное производство» (LAM), в рамках которой проводились разработки устройств для 3D-печати металлом, с использованием сплавов титана, суперсплавов и нержавеющей стали. В настоящее время разработки LAM широко применяются в конструировании и производстве китайских военных самолетов, в частности, палубного истребителя J-15, истребителя-бомбардировщика J-16, «невидимки» J-20 и новейшего истребителя пятого поколения J-31. По словам заместителя генерального конструктора корпорации AVIC (Aviation Industry Corporation of China), крупнейшего китайского авиапроизводителя, J-15 своим успехом обязан в значительной степени именно широкому применению 3D-принтеров на этапе конструирования самолета. Кроме того, последний прототип палубного истребителя, успешно испытанный в октябре-ноябре 2012 г., имел на борту нагруженные детали, включая носовое шасси, целиком напечатанные на 3D-принтере из титанового сплава. 3D-принтеры также находят применение в гражданской авиации Китая¹⁶.

¹⁵ 3D打印技术 // 3D打印. <http://www.china3dprint.com/>(accessed: 26.07.2019).

¹⁶ Промышленная 3D-печать в Китае: авиастроение и самый большой в мире 3D-принтер // База знаний 3Д, 25.02.2014. <http://3dwiki.ru/promyshlennaya-3d-pechat-v-kitae-aviastroenie-i-samyj-bolshoj-v-mire-3d-printer/> (дата обращения: 27.06.2019)

Медицина. В первую очередь 3D-печать применяется китайскими врачами в хирургии, причем ее использование здесь понимается достаточно широко. Так, по мнению китайских экспертов, применение 3D-печати может улучшить точность хирургического планирования для пациентов и увеличить показатели успешности хирургического вмешательства¹⁷. Если же говорить о конкретных направлениях внедрения технологии 3D-печати в хирургию, то следует выделить достижения доктора Цзяня и его коллег из Второго военно-медицинского университета. Им удалось заменить шейные позвонки пациента напечатанными на 3D-принтере протезами. Созданию их Цзянь с коллегами посвятили три недели. Причем, чтобы изготовить искусственные позвонки, действительно идентичные костным, они с помощью 3D-принтера сначала построили полноразмерную модель верхнего отдела позвоночника, а лишь затем изготовили сами протезы, используя для этого титановый сплав и индивидуальную трехмерную печать¹⁸.

Хирургией внедрение 3D-печати в медицину не ограничивается. В частности, 3D-печать применяется для создания персонализированных ортопедических имплантатов¹⁹. Более того, китайские специалисты не только прибегают для решения конкретных медицинских задач к помощи 3D-печати, но и совершенствуют сами ее технологии.

Оценивая применение технологий 3D-печати в производственной сфере в целом, китайские эксперты отмечают, что эти технологии изменяют традиционный производственный уклад. Они позволяют значительно ускорить процесс производства и поставки на рынок широкого ассортимента

¹⁷ Wang Fuyou, Ren Xiang, Yang Liu. 3D printing technology in the application of joint surgery // Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2014, № 3, P. 272-275.

¹⁸ 2017 год стал прорывным для технологий 3D-печати /// Hightech, 07.01.2018. https://hightech.fm/2018/01/07/2017_print (дата обращения: 23.06.2019)

¹⁹ Wang Caimei, Zhang Weiping, Li Zhijiang. 3D printing applications in the field of medical apparatus and instruments // Orthopaedic Biomechanics Materials and Clinical Study, 2013, № 12, P. 26-28.

товаров, снизить цены²⁰, сделать более наглядными и прочными модели товаров²¹. Вместе с тем китайские ученые ищут оптимальное сочетание технологий 3D-печати с традиционным инвестированием. То есть такое, которое позволит обеспечить простоту производственного процесса и его высокую эффективность при сохранении низкой стоимости продукции²².

Вообще можно констатировать, что исследования эффектов применения 3D-печати в медицине и промышленных отраслях получили в Китае широкое распространение. Иное дело – перспективы использования 3D-печати в таких непромышленных сферах как образование, дизайн, защита окружающей среды и т.п.: всем им уделяется пока недостаточно внимания. Много неразработанных вопросов возникает и в сфере интеллектуальной собственности. Оказалось, что создание и распространение 3D-технологий вызывает огромное количество юридических споров по ее поводу. Ученые уверены, что вследствие развития 3D-печати патентное право остро нуждается в усовершенствовании²³.

Перспективы рынка 3D-печати в Китае

Как уже отмечалось, правительство Китая очень серьезно относится к 3D-печати и предпринимает все необходимые шаги для ее развития. Этот подход заложен в недавно опубликованном плане / программе действий Министерства промышленности и информатизации КНР по развитию

²⁰ Qiao Yimin, Wang Jiamin. 3D printing technology application in packaging container forming // *Packaging Engineering*, 2014, № 11, P. 68-72.

²¹ Yang Yongqiang, Liu Yang, Song Changhui. Metal parts 3D printing technology present situation and research progress // *Mechanical & Electrical Engineering Technology*, 2013, № 1, P. 90-93.

²² Zhang Zhiyue. Investment casting process based on 3D printing design // *Science Mosaic*, 2016, № 3, P. 182-184.

²³ Zhao Lu. The era of 3D printing patent infringement problem analysis and response // *Legal System and Society*, 2017, № 15, P. 64-66.

3D-печати в стране. Новая амбициозная стратегия в первую очередь направлена на устранение недостатков предыдущего Национального плана развития аддитивных отраслей промышленности на 2015–2016 гг. Ведь, несмотря на его достаточно эффективную в плане ярко выраженного экономического роста, власти озабочены тем, что Китай по-прежнему отстает от других стран по целому ряду инновационных технологий. Это относится и к 3D-печати – в Министерстве видят, что потенциал и возможности аддитивной сферы раскрыты далеко не полностью. Новая программа призвана вывести КНР в лидеры аддитивного производства. К 2020 г. правительство КНР рассчитывает получить годовой доход от продаж 3D-оборудования и технологий в 20 млрд юаней (около \$3 млрд), с последующим темпом его роста не менее 30% в год²⁴.

В заключение отметим, что при всех достигнутых и ожидаемых успехах, китайские специалисты признают: в близкой перспективе технология 3D-печати не сможет полностью заменить традиционные методы производства. Пусть она прекрасно подходит для изготовления дорогих компонентов высокотехнологичных устройств, для дешевого массового производства 3D-принтеры непригодны.

²⁴ Китай вложит \$3 млрд в развитие 3D-печати // 3d pulse , 21.12.2017. <http://www.3dpulse.ru/news/promyshlennost/kitai-vlozhit-3-mlrd-v-razvitie-3d-pechati/> (дата обращения: 01.07.2019).

КИТАЙ И США: СОПЕРНИЧЕСТВО ЗА ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Китайские амбиции

Китайские планы по развитию искусственного интеллекта действительно грандиозные. Госсовет КНР в своей программе по стимулированию технологических разработок в сфере искусственного интеллекта определил три этапа развития на ближайшие годы в фундаментальных и смежных отраслях. Сразу же поясним: в обнародованном в 2015 г. трехлетнем плане действий по реализации стратегии «Интернет Плюс»¹ говорится, что будут внедрены интернет-технологии в традиционные отрасли промышленности. Что, в свою очередь, включает в себя интеграцию в современное производство мобильных и облачных технологий и технологий обработки большого объема информации². Также туда входят: 1) создание умных автомобилей, робототехники и устройств дополненной реальности; 2) строительство умных городов; 3) применение ИИ в медицине; 4) развитие глубокого семантического анализа и компьютерного зрения; 5) применение ИИ в ВПК и в социальном управлении. Согласно Программе, на первом этапе, заканчивающемся в 2020 г., отрасль ИИ Китая должна выровняться с аналогичными отраслями в основных развитых странах и пойти с ними в ногу. При этом капиталовложения в фундаментальную отрасль ИИ должны превысить 22,5 млрд долл., а объем вложений в смежные отрасли должен превысить

¹ Власти Китая обнародовали стратегию «Интернет Плюс» // ЭКД! URL: <https://ekd.me/2015/07/internet-plus/> (accessed: 12.04.2019)

² Власти Китая обнародовали стратегию «Интернет Плюс»...

150 млрд долл.³ На втором этапе, к 2025 г., Китаю предстоит занять лидирующие позиции в некоторых областях ИИ, фундаментальная отрасль — аккумулятировать не менее 60 млрд долл., а смежные — 745 млрд⁴. По результатам третьего этапа ожидается, что к 2030 г. Китай станет главным мировым центром инноваций в сфере ИИ, вложения в фундаментальную сферу достигнут цифры в 150 млрд долл., а в смежные — 1,5 трлн⁵.

Китай и США: сравнительная динамика достижений в области ИИ

Насколько реальны эти планы? Согласно прогнозам McKinsey Global Institute⁶, к 2025 г. вся основная отрасль ИИ в Китае способна аккумулятировать до 126 млрд долл.⁷. В пользу этого свидетельствуют ее нынешнее состояние и бурные темпы развития в самые последние годы. Китай уже сегодня массово переходит на использование технологий искусственного интеллекта. Причем в самых разных областях: от системы распознавания лиц на улицах до AI-помощников гостей в отелях. Китай активно экспортирует связанные с безопасностью AI-технологии за рубеж,

³ См.: Тройной прыжок китайского дракона // Stimul. Журнал об инновациях в России. URL: <https://stimul.online/articles/sreda/troynoy-pryzhok-kitayskogo-drakona/> (дата обращения: 11.05.2019).

⁴ См.: Тройной прыжок китайского дракона...

⁵ См.: Тройной прыжок китайского дракона...

⁶ Как указывается на сайте этого института, его миссия заключается в том, чтобы помогать «лидерам коммерческого, публичного и социального секторов» обрести более глубокое понимание эволюции глобальной экономики и обеспечивать их «базой фактов», способствующей принятию управленческих решений и выработке политики. См. Understanding of evolution of global economy // Mc Kinsey Global Institute. Overview. <https://www.mckinsey.com/mgi/overview> (дата обращения: 12.08.2019).

⁷ См.: Ковачич К. Зачем Трамп вступил в войну с китайским искусственным интеллектом. Московский Центр Карнеги. <https://carnegie.ru/commentary/76102> (дата обращения: 28.05.2019).

в том числе в страны ЮВА, Латинской Америки и Африки (стартапы SenseTime и Megvii)⁸.

В книге бизнес-аналитика Кай Фу-Ли «Суперсилы искусственного интеллекта»⁹ содержится утверждение, что «Китай скоро догонит или даже перегонит США в разработке и внедрении ИИ»¹⁰. Осенью 2018 г., когда книга вышла, она казалась провокационным преувеличением. Тогда признавалось, что Китай уже дышит в затылок США в ИИ гонке, однако, все же существовала надежда, что США не позволит себя догнать и уйдет в отрыв от Китая¹¹. В 2019 г. мы видим, что во многом Кай Фу-Ли оказался прав. Пусть по каким-то одним показателям лидером в мировой ИИ-гонке остается США, по другим лидер – уже Китай.

Прежде всего, стоит оценить, кто лидирует, во-первых, в новых фундаментальных исследованиях ИИ, закладывающих теоретическую базу прогресса в этой области, во-вторых, в прикладных разработках, на основе которых будут строиться новые продукты, сервисы и платформы ИИ. В качестве первого индикатора – индикатора лидерства в фундаментальных исследованиях – целесообразно взять число научных публикаций, представляемых на крупнейшие академические конференции по ИИ. Второй индикатор – индикатор лидерства в прикладных разработках – будет основан на сравнении числа китайских и американских патентов, регистрируемых для ИИ технологических изобретений.

По *первому критерию* ситуация выглядит следующим образом. С 27 января по 1 февраля 2019 года проходила

⁸ China Internet Report 2019. <https://www.scmp.com/china-internet-report> (p.74) (дата обращения: 16.04.2019).

⁹ См.: Суперсилы искусственного интеллекта. Спринт бестселлера Каи-Фу Ли «AI Superpowers». <https://makeright.ru/library/ai-superpowers-by-kai-fu-lee-sprint/?read=indesign> (дата обращения: 05.06.2019).

¹⁰ Делюкин Е. Китай победит в развитии искусственного интеллекта, только в это никто не верит // vc.ru, 10.11.2018. URL: <https://vc.ru/future/50578-kitay-pobedit-v-razviti-i-iskusstvennogo-intellekta-tolko-v-eto-nikto-ne-verit> (дата обращения: 11.06.2019).

¹¹ Делюкин Е. Китай победит в развитии искусственного интеллекта...

33-я конференция Ассоциации по продвижению и развитию искусственного интеллекта / Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI). Это одна из крупнейших и самых авторитетных в мире академических конференций в области ИИ. На нее было представлено в общей сложности 7745 работ, из них Китай предоставил 382 работы, США — 264 работы¹². Согласно этим данным, мы видим, что в новых фундаментальных исследованиях ИИ мировых лидера только два, Китай и США, и что по числу научных публикаций Китай вышел в лидеры. Однако в качественном отношении США еще впереди: доля одобренных на конференции китайских работ составила 16% от общего количества представленных работ, американских — 21%¹³.

Второй критерий. 31 января 2019 года был опубликован отчет Всемирной организации интеллектуальной собственности / World Intellectual Property Organization (ВОИС / WIPO) о состоянии трендов в области ИИ. Он содержит результаты первого исследования ВОИС из серии «Тенденции развития технологий», посвященного искусственному интеллекту. В ходе исследования впервые была проанализирована динамика 340 тыс. запатентованных изобретений в области ИИ и сопровождающих их публикаций числом 1,6 млн¹⁴. Анализ был осуществлён по следующим трём пунктам: 1) методы и технологии ИИ (AI techniques); 2) функциональные приложения ИИ (AI functional applications); 3) прикладные области ИИ (AI application fields). Оказалось, что китайские университеты входят в топ-20 академических организаций в патентовании ИИ¹⁵. Особенно сильны китайские научные центры в глубоком обучении: так, Академия наук Китая имеет самый большой патентный портфель по глубокому обучению. Следует иметь в виду и то, что коли-

¹² Китай обходит США в ИИ-гонке. США сдаваться не намерены, но переломить ситуацию пока не могут // Портал РАМН. URL: <http://portalramn.ru/news/5768/> (дата обращения: 11.06.2019).

¹³ Там же.

¹⁴ Там же.

¹⁵ Там же.

чество китайских патентов за последние пять лет ежегодно прирастает на 20%, и этот темп превосходит темпы всех прочих стран, включая США¹⁶.

Китай лидирует также в анализе объема данных. Успехи Китая в развитии ИИ и анализе больших данных базируются на нескольких ключевых факторах. Во-первых, это изначальный доступ к огромным базам данных для подражания. Во-вторых, слабость политики защиты персональных данных, из-за чего абсолютно любая обрабатываемая на китайских интернет-площадках личная информация становится достоянием государства. В-третьих, это наличие огромного рынка рабочей силы, способной за небольшие деньги заниматься скучной монотонной работой, — маркировать образцы информации для искусственного интеллекта. Результаты усилий Китая на этом направлении уже налицо. Например, вы можете сфотографировать любую понравившуюся вам вещь, и мобильное приложение Taobao тут же опознает ее и предложит несколько вариантов соответствующего товара. А интернет-магазин Alihealth (дочка Alibaba) обработает информацию о ваших симптомах болезни и, основываясь на базе данных из нескольких миллионов лечебных историй, продаст вам подходящие лекарства¹⁷.

Но по другим показателям — численность ИИ специалистов (AI talents) и число компаний, работающих в области ИИ, — Китай все еще отстает от США. По данным ВОИС, на фоне глобальной тенденции последних лет по увеличению числа изобретений на основе ИИ лидерами отрасли по-прежнему остаются американские компании IBM и Microsoft¹⁸. Далее, согласно докладу центра исследований Tencent,

¹⁶ Китай обходит США в ИИ-гонке...

¹⁷ Зуенко И. Китайская (анти)утопия: Искусственный интеллект как основа экономики // Профиль, 19.02.2019. URL: <https://profile.ru/politics/china/kitajskaya-anti-utopiya-iskusstvennyj-intellekt-kak-osnova-ekonomiki-67911/> (дата обращения: 25.05.2019).

¹⁸ См. соответствующие данные на сайте ВОИС по адресу: https://www.wipo.int/pressroom/ru/articles/2019/article_0001. https://www.wipo.int/pressroom/ru/articles/2019/article_0001.html (дата обращения: 28.05.2019).

в Китае насчитывается 1011 компаний, работающих в области ИИ, занято в них 39 тыс. специалистов¹⁹. В США эти показатели вдвое больше: 2 028 компаний, 78 тыс. специалистов. Причем более 50% из них работают в этой области как минимум 10 лет, тогда как в Китае исследователей ИИ с десятилетним стажем наберется едва ли 25%²⁰. Следует, конечно, учитывать, что для Китая это совсем еще молодая отрасль: 55% всех китайских компаний в сфере ИИ появилось в период с 2014 г. Впрочем, это не мешает им получать 33% всех капиталовложений в ИИ. Правда, и по данному показателю китайским конкурентам еще предстоит догнать американские компании, на долю которых приходится 51% мировых инвестиций²¹.

Американские ответы на китайский вызов

Возможно ли при таких показателях, чтобы США переломили ситуацию, перестали сдавать Китаю первенство по отдельным показателям развития ИИ, снова ушли в отрыв и в полном объеме восстановили свое мировое лидерство в этой области? Наверное, да. Предопределенности лидерства Китая в мировом развитии ИИ нет. Зато есть потенциал США, в течение десятилетий бывших *единоличным* лидером мирового развития ИИ и имеющих сегодня все основания вернуть этот статус.

Посмотрим, что для этого было сделано в США в стратегическом плане менее чем за год.

1. Летом 2018 г. Пентагон учредил Объединенный ИИ центр / Joint Artificial Intelligence Centre (JAIC), который планирует трансформировать разработки в области ИИ

¹⁹ Pan Yue. China To Challenge US Leadership In AI? Not So Fast // China Money Network, 14.08.2017. URL: <https://www.chinamoneynetwork.com/2017/08/14/china-to-challenge-us-leadership-in-ai-not-so-fast> (accessed: 05.06.2019)

²⁰ Pan Yue. China To Challenge US Leadership In AI...

²¹ Китай обходит США...

в практические решения с помощью серии так называемых Инициатив национальной миссии / National Mission Initiatives²². Миссия предусматривает, что продолжающийся прогресс в области ИИ «изменит общество, и в конечном счете, характер войны», поэтому чтобы сохранить американское преимущество и обеспечить возможности развития сферы ИИ, был создан данный центр²³.

2. В январе 2019 г. Исследовательская служба при конгрессе США обновила до четвертой по счету версии свой основополагающий документ «ИИ и национальная безопасность» / Artificial Intelligence and National Security²⁴.

3. Чуть позже, 11 февраля, президент Дональд Трамп подписал «Распоряжение о поддержании американского лидерства в области ИИ», в котором впервые были сформулированы некие общие представления об ИИ стратегии правительства США²⁵.

4. Также в феврале Трамп объявил о новом исполнительном приказе «Американская инициатива ИИ»²⁶. По сути, это стратегическая национальная программа. В ней федеральным агентствам, обладающим вычислительными мощностями и хранилищами массивов данных, предписывается расширять доступ частным исследователям к этим ресурсам. Подразумевается, что военно-промышленные компании принимают в таких исследованиях интенсивное участие. Не забыта и подготовка кадров: заинтересованные компании должны «уделять приоритетное внимание стипендиальным

²² Establishment of the Joint Artificial Intelligence Center // Deputy Secretary of Defense Memorandum, 27.06.2018. URL: https://admin.govexec.com/media/establishment_of_the_joint_artificial_intelligence_center_osd008412-18_r....pdf (accessed: 28.04.2019)

²³ Establishment of the Joint Artificial Intelligence Center...

²⁴ Artificial Intelligence and National Security // Congressional Research Service, 30.01.2019. <https://fas.org/sgp/crs/natsec/R45178.pdf> (дата обращения: 13.05.2019).

²⁵ Китай обходит США...

²⁶ Там же. См, также: Ковачич Л. Зачем Трамп вступил в войну с китайским искусственным интеллектом. Московский центр Карнеги <https://carnegie.ru/commentary/76102>.

и обучающим программам для развития обучения специалистов в области ИИ»²⁷.

Таким образом, разработана довольно сильно мотивирующая стратегия. Но обеспечит ли ее появление и реализация уверенное превосходство США перед Китаем в гонке ИИ?

Представляется, что стратегии США и КНР в одной и той же области перспективных технологий принципиально различаются и по их планируемой капитализации, и по их наличному институциональному обеспечению. В 2018 году правительство США выделило 1,1 млрд долл. на инвестиции в технологию искусственного интеллекта, что на два порядка меньше 150 млрд долл., планируемых к выделению на те же цели Китаем в течение следующего десятилетия²⁸. У Пекина есть мощнейший инструмент реализации государственной стратегии – аппарат компартии, распространяющий свое доминирование на всех области экономики и общественной жизни. А у американцев есть принципы, на которых их национальная идентичность выстроена и которыми они не готовы пожертвовать ни для каких целей. В этой связи хотелось бы привести высказывание Майкла Крациоса, заместителя помощника президента по технологической политике: «Мы выиграем гонку за ИИ, и сделаем это, не ставя под угрозу наши американские ценности. Соединенные Штаты давно борются за свободу, права человека, верховенство закона, неприкосновенность частной жизни, свободные и открытые рынки, уважение к интеллектуальной собственности и возможность осуществить американскую мечту. “Американская инициатива ИИ” основана на фундаментальном принципе, согласно которому в Соединенных Штатах ИИ никогда не должен использоваться за счет наших гражданских свобод и наших свобод»²⁹. И можно заметить: пока США уделяют

²⁷ Китай обходит США...

²⁸ Шпунт А. Догнать Китай! Лидер США приказал Америке поумнеть искусственно // Regnum. 19.02.2019. URL: <https://regnum.ru/news/2575956.html> (дата обращения: 08.06.2019).

²⁹ Цит. по: Шпунт А. Указ .соч..

внимание регламентам о нарушении прав человека в обучении искусственного интеллекта, Китай, не сдерживая себя такого рода соображениями, быстро набирает очки в гонке за первое место.

* * *

Сегодняшняя китайская модель будущего — мегаполисы и инфраструктура связанности, развитие искусственного интеллекта и технологий анализа данных, виртуальные деньги и электронная торговля — выглядит наиболее вероятным сценарием дальнейшего развития. Несмотря на это, у США есть всё, чтобы подтвердить свой статус лидера в сфере ИИ. Возможно, однако, что через несколько лет ситуация изменится и смена лидеров все-таки произойдет. Ведь в пользу такого поворота событий свидетельствуют нынешние большие успехи китайской стороны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

На русском языке

Аверьянова И. О. Методические основы использования станков с ЧПУ. – СТИН. 2011. № 6.

Айзексон У. Стив Джобс. М.: Астрель 2011.

Акимов А. В. Новые трудосберегающие технологии: востоковеды обсуждают будущее. Дискуссия “Новые трудосберегающие технологии и страны Востока”. Восток (Oriens). 2018. № 2.

Акимов А. В. Статистический анализ основных натуральных показателей российской экономики после 1991 г. для определения мер экономической политики // Экономист, 2019. №3

Акимов А. В. Робототехника и трудосберегающие технологии: перспективы воздействия на социально-экономическое развитие // Историческая психология и социология истории. 2017. № 1.

Акимов А. В. Влияние роботизации на перспективы развития стран Востока: Основные тренды // Восточная Аналитика. 2017. Выпуск 1–2.

Акимов А. В. Демографический взрыв, старение населения и трудосберегающие технологии: взаимодействие в XXI в. // Мировая экономика и международные отношения. 2016. том 60. № 5.

Акимов А. В. Демографический взрыв, старение населения и трудосберегающие технологии // Lambert Academic Publishing, Saarbrucken, Deutschland. 2016.

Акимов А. В. Население, развитие и робототехника // Вестник Института стран Востока. 2014. №1.

Акимов А. В. Робототехника и трудосберегающие технологии: перспективы воздействия на социально-экономическое развитие // Историческая психология и социология истории. 2017. № 1.

Акимов А. В. Робототехника: состояние и перспективы развития в мире и России // Поиск, альтернативы, выбор. №2. Апрель 2016.

Акимов А. В. Трудосберегающие технологии и общественное развитие в XXI веке // Восток. (Oriens). 2015. № 1.

Акимов А. В. Трудосберегающие технологии, робототехника и воздействие искусственного интеллекта на будущее мировой экономики // Контуры будущего мировой экономики: сборник научных статей / под ред. Р. И. Хасбулатова, С. В. Ивановой. М.: ФБГОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2017.

Акимов А. В. Четвертая промышленная революция и формирование новой системы производительных сил: концепции и интерпретации // Страны Азии и Африки в XXI веке: экономическое развитие и научно-технический прогресс. К 90-летию Виктора Георгиевича Растяникова. М., ИВ РАН, 2018.

Акимов А. В., Борисов М. Г., Дерюгина И. В., Кандалинцев В. Г. Страны Востока к 2050 году: население, энергетика, продовольствие, инвестиционный климат. Москва: ИВ РАН, 2017.

Акимочкин А. А. и Рыжакина Т. Г. Современные тенденции и перспективы развития станкостроения России. Фундаментальные исследования. 2014. № 9 (часть 1). <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34656>.

Араб-Оглы Э. А. Обозримое будущее. Социальные последствия НТР: год 2000. Мысль, М.: 1986.

Баранюк К. Как Китай возглавил мировое производство солнечной энергии, 22.06.2017. <https://www.bbc.com/russian/features-40367429>
Будущее – за водородным транспортом // Китай готовит водородную революцию, 17.06.2019. <https://building-tech.org/budushhee-za-vodorodnym-transportom-kitaj-gotovit-vodorodnuju-revoljuciju/?fbclid=IwAR39vVPn2CwlrD JvbVeDMOV0oxIBUQZMgOpnU5Pck6TSz4JhcM6CVdHhWYM>.

Ветроэнергетика Китая в 2018 году выросла на 20,6 ГВт. <https://pik-abu.ru/story/vetro->

Власти Китая обнародовали стратегию «Интернет Плюс». ЭКД! URL: <https://ekd.me/2015/07>.

Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики. Под ред. Армина Рота. М.: Техносфера, 2017.

Возобновляемая энергетика в Китае. <http://renewnews.ru/china>.

Глазьев С. Ю. Геноцид. М.: ТЕРРА, 1998.

Гурков А. Мировой автопром за год удвоил инвестиции в выпуск электромобилей, 04.06.2019. <https://www.dw.com/ru>.

Делюкин Е. Китай победит в развитии искусственного интеллекта, только в это никто не верит // vc.ru, 10.11.2018. URL: <https://vc.ru/future/50578-kitay-pobedit-v-razvitii-iskusstvennogo-intellekta-tolko-v-etonikto-ne-verit>.

Дерюгина И. В. XXI век. Инновационные подходы к развитию сельского хозяйства в странах Востока // Восточная Аналитика. 2017. Выпуск 1–2.

Дерюгина И. В. Сельское хозяйство в странах Азии: инновации в целях продовольственной безопасности // Инновации и инвестиции. 2019. №7.

Дерюгина И. В. Сельское хозяйство мира: прошлое и будущее 1980–2010–2050 / Институт востоковедения РАН. М.: Издательство «Перо», 2015.

Дерюгина И. В. Сельское хозяйство стран Азии и Северной Африки: экономический рост и модернизация / Отв.ред.: А. В. Акимов / Институт востоковедения РАН. М.: ИВ РАН, 2018.

Запрет на импорт медного лома заставляет китайских предпринимателей налаживать собственную переработку // <https://www.metainfo.ru/ru/news/107831>.

Зуенко И. Китайская (анти)утопия: Искусственный интеллект как основа экономики // Профиль, 19.02.2019. <https://profile.ru/politics/china/kitajskaya-anti-utopiya-iskusstvennyj-intellekt-kak-osnova-ekonomiki-67911>.

Индустрия 4.0 вдохновляет на применение станков с ЧПУ в автоспорте. http://planetacam.ru/articles/tekhnologii/CNC_motorsports.

Как работает когнитивная система IBM Watson <http://cognitive.rbc.ru/how-work>.

Китай запрещает ввоз еще 16 источников металлолома // <https://www.azovpromstal.com/news/one/id/6678>.

Китай назвал 17 приоритетных направлений для развития искусственного интеллекта // Вести. Экономика, 15.11.2018. <https://www.vestifinance.ru/articles/110174>.

Китай обходит США в ИИ-гонке. США сдаваться не намерены, но переломить ситуацию пока не могут // Портал РАМН. <http://portalramn.ru/news/5768>.

Китай разрабатывает технологии для улавливания парниковых газов, 13.05.2019. <https://www.vestifinance.ru/articles/119002>.

Китай ставит предел углю. К 2020 г установленная мощность угольных ТЭС в Китае не должна превышать 1,1 млрд кВт. <https://neftegaz.ru/news/coal/207989-kitay-stavit-predel-uglyu-k-2020-g-ustanovlennaya-moshchnost-ugolnykh-tes-v-kitae-ne-dolzha-prevyshat>.

Ковачич Л. Зачем Трамп вступил в войну с китайским искусственным интеллектом. Московский центр Карнеги. <https://carnegie.ru/commentary/76102>.

Когнитивный компьютеринг. 2017/09/27. <http://www.tadviser.ru/index.php>.

Колонтаев А. П. Труд в политэкономической концепции Маркса. М., ИВ РАН, 2001.

Леонтьев В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика. Изд-во политической литературы. М.: 1990.

Львов Д. С. Экономика развития. Экзамен, М.: 2002.

Марш П. Новая промышленная революция. Потребители, глобализация и конец массового производства. Пер. с англ. А. Шоломицкой. М.: Изд-во Института Гайдара, 2015.

Марьясис Д. А. Опыт построения экономики инноваций. Пример Израиля. М., ИВ РАН, 2015.

Мельянцев В. А. Умные технологии, парадокс Солоу и противоречия социально-экономического развития в странах Запада и Востока в начале XXI в. // Восток (Oriens) 2017. №3.

Мельянцев В. А. Развитые и развивающиеся страны в эпоху перемен. (Сравнительная оценка эффективности роста в 1980-2000 гг.) . М.: Ключ-С, 2009.

Область применения станков с ЧПУ. https://studbooks.net/1670440/tovarovedenie/oblast_primeneniya_stankov_sistemy_upravleniya_stankami_sistemy_koordinat_stankah_trebovaniya_predyavlyaemye.

Объемы заготовки аккумуляторного свинцового лома в Китае будут расти // Металлургический бюллетень. 18.09.2018. <https://www.metalbulletin.ru/news/scrap/10141202>.

Пуха Ю. Индустриальная революция 4.0. //РwС, октябрь 2017.

Райнерт Э. С. Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными. Пер. с англ. Н. Автономовой. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014.

Растянников В. Г., Дерюгина И. В. Сельское хозяйство: Восток vs Запад. Два технологических способа производства/ Институт востоковедения РАН. М.: ИВ РАН, 2017.

Растянникова Е. В. Вторичное использование ресурсов в металлургической промышленности в России и Китае // Инновации и инвестиции. 2019, №7.

Растянникова Е. В. Добыча золота в странах БРИКС: новые производительные силы и производительность труда // Инновации и инвестиции. 2018. №8.

Растянникова Е. В. Железорудная промышленность в странах БРИКС – перспективы четвертой промышленной революции // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Том 8, № 8А.

Растянникова Е. В. Инновационные технологии и производительность труда в энергетическом комплексе Китая, Индии, России // Труды Института востоковедения РАН. Выпуск 10, 2018.

Растянникова Е. В. Страны БРИКС на пороге четвертой промышленной революции: добывающая промышленность / Отв. ред. А. В. Акимов; Институт востоковедения РАН М.: ИВ РАН, 2019.

Растяникова Е. В. Страны БРИКС: тренды экономического роста добывающей промышленности в XXI веке // Вопросы статистики. 2019. №5. Том 26.

Растяникова Е. В. Четвертая промышленная революция и производительность труда // Сборник статей. Страны Азии и Африки в XXI веке: экономическое развитие и научно-технический прогресс. К 90-летию Виктора Георгиевича Растяникова / Отв. ред. А. В. Акимов, И. В. Дерюгина. Составитель Е. В. Растяникова. М.: ИВРАН, 2018.

Самуэльсон П. А. Экономика. Вводный курс. Т. 1. Перевод с англ. Пушкарева К. В. М.: «Алфавит», 1993.

Сидорович В. В 2017 году в Китае было построено 53 ГВт солнечных электростанций, 22.01.2018. <http://renew.ru/in-2017-china-built-53-gw-of-solar-power-plants>.

Сорокин П. А. Человек. Цивилизация. Общество. Общ. ред., сост. и предисловие А. Ю. Согомонов. Пер. с англ. М.: Политиздат, 1992.

Спенс М. Следующая конвергенция: будущее экономического роста в мире, живущем на разных скоростях. Изд-во института Гайдара. М.: 2013.

Статистический ежегодник мировой энергетики 2018. <https://yearbook.enerdata.ru/co2-fuel-combustion/CO2-emissions-data-from-fuel-combustion.html>.

Страны Азии и Африки в XXI веке: экономическое развитие и научно-технический прогресс. К 90-летию Виктора Георгиевича Растяникова / Отв. ред. А. В. Акимов, И. В. Дерюгина. Составитель Е. В. Растяникова. М.: ИВРАН, 2018.

Талб Н. Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости. М.: Колибри, 2007.

Твердов А. А., Жура А. В., Никишичев С. Б. Инновации в горном деле // Горная промышленность. 2013. №2.

Тимонина И. Л. Стратегия инновационного развития Японии: на пути к четвертой промышленной революции // Восток (Oriens). 2017. № 4.

Тройной прыжок китайского дракона // Stimul. Журнал об инновациях в России. URL: <https://stimul.online/articles/sreda/troynoy-pryzhok-kitayskogo-drakona>.

Тянь Тао, Д. де Кремер, У Чуньбо. Huawei: лидерство, корпоративная культура, открытость. М.: Олимп-Бизнес, 2018.

Форд М. Роботы наступают: Развитие технологий и будущее без работы. М.: Альпина нон-фикшн, 2016.

Худалов М. Основные направления применения инноваций в горной и металлургической отрасли // Коммерсант. «Металлургия». Приложение №74. 25.04.2019.

Цветкова Н. Н. Афро-азиатские страны: новые тенденции в глобализации и трудосберегающие технологии // Восток (Oriens). 2017, № 6.

Цветкова Н. Н. Информационно-коммуникационные технологии в странах Востока: производство товаров ИКТ и ИТ-услуг. М.: ИВ РАН; Издатель Воробьев А. В., 2016.

Цветкова Н. Н. Китай в мировом производстве и экспорте товаров ИКТ // Восточная аналитика. 2016. Выпуск 1. М., ИВ РАН, 2017.

Цветкова Н. Н. Производство сферы информационно-коммуникационных технологий и распространение новых ИКТ в странах Востока // Страны Востока в контексте современных мировых процессов: социально-политические, экономические, этноконфессиональные и социокультурные проблемы. М.: ИВ РАН, Центр стратегической конъюнктуры, 2013.

Цветкова Н. Н. Страны Востока в международной торговле электронными компонентами и глобальные цепочки стоимости // Восток (Oriens). 2016, № 6.

Цветкова Н. Н. Страны Юго-Восточной Азии в международном разделении труда: экспорт товаров ИКТ, 2000-2015 гг. // Восточная аналитика, 2018, № 1-2.

Цветкова Н. Н. Страны Юго-Восточной Азии в глобальных цепочках стоимости: производство электронного и компьютерного оборудования, 1995-2015 гг. // Восточная аналитика, 2018, № 1-2.

Цветкова Н. Н. ТНК в странах Востока, М.: 2011.

Шваб К. Технологии Четвертой промышленной революции. М.: Эксмо. 2018.

Шваб К. Четвертая промышленная революция. Изд-во «Э», М.: 2017.

Широков Г. К. Парадоксы эволюции капитализма (Запад и Восток). М.: Институт востоковедения РАН, 1998.

Шпунт А. Догнать Китай! Лидер США приказал Америке поумнеть искусственно // Regnum. 19.02.2019. <https://regnum.ru/news/2575956.html>.

Этапы и принципы переработки металлолома // <https://vtorexpo.ru/metall/printsiyu-pererabotki-metalloloma.html>.

Эффективные технологии для топливной энергетики. <https://issek.hse.ru/trendletter/news/141133080.html>.

На иностранных языках

2019 Global Services Location Index (GSLI). <https://www.atkearney.com/digital-transformation/gsli/2019-full-report>.

3D打印屋科技減廢//明周文化, 2018. <https://www.mpweekly.com/culture/2018%e7%b1%b3%e8%98%ad%e8%a8%ad%e8%a8%88%e5%91%a8-3d%e6%89%93%e5%8d%b0-75192>.

3D打印技术 // 3D打印, 2018. URL: <http://www.china3dprint.com>.

A roadmap for Renewable Energy in the Middle East and North Africa <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp.../01/MEP-6>.

Aegisglobal.com. <http://www.aegisglobal.com/in/en>.

AI (artificial intelligence) <https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/AI-Artificial-Intelligence>.

AI in Asia: Challenges and Opportunities.

Akimov A.V. World Population Forecast up to 2050 and Labor Saving Technologies // Eastern Analytics 2014. Institute of Oriental Studies of the RAS. Moscow . 2015.

Annunziata M. Powering the Future. P., 2016.

Are call centers cool again? Teleperformance, Concentrix and SYKES lead the first Top Ten for customer engagement operations . March 16, 2019 | Phil Fersht, Melissa O'Brien. <https://www.horsesforsources.com/2019/02>.

Artificial Intelligence and National Security // Congressional Research Service, 30.01.2019. URL: <https://fas.org/sgp/crs/natsec/R45178.pdf>.

Asia-Pacific Progress in Sustainable Energy. N.Y., U.N., ESCAP, 2017.

Bilateral trade flows by ICT goods categories, annual, 2000–2013. Information Economy. <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx>.

Bilateral trade flows by ICT goods categories, annual, 2000–2014. Information Economy. <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx=15850>.

Bloomberg New Energy Outlook 2017. <https://about.bnef.com/en/energy/energy-outlook>.

China forecasts fourth year of stable or declining CO2 emissions as world awaits Trump climate action, 28.02.2017. <http://www.greenpeace.org/international/en/press/releases/2017/China-forecasts-fourth-year-of-stable-or-declining-CO2-emissions-as-world-awaits-Trump-climate-action~Greenpeace>.

China's 2018 renewable power capacity up 12 percent on year, 21.01.2019. <https://www.reuters.com/article/us-china-renewables/chinas-2018-renewable-power-capacity-up-12-percent-on-year-idUSKCN1PM0HM>.

China Internet Report 2019. <https://www.scmp.com/china-internet-report>.

CNESA's 2018 Year in Energy Storage. February 24, 2019. <http://en.cnesa.org/featured-stories/2019/2/23/cneas-2018-year-in-energy-storage>.

Cognizant.com. <http://www.cognizant.com/company-overview/executive-leadership>.

Digitalization & Energy. P., IEA, 2017.

DNV-GL Energy Transition Outlook. Novik, Norway, 2018.

Dudley D. China Is Set to Become the World's Renewable Energy Superpower, According to New Report, 11.01.2019. <https://www.forbes.com/sites/dominicdudley/2019/01/11/china-renewable-energy-superpower/#6882a991745a>.

Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030. <https://www.irena.org/publications/2017/Oct/Electricity-storage-and-renewables-costs-and-markets>.

energetika_kitaya_v_2018_godu_vyirosla_na_206_gvt_6475546 .Energy Efficiency Market Report. P., IEA, 2017.

Energy Technology Perspectives. P., IEA, 2017.

Establishment of the Joint Artificial Intelligence Center // Deputy Secretary of Defense Memorandum, 27.06.2018. https://admin.govexec.com/media/establishment_of_the_joint_artificial_intelligence_center.

Europe: CNC Market to Grow by 2022. <https://www.maschinenmarkt.international/europe-cnc-market-to-grow-by-2022-a-581664>.

Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_2018_Industrial_Robots.pdf.

Frangoul A. China and US lead way with wind power installations, says global energy report, 13.02.2017. <http://www.cnbc.com/2017/02/13/china-and-us-lead-way-with-wind-power-installations-says-global-energy-report.html>.

Genpact. <https://en.wikipedia.org/wiki/Genpact>.

Global Energy & CO2 Status Report // IEA. <https://www.iea.org/geco>.

Global Trends In Renewable Energy Investment 2018 // Frankfurt School – UNEP Centre/BNEF. 2018. <https://drive.google.com/file/d/1SmhAl-WAcMEqR8R9oL5Fxn0cZ0kfy8Z/view>.

Global Trends in Renewable Energy. KPMG. <https://home.kpmg.com/.../Global>.

Global Value Chains in a Changing World. Ed. by D. K. Elms and P. Low. WTO, Fung Global Institute and the Temasek Foundation, 2013.

How Much Should You Pay Your BPO Employees in the Philippines? September 19, 2014, by Dayanan. <http://www.philippinesbusinessprocessoutsourcing.com/pay-bpo-employees-philippines>.

HP and Lenovo shipped the most pcs in 2018. <https://venturebeat.com/2019/01/10/gartner-and-idc-hp-and-lenovo-shipped-the-most-pcs-in-2018-but-total-numbers-fell>.

IBM Watson is Fueling a New Era of Cognitive Apps Built in the Cloud. 18.11.2013. <http://www.ibm.com>.

If 3D printing has changed the industries of tomorrow, how can your organization get ready today? EY, 2016. <https://www.ey.com/gl/en/services/advisory/ey-3d-printing-how-your-organization-can-get-ready>.

Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. //Deloitte, 2015.

Industry 4.0: engaging with disruption. Enterprise IT trends and investment 2018. //Ernst & Young, 2018.

Information Economy Report 2012. UNCTAD. N.Y.; Geneva, 2012.

Information Economy Report 2013. UNCTAD. N.Y.; Geneva, 2013.

Information Economy Report 2017. UNCTAD. N.Y.; Geneva, 2017.

International Energy Outlook. <http://www.eia.gov/iea>.

International trade in ICT services, value shares and growth, annual. Exports. <https://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=158359>.

internet-plus.

IPad. <https://ru.wikipedia.org/wiki/IPad>.

IPhone. <https://ru.wikipedia.org/wiki/IPhone>.

iPod. <https://ru.wikipedia.org/wiki/iPod>.

Is RPA officially the new outsourcing? May 17, 2018 | Phil Fersht. https://www.horsesforsources.com/rpa-new-outsourcing_051018.

iTunes. <https://ru.wikipedia.org/wiki/iTunes>.

Japan Energy Plan. Ministry of Economy, Trade and Industry. www.enecho.meti.go.jp/en/category/.../energy_plan_2015.

Outlook for Renewable Energy from an Asian Perspective. Asia Clean Energy Forum 2016. ADB, Manila, 9 June 2016. <https://d2oc0ihd6a5bt.cloudfront.net/.../1-Jason-Waldie-Outl...>

Kyle Wiggers January 30, 2019. <https://venturebeat.com/2019/01/30/idc-global-smartphone-shipments-declined-4-9-percent-in-q4-2018>.

La Comarre H. Costs of Power Interruptions of Electricity Consumers in the United States // Energy 31 (12), 2016.

La Conférence internationale sur le rôle des transnationales et les stratégies de développement économique (Paris, avril 1979). Cairo, 1980.

Ma Jingwei, Jiang Zhengwu, Su Shoufeng. 3D printing development and outlook of concrete Technology // China Concrete, 2017, N° 7.

Ma Tianjie. China out did itself again in setting 2020 low-carbon targets // China dialogue, 05.01.2017. <https://www.chinadialogue.net/blog/9113-All-eyes-on-China-s-13th-Five-Year-Plan-for-energy/en>.

Mashportal.ru: источник отраслевой информации. Россия, 2004–2017. <http://www.mashportal.ru>.

Mazumdaru S. China leads in global shift to renewable energy, 05.04.2018. <https://www.dw.com/en/china-leads-in-global-shift-to-renewable-energy/a-43266203>.

Mc Kinsey Global Institute. Overview. URL: <https://www.mckinsey.com/mgi/overview>.

Meet F&A's new Big Seven: Genpact, Accenture, IBM, TCS, EXL, Capgemini and WNS October 12, 2017 | Phil Fersht. <https://www.horsesforsources.com/2019/02>.

Microelectronics and Society. For Better or for Worse. Oxford, 1982.

NASSCOM. The IT-BPM Sector in India. Strategic Review 2014.

Niiler E. China is both the best and worst hope for clean energy, 12.04.18. <https://www.wired.com/story/china-is-best-worst-hope-at-cop24-climate-summit>.

Nokia No. 3 in feature phones. <https://nokiamob.net/2018/08/01/q2-2018-nokia-no-3-in-feature-phones-and-no-9-in-smartphones-globally>, November 30, 2018 | Phil Fersht, Jamie Snowdon. https://www.horsesforsources.com/RPA-forecast-2016-2022_12011.

Outlook for Energy ExxonMobil corporate.exxonmobil.com/en/energy/energy-outlook.

Renewable Energy in India: Growth and Targets. Ministry of New and Renewable Energy. 13 May 2015. cseindia.org/.../Renewable%20Energy%20in%20India%20G...

Renewable Energy in China. DBS Asia Insights. November 2016. <https://www.dbs.com/.../pdfController.page?pdfpath=.../pdf/...>

Outsourced to the Philippines. Oct. 1, 2014. Census: gov.ph/philbusinprocouts.com/survey_results_skills.

Pan Yue. China To Challenge US Leadership In AI? Not So Fast // China Money Network, 14.08.2017. <https://www.chinamoneynetwork.com/2017/08/14/china-to-challenge-us-leadership-in-ai-not-so-fast>.

Qiao Yimin, Wang Jiamin. 3D printing technology application in packaging container forming // Packaging Engineering, 2014, N° 11.

Recycling technology // <https://recyclingtechnologies.co.uk>.

Renewable Energy Rises Across Asia. IRENA. Quarterly, 2017. sun-connect-news.org/.../IRENA_Quarterly_2017_Q4.pdf.

Renewable Energy Sector in Emerging Asia: Development and Policies. ESCAP, UN Working Paper Series, #1, Jan. 2017. www.unescap.org/.../TID-WP-Renewable-Energ-Sector.pdf.

Riley, P. The Future is Renewable. South Korea. May 2017. phillipriley.com.au/wp.../2017/.../IDR-Report-South-Korea.pdf.

Squire Sanders. The Future for Renewable Energy in the MENA Region. Clean Energy Pipeline. www.cleanenergypipeline.com/.../the%20future%20for%20r...

Renewables 2016. Global Status Report. Ren 21 Secretariat. IRENA, P., 2017.

Renewables 2018 Global Status Report. https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_01/chapter_01.

Robot companies <http://industrialrobot.info/robot-companies>.

RPA will reach \$2.3bn next year and \$4.3bn by 2022... as we revise our forecast upwards. November 30, 2018 | Phil Fersht, Jamie Snowdon https://www.horsesforsources.com/RPA-forecast-2016-2022_120118.

Rueter G., Kuebler M. China leading the way in solar energy expansion as renewables surge, 07.06.2017. <https://www.dw.com/en/china-leading-the-way-in-solar-energy-expansion-as-renewables-surge/a-39081117>.

S. Korea joining '20-50 club' marks new chapter in development history: gov't <http://english.yonhapnews.co.kr/national/2012/06/23/56/0302000000AEN20120623001200320F.HTML>.

Services (BPM5): Exports and imports by service-category, value, shares and growth, annual, 1980–2013. <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=17629>.

smarterplanet.us/en/ibmwatson/tech.html?cmp=usbrb&cm=s&csr=watson.site_20140319&cr=index&ct=usbrb301&cn.

Subsidies Reform in MENA., p.5/<https://www.imf.org/external/ns/es.aspx?id=276>.

Synthelinc.com. <http://www.syntelinc.com>.

The 2018 Recycling Industry Yearbook. ISRI. 2018.

The Changing Face of Shenzhen, the World's Gadget Factory. Written by Tim Maughan. August 19, 2015. <http://motherboard.vice.com/read/beyond-foxconn-inside-shenzhen-the-worlds-gadget-factory>.

The Changing Landscape of Disruptive Technologies. Tech hubs forging new paths to outpace the competition. //KPMG, 2018.

The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs. Positioning Paper. IFR. Frankfurt, Germany. April 2017.

The International Market – Challenges and Opportunities for Chinese Energy Storage Companies, 30.04.2019. <http://en.cnesa.org/featured-stories/2019/4/30/the-international-market-challenges-and-opportunities-for-chinese-energy-storage-companies>.

Thoughts on the Present and Future of Energy Storage Development, 17.12.2018. <http://en.cnesa.org/featured-stories/2018/12/17/thoughts-on-the-present-and-future-of-energy-storage-development>.

Tobe F. 194 Chinese Robot Companies. August 12, 2015.

Top USA and International CNC Machinery Manufacturers. <https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/cnc-machinery-manufacturers>.

Tracking clean energy progress, 16.05.2017. <https://www.iea.org/newsroom/news/2017/may/tracking-clean-energy-progress.html>.

Trade in Value Added (TiVA) – October 2015. http://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=TIVA2015_C1.

Transnational Enterprises: Their Impact on Third World Societies and Cultures. Boulder (Col.), 1980.

U.S. Commerce – Stock Market Capitalization of the 50 Largest American Companies.

Vest Ch. China turns to energy storage to push renewables, 27.02.2017. <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/9635-China-turns-to-energy-storage-to-push-renewables>.

Wang Caimei, Zhang Weiping, Li Zhijiang. 3D printing applications in the field of medical apparatus and instruments // Orthopaedic Biomechanics Materials and Clinical Study, 2013, № 12.

Wang Fuyou, Ren Xiang, Yang Liu. 3D printing technology in the application of joint surgery // Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2014, № 3.

Wang Zhonghong, Li Yangfan, Zhang Manyin. Present situation and development of China 3D industry Economic Review // Economic Review, № 1.

Watson: искусственный интеллект IBM пять лет спустя <http://hi-news.ru/medicina/watson-iskusstvennyj-intellect-ibm-pyat-let-spustya.html>.

West D. What happens if robots take the jobs? The impact of emerging technologies on employment and public policy. October 2015. <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/robotwork.pdf>.

Why Made in China 2025 Will Succeed, Despite Trump. <https://www.nytimes.com/2018/07/04/technology/made-in-china-2025-dongguan.html>.

World Bank Indicators Database. W., 2012.

World Energy Outlook. P., IEA, 2011.

World Energy Outlook. P., IEA, 2016 .

World Energy Investment. P., IEA, 2017.

World Investment Report 1995. UN, N.Y.; Gen., 1995.

World Investment Report 2004. UNCTAD. N.Y.; Geneva, 2004.

World Mineral Production 2013-2017. British Geological Survey. 2018.

World Trade Statistical Review 2017. WTO, Geneva, 2017.

World Trade Statistical Review 2018, WTO, Geneva, 2018.

Yang Yongqiang, Liu Yang, Song Changhui. Metal parts 3D printing technology present situation and research progress // Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2013, № 1.

Zhang Yu. Polyether ether ketone bionic bone 3D printing thermodynamic simulator experimental study Materials // Research Innovations, 2014, № 18.

Zhang Zhiyue. Investment casting process based on 3D printing design // Science Mosaic, 2016, № 3.

Zhao Lu. The era of 3D printing patent infringement problem analysis and response // Legal System and Society, 2017, № 15.

最新3D打印机 // 中国新技术开发, 2019 <http://product.yesky.com/threeddj/newindex.html>.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- 3D-печать 5, 27, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 226, 227, 229, 231, 232
- агроэкологические инновации 137, 143
- аддитивные технологии 5, 75, 200, 204, 206
- аутсорсинг 36, 38, 51, 151, 152, 153, 159, 160, 162, 163, 165, 166, 168, 170
- безработица 167, 189, 193, 207
- биотехнологии 137, 147, 148
- блокчейн 20, 21, 26, 27, 29, 31, 99, 137, 141, 142
- БПО (аутсорсинг бизнес-процессов), 151, 153, 158, 159, 160, 162, 163, 165, 167, 168, 169, 170
- ветряная энергетика 97, 103, 115, 116
- виртуальная реальность 20, 21
- внедрение новых технологий 27, 94, 105, 120, 138, 150, 223, 232, 245
- возобновляемые источники энергии 93, 96, 101, 103, 104, 109, 110, 113, 115, 118, 119
- вторая зеленая революция 137, 142, 147
- вторая промышленная революция 9, 54
- вторичные ресурсы 128, 129, 130, 132, 133, 136
- вторичный лом алюминия 129, 130, 132, 133
- вторичный лом меди 129, 134, 135, 136
- вторичный лом свинца 129, 130, 135, 136
- вторичный лом черных металлов 128, 129, 130, 131, 132, 136
- Вьетнам 41, 42, 45, 51, 102, 108, 111, 112, 114, 132, 138, 169, 205
- газовые гидраты (горючий лед) 122
- газодобывающая промышленность 122
- геотермальная энергетика 113, 118
- Германия 14, 39, 44, 62, 67, 70, 81, 123, 132, 133, 134, 135, 157, 168, 187
- глобальные цепочки стоимости 240
- Гонконг 33, 34, 43, 46, 134
- добыча нефти на шельфе 121
- дополненная реальность 22
- дроны 20, 21, 94, 151, 169, 180, 182
- Израиль 34, 76, 111, 157, 159, 168, 169, 229
- ИКТ-услуги 152, 154, 155, 156, 157, 164, 165

Индия 14, 29, 44, 66, 70, 102, 105, 106, 111, 112, 113, 114, 117, 132, 133, 134, 135, 138, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 163, 168, 169, 187, 202, 205, 206

Индонезия 14, 44, 111, 112, 113, 118, 160, 168, 169

инновации в ирригации 137, 145, 147

инновации в сельскохозяйственных механизмах 137, 150

инновационный хаб 29

инсорсинг 163

интернет 32-52, 150-170

интернет вещей 20, 22, 23, 29, 98, 137, 138, 139, 140, 141, 175

интернет-вещей в сельском хозяйстве 137, 138, 139, 140, 141

информационные технологии в сельском хозяйстве 137, 138, 139, 140, 141

ископаемое топливо 101, 104

искусственный интеллект 5, 12, 20, 22, 23, 30, 31, 89, 137, 138, 175, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 191, 192, 235, 239, 246, 255

ИТ-услуги 153, 160, 163

карьерные и роторные экскаваторы 124, 125

карьерные самосвалы 125, 126, 178

киберфизические производственные системы 25

Китай 14, 29, 34, 35, 41, 42, 45, 51, 52, 59, 60, 61, 65, 66, 70, 80, 87, 88, 105, 116, 126, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 160, 161, 163, 164, 168, 169, 180, 186, 187, 202, 205, 210, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 220, 223, 224, 225, 226, 228, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 249

КНР 17, 29, 34, 40, 44, 45, 46, 49, 50, 60, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 92, 101, 102, 105, 106, 111, 113, 114, 116, 117, 164, 180, 205, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 220, 222, 223, 225, 226, 227, 230, 233, 234, 235, 242

компьютерное оборудование 35, 37, 38, 39, 40, 41, 240

компьютерные услуги 38, 151, 153, 155, 156, 157, 158, 159, 163, 164, 165, 170

космическое зондирование земли 139, 142

Малайзия 33, 34, 41, 42, 44, 108, 111, 133, 168, 169, 205,

малые ГЭС 103

модернизация добывающей промышленности 119, 120, 124

неакционерные формы организации международного производства 34

нефтедобывающая промышленность 120, 121

новые методы обработки почвы 137, 139, 143, 144, 145, 147

опреснение воды 145, 146
офшоринг 38, 51, 151, 152, 163, 167
ПИИ (прямые иностранные инвестиции) 32, 33
подрывные технологии 25, 26, 27
потребительская электроника 33, 34, 38
программное обеспечение, 5, 14, 39, 73, 161, 169
промышленная революция 7, 8, 9, 13, 17, 248, 249, 250
промышленные роботы 78, 98, 182
прорывные технологии 20, 25, 29, 31, 167, 169, 232
просьюмеры 99
проходческие комбайны 125, 126
проходческие комплексы 125, 127
распределенная энергетика 99, 103
Республика Корея 30, 45, 51, 81, 82, 87, 117, 130, 133, 134, 158, 160, 182,
198
Решоринг 39, 151, 162, 163, 167
роботизация в сельском хозяйстве 137, 139, 151
роботизация и автоматизация процессов 165
роботизированная автоматизация процессов 26, 27, 30
роботы 4, 38, 50, 52, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90,
91, 92, 94, 170, 176, 178, 184, 195, 205
Россия 14, 60, 130, 131, 132, 136, 206, 208, 253
сельскохозяйственные инновации 136, 137, 140, 141, 143, 145, 150, 151
сети умных производственных систем 24, 25, 79, 88, 96, 107, 204
Сингапур 31, 33, 34, 35, 41, 42, 44, 45, 46, 81, 82, 83, 118, 157, 158, 159,
161, 164, 169, 187, 205
сквозной инжиниринг 27
сланцевая нефть 121
сланцевый газ 122
солнечная энергетика 97, 103, 109, 114, 116
станки с ЧПУ 53, 61, 62, 64, 67, 68, 69, 70, 181, 184, 185, 199, 206
США 8, 14, 16, 33, 36, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 54, 64, 67, 68,
70, 77, 81, 82, 85, 86, 87, 88, 90, 96, 113, 117, 121, 122, 130, 131, 132, 133, 134,
135, 136, 142, 153, 154, 157, 159, 160, 162, 163, 167, 168, 170, 180, 187, 188, 192,
194, 195, 206, 211, 212, 216, 218, 220, 222, 226, 227, 228, 229, 235, 236, 237,
238, 239, 240, 241, 242, 243, 246, 249

Тайвань 14, 34, 35, 41, 42, 44, 45, 52, 60, 82, 134, 161, 188, 205
Таиланд 33, 64, 66, 82, 102, 106, 108, 111, 113, 134, 135, 136, 169, 205
телекоммуникационное оборудование 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41,
42, 46, 150
технологические уклады 12,13, 14, 57
ТНК 32, 33, 34, 35, 36, 39, 43, 46, 47, 49, 50, 52, 122, 138, 152, 153, 158,
159, 160, 163, 167, 168, 193, 240
товары ИКТ 33
точное земледелие 137, 142, 143
третья промышленная революция 10, 52, 164, 174
трехмерная печать 21, 73, 98, 181, 227, 230, 232
трудноизвлекаемые запасы нефти 121
угледобывающая промышленность 122,123
умные сети 97, 99, 107
Филиппины 155, 156, 158, 159, 164
хостинг-платформы для фермеров 138, 139
цифровизация энергетики 93, 95, 96, 98, 99
цифровое оборудование 32, 35, 36, 43, 46, 49, 51, 52, 158, 160, 170
четвертая промышленная революция 5, 12, 13, 25, 31, 44, 51, 52, 79,
87, 119, 120, 124, 138, 152, 168, 174, 195, 196, 197, 198, 204, 205, 206, 226, 246,
247, 248, 249
экспорт товаров ИКТ 39, 43, 240
электронные компоненты для товаров икт 33, 40
энергетическая эффективность 94, 100, 102, 107, 108
энергетический интернет 97, 99
энергетический переход 93,119
Япония 14, 34, 42, 44, 62, 67, 70, 81, 82, 85, 87, 88, 90, 108, 111, 113, 117,
131, 132, 133, 134, 135, 157, 160, 187, 220

NEW SYSTEM OF PRODUCTIVE FORCES AND ASIAN COUNTRIES

The productive forces of any society consist of three components: natural resources, human labour and capital, or tools and technology.

The modern fourth industrial revolution is preceded by the first industrial revolution, which began in the second half of the eighteenth century in England, the second industrial revolution, which began in the last third of the nineteenth century, and the third industrial revolution, in the second half of the twentieth century. For the first three industrial revolutions, the main socio-economic process was industrialization.

The current fourth industrial revolution is undergoing a process that is different from that observed in past phases of industrial revolutions. It is not so much the expansion of the possibilities of humanity as the replacement of ways to obtain the benefits that people have learned to produce before.

In addition to the concept of industrial revolutions, there is another periodization of technological progress and its impact on the economy developed by academician Sergey Glazyev. This is a system of technological modes. Technological mode is a set of technologically related industries, from the extraction of natural resources and training of personnel to non-productive consumption.

S.Yu. Glazyev identifies five technological modes, starting from the industrial revolution of the XVIII century to the first half of the XXI century and describes all technological modes in a single scheme.

The concepts of technological modes and stages of the industrial revolution coincide in assessing the significance of changes in technological development in the first half of the XXI century.

The timing of the onset of new stages of the industrial revolution or the formation of new technological modes can change under the influence of processes occurring in the economy. It can be noted that the problem of automation of production as

the most important for socio-economic development was noted by economists in the middle of the twentieth century. The formation of large transnational companies and their transfer of production to developing countries and the formation of a catch-up model based on exports from less developed countries with cheaper labor to more developed and richer countries have forced labor-saving technologies to compete with cheap labor in developing countries, and for several decades they were losing to cheap labor. Now, it is changing rapidly.

At the present time, several factors cause the need to turn to the analysis of technological changes in production. First, significant changes are taking place in many technologies and industries at the same time, and secondly, new technologies have already been formed and are successfully developing. Third, the scale of the impact on society is potentially very large and diverse.

Different aspects of the emerging system of new productive forces are analyzed in the monograph.

The view of the leading audit and consulting companies on the key issues of development of new productive forces is presented. Four directions are considered: the emergence of a leading group of breakthrough technologies, the merger of the real and virtual worlds, the problems of introducing new technologies and the position of the leading countries of the East in the technological race of the fourth industrial revolution.

The position of Asian countries as leading exporters of digital equipment is depicted. By the beginning of the third industrial Revolution (1970-2010), Asian developing countries had a rather modest position in international division of labour as industrial producers. However, they have been able to find their niche in the third industrial revolution and successfully integrate into the international division of labour as ICT goods manufacturers.

From the beginning of the 1970s, TNCs began to shift manufacturing of consumer electronics – TVs and radios – to developing Asian countries. By the beginning of the 1990s, major exporters of consumer electronics were Singapore, South Korea, Taiwan, Singapore, Malaysia and Hong Kong. From the 1990s shifts

in production from developed countries to developing countries of Asia included such sectors as manufacturing of computer, and later, telecommunications equipment.

Developing countries of Asia, primarily China, have become top world manufacturers and exporters of digital equipment. Leading exporters of ICT products also include the Republic of Korea, Singapore, Taiwan and Malaysia, and export of telecommunications equipment from Vietnam is growing rapidly.

Developing countries of Asia produce a significant part of value added in the ICT goods industry. Their own large transnational companies that can enable advancement along the path of digital transformation have emerged in Asian countries (and in recent years – primarily in China).

In order to develop the fourth industrial revolution technologies, a country does not need to produce digital equipment itself, these goods can be imported, and the main sources of import are a rather narrow group of countries and corporations. Main suppliers of digital equipment to the world market are Asian countries.

Special attention is given to machine-tool industry, the development of which is one of the most important conditions for industrial and technological growth is the development of the machine-tool industry. Automation of production today has reached unprecedented heights. Thanks to the introduction of new technologies, production efficiency is significantly improved. The global machine tool market today is characterized by growing competition in the high-tech equipment segment. If earlier the leadership undoubtedly belonged to the European countries, today China, with its high growth rates, makes us doubt: what will happen tomorrow?

Another new technology envisaged is 3D printing. Technological problems that need to be solved when creating 3D printers are the properties of materials and the quality of connection layers. The ability of 3D printers to produce products of complex shapes served as the basis for the use of this technique in production to create single or small-scale products, if the requirements

for their strength were provided by the technical capabilities of the materials and technologies used in 3D printing.

The development of 3D printing technology has revealed several promising areas of its use. First, it is the simplification of structures by creating cavities in the printing structure while maintaining strength characteristics.

In Asia in recent years, Israel has taken a leading position in the world in the field of 3D printing. As for the countries of East Asia, which are leaders in production and use of robotics, their successes in the field of 3D printing are still barely noticeable on the background of American and European firms.

Robotics already has a long history, but in recent years the spread of industrial robots has become especially remarkable. If on the eve of the global financial and economic crisis of 2008-2009 the number of industrial robots in the world reached one million, after the crisis, despite the long recession, it continues to grow. In addition to traditionally robot-intensive car industry, electrical and electronic industries, metalworking, various branches of mechanical engineering, rubber, plastic products, food industries are also rapidly absorbing robotics.

China remains the leader which in 2017 showed a record increase in sales of robots, 59%. The growth of robotics stock continues in Japan, the Republic of Korea and Southeast Asia. The development of robotics in recent years clearly indicates the revolutionary nature of changes in the manufacturing industry. China's success in this area indicates the change will be global.

Japan has been and remains a leader in the production of industrial robotics, surpassing many other countries, including the United States. During the short period of development of the fourth industrial revolution in East Asia (Japan, China, Republic of Korea) a new global center of production and consumption of industrial robotics was formed and it is ahead of both the United States and Western Europe. Such a significant technological leadership of a large group of Asian countries both in terms of production and consumption of new technology is observed for the first time in the era of industrial development.

New methods of obtaining, transporting, storing and distributing energy on the basis of its renewable sources and digital technologies has given rise to the so-called energy transition. This transition implies not only entirely new energy sources but also modernization of existing ones on new technological principles in every area. It can give impetus to economies of Asian countries. To begin with, energy efficiency will grow steeply and its present low level will stop hindering economic progress in many countries. Secondly, vast, remote and backward territories, which have no access to electricity now, will develop quickly and at low expense. Thirdly, modern types of obtaining energy will reduce deforestation and carbon dioxide emission. Fourthly, the huge energy subsidies will decrease. Fifthly, new productive forces in the energy sector will bring down negative consequences of both fossil fuel shortage and "energy curse". That's why Asia is beginning to join energy transition at the world's fastest rate.

In the paragraph "New productive forces in the extractive industry" the possibilities of modernization of the industry in line with the fourth industrial revolution are considered. The key forms of innovation process in the extractive industry are the following areas.

Fuel resources:

- improvement of technologies for the development of hard-to-recover oil: thermal methods of impact on the formation, the use of polymers and surfactants;
- development of technologies for offshore oil production;
- improvement of shale oil and gas production –new methods of impact on formations and increase oil recovery are created;
- generation of energy from new sources of mineral resources – gas from coal seams, gas hydrates-flammable ice (a compound of water and natural gas turned into a crystalline substance in a deep-water environment);
- in the coal mining, innovation is mainly on the path of improving existing equipment and technologies, in particular – increasing the share of powerful, heavy equipment, increasing its

energy intensity and capital costs. Also, innovative principle of creation of the highly effective mining equipment is transition from mass production of equipment to individual production, focused on specific mining conditions of its operation.

The innovation vector in mining comprises:

- the use of giant machines and mechanisms designed to perform heavy and dangerous work in open pit and mines;
- application of information and computer technologies for maximum automation or fully autonomous operation of machines and mechanisms, as well as remote control;
- development of fundamentally new methods of ore dressing and primary processing.

Since the mining industry is currently undergoing transformations associated with stricter environmental standards, special attention is paid to the recycling of resources. The situation on the world market of ferrous scrap and some non-ferrous metals – the secondary use of aluminum, copper, lead, is analyzed.

The largest consumer of ferrous scrap is China. Russia, which is the seventh in the world in terms of consumption of ferrous scrap, increases export of scrap. At the same time, the leader in consumption and export of ferrous scrap – the United States in recent years began to reduce export.

The situation is similar in the world market of non-ferrous scrap. The United States, which until recently held leadership positions in the export of non-ferrous scrap metal, gradually reduce its volumes. In the world market of aluminum and copper scrap until recently China was the first, but due to restrictions of the import of low-quality scrap in China it reduced imports of non-ferrous scrap metal.

The world market for lead scrap is somewhat different from markets for other metals, as in China, lead recycling is allowed only from domestic sources. In the world market, India is the leading importer of lead scrap, and the main exporter is the EU.

In general, in the world market of secondary resources, the largest sales flows accounted for ferrous scrap – 55% of the total market volume, the second place was the sale of paper waste, and the third, of secondary resources of plastics.

The section "*New productive forces in agriculture*" describes innovative technologies specifically designed for agriculture. These technologies are consistent with the principles of the fourth industrial revolution. The vector of innovation aimed at the modernization of agriculture in the East is determined by the land-saving technological mode of production. The mechanisms of innovation in agriculture are fundamentally different from the reorganization in other sectors of the economy. A lot of small and smallest agricultural farms, agricultural overpopulation – factors inherent in land-saving technological mode of production, as well as fragmented rural markets, limited effective demand, poor infrastructure, poor perception of new knowledge, low return on capital – all this makes difficult innovative development of the industry. This section focuses on three issues of modernization.

1. Digital transformation block. It includes the creation of hosting platforms for the provision of communication services between farmers, retail; the organization of communication centers for farmers by the administration of regions and districts; access to innovations beyond agriculture – to space sensing of the crops, communication technologies, for example, the Internet of Things. In the future, it will include big data and advanced analytics, blockchain; artificial intelligence and machine learning.

2. Advances in agricultural science, including the technology of the "second green revolution" and the methods of "precision agriculture" which are based on: a) differential use of resources on different areas of the field; b) a balanced combination of all inputs of production; c) continuing assessment of agro-climatic conditions of crops performed by the electronic maps of fields, compiled by remote sensors using GPS; d) precise irrigation and dosed fertilization; d) computer control of the entire production process. Precision agriculture has become the basis for climate-optimized agriculture and agro-ecological innovations, such as combined farming systems: push–pull in Africa; wheat–rice in South Asia; wheat–legumes, maize–legumes in Asia; maize–forestry in southern Africa; and maize–livestock in

Latin America. Of the innovations of the "second green revolution" special attention is paid to biotechnology, compiled unification and classification of biotechnological methods: reproductive technologies; molecular markers; tissue cultures methods; chromosome engineering; mutagenesis; genomics; genetic engineering. Among the new methods of soil cultivation and restoration of its fertility, the section deals with innovative irrigation systems: surface irrigation, including sprinkling, intra-soil irrigation, drip irrigation. The technologies of desalination of sea water for its use in agriculture are briefly touched upon.

3. Advances in machines and mechanisms. The innovative vector of mechanization is not aimed at saving the labor of the employee, although this trend continues as part of the savings of resources. The main thing is to improve the quality of agricultural production – yield, fertility, health of plants and animals, the duration of storage of products, the accuracy of management, data mining. The use of drones, robots with artificial intelligence is analyzed; special systems for monitoring the accuracy of agricultural technologies and machinery have been studied.

During the third industrial revolution, at its peak, in the 1990s, a new sector of services – computer services and business process outsourcing (BPO) – has emerged in Asian developing countries. New countries are joining the ranks of exporters of these services.

However, in the course of the fourth industrial revolution, digital transformation may mean a disruption in a negative sense for the IT services and BPO sector in countries with cheap labour: elimination of jobs, and reduction of IT services exports. The growth of the number of new agreements is slowing down. Hopes of the countries that wanted to integrate into the global market for IT services outsourcing and BPO may become vain.

However, the development of the digital economy in African and Asian countries also opens up new opportunities. Smartphones proliferation, data centers, cloud services, e-commerce, e-payments, telemedicine, IoT, and finally, cyber security – all these areas generate demand for computer technology profes-

sionals, programmers, and application developers. A more complex structure is emerging – a combination of people and robots, cloud and office work, onshoring and outsourcing. Routine work is automated, creative functions are expanded. A new type of BPO service – management of digital transformation of enterprises – has appeared.

New products, areas and opportunities are emerging. Therefore, prospects for development of software, IT services and business process outsourcing remain. However, this sector in many African and Asian countries will be more oriented not to the markets of developed countries (traditional customers in IT services outsourcing and BPO), but to the domestic market and the markets of neighboring countries with less developed IT or with more expensive labor force.

Such well-known products as expert systems, machine speech recognition, and machine vision fall under the definition of artificial intelligence. Obviously, there are technical systems that combine the properties of robots and artificial intelligence, for example, anthropomorphic robots that communicate with the public. Full-fledged artificial intelligence systems are able to find a solution without human intervention in the event of an unusual situation. Such successful artificial intelligence systems such as Amazon AI services, IBM Watson Assistant, Microsoft Cognitive Services and Google AI services have already gained fame.

In machine learning of artificial intelligence systems, a very important innovation in recent years is the technology of neural networks that use the algorithms, by which the human brain works in nature. Combining artificial intelligence with modern automotive technology gives driverless cars and trucks that are already widely used in mining for heavy dump trucks. Asian economies do not occupy a leading position in the development of artificial intelligence. There is a shortage of specialists in this field in Asia.

On the basis of the analysis of technologies presented above, the picture of the finished production cycle with minimal human

participation is drawn. New technologies, gradually developing for several decades, are changing the production apparatus of developed countries and are spreading to developing countries.

New productive forces create opportunities for economic development:

1) they considerably remove resource constraints that are caused by the natural component;

2) they increase significantly the productivity of equipment, as automation leads to the displacement of human operator from the production process,

3) the smaller role of a person eliminates the human factor, improving the quality of products;

4) the ability to quickly reconfigure CNC machines and robotics leads to great flexibility in the production process;

5) increased commercial efficiency due to the flexibility of equipment and minimization of human labor participation;

6) men and women are no longer engaged in harmful, monotonous, exhausting work;

7) the new productive forces are increasingly becoming international;

8) modern productive forces create an opportunity for the development of the national reproduction complex, to a lesser extent than now dependent on imports of both raw materials and fuel, and finished products.

At the same time, they create new risks for the social and economic development of all countries, both developed and developing ones, having an impact, through the channels of globalization, on all subjects of the world economy. Risks associated with the new system of productive forces:

1) the biggest risk of the new system is its main achievement – the elimination of humans from the production process;

2) as a result of the disappearance of a human producer, market regulation decreases and the role of redistributive processes controlled by the state grows;

3) as cheap labor resources is not an advantage any more, tried and tested mechanism of catch-up development for developing countries disappears;

4) a high role of information in production makes it vulnerable to hacker attacks;

5) the risk of creating a large number of oligopolies and monopolies in technologically important industries, which are created by the leaders of the technological race;

6) there is a risk of disintegration of the world into the developed and developing parts according to new technological criteria, at the same time it will be extremely difficult for developing economies to break out to the category of the developed countries;

7) the risk that not only in developing countries, but also in developed ones, there will be a minority who work to solve the real problems of technology and society, and next to it there will be a majority living on benefits or doing work that is needed only to engage the unemployed;

8) technological dependence can become a very important factor in international relations.

Thus, capital and skilled labor in the production and maintenance of new equipment become essential in the productive forces, reducing the role of natural resources and large masses of workers of medium and low qualification.

Asian countries are at the forefront of the new technological wave in many aspects. China, Japan, the Republic of Korea, Taiwan, Malaysia, Singapore, Israel, to a lesser extent India, Vietnam, Thailand, Indonesia occupy leading positions in the world in manufacturing of electronic components and electronics products, the production and use of CNC machines and industrial robots, in solar energy, as well as a number of new technologies in agriculture.

The world giants in the field of programming, both for their own needs and for offshore services, are China and India. India is also a leader in outsourcing services. At the same time, in the field of additive technologies, in the creation and maintenance of operating systems for mass electronic devices, in artificial intelligence, the leadership belongs to Western countries, primarily the United States.

Russia is lagging behind in the unfolding wave of a new technological race in the world. In the fourth industrial revolu-

tion, Russia can afford not to rush only in energy and partly in agriculture, because it has huge natural resources. In those industries that belong to the field of production of means of production, primarily in mechanical engineering, a rapid catch-up modernization is needed.

Annex. New Technologies in China *Renewable energy* is becoming an integral and ever-growing constituent of the new world reality. The annual introduction of new renewable energy capacity already exceeds the annual added capacity based on fossil fuels. The price of generating equipment production for new energy is falling; the volume of investments in the industry is growing; distortions resulting from the introduction of renewable energy systems are gradually removed with the help of new energy storage technologies. The rate of decarbonization also contributes to the development of electric transport. China is heading all these processes, holding persistently a position of the world's largest manufacturer, exporter and installer of solar panels, as well as wind turbines, batteries for renewables and electric vehicles.

3D printing technologies appeared in China quite recently, but in spite of it, they became widespread in the country. 3D printing undergoes rapid development in China. 3D printing technologies are applied in various fields, such as medicine, building, aviation, intellectual right, etc. There is a considerable rivalry between the United States and China for leadership in the field of 3D technologies.

Nowadays, artificial intelligence (AI) is already actively used and developed in the world. There is also a rivalry in AI development between China and the United States today. A comparative analysis of the achievements of China and the United States in the field of AI is given. Examples of companies' achievements and possible scenarios for the evolution of the situation are given. China's strengthened efforts threaten the United States with the loss of its leadership in the field of AI.

Научное издание

**НОВАЯ СИСТЕМА
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ
И СТРАНЫ ВОСТОКА**
коллективная монография

*Утверждено к печати
Институтом востоковедения РАН*

Технический редактор *Е. Ф. Щепилова*
Верстка *Н. В. Макеева*

Подписано 25.11.2019
Формат 60х90/16. Бумага офсетная. Печать цифровая
Усл. печ. л. 17,25. Уч.-изд. л. 12,1
Тираж 500 экз. Зак. № 403.

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт востоковедения РАН
107031 Москва, ул. Рождественка, 12
Научно-издательский отдел
Зав. отделом И. В. Федулов
E-mail: izd@ivran.ru

Отпечатано в ПАО «Т8 Издательские Технологии»
г. Москва, Волгоградский проспект, дом 42, корп. 5