

**Доклад о положении в области  
интеллектуальной собственности  
в мире за 2019 год**

**География  
инноваций:  
локальные центры,  
глобальные сети**



**Доклад о положении в области  
интеллектуальной собственности  
в мире за 2019 год**

# **География инноваций: локальные центры, глобальные сети**

Если не указано иное, то настоящая работа распространяется по лицензии Creative Commons Attribution 3.0 IGO.

Пользователь вправе воспроизводить, распространять, адаптировать, переводить и публично исполнять контент настоящей публикации, в том числе в коммерческих целях, не обращаясь за получением явно выраженного согласия, при условии ссылки на ВОИС в качестве источника информации и четкого указания, если в оригинальный контент были внесены изменения.

Предлагаемый текст ссылки: «Доклад о положении в области интеллектуальной собственности в мире за 2019 год. География инноваций: локальные очаги, глобальные сети. Женева, Всемирная организация интеллектуальной собственности, 2019».

На адаптированной версии / переводе / производных произведениях не разрешается предоставлять официальную эмблему или логотип ВОИС, если такие документы не были утверждены и проверены на достоверность Организацией. Для получения разрешения следует обращаться в ВОИС через веб-сайт Организации.

Любой производный материал должен содержать следующую правовую оговорку: «Секретариат ВОИС не несет ответственности за переработку или перевод оригинального контента».

Если опубликованный ВОИС контент, например изображения, диаграммы, товарные знаки или логотипы, принадлежит третьей стороне, то ответственность за получение разрешения у правообладателя (-ей) лежит исключительно на пользователе.

Ознакомиться с лицензией можно по адресу:  
<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/>

Употребляемые наименования и порядок изложения материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны ВОИС какого бы то ни было мнения относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города, района или их властей либо относительно делимитации их границ.

Настоящая публикация не призвана отражать точку зрения государств — членов или Секретариата ВОИС.

Упоминание тех или иных компаний или продуктов каких-либо производителей не означает, что ВОИС поддерживает или рекомендует их и отдает им предпочтение по сравнению с другими аналогичными компаниями или продуктами, которые не названы в публикации.

© WIPO, 2019

Всемирная организация интеллектуальной собственности  
34, chemin des Colombettes, P.O. Box 18  
CH-1211 Geneva 20, Switzerland

ISBN: 978-92-805-3100-8



С указанием авторства 3.0  
Межправительственная  
организация (CC BY 3.0 IGO)

Отпечатано в Швейцарии.

# Оглавление

<b>Предисловие</b>	<b>4</b>
<b>Благодарность</b>	<b>7</b>
<b>Резюме</b>	<b>8</b>
<b>Технические примечания</b>	<b>143</b>
<b>Сокращения</b>	<b>149</b>

<b>Глава 1</b>	
<b>Изменение глобальной географии инноваций</b>	<b>17</b>
1.1 Концентрация инноваций в городских очагах	18
1.2 Сети и глобальное распространение инноваций	25
1.3 Выводы	30

<b>Глава 2</b>	
<b>Глобальные сети очагов инноваций</b>	<b>37</b>
2.1 Две стороны глобального процесса производства знаний	39
2.2 Глобальные сети сотрудничества и поиска партнеров	48
2.3 Местные инновации и глобальные сети инновационных хабов	53
2.4 Выводы	66

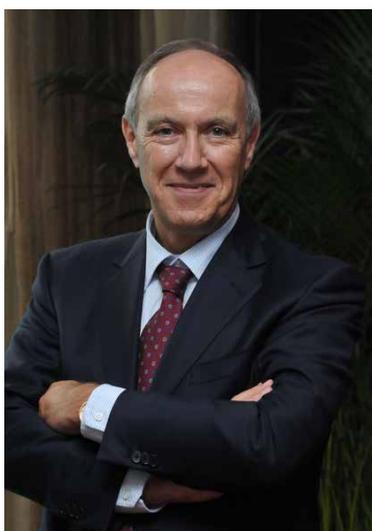
<b>Глава 3</b>	
<b>Автомобильные и ИТ-компании: на пути к автономным автомобилям</b>	<b>71</b>
3.1 Определения	72
3.2 Технологическое развитие автомобильной промышленности	72
3.3 Технологический сдвиг	77
3.4 Конкуренция и сотрудничество в секторе АТС	77
3.5 Роль географии в технологии АТС	80
3.6 Инновации в области АТС: города и страны	81
3.7 Меняют ли технологии АТС географию инноваций в автомобильной отрасли?	88
3.8 Потенциальное положительное и отрицательное воздействие АТС	89

<b>Глава 4</b>	
<b>Биотехнология растений — мост между городскими инновациями и их применением в сельских районах</b>	<b>101</b>
4.1 Рост значимости биотехнологии растений	102
4.2 Инновационный ландшафт в области биотехнологии растений	113
4.3 Инновационная сеть в области биотехнологии растений	121
4.4 Будущее биотехнологии растений	122

<b>Глава 5</b>	
<b>Политические аспекты: аргументы в пользу открытости</b>	<b>131</b>
5.1 Экономика открытости	131
5.2 Открытость в эпоху снижения эффективности НИОКР	136

## Предисловие

География всегда оказывала большое влияние на организацию экономической деятельности. Города были в первую очередь центрами торговли сельскохозяйственными и промышленными товарами. Многие из них возникли на пересечении торговых путей или там, где происходила смена способа транспортировки продукции. Когда началась промышленная революция, города стали центрами крупного промышленного производства. По мере хода индустриализации некоторые превращались в мегаполисы, а некоторые приходили в упадок.



В инновационной экономике XXI века города продолжают играть ключевую роль. Однако характер сил, влияющих на географию экономической деятельности, изменился. Сегодня компании стремятся в городские очаги, потому что именно там живут самые квалифицированные и талантливые работники, которых, в свою очередь, привлекают высокооплачиваемые и перспективные рабочие места и оживленная городская жизнь. Что касается инновационной деятельности, то для нее тоже очень важен обмен идеями, который происходит наиболее эффективно, если люди живут и работают недалеко друг от друга.

Однако у экономической географии XXI века есть еще одно важное измерение. Благодаря технологическому развитию появились новые способы взаимодействия и обмена знаниями, что сделало возможным установление связей между специалистами, находящимися далеко друг от друга. В результате начал формироваться глобальный ландшафт инноваций, состоящий из географически консолидированных передовых центров, которые расположены в самых разных частях света. Такие центры включены в глобальную сеть, обеспечивающую распространение знаний по множеству направлений.

Важна и меняющаяся география инноваций. Правительства по всему миру стремятся к формированию благоприятной для инноваций нормативно-правовой среды. Для этого необходимо хорошо понимать локальную динамику инновационных экосистем. Например, в какой сфере финансируемые правительством исследования могут быть наиболее полезны для создания новых технологических возможностей? Как разумное городское планирование способствует обмену знаниями и сотрудничеству? В более общем смысле расширение инновационной деятельности внутри экономик все сильнее влияет на региональное распределение дохода. Понимание движущих сил этой тенденции, в свою очередь, способствует принятию более эффективных стратегических решений.

В Докладе о положении в области интеллектуальной собственности в мире 2019 года глобальная география инноваций рассмотрена с эмпирической точки зрения. Для этого мы отследили географические «следы», оставленные изобретателями в миллионах патентов и научных публикаций за последние несколько десятилетий. Подобный подход на основе больших данных уже используется при подготовке Глобального инновационного индекса ВОИС для выявления крупнейших научно-технологических кластеров. Но в настоящем докладе мы пошли дальше: мы проанализировали большой объем данных за несколько десятилетий, рассмотрели временные тренды и довольно подробно рассказали о том, как новаторы из самых разных стран сотрудничают друг с другом. В результате получилась сложная картина, где основная доля инновационной деятельности приходится на ограниченное число глобальных очагов инноваций, располагающихся в нескольких странах. Сотрудничество распространено широко, а участвующие в нем группы становятся крупнее. При этом в большинстве стран (хотя и не везде) оно все чаще носит трансграничный характер.

Помимо общеэкономического анализа, в доклад включены два тематических исследования, в которых подробно рассматривается меняющаяся география инноваций в двух технологических областях, где происходят стремительные изменения. Первое исследование касается технологий автономного автотранспорта. В нем идет речь о том, как инновации меняют автомобильную промышленность, а информационно-технологические (ИТ) компании бросают вызов традиционным автопроизводителям. Этот процесс расширяет инновационный ландшафт, и на нем набирают силу несколько ИТ-ориентированных очагов, которые ранее не были центрами автомобильных инноваций.

Второе исследование посвящено сельскохозяйственной биотехнологии. Научная и изобретательская деятельность в этой области сосредоточена в нескольких странах с высоким уровнем дохода

## Представленные в настоящем докладе данные показывают, насколько глобально взаимосвя- занными стали инновации.

и Китае, а в пределах этих экономик — в крупных метрополитенских районах. Однако по сравнению с другими областями, где ведется инновационная деятельность, здесь наблюдается большее географическое разнообразие и инновации охватывают многие страны Африки, Латинской Америки и Азии. Этим отчасти обусловлена необходимость адаптации инноваций к местным условиям.

Представленные в настоящем докладе данные показывают, насколько глобально взаимосвязанными стали инновации. Что особенно важно, в основе способности компаний и исследователей взаимодействовать на трансграничной основе лежит политика открытости и поощрения международного сотрудничества. В докладе приводятся доводы в пользу сохранения такой политики и дальнейшего укрепления международного сотрудничества. Решение сложных технологических проблем потребует создания более крупных и специализированных групп исследователей. Международное сотрудничество способствует их формированию, а значит, оно будет играть незаменимую роль в дальнейшем технологическом развитии.

Хотя представленный в настоящем докладе анализ содержит оригинальные идеи, у него есть и некоторые ограничения. Данные о патентах и научных публикациях дают обширную и сопоставимую на международном уровне информацию об инновационной деятельности. Однако они не отражают ни эту деятельность, ни все разнообразие взаимодействия между изобретателями в полном объеме. Кроме того, динамические силы, которые формируют глобальные инновационные сети, отличаются разнонаправленностью и взаимодействуют друг с другом довольно замысловатым образом. Необходимы дальнейшие исследования, которые позволили бы рассмотреть эти силы с эмпирической точки зрения.

Мы надеемся, что этот доклад поможет глубже понять, как география влияет на инновационную деятельность, и тем самым будет способствовать более точному формулированию политики, направленной на поддержку инноваций и справедливое распределение выгод, получаемых с их помощью.

Фрэнсис ГАРРИ  
Генеральный директор



## Благодарность

Настоящий доклад подготовлен под общим руководством Фрэнсиса Гарри (Генеральный директор) и под контролем Карстена Финка (главный экономист). В группу по подготовке доклада вошли следующие сотрудники Отдела экономики и статистики ВОИС (ОЭС): Хулио Раффо (руководитель Отдела инновационной экономики), Интан Хамдан-Ливраменто (экономист), Мериам Зетабчи (экономист) и Дэюнь Инь (научный сотрудник).

В основе доклада лежат исследования, подготовленные непосредственно для этой работы. В частности, глава 1 основана на обзоре литературы, который был сделан Риккардо Крешенци (Лондонская школа экономики, LSE), Симоной Яммарино (LSE), Кэролин Иорамашвили (LSE), Андресом Родригесом-Посе (LSE) и Майклом Сторпером (LSE и Калифорнийский университет, Лос-Анджелес).

Участие в подготовке справочных материалов и данных для главы 2 приняли Эрнест Мигелес (Группа по исследованиям в области теоретической и прикладной экономики, GREThA, Бордо), Франческо Лиссони (GREThA, Бордо, и Университет Боккони), Кристиан Чакуа (GREThA, Бордо), Массимилиано Кода-Цабетта (GREThA, Бордо) и Джанлука Тараскони.

В основе главы 3 лежит исследование, проведенное Кристин Дзицзек (Центр автомобильных исследований, CAR group), Эриком Деннисом (CAR group), Цяном Хуном (CAR group), Дайаной Дуглас (CAR group), Еном Чэнем (CAR group), Валери Сэт-Бругеман (CAR group) и Эдвином Марплсом (CAR group).

Наконец, в подготовке исследования для главы 4 принял участие Грегори Д. Графф (Университет штата Колорадо).

Большую пользу группе по подготовке доклада принесли отзывы и замечания по проектам глав и подготовительным материалам, представленные такими сторонними экспертами, как Кристина Чаминаде (Лундский университет), Фредерик Захвальд (Научно-технологическая обсерватория, Hcéres), Мэрианн П. Фелдман (Университет Северной Каролины), Казуюки Мотохаси (Токийский университет), Лусиана Маркес Виейра (Школа делового администрирования Сан-Паулу, FGV EAESP), Жузе Мария Силвейра (Университет Кампинас, UNICAMP) и Цань Хуан (Чжэцзянский университет).

Дополнительные материалы, замечания и данные представили Леся Бодуэн, Дэниэл Бенолиэл, Шакил Бхатти, Морис Блаунт, Ли Бранстеттер, Ричард Коркен, Алика Дейли, Гэйтан де Рассенфосс, Филипп Гроскурт, Кристофер Харрисон, Айрин Китсара, Аженор Лахат, Леонтину Резенди Тавейра, Давид Сапину, Флориан Зелигер и Усуи Йосиаки.

Содействие в систематизации данных для настоящего доклада оказали Чжоу Хао и Кайл Бергквист.

Ценную административную поддержку предоставили Самия ду Карму Фигейреду, Катерина Валлес Гальмес и Сесиль Рур.

Мы также выражаем благодарность коллегам из Отдела коммуникаций за руководство публикацией доклада, а также дизайн и редактуру и особенно Ричарду Уоддингтону за редакторскую работу. Большую помощь в исследовательской работе оказала Библиотека ВОИС, а типография ВОИС предоставила качественные полиграфические услуги. Благодаря совместным усилиям мы уложились в сжатые сроки.

География инноваций может показаться парадоксальной: с одной стороны, создание научных знаний и инноваций носит все более глобальный характер, а с другой — идет процесс их активной концентрации в нескольких локальных очагах.

Все больше научных работ и изобретений создается новыми игроками, в особенности азиатскими странами, хотя ранее эта деятельность велась практически исключительно богатыми экономиками. В то же время все более активное распространение такой деятельности на международном уровне сопровождается на страновом уровне ростом ее концентрации в немногочисленных густонаселенных районах. В этих городских районах располагаются динамичные инновационные экосистемы, такие как Кремниевая долина около Сан-Франциско, США, и более молодой очаг инноваций Шэньчжэнь — Гонконг, Китай.

Однако это в большей степени парадокс кажущийся, чем реальный. Самые инновационные городские агломерации являются также самыми открытыми для внешнего мира. Иногда они поддерживают более активные связи на международном уровне, чем с регионами собственных стран. В совокупности они образуют то, что экономисты называют глобальными инновационными сетями. Их ядром являются высококвалифицированные специалисты и инновационные компании. Крупные города, где создаются инновации, притягивают квалифицированных работников, так как такие работники хотят взаимодействовать друг с другом и пользоваться преимуществами городской жизни. Кроме того, города дают компаниям большой местный рынок. Там базируются специализированные поставщики и располагаются учебные заведения. Все это позволяет использовать эффект экономии на масштабе и объеме. Знания, в свою очередь, свободно перемещаются между компаниями и университетскими исследователями, так как они работают в непосредственной близости друг от друга. Все это создает топливо для двигателя, питающего инновационную деятельность.

В настоящем докладе ВОИС эти двойственные тенденции рассматриваются на основе обширного массива данных о патентных заявках и научных публикациях. В итоге в качестве способа поощрения инноваций приводятся аргументы в пользу открытости и содействия сотрудничеству.

### **Растет число стран, в которых создаются знания**

В течение большей части периода с 1970 по 2000 год две трети всей патентной деятельности в мире приходилось лишь на три страны: Соединенные Штаты Америки (США), Японию и Германию. Если добавить к ним все остальные экономики Западной Европы, то этот показатель составит 90%. Однако в последующие годы начала расти доля остальных стран мира, достигнув в итоге одной трети. Что касается публикации

научных данных, то распределение носило более равномерный характер, а за последние 20 лет доля остального мира увеличилась с менее четверти до примерно половины.

Рост значимости новых регионов в производстве знаний в основном связан с активностью Китая и Республики Корея: на них приходится более 20% патентов, зарегистрированных в 2015–2017 годах, тогда как в 1990–1999 годах этот показатель составлял менее 3%. В глобальном распространении инноваций участвуют и другие страны, в частности Австралия, Канада, Индия и Израиль. Однако во многих странах со средним уровнем дохода и во всех странах с низким уровнем дохода патентование по-прежнему находится на гораздо более низком уровне.

Поток знаний и инноваций, отличающийся все большей рассредоточенностью и связанностью, дублирует развитие сложных глобальных сетей, или цепочек создания стоимости, в которых создаются и поставляются товары и услуги. В частности, транснациональные компании (ТНК) размещают наукоемкие производственные этапы (главным образом научные исследования и разработки (НИОКР)) в городских агломерациях, где доступны специализированные знания и навыки. В более общем смысле движущей силой концентрации инноваций в определенных городских районах и их глобального распространения является потребность в более активном сотрудничестве в связи с увеличением сложности создаваемых технологий.

### **Инновации носят все более локальный характер**

В настоящем докладе на основе геокодированных данных об изобретателях и авторах научных публикаций проанализирована география инноваций внутри стран и выявлены крупнейшие в мире агломерации научной и технологической деятельности. Рассмотрены агломерации двух типов: глобальные очаги инноваций, где наблюдается наибольшая

плотность научной и патентной активности, и специализированные нишевые кластеры, где плотность изобретательской и научной деятельности высока в определенной области, но недостаточно высока, чтобы это место можно было считать глобальным очагом.

### **Инновации географически сконцентрированы в ограниченном числе районов**

Как показывает анализ формирующегося ландшафта глобальных очагов и нишевых кластеров, изобретательская и научная деятельность внутри каждой страны все более активно концентрируется в нескольких крупных многонациональных и процветающих городских районах. В США почти четверть всех американских патентов, заявки на которые были поданы в 2011–2015 годах, была сосредоточена в очагах вокруг Нью-Йорка, Сан-Франциско и Бостона. В Китае за тот же период доля очагов вокруг Пекина, Шанхая и Шэньчжэня в общем объеме патентования в Китае увеличилась с 36 до 52%.

В мире менее 19% изобретений и научных статей создаются изобретателями и исследователями, находящимися за пределами очагов и нишевых кластеров. Несмотря на значительные изменения в глобальной картине инноваций, более 160 стран, то есть подавляющее большинство, по-прежнему ведут лишь несущественную инновационную деятельность, и в них нет ни очагов инноваций, ни нишевых кластеров.

### **Большие города далеко не всегда являются инновационными хабами**

Не все крупные метрополитенские районы отличаются высокой плотностью инноваций. Например, в Северной Америке большинство очагов находятся в густонаселенных городских районах на западном и восточном побережье. При этом густонаселенные городские районы внутри страны не обладают такой же плотностью инноваций. В Азии, Латинской Америке и Африке есть множество аналогичных районов, где не ведется активной инновационной деятельности. Несмотря на высокую плотность населения, для таких ведущих мегаполисов, как Бангкок, Каир, Кейптаун, Куала-Лумпур и Сантьяго,

характерен невысокий уровень инновационной деятельности, которая ведется лишь в некоторых специализированных областях.

При этом в менее густонаселенных городских районах иногда располагаются нишевые кластеры. В качестве примеров можно привести Итаку в США, Ставангер в Норвегии и Берн в Швейцарии. Все они являются высокоинновационными городами благодаря активной деятельности местных учебных заведений и промышленных предприятий, а также в некоторых случаях — присутствию крупной компании.

### **Сотрудничество становится нормой**

Как показывают имеющиеся данные, в работе над научными публикациями и патентами все чаще участвуют команды исследователей. Уже в начале 2000-х годов 64% всех научных работ и 54% патентов создавались группами ученых. Ко второй половине 2010-х годов эти показатели возросли почти до 80 и 70% соответственно.

В большинстве экономик с высоким уровнем дохода также наблюдается рост международного сотрудничества. Есть множество факторов, которые заставляют ученых и компании искать партнеров по инновационной деятельности невзирая на национальные границы. В научном сообществе существуют давние традиции международного сотрудничества, а для ТНК такое сотрудничество, наряду с международным распределением своих НИОКР, — это способ повышения эффективности работы.

Основными исключениями из этой тенденции к интернационализации являются ведущие экономики Восточной Азии: в Японии, Республике Корея и в последнее время в Китае наблюдается снижение доли международного сотрудничества, хотя и не в абсолютных показателях.

### **Большая часть международных связей приходится лишь на несколько стран**

Большая часть международного сотрудничества сосредоточена в нескольких ключевых странах. В период 2011–2015 годов на страны США и Западной

Европы приходилось 68 и 62% всего международного сотрудничества в области создания изобретений и публикации научных работ. В основном сотрудничают изобретатели и исследователи именно из этих стран. Новые участники из таких стран, как Китай, Индия, Австралия и Бразилия, как и прежде, сотрудничают главным образом с указанными выше экономиками, а не друг с другом.

### **Очаги и кластеры инноваций являются движущей силой международного сотрудничества и развития глобальных сетей**

За последние два десятилетия большинство очагов инноваций начали вести международное сотрудничество более активно. Такое сотрудничество — как на национальном, так и на международном уровне, а также в области как патентов, так и научных публикаций — формирует плотную паутину связей, которая и создает глобальные инновационные сети. Форма таких сетей со временем меняется: как правило, в них появляются новые связи и узлы.

Изобретатели и ученые, базирующиеся в очагах инноваций и нишевых кластерах, более активно сотрудничают на международном уровне, чем те, кто базируется в других местах. Особенно это характерно для публикации научных работ. В последние два десятилетия доля научных работ, которые были подготовлены на основе международного сотрудничества ученых, базирующихся внутри очагов инноваций, была втрое больше, чем доля работ ученых, базирующихся в других местах.

### **Для сотрудничества характерна концентрация**

Несмотря на появление в глобальных сетях новых узлов и связей, их ядром с точки зрения как результатов, так и уровня связанности являются очаги инноваций в США, Европе и Азии. В целом можно сказать, что более крупные очаги поддерживают сотрудничество и на национальном, и на международном уровне, тогда как для нишевых кластеров и небольших очагов характерно сотрудничество в основном на национальном уровне. Например, многие очаги инноваций во Франции и Соединенном Королевстве поддерживают связи с остальным миром главным образом через Париж и Лондон. В

Китае функции ведущих пунктов связи выполняют Шанхай, Пекин и Шэньчжэнь.

Однако не все очаги одинаковы с точки зрения связанности. Американские очаги обладают наибольшим числом связей. Пекин, Лондон, Париж, Сеул, Шанхай и Токио также отличаются значительной связанностью, но ее уровень гораздо ниже, чем в США. Примечательно, что большой объем изобретательской и научной деятельности, характерный для американских очагов, не объясняет в полной мере их высокий уровень связанности. Для многих других очагов типичны аналогичные или большие объемы такой же деятельности, например для Токио и Сеула, но не такой высокий уровень связанности.

Интенсивность международного сотрудничества значительно различается в разных странах. Например, очаги в Индии и Швейцарии очень активно поддерживают международные связи, в отличие от очагов в Республике Корея и Японии. Во многих очагах процессы интернационализации нередко сопровождаются ростом доли взаимодействий, производимых только на местном уровне. Во многих китайских очагах число создаваемых внутри совместных изобретений существенно возросло, что привело к снижению доли как национального, так и международного сотрудничества за их пределами.

### **Транснациональные компании являются центром сети**

Данные о патентах позволяют пролить свет на корпоративные сети НИОКР, которые являются ядром глобальных инновационных сетей. Транснациональные компании со всего мира все чаще указывают иностранных изобретателей в своих патентных заявках, причем перечень стран происхождения таких изобретателей постоянно растет. В 1970–1980-х годах только в 9% патентов, регистрируемых американскими компаниями, были указаны иностранные изобретатели. К 2010-м годам эта доля возросла до 38%. Аналогичный резкий рост наблюдался и у западноевропейских компаний: за тот же период этот показатель увеличился с 9 до 27%.

Подобный международный поиск партнеров в области патентования по-прежнему происходит в

основном между компаниями и изобретателями из экономик с высоким уровнем дохода. В 1970–1980-х годах 86% этой деятельности приходилось на компании и изобретателей из США, Японии и стран Западной Европы. Однако в 2010-х годах этот показатель снизился до 56%.

### **Новыми игроками в сетях ТНК являются страны со средним уровнем дохода**

У этого снижения две основные причины. С одной стороны, ТНК из стран с высоким уровнем дохода постоянно увеличивали масштабы аутсорсинга НИОКР в страны со средним уровнем дохода, в частности в Китай, Индию и в меньшей степени в страны Восточной Европы. Например, в 2010-х годах более чем в четверти всех международных патентов, зарегистрированных американскими ТНК, были указаны изобретатели из Китая или Индии. С другой стороны, ТНК из экономик со средним уровнем дохода сами начали активно участвовать в глобальных инновационных сетях. Компании из Азии, Восточной Европы, Латинской Америки и Африки стремятся максимально использовать инновационный потенциал американских, западноевропейских и китайских изобретателей.

### **Инновационные хабы перемещаются и со временем могут рассредоточиваться**

У ТНК могут быть очень разные потребности и стратегии в плане того, где искать квалифицированных специалистов, причем со временем они могут меняться. Например, изобретательская деятельность компаний Google и Siemens концентрируется в их ключевых хабах. В 2010-е годы на район Сан-Хосе — Сан-Франциско приходилось 53% патентов Google, тогда как в 2000-е годы этот показатель составлял 36%. При этом в 2010-е годы 32% патентов немецкой производственной компании Siemens приходилось на Нюрнберг, самый крупный центр патентования этой компании, тогда как в 2000-х годах эта цифра составляла 27%.

У азиатских компаний наблюдается еще более высокий уровень концентрации, хотя отмечается его некоторое снижение. В 2010-е годы важнейшими источниками инноваций для Sony и Huawei были Токио и район Шэньчжэнь — Гонконг: на них приходилось 71 и 81% патентов соответственно.

Однако в предыдущее десятилетие эти показатели составляли 83 и 88%, что свидетельствует об относительном рассредоточении инноваций.

### **Инновации меняют облик автомобилестроения**

Изменение географии инноваций углубленно изучается в докладе на примере двух отраслей, претерпевающих структурные изменения. В одной из них — автомобилестроении — начинается переход к новому технологическому укладу. Традиционным производителям бросают вызов новые игроки, формирующиеся как в самом автомобильном секторе, так и в сфере информационных технологий (ИТ).

На рынке пока нет полностью автономных транспортных средств (АТС). В то же время достижения в области искусственного интеллекта (ИИ), аналитики данных и связности устройств и компонентов все больше смещают отраслевую бизнес-модель в сторону платформенной экономики. Традиционные автомобилестроители напуганы тем, что их вытеснят из их профильной области, то есть сферы производства и сбыта автомобилей.

Судя по патентным данным, в гонке инноваций в области АТС ведут традиционные производители и их поставщики. Три крупнейших заявителя по категориям АТС — это Ford, Toyota и Bosch, на которые соответственно приходится 357, 320 и 277 патентных семейств этой тематики. В то же время среди ведущих заявителей есть и неавтомобильные компании: 8-е место со 156 патентами, обгоняя Nissan, BMW и Hyundai, занимает компания Google и ее дочерний проект Waymo. 31-е место делят Uber и Delphi, имеющие по 62 патента в области АТС.

### **Традиционные производители и новички сотрудничают друг с другом**

Сейчас ни лидеры отрасли, ни новые игроки не обладают всеми компетенциями, необходимыми для производства АТС, поэтому им нужно либо объединять усилия, либо самостоятельно нарабатывать недостающие навыки. Создание АТС требует долгой и затратной работы, поэтому у ее участников есть все стимулы к сотрудничеству и разделу рисков и расходов с самыми разными партнерами. В отрасли прослеживается три

направления сотрудничества: между традиционными автомобилестроителями, между ИТ-фирмами, между автомобилестроителями и ИТ-фирмами. Зарождается и сетевая структура совместной работы, представляющая собой сплав всего вышеперечисленного, где разные виды сотрудничества сосуществуют, а не исключают друг друга.

### **Автомобильные и ИТ-фирмы по-прежнему привязаны к своим кластерам**

Крупнейшие автомобилестроители и гиганты ИТ всегда стараются вести разработки в местах обычного базирования, однако есть и небольшие географические сдвиги. Возможно, говорить о том, что технология АТС меняет географию инноваций в автомобилестроении, пока еще рано.

### **Инновации зарождаются в биотехнологических лабораториях, а дают результаты — в сельскохозяйственных кластерах**

Биотехнология растений — это та отрасль, где инновации необходимо адаптировать к местным агроэкологическим условиям. Хотя большая часть инноваций в этой области создается в странах с высоким уровнем дохода, таких как США, страны Западной Европы и Восточной Азии, они все равно требуют адаптации с учетом особенностей климата и почв.

Большинство трансгенных растений, которые в конце 1990-х годов использовались в развивающихся странах со средним уровнем дохода, были созданы на основе зародышевой плазмы североамериканских аналогов, которая была адаптирована к местным условиям. Поэтому инновационные кластеры в области биотехнологии растений существуют во множестве мест по всему миру. Однако, как показывают имеющиеся данные, для биотехнологических инноваций во многих странах Африки, Латинской Америки и Карибского бассейна, а также Азии характерна географическая концентрация.

### **Ландшафт инноваций в области биотехнологии растений**

Подавляющее большинство биотехнологических инноваций и научных работ создается лишь в

нескольких странах. На США, Германию, Китай, Японию и Республику Корея приходится более 55% статей и 80% патентов в этой области. Биотехнологические кластеры существуют, помимо указанных стран, только в Аргентине, Австралии, Индии, Израиле, Мексике и Сингапуре. Причем во всех этих странах, за исключением Австралии, такой кластер является единственным.

Существует географический разрыв между тем, где создаются биотехнологические инновации, и тем, где выращиваются трансгенные растения. В большинстве случаев очаги таких инноваций располагаются в крупных метрополитенских районах: либо в глобальных очагах инноваций, либо в специализированных нишевых кластерах, у которых есть большой биотехнологический потенциал. Это справедливо и для развивающихся стран. Их национальные кластеры в области биотехнологии растений также обычно располагаются в крупных городских агломерациях, таких как Сан-Паулу в Бразилии или Кейптаун в Южной Африке.

Некоторые кластеры находятся поблизости от сельских районов, например кластер в Висозе, Бразилия, или в Ирапуато, Мексика. Однако где бы они ни находились, рядом, как правило, располагаются такие крупные государственные учреждения, как университеты, международные сельскохозяйственные исследовательские центры и/или национальные научно-исследовательские системы в области сельского хозяйства.

### **Активизация государственно-частного партнерства**

Значительная часть инвестиций в НИОКР в области биотехнологии растений осуществляется частными фирмами, в частности четырьмя крупнейшими агропромышленными предприятиями: Bayer и BASF из Германии, ChemChina и Corteva Agriscience из США. Необходимость получения доступа к проприетарным технологиям способствует развитию сотрудничества внутри отрасли посредством лицензирования, в том числе перекрестного, создания совместных исследовательских предприятий и даже слияний и поглощений.

Тем не менее растет потребность в сотрудничестве с государственным сектором, например для получения доступа к пулам зародышевой плазмы

и сортов растений, хранением которых нередко занимаются государственные исследовательские институты. Для государственных учреждений коммерциализация продуктов в области биотехнологии растений почти всегда требует сотрудничества с крупными транснациональными компаниями по причине высоких затрат. Начиная с 2000-х годов масштабы совместного патентования, осуществляемого частными фирмами и государственными учреждениями, превысили масштабы совместного патентования частными компаниями и такой тип сотрудничества стал основным. По сути дела, начиная с 2010-х годов совместное патентование между частными фирмами переместилось на третье по значимости место, уступив второе место совместному патентованию между государственными учреждениями.

### **При создании инноваций открытость выгодна всем**

Какие выводы можно сделать на основании географии инноваций, описанной в настоящем докладе, с точки зрения стратегических задач? В основе роста глобальных инновационных сетей лежит политика открытости и международного сотрудничества. Однако ее не следует воспринимать как должное, особенно в контексте нарастания в последние годы скептических настроений в отношении выгод глобализации в целом.

Экономическая теория убедительно объясняет, почему свободный обмен знаниями выгоден: он способствует специализации различных инновационных кластеров по всему миру, делая производство знаний более эффективным и многоплановым. Знаниям присущи свойства общественного блага, что укрепляет преимущества открытости: если поток знаний создает экономические выгоды в других странах, не сокращая такие выгоды там, где эти знания созданы, то, значит, открытость дает возможность получения взаимных преимуществ.

Теоретически возможна ситуация, в которой стратегическое ограничение потоков торговли и знаний может быть выгодно с точки зрения определения пути развития экономики. Однако, как показывает опыт экономик с высоким уровнем дохода в последние десятилетия, поток знаний о новых технологиях оказывает в целом положительное воздействие.

### **Падение производительности НИОКР усиливает потребность в открытости**

Постоянное расширение технологических границ требует все больше усилий. Имеющиеся данные говорят о том, что для обеспечения той же скорости технологического прогресса, что и в прошлом, необходимо наращивать объем НИОКР.

Из-за снижения производительности НИОКР требуется постоянное увеличение объема инвестиций в инновации. Кроме того, необходимо сотрудничество и открытость. Чтобы найти решения все более сложных технологических проблем, нужны более крупные группы исследователей и повышение уровня специализации исследований, что может быть достигнуто с помощью открытости и международного сотрудничества.

### **Чтобы открытость дала результаты, необходимо международное сотрудничество...**

Международное сотрудничество в контексте инноваций имеет множество измерений. Оно необходимо для поощрения инвестиций в инновации с учетом потребностей и размера глобальной экономики. Также оно может играть важную роль в формировании благоприятных условий для ведения международного бизнеса. Наконец, путем объединения ресурсов правительства могут обеспечивать финансирование масштабных научных проектов, не укладывающихся в рамки национального бюджета и требующих участия технических специалистов из разных стран.

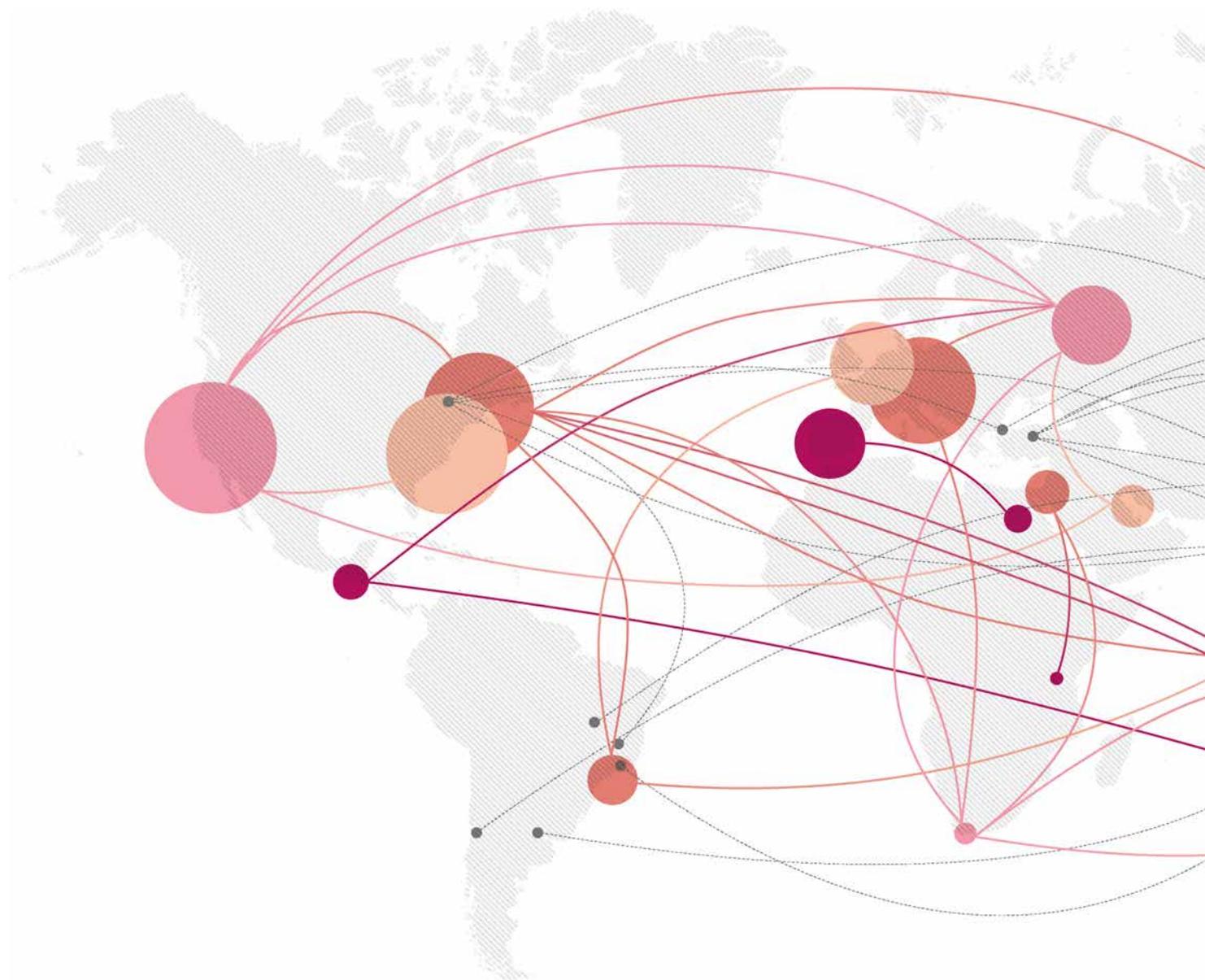
### **...и политика, направленная на преодоление растущего разрыва между регионами**

Одна из вызывающих беспокойство тенденций последних десятилетий касается повышения уровня межрегиональной поляризации в том, что касается доходов, инновационной активности, а также занятости высококвалифицированных кадров и заработных плат внутри стран. Открытость усиливает притяжение в регионы-лидеры. Как показано в настоящем докладе, наиболее динамичные очаги инноваций, встроенные в глобальные

инновационные сети, как правило, располагаются в тех районах, которые уже являются наиболее богатыми городскими агломерациями своих стран.

Политика региональной поддержки и развития может играть важную роль в оказании помощи отстающим регионам. Она может способствовать тому, чтобы основанный на инновациях рост принес пользу экономике в целом, не снижая при этом притягательность успешных регионов.

Наблюдается рост концентрации инновационной деятельности в городских очагах, которые при этом устанавливают связи и активизируют сотрудничество по всему миру.



# Изменение глобальной географии инноваций

**Инновационные технологии — это движущая сила экономического роста и повышения уровня жизни. Как отмечено в Докладе ВОИС о положении в области интеллектуальной собственности в мире 2015 года, за последние 200 лет темпы роста достигли беспрецедентного уровня. Благодаря целому ряду технологических прорывов удалось существенно повысить качество жизни и обеспечить повсеместное материальное благополучие. Однако некоторые национальные экономики растут быстрее и стабильнее других. Географическое распределение и распространение инновационной деятельности — как технологического, так и научного характера — в значительной степени объясняет, почему это происходит. Новые технологии, в свою очередь, определяют, где и каким образом создаются инновации<sup>1</sup>.**

В результате первой промышленной революции, начало которой положило появление парового двигателя в конце XVIII века, центром мирового промышленного производства стала Западная Европа, а именно Соединенное Королевство<sup>2</sup>. Это привело к изменению структуры мировой экономики и формированию новой глобальной иерархии развития. Не менее важным следствием было и то, что в Европе возникли устойчивые региональные различия и сформировалось так называемое европейское ядро, которое состояло из таких регионов и городов, как Манчестер и Лондон в Соединенном Королевстве, Нормандия, Париж и Лион во Франции, Рурская область в Германии, Льеж в Бельгии и франко-немецкий регион, включавший в себя Лотарингию, Саар и Люксембург<sup>3</sup>.

В ходе второй промышленной революции, в основе которой лежал широкий спектр электромеханических изобретений второй половины XIX века, Северная Америка присоединилась к числу регионов с высоким уровнем дохода, а промышленно развитые регионы Европы стали больше. Нельзя сказать, что обе промышленные революции происходили в одних и тех же странах, городах и регионах. Некоторые ключевые регионы приходили в упадок, а другие — процветали. В Европе волны индустриализации распространялись концентрическим образом, охватывая, среди прочего, юго-запад Франции, северо-восток Испании, коридор Милан — Венеция на севере Италии, а также Берлин, Вену, Краков и Прагу и двигаясь на север в сторону Осло и шведского Гётеборга. В США города на северо-востоке, такие как Бостон, Нью-Йорк и Балтимор, сохранили свою значимость. При этом индустриализация распространилась и на некоторые города Среднего Запада, а именно Чикаго, Детройт, Миннеаполис и Кливленд.

В 1970–1980-х годах началась третья промышленная революция, связанная с развитием цифровых и медико-биологических технологий, финансовым инжинирингом и важными прорывами в области транспорта и логистики. Она сопровождалась существенным ростом глобальной торговли и

инвестиционных потоков. Инновации и экономическое развитие распространились на Северо-Восточную Азию, охватив регион от Японии до Республики Корея, а позднее и Китай. Токио, Сеул, Шэньчжэнь и Пекин превратились в мегаполисы, в которых сегодня определяется направление технологического прогресса. Страны-лидеры с высоким уровнем дохода из Европы и Северной Америки удерживают передовые позиции в сфере инноваций, но и для их инновационного ландшафта характерны географические сдвиги.

Какие факторы определяют концентрацию инноваций в определенных географических районах и неравномерность их распространения? Помимо описанных выше общих тенденций, как именно меняется глобальная география инноваций? Как сегодня, в эпоху глобализации, компании организуют свою инновационную деятельность в разных точках мира?

В настоящем докладе предпринята попытка ответить на эти вопросы. Для этого, во-первых, рассматриваются экономические концепции и эмпирические данные, связанные с географическим распределением инновационной деятельности. Этому посвящена первая глава. Во-вторых, проводится анализ данных о географическом положении изобретателей, получивших патенты, и авторов научных публикаций. На основе этих данных показано, как менялась география инноваций за последние десятилетия. Во второй главе, где рассказывается о новых тенденциях, этот вопрос освещается с точки зрения таких набирающих актуальность и взаимосвязанных явлений, как глобальные инновационные сети (ГИС), географически сконцентрированные очаги инноваций и нишевые инновационные кластеры. Кроме того, функционирование ГИС проиллюстрировано с помощью двух тематических исследований: одно из них посвящено автономному автотранспорту, а второе — сельскохозяйственной биотехнологии. Эти исследования представлены соответственно в третьей и четвертой главе. В последней, пятой главе рассматриваются политические вопросы, касающиеся основных выводов доклада. В частности, подчеркиваются преимущества сохранения открытости национальных инновационных систем для международного обмена знаниями.

В настоящей главе проанализированы экономические силы, влияющие как на географическую концентрацию, так и на рассредоточение

источников знаний. В следующем разделе рассмотрены основные экономические теории и имеющиеся данные, касающиеся географической концентрации инновационной деятельности. Показано, что процессы создания знаний и их перемещения, приложения и присвоения усиливают глобальные инновационные и экономические иерархии. Также они обеспечивают концентрацию инноваций в пределах географических очагов или кластеров, большая часть которых носит характер городской агломерации. В разделе 1.2 рассматривается, как эти же процессы одновременно приводят к более активному распространению очагов инноваций в глобальном масштабе. Проанализированы основные силы, действующие главным образом через глобальные сети фирм, исследователей и предпринимателей и обеспечивающие связь между ключевыми центрами создания инноваций по всему миру. В заключительном разделе рассказывается о некоторых последствиях, к которым приводит существующая сегодня глобальная сеть высококонсолидированных очагов инноваций.

## 1.1 Концентрация инноваций в городских очагах

Для того чтобы очертить ландшафт инноваций, необходимо выяснить, какие силы способствуют концентрации инноваций, а какие — их рассредоточению. У географии экономического развития есть одна важная характерная особенность, типичная как для развитых стран с высоким уровнем дохода, так и для стран с формирующейся рыночной экономикой со средним уровнем дохода: высокий доход все в большей степени концентрируется в метрополитенских районах, что является отражением новых межрегиональных различий внутри стран. Эти районы также являются очагами формирования инновационных экосистем. В США можно привести два крупных примера: южная часть Области залива Сан-Франциско в Северной Калифорнии, или Кремниевая долина, и Бостонский метрополитенский район в Массачусетсе, или район Шоссе 128.

### Действие каких экономических сил способствует формированию агломерации инноваций?

Один из сложнейших вопросов, на который пытаются ответить специалисты по географии, экономике

и развитию, заключается в том, почему такие очаги, или агломерации инноваций, возникают и развиваются в том или ином месте. Этот вопрос затрагивает как общие факторы, которые лежат в основе кластеризации инноваций, так и конкретную географию этих агломераций<sup>4</sup>.

Этот вопрос рассматривается в рамках нескольких экономических теорий. В основном выделяются такие экономические факторы, как формирование пулов квалифицированной рабочей силы, эффект масштаба рынка и переток знаний (в местах концентрации инновационных компаний происходит фильтрация, или переток знаний от одной компании к другой). На эти факторы могут влиять как исторические случайности, так и целенаправленная политика. При этом ни одна из теорий не позволяет полностью ответить на поставленный вопрос. Одновременно действуют и силы, направленные в противоположную сторону, то есть в сторону географического рассредоточения, но имеющиеся данные свидетельствуют о том, что они менее сильны.

На рисунке 1.1 в графическом виде представлены основные факторы, способствующие концентрации инноваций, о которых пойдет речь далее.

### Влияет ли предложение рабочей силы на агломерацию инноваций?

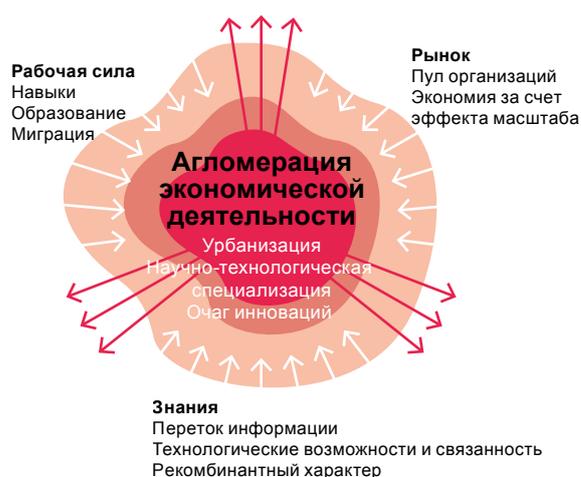
Согласно доминирующей экономической теории, предложение рабочей силы, причем как его объем, так и качество, может косвенно влиять на географическую концентрацию через множество механизмов<sup>5</sup>.

Предполагается, что разные регионы притягивают работников, обладающих разными навыками, то есть высококвалифицированные специалисты образуют кластеры, так как хотят взаимодействовать друг с другом. Это значит, что уровень квалификации и образования рабочей силы того или иного региона может выступать в качестве фактора притяжения. При этом миграция может менять структуру профессиональных навыков рабочей силы в принимающем регионе, усиливая агломерационный эффект.

Частью этой картины является то, что высококвалифицированные работники отдадут предпочтение

## Кластеризация людей, компаний и идей

Рисунок 1.1. Основные экономические факторы, способствующие географической концентрации инноваций



динамичным агломерациям и работе в сфере инноваций. Такая работа открывает возможности для карьерного роста и обучения в течение всей жизни, позволяя обеспечить трудоустройство и в будущем, когда автоматизация, скорее всего, поставит под угрозу существование многих традиционных офисных рабочих мест. Кроме того, она предусматривает высокую заработную плату, способную компенсировать рост стоимости жизни и жилья. При этом необходимость сокращения расходов вынуждает менее высокооплачиваемых и квалифицированных работников перемещаться на городскую периферию.

Как показывают эмпирические данные, в регионах, где в прошлом наблюдалась более высокая концентрация работников с высшим образованием, отмечается дальнейший рост доли таких работников, а также доходов на душу населения, числа патентов и других прямых и косвенных показателей инновационной активности. Характеристики местного предложения рабочей силы влияют на траекторию развития агломераций, в которых создаются инновации, и на региональную инновационную деятельность как в США, так и в Европейском союзе (ЕС)<sup>6</sup>.

Но какие факторы повлияли на концентрацию квалифицированной рабочей силы в том или ином регионе изначально? В определенные исторические

периоды наблюдалось изменение характера географического распределения квалифицированных специалистов в пользу их пространственного рассредоточения. Почему же их поведение внезапно изменилось и начался процесс географической концентрации? Такая тенденция была характерна для позднего этапа второй промышленной революции: в 1940–1980-х годах наблюдалась массовая миграция как квалифицированных, так и неквалифицированных работников со всего мира в ведущие развитые страны<sup>7</sup>.

Исторические случайности с участием неординарных людей могут отчасти объяснить местоположение инновационных агломераций, особенно в тех регионах, где зародились ключевые для каждой промышленной революции технологии. Например, есть мнение, что Кремниевая долина располагается в своем нынешнем месте благодаря тому, что Уильям Шокли, изобретатель полупроводников на основе кремния, решил переехать туда из Нью-Джерси, чтобы ухаживать за своей пожилой матерью. С Шокли связана еще одна история. Ему удалось привлечь в свою инновационную компанию ряд высококлассных специалистов. Но из-за его проблемного стиля управления в какой-то момент все они одновременно уволились. В результате неожиданно возникло несколько новых, отпочковавшихся компаний, и это стало первым примером такого типичного сегодня для Кремниевой долины способа развития. В истории инноваций есть множество подобных случаев, где главную роль сыграли отдельные люди.

Тем не менее случайный характер подобных «историй о великих изобретателях» вызывает определенные сомнения. С Кремниевой долиной связано так много известных людей (от Шокли и Фредерика Термана, одного из признанных отцов Кремниевой долины, до основателя Apple Стива Джобса и сооснователей Google Сергея Брина и Ларри Пейджа), что представляется маловероятным, что все они оказались там случайно. Более того, в работе Анны Ли Саксениан (1994) приводятся убедительные доводы в пользу того, что одного присутствия первых новаторов недостаточно. Многие выдающиеся изобретатели в области информационных технологий (ИТ) жили в Бостоне, но потом уехали оттуда. Точно так же, как и Уильям Шокли, который переехал в Область залива десятилетия назад, создатель Facebook Марк Цукерберг покинул Бостон ради Кремниевой долины, потому

что в Бостоне ему было сложно превратить свое прорывное изобретение в полноценную инновацию.

Кроме того, квалификация — это не однородная сущность, и разные технологии нередко требуют разного набора навыков, которые не всегда пересекаются. Специалиста в области финансов могут привлекать совсем не те места, которые интересны ИТ-инженеру, причем такие места и вакансии не являются взаимозаменяемыми. Но в то же время при создании той или иной конкретной инновации разные профессии и навыки могут дополнять друг друга.

### **Взгляд со стороны спроса: как рыночные силы создают инновационные хабы**

Рыночные силы — это еще один фактор, обеспечивающий географическую концентрацию инновационной деятельности. В основном они формируются благодаря действию на рынке пула организаций, в особенности частных компаний, и возникающим впоследствии эффектам, обеспечивающим экономию за счет масштаба, расширения ассортимента и транспортировки.

Этот пул является основой различий в производительности между регионами. Как и в историях, связанных с неординарными личностями, исторические случайности могут быть не менее важны и для зарождения инновационной экосистемы, которая затем будет развиваться естественным образом благодаря перемещению квалифицированной рабочей силы и переводу соответствующих видов деятельности. Подобные случайности обычно связаны с тем, что ключевые для местной экономики компании, которые также называют опорными, совершают инновационный прорыв. В такие моменты эти фирмы могут оказывать особенно сильное воздействие на формирование агломерации. Но бывает и по-другому. Например, в 1950-е годы компания Motorola переместила одно из первых крупнейших предприятий по производству полупроводников в Финикс, штат Аризона. Однако этот город не стал центром ИТ-индустрии<sup>8</sup>. Компания считала, что ее предприятие станет географически изолированным первопроходцем в этой новой технологической отрасли. Но все оказалось иначе, и лишь те компании, которые не изолировали себя от формирующейся Кремниевой долины (например, производитель полупроводников Fairchild и

компьютерная компания Hewlett-Packard), смогли идти в ногу с быстрым технологическим прогрессом.

Регионы, где наблюдается высокая концентрация промышленных предприятий, могут пользоваться преимуществами более полноценного местного рынка труда. Фирмам проще искать специалистов, что снижает затраты на перекалфикацию работников или их переезд. Кроме того, там, где концентрация фирм выше, чаще появляются новые фирмы. Причем производительность таких фирм напрямую зависит от производительности первичного пула компаний. Агломерация и инновационность автомобильной промышленности в Детройте в первой четверти прошлого века во многом были обусловлены тем, что новые предприятия продолжали использовать технологические и организационные практики тех компаний, от которых они отделились.

Еще один важный фактор, влияющий на концентрацию, — это академические учреждения, например университеты. Пространственная концентрация инновационной деятельности зависит от концентрации выпускников вузов и научно-технических работников. В США квалифицированные кадры, особенно в сфере услуг, переезжают в более крупные города из малых и средних. Академические исследования также носят более продуктивный, творческий характер, а значит, и оригинальный характер в более крупных и разнородных агломерациях<sup>9</sup>.

В новых теориях в области экономической географии аргумент, основанный на существовании пула организаций, был расширен и доработан. В отличие от традиционного пространственного анализа, географическая концентрация в рамках таких теорий рассматривается как процесс, подобный формированию снежного кома, когда регионы постепенно притягивают фирмы-поставщики и квалифицированных специалистов. В самом простом смысле расхождения в географической концентрации между двумя аналогичными регионами объясняются просто региональными различиями в производительности. Этот же фактор определяет усиление концентрации в ключевых регионах по сравнению с периферией. Базовый механизм заключается в том, что любая очевидная разница в производительности или уровне инновационности конкретного региона обеспечивает или укрепляет лидирующие позиции более инновационного или производительного региона<sup>10</sup>.

Согласно этим теориям, агломерационные рыночные силы начинают работать в тот момент, когда кластеризация в конкретной точке становится выгодна и фирмам, и потребителям. Производство потребительских товаров удобно размещать в агломерациях с крупными местными рынками, так как там возможна экономия за счет масштаба, разнообразия и транспортировки. Экономия за счет транспортировки имеет место в том случае, когда местные фирмы могут обслуживать крупный местный рынок быстрее и дешевле, чем фирмы из других мест. Точно так же фирмы, действующие на крупных рынках, получают возможность экономить за счет масштаба, поскольку их невозвратные капиталовложения распределяются по большему числу проданных единиц продукции, а производственные процессы оптимизируются благодаря множеству повторений. Потребители на крупных рынках имеют доступ к большему разнообразию товаров и могут найти конкретную разновидность того или иного продукта. Более того, на крупном рынке могут действовать фирмы, специализирующиеся на такой разновидности. Эти три механизма экономии (за счет транспортировки, масштаба и разнообразия) также влияют на фирмы, которые производят промежуточные товары на местной основе, что усиливает эффект экономии на более низких этапах местной цепочки поставок<sup>11</sup>.

### **Влияют ли переток знаний и технологические условия на рост концентрации?**

Однако размер рынка и доступность квалифицированной рабочей силы в том или ином регионе не гарантируют, что этот регион станет центром следующей волны инноваций. Преимущества, полученные от предыдущих инновационных процессов, не обеспечивают технологических преимуществ в будущем.

Помимо размера рынка и наличия полноценного рынка рабочей силы, положительным фактором, влияющим на совместное размещение инновационных фирм и академических центров, а также доступность талантливых специалистов, является так называемый переток информации и знаний<sup>12</sup>. Существующие технологические или организационные практики не ограничивают этот процесс, и знания могут передаваться между структурами или лицами. Фирмы более успешно используют

эффекты экономии за счет масштаба или разнообразия, если у них есть возможность пользоваться опытом других фирм. Квалифицированные работники передают неявные знания в ходе взаимодействия с другими квалифицированными работниками, смены места работы или переезда.

Большая часть эмпирических данных указывает на то, что переток знаний отличается чрезвычайно высокой географической концентрированностью. Это объясняется главным образом тем, что кодификация знаний, обмен ими и их усвоение требуют существенных затрат. Хотя передача информации между структурами и регионами происходит все более свободно, переток знаний, необходимых, например, для интерпретации этой информации, в большей степени привязан к конкретному месту. Для обеспечения движения знаний фирмы, академические организации и отдельные лица должны активно взаимодействовать, сотрудничать, а иногда и перемещаться. Таким образом, концентрация перетока знаний может быть как следствием агломерации инноваций, так и ее стимулом. Инновационные фирмы могут перемещаться туда, где переток знаний идет активнее, тем самым усиливая его в этом регионе и вытесняя неинновационные фирмы на периферию<sup>13</sup>. Такое развитие региона одновременно в пространственном и инновационном смысле может определять его дальнейшую судьбу, иногда необратимым образом.

Хотя прошлые технологические достижения во много определяют, будут ли инновации создаваться в будущем, не все инновационные регионы развиваются по одному и тому же пути. В 1930-х годах основополагающие ИТ-технологии создавались как в Принстоне, Нью-Джерси, где располагалась компания RCA Laboratories, так и в Кремниевой долине. Однако в дальнейшем эти регионы развивались очень по-разному. В основе выдающегося пути Кремниевой долины лежали уже существующие и дополняющие друг друга отрасли по производству электронных ламп, ламп СВЧ и кремниевых компонентов. Эти отрасли обогатили инновационную ИТ-экосистему Северной Калифорнии, обеспечив беспрепятственный перенос технологических возможностей и новых подходов к управлению в формирующуюся ИТ-индустрию. В Принстоне и других центрах восточного побережья технологическая ИТ-экосистема была не такой разветвленной, а ее основой являлись лишь несколько крупных компаний<sup>14</sup>.

В этом смысле у более диверсифицированных агломераций было больше возможностей для успешного перехода на новые технологические возможности<sup>15</sup> по сравнению с узкоспециализированными. В литературе можно найти множество примеров того, как узкоспециализированные экономики замыкаются на своих технологиях и не могут перестроиться, если произошло резкое падение спроса или технологический сдвиг. Судя по всему, более благоприятными для появления технологических инноваций являются те регионы, которые обладают широким портфелем технических компетенций, особенно если такие компетенции хорошо сочетаются друг с другом. Доминирующие отрасли, как правило, стремятся монополизировать кадровые ресурсы, экономические факторы производства, такие как капитал или предпринимательский потенциал, и внимание. Такая концентрация ресурсов в принципе может вытеснять другие виды деятельности и направлять эволюцию региональных экономик по разным путям. Одним из ярких примеров чрезмерной специализации является Детройт, или «город моторов». Тем не менее некоторые высокоспециализированные центры машиностроения и автомобилестроения смогли перестроиться с учетом нового этапа технологического прогресса, например Штутгарт в Германии. Бостон когда-то был узкоспециализированным центром текстильной промышленности, но сегодня это центр высоких технологий. Способность региона к экономической эволюции определяется имеющимися у него возможностями для перехода на смежные технологии и технологическим потенциалом<sup>16</sup>.

Однако технологическая взаимосвязанность и взаимодополняемость — это еще не все. Есть множество примеров того, как регионы становились центрами новых крупных отраслей без каких-либо технологических предпосылок для этого. Лос-Анджелес не был центром машиностроения ни в 1920-е, ни в 1930-е годы, и при этом он стал центром американского авиастроения, а к 1940-м годам — крупнейшим в мире аэрокосмическим кластером. Кроме того, ничто не предвещало развития в этом городе индустрии развлечений, когда примерно с 1915 года там стали размещаться первые киностудии. В 1890-е годы в Детройте по сравнению с Иллинойсом было меньше предпосылок для развития производства механического оборудования, однако именно Детройт быстро стал центром американской автомобильной промышленности.

В этих и многих других случаях существовало технологическое окно возможностей. Оно представляет собой своего рода разрыв в технологической связанности, который в значительной степени нивелирует преимущества, обеспечиваемые уже сложившейся агломерацией, и на начальном этапе существования новой технологии на короткое время устанавливает относительно равные условия игры.

Таким образом, в основе взаимосвязи между инновациями и географией лежит сочетание личностных, организационных и технологических предпосылок. Как показывает фундаментальное сравнение Бостонского района и Кремниевой долины, проведенное в работе Анны Ли Саксениан (1994), траектория экономического развития того или иного региона и то, какие новые виды деятельности могут в нем зародиться и закрепиться, определяются предпринимательской активностью, организацией производства и системной координацией, характерной для существующих фирм и субъектов этого региона.

### Может ли политика влиять на формирование сил, стимулирующих агрегирование инноваций?

Практически нет систематических и масштабных данных в пользу того, что политика, направленная на формирование новых локальных кластеров, может быть успешной. Последние несколько десятилетий изобилуют неудачными инициативами по созданию технополисов или «новой Кремниевой долины». Не исключено, что государственные дотации в действительности привлекают «неправильные» фирмы, которые отличаются низкой производительностью и зависят от субсидий либо просто не готовы к установлению связей с другими местными фирмами, опасаясь утечки интеллектуальной собственности (ИС). Поскольку путь развития зависит от отраслевого роста и формирования кластера, возможность влияния на эти процессы с помощью политики вызывает большие сомнения. Как и в живой природе, фирмы образуют инновационные экосистемы, которые не так просто скопировать или воспроизвести, потому что они встроены в территориально обусловленную институциональную среду и ткань социума<sup>17</sup>.

Тем не менее это не означает, что политика в принципе не может влиять на формирование кластеров. В рамках любой национальной системы развития

инноваций рыночные силы — это далеко не единственный фактор, определяющий географию инноваций. К числу ключевых субъектов, обеспечивающих инновационность стран и регионов, относятся академические учреждения и сектор высшего образования. Это особенно справедливо для развивающихся экономик, так как там государственные инвестиции являются основным источником расходов на НИОКР<sup>18</sup>. Государственная поддержка инновационной деятельности зависит от самых разных обстоятельств. В некоторых странах и регионах замедление роста производительности стало стимулом для возрождения промышленной политики. Во многих наиболее успешных экономиках, которые в прошлом были экономиками со средним уровнем дохода, в период экономического роста проводилась промышленная политика с сильным инновационным компонентом.

В США один из известных примеров успешной политики в этой области — это Парк исследовательского треугольника (Research Triangle Park) в Северной Калифорнии. Его вряд ли можно считать аналогом Бостонского района или Кремниевой долины, но он является лидером в самых разных высокотехнологичных областях, а также одним из самых первых и наиболее успешных исследовательских парков<sup>19</sup>. Государственная политика может также влиять на географию инноваций более косвенным образом: через систему НИОКР и, в частности, через университеты и государственные исследовательские лаборатории и организации. В США в период 1875–1975 годов существовала федеральная система предоставления земли университетам (land-grant colleges system), благодаря которой удалось расширить географию исследовательских университетов, чему также способствовало федеральное финансирование. Наиболее успешной является, пожалуй, государственная система Калифорнийского университета, в которую входят шесть ведущих университетов мира. Те же принципы относятся и к географическому распределению лабораторий государственного сектора, таких как национальные лаборатории в США или лаборатории Национального совета по научным исследованиям (CNRS) во Франции.

Аналогичным образом большинству бывших стран со средним уровнем дохода, которые в настоящее время являются инновационными регионами с высоким уровнем дохода (например, Республика Корея, Сингапур и Израиль), удалось создать

высококласные исследовательские университеты<sup>20</sup>. Что касается Китая, то, как представляется, появление здесь ведущих инновационных кластеров также связано с инвестированием в создание крупнейших в мире исследовательских университетов.

В экономиках со средним уровнем дохода тоже есть отдельные примеры успешного вмешательства государства в целях формирования кластеров. Например, в 2008 году муниципальные власти Чунцина, Китай, способствовали переносу нескольких небольших кластеров по производству компьютеров из прибрежного региона в город. Их политика предусматривала инвестиции в инфраструктуру, меры по организации рынка труда и другие ориентированные на бизнес действия, что стимулировало появление новых деловых инициатив и развитие предпринимательства. Однако в этом случае были перенесены существующие кластеры, а не созданы новые. В Китае проводились и другие инициативы, которые предусматривали использование самых разных подходов в зависимости от возможностей и потенциала местной администрации. В Индии инвестирование в космическую программу в Бангалоре способствовало появлению ИТ-кластера. Затем он начал развиваться естественным образом, чему способствовала политика развития инфраструктуры и человеческого капитала. Все эти кластеры изначально были центрами промышленного производства, а инновационный характер они начали носить по мере дальнейшего развития. Однако этот процесс также предполагал существенное участие транснациональных компаний, роль которых в глобальных инновационных сетях будет рассмотрена далее<sup>21</sup>.

Все государственные инвестиции, необходимые для осуществления таких стратегий, должны быть крупными, долгосрочными и надлежащим образом организованными с институциональной точки зрения. Однако в этом случае некоторые регионы начинают достигать выдающихся результатов, что неизбежно противоречит принципу равенства регионов. Сегодня такая ситуация имеет место фактически в каждой крупной стране, где существует государственная система высшего образования. Это связано с тем, что размещать хорошо финансируемые исследовательские университеты во всех регионах нецелесообразно. Поэтому любая эффективная политика по поощрению инноваций в конечном итоге приводит к некоторой внутренней концентрации.

Кроме того, в сегодняшней агломерированной инновационной среде происходит активное укрепление определенных институтов государственного сектора, особенно университетов, с помощью рыночных сил, которые делают некоторые из них более привлекательными для студентов, преподавателей и доноров. Это снижает эффективность государственной политики, направленной на распространение инноваций в разных регионах, и создает риск того, что такая политика будет проводиться в соответствии с географическими моделями, характерными для частного сектора, в результате чего выгоды будут получать в основном те регионы, где есть прочные институты и благоприятные условия. К сожалению, с помощью механизмов поощрения инноваций и проведения промышленной политики лишь изредка удается как повысить национальный уровень инновационной активности, так и распределить такую активность относительно равномерно по национальной территории.

На агломерацию инноваций могут косвенно влиять и другие политические стратегии (или их отсутствие). Предпочтения высококвалифицированных работников, предпринимателей и инновационных компаний в пользу определенных агломераций могут быть следствием целенаправленной политики по формированию кластеров. Однако на такие предпочтения влияет также налоговая, социальная и образовательная политика, равно как и социальное обеспечение<sup>22</sup>. Например, в успешных инновационных регионах с нерегулируемыми рынками недвижимости, вероятно, будет наблюдаться рост цен на жилье, что приведет к вытеснению низкоквалифицированных работников и их перемещению в регионы с более дешевым жильем, о чем шла речь выше.

### **Почему тенденции к географической концентрации и рассредоточению существуют одновременно?**

В рамках глобального процесса рассредоточения наблюдается существенная региональная концентрация, примеры которой уже приводились выше. Это еще одна важная особенность современной географии инноваций. Хотя инновационная активность все больше концентрируется в метрополитенских районах, она также постепенно распространяется на хабы за пределами традиционных центров в США и Западной Европе.

Эмпирические данные указывают, с одной стороны, на важность глобального характера инноваций, который становится все сильнее, а с другой — на укрепление сил, ведущих к агломерации и концентрации инноваций в конкретных (нередко метрополитенских) районах. Эти тенденции не являются антагонистами. Они, напротив, усиливают друг друга. Если графически изобразить этот формирующийся ландшафт, то мы увидим глобализированную систему со множеством отдельных хабов. Мировая система инновационной деятельности связывает национальные инновационные системы и глобальные фирмы, образуя ландшафт со множеством пиков, где создаются знания. В итоге формируется глобальная сеть таких пиков, или хабов, многие из которых с точки зрения создания и распространения знаний лучше связаны друг с другом, чем с внутренними районами своих стран.

Сегодня отличительной чертой ведущих агломераций, где концентрируется инновационная деятельность, является международная открытость. Но дистанционный обмен знаниями — это не новая характеристика экономической системы. В ходе первой и второй промышленных революций знания и технологии активно перемещались, международная имитация и соперничество были важными элементами ландшафта, и всегда существовали сети людей, которые помогали осуществлять обмен знаниями. Однако в прошлом он часто предполагал показ и возможную последующую имитацию того, что было создано в конкурирующей агломерации.

Современные кластеры знаний поддерживают дистанционные связи, которые со временем становятся более организованными и обширными. Нередко в рамках таких связей несколько агломераций ведут совместную разработку технологий. Это происходит как внутри отдельных фирм, так и на основе сотрудничества между конкурирующими фирмами.

Таким образом, сегодня агломерации, в которых создаются знания, не являются самодостаточными локальными системами. Скорее они состоят из множества ключевых узлов, функционирующих в рамках разветвленных и глобальных инновационных сетей<sup>23</sup>. Действительно, наибольшей производительностью отличаются те локализованные системы, которые также по максимуму встроены

в дистанционные отношения разного рода. Путем установления подобных связей в регион могут поступать новые знания. Новаторы опираются на сотрудничество как внутри, так и за пределами тех организаций и регионов, в которых они работают.

Таким сетям географического распространения инноваций будет посвящен следующий раздел.

## 1.2 Сети и глобальное распространение инноваций

В последние десятилетия значительно расширились глобальные сети производства и поставки товаров и услуг. По сравнению с предыдущими волнами глобализации текущая волна отличается тем, что в глобальных производственно-сбытовых цепочках гораздо выше доля внутриотраслевого обмена как компонентами, так и готовой продукцией. До 2000 года большая часть такой внутриотраслевой торговли шла между несколькими странами, в основном в Северном полушарии. Однако затем началось активное установление связей между развивающимися странами и всем остальным миром. В глобальных производственных сетях нередко существуют разнонаправленные или круговые торговые потоки, в которых экспортируемая продукция используется для последующего производства и в итоге превращается в импорт, что приводит к размыванию границ между иностранным и внутренним производством<sup>24</sup>.

Другими словами, текущий этап глобализации характеризуется сложными формами взаимозависимости, которые не только существуют между экономиками как таковыми, но и заложены в самом устройстве экономической системы — как внутри фирм и отраслей, так и между ними. Это также справедливо для базовых сетей и экосистем инновационной деятельности, которые являются как следствием глобальной производственной интеграции, так и все в большей степени ее причиной.

Однако процессы глобализации и усложнения характерны не только для систем производства. Все большей разветвленностью и сложностью отличается устройство системы создания знаний. Глобализация инновационной деятельности является результатом усиления международной интеграции экономической деятельности и укрепления роли знаний в экономических процессах<sup>25</sup>.

С середины XX века до начала Мирового экономического кризиса в 2008 году технологическая активность также постепенно интернационализировалась, а международная система инноваций распространялась на новые страны. Что касается более недавнего периода, то некоторые данные свидетельствуют о выборочном возвращении определенных ключевых видов деятельности в области НИОКР и инноваций обратно в те страны, где они начинались. Но в то же время в посткризисный период наблюдается усиление оформленности цепочек создания стоимости вне зависимости от национальных границ, что ведет к росту внутрифирменных торговых потоков и, соответственно, потоков знаний<sup>26</sup>.

### Действие каких экономических сил обеспечивает распространение инноваций?

Экономические силы, которые способствуют распространению инноваций, очень сходны с теми, которые стимулируют их концентрацию в конкретных кластерах. Экономические субъекты, находящиеся в очагах инноваций, распространяют инновации на другие регионы мира, и наоборот. Поэтому процесс глобального распространения инноваций можно рассматривать в контексте функционирования сети, в которой потоки знаний и технологий движутся в двух направлениях.

Следует помнить, что географическое распространение инноваций на периферийные районы региона или страны нередко носит ограниченный характер, поскольку силы, способствующие концентрации, слишком велики. Однако те же концентрические силы, которые действуют в одном городском кластере, характерны и для других кластеров. Это может способствовать установлению взаимовыгодных отношений, обеспечивающих дальнейшее распространение инноваций и знаний. Регионы, которые распространяют и получают инновации, скорее всего, сохраняют связанность. При этом соответствующие потоки знаний и технологий нередко обходят стороной периферийные регионы мира и способствуют установлению прямых связей с основными экономическими агломерациями.

На рисунке 1.2 графически изображены три основные двунаправленные экономические силы, способствующие установлению связей в рамках

международной и межрегиональной сети: рынок, квалифицированная рабочая сила и знания.

### Связи между людьми, компаниями и идеями устанавливаются вне зависимости от географических границ

Рисунок 1.2. Основные двунаправленные экономические силы, способствующие распространению инноваций



Ключевой характеристикой современной среды создания инноваций является международная и межрегиональная мобильность квалифицированных специалистов, что обеспечивает установление межличностных связей между центрами инноваций. Такая мобильность может стимулировать международное рассредоточение инновационной деятельности путем укрепления этих инновационных сетей<sup>27</sup>.

Конечно, глобальное рассеивание знаний обеспечивается не за счет произвольной мобильности. Специалисты перемещаются туда, где они смогут с большей вероятностью найти необходимые условия и нужных людей для раскрытия своего инновационного потенциала. Как уже было отмечено, такие сети являются не просто движущей силой распространения инноваций и мобильности, но и центрами притяжения для квалифицированной рабочей силы. В географических центрах, где располагаются ключевые узлы инновационной деятельности, а сети отличаются глубиной, специалисты могут учиться и больше зарабатывать. Возможности для приобретения опыта и повышения квалификации

считаются одним из ключевых факторов перемещения квалифицированных кадров в дорогие города, несмотря на высокую стоимость жизни, что способствует быстрому увеличению географических различий в заработной плате специалистов. Эту картину дополняют данные о том, что на настоящий момент темпы как международной, так и межрегиональной «утечки мозгов» находятся на очень высоком уровне.

Трудовая мобильность может иметь разную направленность. После того как концентрация квалифицированных мигрантов в том или ином регионе достигла высоких показателей, такие мигранты нередко образуют сеть на основе диаспоры, что обеспечивает связь между регионом происхождения и регионом назначения. Кроме того, многие высококвалифицированные мигранты возвращаются в родной регион, чтобы применять свои более глубокие профессиональные навыки в качестве предпринимателей.

В работе Анны Ли Саксениан (1999) рассматривается взаимодействие между людьми и инвестиционными сетями на примере мобильности квалифицированных азиатских предпринимателей в Кремниевой долине. Автор рассказывает, как работники переезжают в Кремниевую долину, наращивают человеческий капитал и опыт и интегрируются в местные сети, продолжая при этом поддерживать связи с родиной. Например, китайские и индийские инженеры, получившие образование в США, координируют взаимодействие между технологическими компаниями из Кремниевой долины и предприятиями, которые занимаются производством и разработкой в их родных странах. В ходе перемещения азиатские предприниматели участвуют в обмене знаниями, что приводит к такому явлению, как циркуляция умов. Опираясь на свои сети, они также стимулируют инвестирование в новые коммерческие предприятия, что способствует параллельному движению сетей и каналов прямых иностранных инвестиций (ПИИ).

Аналогичным образом транснациональные компании (ТНК), перемещающие свои научно-исследовательские площадки на периферию в целях получения преимуществ более высокой квалификации или более низкой стоимости рабочей силы, также создают двунаправленные потоки знаний, по крайней мере в регионе своей штаб-квартиры.

Как представляется, доступ к квалифицированным работникам и снижение затрат на НИОКР — это ключевые стимулы для интернационализации НИОКР для ТНК. На глобальном уровне патентование все чаще является результатом сотрудничества крупных групп, действующих в организационных рамках ТНК. Например, результатом такого сотрудничества является существенная доля китайских и индийских патентов, регистрируемых в Ведомстве США по патентам и товарным знакам (ВПТЗ США)<sup>28</sup>.

### Рыночные силы и роль ТНК в интернационализации сетей

Силы, способствующие агломерации рынка и распространению инноваций, обеспечивают установление связей внутри фирм, между фирмами и организациями разного типа. Например, размер рынка может заставить фирму переместить производство в целях снижения расходов на транспорт и экономии за счет масштаба. При этом неизбежно будет происходить передача технологий, так как это необходимо для налаживания работы нового производственного предприятия, а при адаптации продукта к местным вкусам или нормативным требованиям возникнут обратные потоки знаний.

Ключевыми субъектами такого дистанционного технологического взаимодействия являются ТНК. Они могут не только получать преимущества более низких издержек и более квалифицированной рабочей силы, но и интернационализировать свою научно-исследовательскую деятельность в целях использования других внешних рыночных факторов, таких как более короткий срок вывода продуктов на рынок, и выгод, предоставляемых локализованными точками концентрации технологического потенциала. Обратные потоки ПИИ могут также быть полезны для существующих центров инноваций. ТНК из стран со средним уровнем дохода все шире используют внешние ПИИ для расширения охвата рынка и привлечения стратегических активов, таких как технологии, навыки, коммерческие знания и бренды. Очевидно, что местный технологический потенциал важен для привлечения ПИИ такого рода только в том случае, если потенциальное дочернее предприятие будет заниматься высокотехнологичной деятельностью.

Внутрифирменный и межфирменный перевод НИОКР в другие регионы повышает эффективность

корпоративной деятельности в области инноваций<sup>29</sup>. В ключевых наукоемких районах мира обычно располагаются как ведущие фирмы, которые формируют такие международные сети и участвуют в них, так и иностранные фирмы, желающие получить доступ к их экосистемам создания знаний, квалифицированным кадрам и исследователям.

Наличие пула специализированных поставщиков также является стимулом для установления связей с другим регионом. Соответствующий регион может специализироваться на определенной технологии, актуальной для сопутствующих отраслей, даже если они расположены в других местах. Между покупателем и специализированным поставщиком образуются двунаправленные потоки знаний, которые принимают форму технических спецификаций и товаров, изготовленных с использованием той или иной технологии. В отраслях со сложной цепочкой поставок эти связи могут охватывать несколько центров, образуя сложные и нередко международные производственные сети.

Судя по всему, силы, стимулирующие формирование агломераций, привлекают ТНК и другие компании, особенно производящие товары с высокой добавленной стоимостью, в конкретные регионы как в развитых, так и в развивающихся странах. В результате начинается процесс кластеризации, что постепенно снижает зависимость этих направлений от факторов, связанных исключительно с затратами и относительным технологическим потенциалом. Предоставляемые тем или иным местом нематериальные преимущества, такие как переток знаний, концентрируются в конкретных регионах, городах и локальных системах. Выгоды, обеспечиваемые новыми динамичными локальными инновационными экосистемами, могут использоваться как ТНК в этих местах, так и их штаб-квартирами и всей цепочкой создания стоимости. Поэтому возникающие в результате потоки знаний носят изначально двунаправленный или разнонаправленный характер, перемещаясь между исходным местом и местом назначения<sup>30</sup>.

### **Распространение знаний: взаимодействие на уровне организаций и отдельных лиц**

Сегодня географическая близость — это не единственный источник перетока знаний<sup>31</sup>. К числу внешних факторов в этой связи начинают относиться

силы, способствующие распространению инноваций через взаимодействие на уровне организаций и отдельных лиц или через профессиональные сети. Географическая близость может усиливать эти организационные и профессиональные связи, но она не является обязательным условием их существования.

Дистанционное взаимодействие на уровне организаций — например, в рамках глобальных цепочек создания стоимости или международных научных сетей — снижает операционные издержки фирм и исследовательских организаций. Эти организованные структуры могут обеспечивать углубленный обмен знаниями, не требуя при этом расположения в одном месте. Эффект усиливается, если субъекты действуют в соответствии со стандартизированными правилами или процедурами, установленными их организациями или пулом организаций. В 1981 году компания Microsoft открыла кампус в Кремниевой долине только для того, чтобы обеспечить связь между своими серверными операциями в Бельюва (позднее в Редмонде) и динамичной Областью залива.

Аналогичным образом связи, основанные в большей степени на взаимодействии людей и менее институционализированные, например профессиональные и научные сообщества, могут также обеспечивать эффективный обмен знаниями при соблюдении согласованных правил и процедур. Это формирует социальную близость между новаторами, в основе которой могут лежать самые разные связи — от межличностных до принадлежности к одной и той же культуре или группе, — что снижает издержки на взаимодействие, облегчает контроль и повышает доверие в целях создания новых знаний и обмена ими.

Эти экономические силы переплетаются до такой степени, что разделить их очень сложно. Как и в случае агломерации знаний, на распространение знаний влияют факторы, неразрывно связанные с фундаментальными основаниями, которые дают начало силам, обеспечивающим распространение квалифицированных кадров и расширение рынка, о чем шла речь выше.

Как можно видеть, интернационализация корпоративных НИОКР играет ключевую роль во всех этих дистанционных технологических взаимодействиях, превращая ТНК в один из наиболее важных типов

организаций и сетевых узлов в международном перетоке новых знаний. Международные дочерние компании ТНК приобретают все большую автономию и становятся — при наличии надлежащих стимулов — более интегрированными в региональные и местные системы разработки инноваций. Рост автономии международных дочерних компаний также означает, что возрастает значимость выбора конкретного субнационального местоположения, на который влияют не только затраты, но и целый ряд других факторов<sup>32</sup>. Характеристики региональной инновационной экосистемы, включая ее институты, особенно важны для привлечения иностранных инвестиций в инновационную и технологическую деятельность. В этой связи они становятся важными факторами на более высоких и наукоемких этапах глобальной цепочки создания стоимости.

### Развитие глобальных инновационных сетей

Создание знаний и инноваций уже давно стало международным явлением, но только в последнее время оно приобрело подлинно глобальный характер<sup>33</sup>. Сегодня субъекты, расположенные в разных странах, могут осуществлять инновационную деятельность в действительно интегрированной форме. Все чаще инновации становятся результатом функционирования глобальных сетей, объединяющих рассредоточенные центры знаний<sup>34</sup>.

Именно на общем фоне глобализации знаний и инноваций, когда производство требует более высокой степени функциональной интеграции, возникла концепция глобальных инновационных сетей. Глобальная инновационная сеть — это глобально организованная сеть взаимодействия между организациями (фирмами и др.), участвующими в создании знаний, результатом чего являются инновации. Такие сети характеризуются 1) действительно глобальным охватом (то есть это не только сети, базирующиеся в странах с высоким уровнем дохода); 2) связанностью и 3) обеспечением достижения результата, то есть инноваций<sup>35</sup>.

Формирование глобальных инновационных сетей является результатом стратегии вовлеченных в них организаций, направленной на создание знаний. Это отличает их от глобальных производственных сетей, которые в большей степени связаны

со стратегиями по повышению эффективности и расширению рынка. Таким образом, основой глобальных инновационных сетей является обмен знаниями и их интеграция, а также дальнейшее создание знаний, а не просто производство<sup>36</sup>. Глобальные инновационные сети формируются в основном путем интернационализации корпоративных НИОКР.

Поэтому ТНК могут оказывать существенное влияние на географическую концентрацию и глобальное распространение (то есть форму) глобальных инновационных сетей, так как именно они определяют места направления инвестиций, размещения производства и получения знаний<sup>37</sup>. Географические условия и существующая отраслевая система создания инноваций имеют особое значение, поскольку они являются движущими силами на самых сложных и высокотехнологичных этапах цепочки поставок, на которых, в частности, ведутся НИОКР и проектирование и предоставляются высокотехнологичные коммерческие услуги<sup>38</sup>. Перевод научно-исследовательской деятельности на периферию стал причиной формирования новых взаимосвязанных архитектур инноваций и исследований, а также новых схем совместного размещения с производственными мощностями. Это открывает перед регионами и городами новые возможности для установления связей с различными частями или функциями глобальных производственно-сбытовых цепочек в целях содействия экономической модернизации и инновациям.

В то же время участие в глобальных сетях представляет сложность для более слабых регионов, так как они могут быть вынуждены заниматься деятельностью с низкой добавленной стоимостью и низким уровнем инноваций. Географическая неравномерность участия и включенности в глобальные производственные сети и цепочки создания добавленной стоимости порождает новые схемы распределения деятельности по принципу «ядро — периферия» на глобальном ландшафте инноваций.

Согласно подавляющему большинству публикаций по международному бизнесу, основой формирования глобальных инновационных сетей являются связи организационного характера — как внутри фирм, так и между ними<sup>39</sup>. Начиная с 2000-х годов в международных совместных изобретениях существенно возросла доля изобретателей из Индии и Китая. Однако значительная часть таких

изобретений, как и прежде, контролируется фирмами из США, Японии и нескольких стран Западной Европы. Это говорит о том, что компании могут разделять научно-исследовательский процесс на несколько этапов/сегментов, как в случае товарного производства, что позволяет новым странам участвовать в различных сегментах в зависимости от их сравнительных преимуществ<sup>40</sup>. Это способствует превращению существующих глобальных цепочек создания стоимости или производственных сетей в глобальные инновационные сети.

Кроме того, все больше исследований указывает на то, что наряду с организационными связями важную роль в формировании глобальных инновационных сетей играют личные взаимоотношения<sup>41</sup>. Такие взаимоотношения могут принимать очень разные формы: от международного сотрудничества между конкретными лицами в области инноваций до международной мобильности ученых, новаторов и предпринимателей<sup>42</sup>. Однако основой межличностного сотрудничества нередко служит межорганизационное взаимодействие. В качестве приемлемого способа частичного преодоления барьеров, связанных как с географической удаленностью, так и с различиями в национальных культурах, традиционно используются внутренние сети транснациональных компаний. При этом недавнее снижение транспортных и коммуникационных расходов, безусловно, способствует укреплению международных связей между людьми, не требуя при этом создания соответствующей организационной структуры<sup>43</sup>.

### 1.3 Выводы

Для инновационной деятельности всегда была характерна географическая концентрация и существование очагов инноваций: для первой промышленной революции Манчестер был тем, чем Сан-Франциско стал для третьей. Однако в течение длительного периода времени между этими двумя революциями распространение способности к инновациям в передовых экономиках носило, как представляется, поэтапный характер. Поэтому существенная концентрация инновационной деятельности, начавшаяся в конце XX века, требует дополнительного анализа.

Изначально фирмы создавали кластеры вокруг производственно-сбытовых цепочек. В ходе первой

и второй промышленных революций наблюдалась группировка инновационной деятельности и основных видов производственной деятельности, что привело к появлению крупных промышленных городов, в некоторых из которых также концентрировались НИОКР и разработка продукции. За последнее столетие эти модели агломерации постепенно менялись. Выбор местоположения стал в большей степени определяться общими потребностями в квалификации, особенно в секторе услуг, примером чего является консолидация рынка труда различных, но связанных между собой инновационных секторов<sup>44</sup>. Что касается третьей промышленной революции, то в настоящее время многие отрасли не являются капиталоемкими с точки зрения производственной деятельности, а глобальные производственно-сбытовые цепочки и цепочки создания стоимости отличаются гораздо большей протяженностью и сложностью. Поэтому ведущие городские агломерации инноваций сегодня специализируются на абстрактных, когнитивных и концептуальных задачах в сфере НИОКР и инноваций. Эти высокоспециализированные отрасли и дополняющие их широкие сектора услуг вытеснили существовавшую в прошлом традиционную модель совместного размещения мест выполнения рутинных производственных задач<sup>45</sup>.

Такое новое явление, как концентрация инновационной деятельности, имеет далеко идущие последствия. В конечном счете географическое распределение этой деятельности определяет направление экономического развития городов и регионов. Одной из характерных особенностей географии экономического развития в последнее время является межрегиональная дифференциация доходов внутри стран (см. главу 5). В целом крупные метрополитенские районы, являясь центрами агломерированных экосистем инноваций, все больше опережают другие регионы по темпам роста доходов.

Однако в этих крупных метрополитенских районах наблюдается и расслоение. Работа в сфере инноваций приносит больший доход по сравнению с другими областями. Быстрый рост в географически сконцентрированном регионе и в рамках конкретного сектора может, в свою очередь, влиять на местную экономику. Хотя появление высококвалифицированных рабочих мест увеличивает число низкоквалифицированных рабочих мест, приток специалистов с высоким уровнем дохода и

ограниченность предложения жилья часто приводят к росту неравенства и сокращению реальных доходов домохозяйств с низким уровнем дохода<sup>46</sup>. В итоге может возникать расслоение по уровню квалификации и формироваться разделение на районы с высоким и низким уровнем дохода и инноваций, вследствие чего неквалифицированные работники могут быть лишены возможностей и преимуществ жизни и работы в инновационной среде<sup>47</sup>.

Как представляется, эти тенденции актуальны для крупнейших мировых очагов инноваций, где располагаются ведущие наукоемкие транснациональные корпорации. Эти очаги являются истинными бенефициарами глобализации, так как именно там принимаются корпоративные решения и осуществляется контроль, создаются знания и идет обмен ими, концентрируются квалифицированные кадры и рабочие места. Однако их процветание сопровождается высоким уровнем неравенства доходов и пространственной сегрегацией, что для некоторых специалистов является основанием, чтобы говорить о новом «кризисе городов»<sup>48</sup>.

Для того чтобы делать однозначные выводы о причинах и следствиях концентрации и распространения инновационной деятельности, данных по-прежнему недостаточно. Отчасти это связано со сложностью инновационных процессов и неоднозначностью их воздействия. Однако, несмотря на нехватку знаний, долгосрочные последствия заслуживают тщательного рассмотрения.

## Примечания

- 1 В основе этой главы лежит работа Crescenzi *et al.* (2019b).
- 2 Acemoglu *et al.* (2005), Мокыр (2005) и ВОИС (2015).
- 3 Crafts and Venables (2003).
- 4 Storper (2018).
- 5 Glaeser and Maré (2001).
- 6 Crescenzi *et al.* (2007).
- 7 Kemeny and Storper (2019).
- 8 Scott and Storper (1987).
- 9 Crescenzi *et al.* (2019b).
- 10 Krugman (1991).
- 11 Boschma and Frenken (2006).
- 12 Эти три фактора называются маршаллианскими внешними факторами (Krugman, 1991).
- 13 Boschma and Frenken (2006).
- 14 Lécuyer (2006).
- 15 Это называется внешними факторами Джейкобс (Jacobs, 1961).
- 16 Frenken *et al.* (2007).
- 17 Chatterji *et al.* (2013).
- 18 Mazzucato (2015).
- 19 Hardin (2008).
- 20 См, например, Hershberg *et al.* (2007).
- 21 Crescenzi *et al.* (2019b).
- 22 Davis and Dingel (2019) и Feldman *et al.* (2005).
- 23 Bathelt *et al.* (2004), Boschma (2005) и Frenken *et al.* (2007).
- 24 WIPO (2017).
- 25 Archibugi and Iammarino (2002).
- 26 Crescenzi *et al.* (2019b).
- 27 Breschi *et al.* (2017)
- 28 Branstetter *et al.* (2014). См. также главу 2.
- 29 Nieto and Rodríguez (2011).
- 30 Iammarino and McCann (2018).
- 31 Boschma (2005).
- 32 Cantwell (1995).
- 33 Chaminade *et al.* (2016).
- 34 Cano-Kollmann *et al.* (2016).
- 35 Barnard and Chaminade (2011).
- 36 Chaminade *et al.* (2014).
- 37 Crescenzi *et al.* (2019a).
- 38 Alcácer and Chung (2007) и Chidlow *et al.* (2009).
- 39 Bathelt *et al.* (2004).
- 40 Branstetter *et al.* (2014).
- 41 Lorenzen and Mudambi (2013).
- 42 Breschi *et al.* (2017) и Saxenian (1994, 1999).
- 43 Cano-Kollman *et al.* (2016).
- 44 Diodato *et al.* (2018).
- 45 Crescenzi and Iammarino (2017) и Duranton and Puga (2005).
- 46 Moretti (2012).
- 47 Diamond (2016).
- 48 Florida (2017) и Rodriguez-Pose (2018).

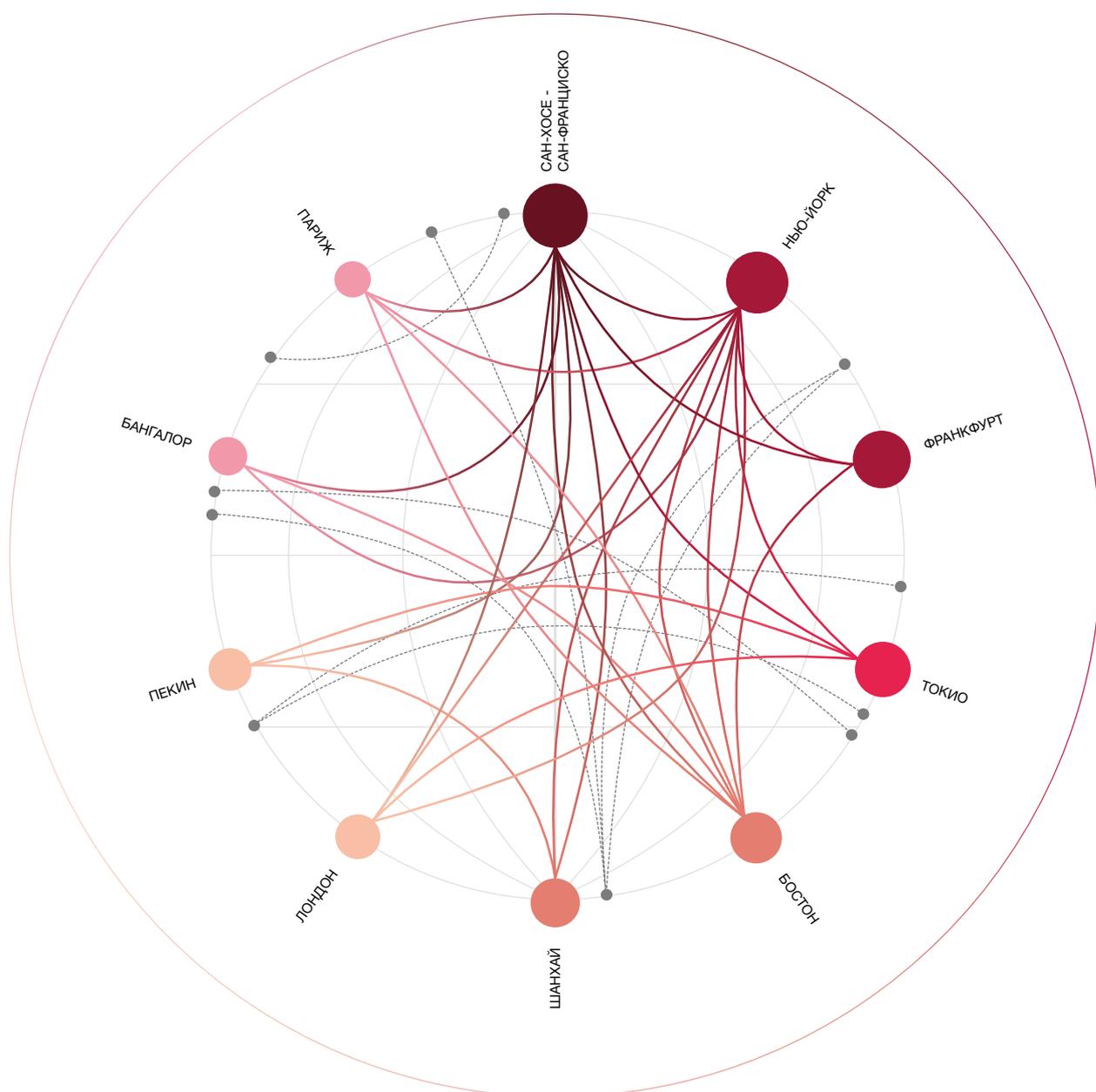
## Литература

- Acemoglu, D., S. Johnson and J.A. Robinson (2005). Institutions as a fundamental cause of long-run growth. In Aghion, P. and S.N. Durlauf (eds), *Handbook of Economic Growth*, Vol. 1. Amsterdam: Elsevier, 385–472.
- Alcácer, J. and W. Chung (2007). Location strategies and knowledge spillovers. *Management Science*, 53(5), 760–776.
- Archibugi, D. and S. Iammarino (2002). The globalization of technological innovation: definition and evidence. *Review of International Political Economy*, 9(1), 98–122.
- Barnard, H. and C. Chaminade (2011). Global Innovation Networks: Towards a Taxonomy. *Paper No. 2011/04*. Lund, Sweden: University of Lund, CIRCLE laboratory.
- Bathelt, H., A. Malmberg and P. Maskell (2004). Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography*, 28(1), 31–56.
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61–74.
- Boschma, R. and K. Frenken (2006). Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography*, 6, 273–302. [doi.org/10.1093/jeg/lbi022](https://doi.org/10.1093/jeg/lbi022).
- Branstetter, L., G. Li and F. Veloso (2014). The rise of international co-invention. In Jaffe, A.B. and B.F. Jones (eds), *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 35–168.
- Breschi, S., F. Lissoni and E. Miguelez (2017). Foreign-origin inventors in the USA: testing for diaspora and brain gain effects. *Journal of Economic Geography*, 17, 1009–1038.
- Cano-Kollmann, M., J. Cantwell, T.J. Hannigan, R. Mudambi and J. Song (2016). Knowledge connectivity: An agenda for innovation research in international business. *Journal of International Business Studies*, 47(3), 255–262. [doi.org/10.1057/jibs.2016.8](https://doi.org/10.1057/jibs.2016.8)
- Cantwell, J. (1995). The globalisation of technology: what remains of the product cycle model? *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 155–174.
- Chaminade, C., C. De Fuentes, G. Harirchi and M. Plechero (2016). The geography and structure of global innovation networks: global scope and regional embeddedness. In Shearmur R., C. Carrincazeaux and D. Doloreux (eds), *Handbook on the Geographies of Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Chatterji, A., E. Glaeser and W. Kerr (2013). Clusters of Entrepreneurship and Innovation. *NBER Working Paper 19013*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Chidlow, A., L. Salciuviene and S. Young (2009). Regional determinants of inward FDI distribution in Poland. *International Business Review*, 18(2), 119–133.
- Crafts, N. and T. Venables (2003). Globalization in history: A geographical perspective. In Bordo, M.D., A.M. Taylor and J.G. Williamson (eds), *Globalization in Historical Perspective*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 323–370.
- Crescenzi, R. and S. Iammarino (2017). Global investments and regional development trajectories: the missing links. *Regional Studies*, 51(1), 97–115.
- Crescenzi, R., O. Harman and D. Arnold (2019a). Move On Up! Building, Embedding and Reshaping Global Value Chains Through Investment Flows. Insights for Regional Innovation Policies. *Working Paper*. Paris: OECD.
- Crescenzi, R., S. Iammarino, C. Ioramashvili, A. Rodríguez-Pose and M. Storper (2019b). The Geography of Innovation: Local Hotspots and Global Innovation Networks. *WIPO Economic Research Working Paper No. 57*. Geneva: WIPO.
- Crescenzi, R., A. Rodríguez-Pose and M. Storper (2007). On the geographical determinants of innovation in Europe and the United States. *Journal of Economic Geography*, 7(6), 673–709.
- Davis, D.R. and J.I. Dingel (2019). A spatial knowledge economy. *American Economic Review*, 109(1), 153–170.
- Diamond, R. (2016). The determinants and welfare implications of US workers' diverging location choices by skill: 1980–2000. *American Economic Review*, 106(3), 479–524.
- Diodato, D., F. Neffke and N. O'Clery (2018). Why do industries coagglomerate? How Marshallian externalities differ by industry and have evolved over time. *Journal of Urban Economics*, 106, 1–26.
- Duranton, G. and D. Puga (2005). From sectoral to functional urban specialisation. *Journal of Urban Economics*, 57(2), 343–370.

- Feldman, M., J. Francis and J. Bercovitz (2005). Creating a cluster while building a firm: entrepreneurs and the formation of industrial clusters. *Regional Studies*, 39(1), 129–141.
- Florida, R. (2017). *The New Urban Crisis*. New York: Basic Books.
- Frenken, K., F. Van Oort and T. Verburg (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41(5), 685–697.
- Glaeser, E.L. and D.C. Maré (2001). Cities and skills. *Journal of Labor Economics*, 19(2), 316–342.
- Hardin, J.W. (2008). North Carolina's Research Triangle Park. Overview, history, success factors and lessons learned. In Hulsink, W. and H. Dons (eds), *Pathways to High-Tech Valleys and Research Triangles*. Wageningen UR Frontis Series, 24. Dordrecht: Springer, 27–51.
- Hershberg, E., K. Nabeshima and S. Yusuf (2007). Opening the ivory tower to business: university–industry linkages and the development of knowledge-intensive clusters in Asian cities. *World Development*, 35(6), 931–940.
- Iammarino, S. and P. McCann (2018). Network geographies and geographical networks: co-dependence and co-evolution of multinational enterprises and space. In Clark, G.L., M.P. Feldman, M.S. Gertler and D. Wójcik (eds), *The New Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University Press.
- Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.
- Kemeny, T. and M. Storper (2019). Superstar Cities and Left Behind Places: Disruptive Innovation, Labor Demand and Interregional Inequality. Paper presented at the 40<sup>th</sup> Annual Meeting of the Italian Regional Science Association, L'Aquila, Italy, September.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483–499.
- Lécuyer, C. (2006). *Making Silicon Valley: Innovation and the Growth of High Tech, 1930–1970*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lorenzen, M. and R. Mudambi (2013). Clusters, connectivity and catch-up: Bollywood and Bangalore in the global economy. *Journal of Economic Geography*, 13, 501–534. [doi.org/10.1093/jeg/lbs017](https://doi.org/10.1093/jeg/lbs017)
- Mazzucato, M. (2015). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. London: Anthem Press.
- Mokyr, J. (2005). The intellectual origins of modern economic growth. *The Journal of Economic History*, 65(2), 285–351.
- Moretti, E. (2012). *The New Geography of Jobs*. Boston, MA: Houghton Mifflin Harcourt.
- Nieto, M.J. and A. Rodríguez (2011). Offshoring of R&D: looking abroad to improve innovation performance. *Journal of International Business Studies*, 42, 345–361.
- Rodriguez-Pose, A. (2018). The revenge of the places that don't matter (and what to do about it). *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 11(1), 189–209.
- Saxenian, A. (1994). Regional networks: industrial adaptation in Silicon Valley and route 128. *Cityscape*, 2(2), 41–60.
- Saxenian, A. (1999). *Silicon Valley's New Immigrant Entrepreneurs*. San Francisco, CA: Public Policy Institute of California.
- Scott, A.J. and M. Storper (1987). High technology industry and regional development: a theoretical critique and reconstruction. *International Social Science Journal*, 112, 215–232.
- Storper, M. (2018). Regional innovation transitions. In Glückler, J., R. Suddaby and R. Lenz (eds), *Knowledge and Institutions*. Frankfurt: Springer, 197–225.
- WIPO (2015). *World Intellectual Property Report 2015. Breakthrough Innovation and Economic Growth*. Geneva: WIPO.
- WIPO (2017). *World Intellectual Property Report 2017. Intangible Capital in Global Value Chains*. Geneva: WIPO.



На 10 ведущих очагов  
сотрудничества  
приходится 26%  
всех международных  
совместных изобретений.



## Глобальные сети очагов инноваций

**На протяжении большей части XX века транснациональные компании (ТНК) из стран с высоким уровнем дохода при размещении своей научно-исследовательской деятельности (НИОКР) за рубежом ограничивались в основном другими богатыми экономиками, такими как США и страны Западной Европы, а позднее Япония. Это существенно отличалось от ситуации в производственном секторе, где все шире осуществлялся перевод операций из богатых стран в страны со средним уровнем дохода и развивающиеся экономики<sup>1</sup>.**

Начиная с 1980–1990-х годов ситуация изменилась. Для создания новых научно-технических знаний все чаще требовалось взаимодействие между различными учреждениями и организациями, будь то государственными или частными, национальными или многонациональными, вне зависимости от их местоположения. Китай, Индия, страны Восточной Европы и другие страны со средним уровнем дохода начали постепенно приобретать все большее значение в качестве как объектов прямых иностранных инвестиций (ПИИ), ориентированных на НИОКР и осуществляемых транснациональными компаниями, так и источников новых знаний.

Как это ни парадоксально, результатом роста потребности в сложных и специализированных знаниях и технологическом взаимодействии на национальном и международном уровне стала как географическая концентрация, так и рассредоточение процессов создания инноваций, о чем рассказывается в главе 1. С одной стороны, организации начали искать возможности для ведения инновационной деятельности и налаживания сотрудничества там, где это можно было делать при условии обеспечения высокого качества и снижения затрат. С другой стороны, рыночные силы, эффект масштаба и необходимость более тесной коммуникации и многодисциплинарного взаимодействия по причине сложности установленных связей способствовали географической близости.

Глобальные инновационные сети стали одной из ключевых центробежных сил, обеспечивающих географическое рассредоточение деятельности по созданию знаний. ПИИ в этой области ориентированы не на целые страны, а на конкретные регионы в них. Основная доля сотрудничества, инвестиций и перемещения квалифицированных специалистов приходится на конкретные центры, где создаются знания. Но глобальные инновационные сети не просто пересекают границы. Они связывают конкретные места в отдельных странах и укрепляют их национальное влияние. В пределах национальных границ межрегиональные инновационные подсети сосуществуют с глобальными.

С учетом этих соображений очень важно эмпирически понимать особенности географической концентрации, распространения и взаимодействия мировых процессов, связанных с созданием научно-технических знаний. Это требует тщательного картирования инновационной деятельности в пределах национальных границ, а также выяснения того, как такая деятельность встроена в общемировое рассредоточение обмена знаниями. В частности, важно проанализировать, способствует ли рост национальных центров, или хабов, по производству знаний общему увеличению масштабов международного сотрудничества и инвестиций. Также нужно понять, не превращают ли такие центры инновационную деятельность в игру с нулевой суммой в ущерб другим областям развития в стране или за ее пределами. Это может быть особенно актуально для развивающихся стран, поскольку зависимость их национальных инновационных систем от НИОКР, производимых иностранными ТНК, может быть снижена путем укрепления местных фирм и проведения целевой государственной политики поощрению местных инноваций, позволяющих заместить либо максимально задействовать национальные и международные связи таких фирм.

Более того, глобализация знаний создает дисбаланс в распределении инновационной деятельности внутри стран. По мере того как центры по производству знаний укрепляют свою роль и наращивают масштабы взаимодействия, те города и регионы, которые не участвуют в таком взаимодействии, рискуют остаться в стороне (см. главу 5).

В настоящей главе проанализирована эволюция глобальных взаимодействий, направленных на создание знаний, а также рассмотрен вопрос о том, как центробежные и центростремительные силы, описанные в первой главе, формируют глобальные сети, состоящие из очагов и специализированных нишевых кластеров, которые отличаются крайне высоким уровнем концентрации инноваций. Для этого используется новейшая база геокодированных данных о научных работах, к которым относятся научные статьи и материалы конференций, и патентах, что позволяет проанализировать ситуацию (см. вставку 2.1) и выделить ряд долгосрочных трендов, начиная с середины 1970-х годов.

Настоящая глава состоит из четырех разделов. В первом разделе рассказывается о том, насколько международный характер приобрело производство научно-технических знаний. При этом особое внимание уделяется расширению участия стран со средним уровнем дохода, в частности Китая. Кроме того, представлены дополнительные доказательства роста географической концентрации процесса производства знаний. Для этого в каждой стране выделены основные инновационные агломерации (очаги и кластеры). Во втором разделе проанализировано научно-технологическое взаимодействие между странами и представлены данные, свидетельствующие о глобализации инноваций. Подчеркивается роль международного аутсорсинга знаний компаниями, который является движущей силой развития глобальных инновационных сетей. В третьем разделе рассматривается, насколько активно два типа агломераций должны сотрудничать, чтобы образовать действительно глобальную инновационную сеть. В последнем разделе сформулированы основные выводы.

---

#### Вставка 2.1. Геокодированные данные о патентах и научных публикациях

##### Данные о патентах

Данные о патентах, используемые в настоящем докладе, охватывают всю патентную документацию (как о выданных, так и о невыданных патентах), зарегистрированную в период 1970–2017 годов во всех патентных ведомствах мира и доступную в базе данных Европейского патентного ведомства (ЕПВ) PATSTAT, а также в фондах Договора ВОИС о патентной кооперации (РСТ). Единицей анализа является первая подача пакета патентных документов в одной или нескольких странах в отношении одного и того же изобретения. Каждый пакет, содержащий одну первую заявку и (возможно) несколько последующих, считается патентной семьей. В целях анализа патентные семьи были разделены на международные и национальные. Международные патентные семьи включают заявки, в которых испрашивается охрана как минимум в одной юрисдикции, помимо страны происхождения.

В эту группу входят и патентные семьи, которые содержат только патентную документацию, поданную в ЕПВ или через систему РСТ. При этом национальные патентные семьи включают только заявки, поданные в стране происхождения (например, если заявитель из Японии подал заявку только в Японском патентном ведомстве).

С точки зрения анализа цель состояла в том, чтобы с помощью геокодирования (назначения географических координат конкретному месту) как можно точнее установить адрес изобретателя, используя лучший из доступных источников данных по каждой патентной семье<sup>2</sup>. Многие адреса геокодированы очень точно: на уровне улицы или квартала, но есть и случаи, когда известен только почтовый индекс или аналогичная информация на субгородском уровне. В целях сохранения сравнимости данных на международном уровне, а также в силу ограниченности охвата адресов изобретателей в некоторых национальных фондах, анализ кластеризации проводился с опорой только на международно ориентированные патенты.

### Данные о научных публикациях

В настоящем докладе используются данные о научных публикациях за период 1998–2017 годов, полученные из Расширенного индекса научного цитирования (SCIE) базы данных Web of Science, функционирование которой обеспечивает компания Clarivate Analytics. В основе анализа лежат главным образом научные статьи и материалы конференций, так как на них приходится основной объем имеющихся данных.

В рамках анализа предполагается, что исследования для той или иной публикации проводились в тех учреждениях и организациях, о принадлежности к которым сообщают их авторы. Практически все эти места были геокодированы на уровне почтового индекса или субгородского деления. В случае указания авторами принадлежности к нескольким учреждениям учитывались все соответствующие адреса.

## 2.1 Две стороны глобального процесса производства знаний

### Ускорение международного распространения создания знаний

Где происходит производство знаний? Отличается ли географическое распределение его результатов от географического распределения другой экономической деятельности? Согласно эмпирическим данным, показатели, связанные с производством знаний, такие как расходы на НИОКР, число патентов и научных публикаций, как правило, отличаются большей географической концентрацией внутри стран, чем показатели, касающиеся других видов экономической деятельности, такие как численность населения, объемы торговли и ПИИ. Несмотря на это, глобальная тенденция заключается в увеличении географической рассредоточенности инноваций с течением времени<sup>3</sup>.

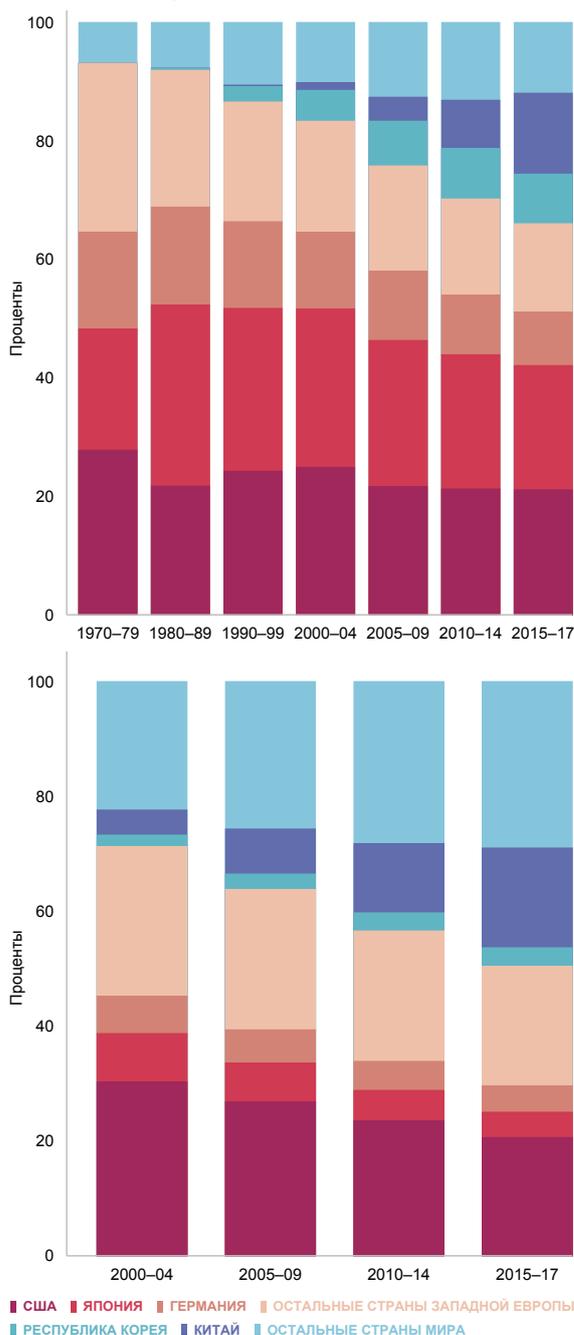
В течение большей части периода 1970–2000 годов две трети всего патентования в мире приходилось лишь на три страны, а именно на США, Японию и Германию (см. рисунок 2.1). При этом с учетом остальных западноевропейских экономик, в частности Соединенного Королевства, Франции, Швейцарии и Италии, этот показатель составлял примерно 90%.

Тем не менее в течение последних трех десятилетий доля остального мира в производстве новых технологий, отражением чего является число патентов, медленно росла, в основном за счет нескольких западноевропейских стран. Доля остального мира увеличилась с менее 6% в начале 1970-х годов до более 13% в начале 2000-х годов. Причем лишь небольшая часть этого роста была связана с Республикой Корея и Китаем.

За последние два десятилетия эта тенденция значительно усилилась в плане как технологических (патенты), так и научных результатов. В десятилетие, начавшееся в 2010 году, на остальной мир приходилась почти треть всей патентной деятельности. Расширение географии научных публикаций происходит даже более активно: примерно за тот же период доля остального мира в этой области увеличилась с менее четверти до почти половины.

## Два десятилетия ускоренного расширения производства знаний

Рисунок 2.1. Изменение доли ведущих экономик в патентовании (верхняя диаграмма) и публикации научных работ (нижняя диаграмма)



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания).  
Примечание: категория «Остальные страны Западной Европы» не включает Германию. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

За этот период доля остальных стран мира (гетерогенной группы, в которую в основном входят страны со средним и низким уровнем дохода, хотя есть и страны с высоким уровнем дохода, такие как Канада и Республика Корея) в области производства знаний превысила не только долю Западной Европы, но и США и Японии. Безусловно, в значительной степени такое международное рассредоточение связано с Китаем и Республикой Корея, но не только. Если включить эти две азиатские экономики в группу Западной Европы, США и Японии, то можно увидеть, что доля остального мира все равно увеличивается по обоим показателям производства знаний.

Что лежит в основе этого растущего рассредоточения? Главным образом укрепление роли азиатских стран как субъектов глобальной инновационной деятельности. Начиная с 2000-х годов доля Азии в целом увеличилась как в патентовании (с 32 до 48%), так и в публикации научных работ (с 17 до 36%). Это отражает рост Китая и Республики Корея и происходит, несмотря на относительное уменьшение доли японских патентов и публикаций.

Более того, учитывая низкий стартовый уровень многих экономик Западной, Южной, Центральной и Юго-Восточной Азии, рост их доли в патентовании является весьма примечательным (см. таблицу 2.1). Это справедливо и для научных публикаций, где всего за два десятилетия доля этих стран увеличилась с более 5% до более 10%. В качестве самых крупных производителей инноваций среди них можно выделить Турцию, Израиль, Индию, Сингапур и Исламскую Республику Иран.

Экономики других континентов также вносят вклад в наблюдаемое в последние два десятилетия географическое рассредоточение инноваций, особенно в области научных публикаций. Отмечается небольшой, но стабильный рост доли научных публикаций Океании (в основном за счет Австралии), несмотря на уменьшение доли патентов по сравнению с началом 2000-х годов. За последние два десятилетия доля стран Латинской Америки и Карибского бассейна в общем объеме научных публикаций возросла на 36%, а их доля в патентовании увеличилась вдвое по сравнению с 1970-ми годами, хотя стартовый уровень был очень низок. Был отмечен и относительный рост доли научных публикаций африканских стран. Однако их доля в патентовании снизилась, хотя и была очень

## Активный рост доли Азии в инновационной деятельности

Таблица 2.1. Изменение доли регионов и отдельных стран в патентовании и публикации научных работ

Регион (страна)	Патенты							Публикации			
	1970–79	1980–89	1990–99	2000–04	2005–09	2010–14	2015–17	2000–04	2005–09	2010–14	2015–17
<b>ЮЦЮВА</b>	<b>0,1%</b>	<b>0,1%</b>	<b>0,6%</b>	<b>1,0%</b>	<b>1,6%</b>	<b>2,1%</b>	<b>2,0%</b>	<b>3,2%</b>	<b>4,8%</b>	<b>6,7%</b>	<b>7,5%</b>
Индия	0,0%	0,0%	0,1%	0,5%	1,0%	1,4%	1,3%	2,0%	2,6%	3,2%	3,5%
Сингапур	0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%
<b>ЦВЕ</b>	<b>3,2%</b>	<b>3,8%</b>	<b>4,9%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,3%</b>	<b>1,4%</b>	<b>1,3%</b>	<b>5,8%</b>	<b>5,9%</b>	<b>5,8%</b>	<b>5,6%</b>
Российская Федерация	0,7%	1,4%	2,7%	0,4%	0,5%	0,5%	0,4%	2,4%	1,9%	1,7%	1,8%
Польша	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	1,1%	1,3%	1,3%	1,3%
<b>ЛАК</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,5%</b>	<b>0,6%</b>	<b>0,6%</b>	<b>3,0%</b>	<b>3,5%</b>	<b>4,0%</b>	<b>4,0%</b>
Бразилия	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	1,5%	2,0%	2,3%	2,3%
<b>Западная Азия</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,7%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,4%</b>	<b>1,6%</b>	<b>1,7%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,8%</b>	<b>3,0%</b>	<b>3,1%</b>
Турция	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	1,0%	1,5%	1,7%	1,7%
Израиль	0,2%	0,3%	0,6%	0,9%	1,2%	1,1%	1,1%	0,9%	0,8%	0,6%	0,6%
<b>Океания</b>	<b>0,8%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,4%</b>	<b>1,3%</b>	<b>0,9%</b>	<b>0,9%</b>	<b>2,4%</b>	<b>2,4%</b>	<b>2,6%</b>	<b>2,8%</b>
Австралия	0,7%	1,0%	1,0%	1,2%	1,1%	0,8%	0,8%	2,0%	2,1%	2,3%	2,5%
<b>Африка</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,2%</b>	<b>0,2%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,2%</b>	<b>0,2%</b>	<b>0,2%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,3%</b>	<b>1,6%</b>	<b>1,8%</b>
Египет	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,4%	0,5%
Южная Африка	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%
<b>Всего</b>	<b>4,8%</b>	<b>5,8%</b>	<b>7,8%</b>	<b>5,3%</b>	<b>6,4%</b>	<b>6,8%</b>	<b>6,7%</b>	<b>17,8%</b>	<b>20,7%</b>	<b>23,6%</b>	<b>24,9%</b>

Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания).

Примечание: ЮЦЮВА — Южная, Центральная и Юго-Восточная Азия; ЦВЕ — Центральная и Восточная Европа; ЛАК — Латинская Америка и Карибский бассейн. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

небольшой. В начале рассматриваемого периода наибольшая доля по обоим показателям инновационной деятельности после Северной Америки, Западной Европы и Восточной Азии принадлежала странам Центральной и Восточной Европы, лидером среди которых была Российская Федерация. Однако затем доля этих экономик в патентовании резко снизилась; в области научных публикаций также наблюдался небольшой спад.

В каждом из этих регионов также отмечается высокий уровень концентрации в отдельных странах, особенно в области патентования. В Южной и Центральной Азии такими странами являются Индия и Исламская Республика Иран, а Юго-Восточной Азии — Сингапур, в Центральной и Восточной Европе — Российская Федерация и Польша, в Латинской Америке — Бразилия и Мексика, в регионе Ближнего Востока — Израиль и Турция, в Океании — Австралия, а в Африке — Египет и Южная Африка. На этих региональных лидеров приходится большая часть той незначительной деятельности

в области патентования, которая происходит на их субконтинентах. Также в них концентрируется существенная часть научных публикаций (особенно в Бразилии в регионе Латинской Америки и в Индии и Исламской Республике Иран в регионе Южной и Центральной Азии).

Инновации различаются по своей научной и технологической ценности. Прорывные и фундаментальные достижения оказывают влияние на последующее развитие, а значит, цитируются чаще. Экономике с высоким уровнем дохода тратят больше на разработку именно таких инноваций. Хотя индекс цитирования патентов и научных публикаций нельзя считать идеальным показателем экономической значимости конкретной инновации, он так или иначе отражает то, насколько заметно и важно соответствующее исследование для других новаторов, а значит, отражает и его ценность.

Данные как о патентах, так и о научных публикациях свидетельствуют о том, что концентрация

ценных (более цитируемых) инноваций идет более активно (см. рисунок 2.2). В частности, на США приходится непропорционально большая доля наиболее цитируемых патентов и научных публикаций, а доли других экономик гораздо меньше. Однако и здесь наблюдается тенденция к рассредоточению. В последние два десятилетия в США, Японии и Западной Европе темпы концентрации более ценных инноваций снижаются. В этом плане опять-таки выделяется Китай и Республика Корея. Однако рассредоточению наиболее цитируемых инноваций способствуют и другие экономики, хотя его темпы и не так велики, как в случае менее цитируемых научных публикаций и патентов.

Таким образом, наблюдаемое в последние два десятилетия глобальное рассредоточение деятельности по созданию научных и технологических инноваций в основном связано с Китаем, хотя вклад в укрепление этой тенденции внесли и многие другие страны. При этом множество стран с более низким уровнем дохода систематически исключается из международной инновационной деятельности<sup>4</sup>. Примечательно, что недавнее быстрое укрепление роли Китая и в меньшей степени Республики Корея также свидетельствует о глобальной реконцентрации участия в производстве инноваций, но в других местах. Такая реконцентрация происходит параллельно с аналогичным трендом в области расходов на НИОКР, наблюдаемым после начала Мирового экономического кризиса в 2008 году. Речь идет об увеличении долей Китая и Республики Корея в глобальных расходах на НИОКР. Таким образом, наблюдается рост масштабов производства инноваций и его более широкое распространение в мире, хотя основная доля этой деятельности по-прежнему приходится на ограниченный круг стран.

### Рост концентрации носит локальный характер

Географическое распределение изобретательской и научной деятельности внутри отдельных стран отличается неравномерностью. На фоне роста производства инноваций и его международно-го распространения наблюдается интересный феномен: нет явных свидетельств того, что идет рассредоточение создания знаний внутри стран.

В каждой экономике есть несколько административных районов, где концентрируется львиная

доля производства научных и технологических знаний (см. таблицу 2.2). В США в трех штатах из 50 сосредоточено почти 40% инновационной деятельности (патенты) и почти 30% производства научных знаний (публикации). При этом среди крупнейших экономик для США характерна наименьшая географическая концентрация. В Японии на три префектуры из 47 приходится 56% патентов и 35% научных публикаций, а в Китае на три провинции из 33 — 60% патентов и почти 40% научных публикаций. В Европе наблюдается более высокий уровень концентрации, но общее число регионов меньше. В Германии на три земли из 16 приходится две трети патентов и половина научных публикаций. Точно так же во Франции в трех регионах из 18 сосредоточено около 60% производства знаний.

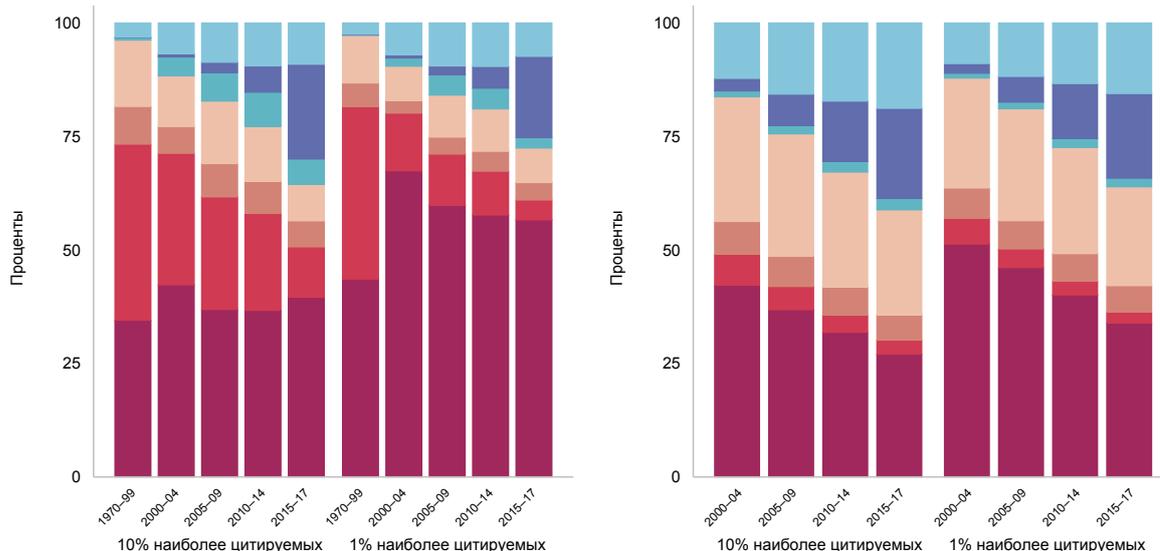
За последнее десятилетие в этих экономиках повысился уровень региональной концентрации в области патентования. Во всех случаях, кроме Франции, в конце периода 2011–2015 годов на три ведущих региона (см. таблицу 2.2) стало приходиться больше патентов, что свидетельствует о внутристрановой концентрации, а не о рассредоточении. Примечательно, что в два рассмотренных периода три ведущих региона были не всегда одними и теми же, хотя изменения были незначительными. Однако, что касается научных публикаций, то в представленные в таблице периоды три ведущих региона почти не изменились. Единственный случай, где заметно некоторое географическое рассредоточение производства научных данных, — это три ведущие провинции Китая. Частичным объяснением этих стабильных тенденций в области научных публикаций может служить то, что решения о местоположении и финансировании научных учреждений принимаются в ходе длительного и сложного процесса.

Описанные тренды характерны не только для ведущих инновационных экономик, о которых шла речь в предыдущем разделе. В большинстве стран тоже есть несколько районов, которые стали настоящими центрами инноваций, опережающими все остальные регионы страны. Это справедливо для Индии, Австралии и некоторых стран Юго-Восточной Азии, Латинской Америки и Африки.

Однако сравнение стран на основе существующих субнациональных административных районов сопряжено с существенными сложностями, которые возникают при рассмотрении любых

## Чем больше ценность, тем выше концентрация

Рисунок 2.2. Изменение доли ведущих экономик и регионов в производстве наиболее цитируемых патентов (слева) и научных публикаций (справа)



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания).

■ США ■ ЯПОНИЯ ■ ГЕРМАНИЯ ■ ОСТАЛЬНЫЕ СТРАНЫ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ ■ РЕСПУБЛИКА КОРЕЯ ■ КИТАЙ ■ ОСТАЛЬНЫЕ СТРАНЫ МИРА

Примечание: данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

## Доли ведущих инновационных субнациональных регионов отдельных стран

Таблица 2.2. Три крупных административных района отдельных стран с наибольшей концентрацией в области патентования и публикации научных статей, в разбивке по периоду

Страна (административное деление)	Патенты			Публикации				
	1991–95 гг.	%	2011–15 гг.	%	2001–05 гг.	%	2011–15 гг.	%
Китай (провинции)	Пекин Гуандун Шанхай	42,3	Гуандун Пекин Цзянсу	60,3	Пекин Шанхай Цзянсу	45,5	Пекин Шанхай Цзянсу	39,4
Германия (земли)	Баден-Вюртемберг Северный Рейн —Вестфалия	63,8	Бавария Баден-Вюртемберг Северный Рейн —Вестфалия	65,0	Бавария Северный Рейн —Вестфалия Баден-Вюртемберг	49,4	Северный Рейн —Вестфалия Баден-Вюртемберг Бавария	50,0
Франция (регионы)	Иль-де-Франс Овернь — Рона — Альпы Гранд-Эст	64,1	Иль-де-Франс Овернь — Рона — Альпы Окситания	59,9	Иль-де-Франс Овернь — Рона — Альпы Окситания	63,1	Иль-де-Франс Овернь — Рона — Альпы Окситания	62,7
Соединенное Королевство (графства)	Большой Лондон Хартфордшир Кембриджшир	17,9	Большой Лондон Кембриджшир Оксфордшир	23,9	Большой Лондон Кембриджшир Оксфордшир	35,8	Большой Лондон Оксфордшир Кембриджшир	38,7
Индия (штаты)	Махараштра Карнатака Телангана	51,6	Карнатака Махараштра Телангана	60,1	Махараштра Тамилнад Национальная столичная территория Дели	36,4	Тамилнад Махараштра Национальная столичная территория Дели	36,1
Япония (префектуры)	Токио Канагава Осака	51,5	Токио Канагава Осака	56,3	Токио Осака Ибаракы	35,8	Токио Осака Айти	35,4
США (штаты)	Калифорния Нью-Йорк Техас	30,8	Калифорния Нью-Йорк Техас	36,5	Калифорния Нью-Йорк Массачусетс	28,2	Калифорния Массачусетс Нью-Йорк	28,7

Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science.

Примечание: патенты и научные публикации были отнесены к тому или иному региону на основании геокодированных адресов изобретателей и мест работы авторов научных публикаций. См. вставку 2.1 и технические примечания. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

вопросов в области экономической географии. Административные районы могут существенно различаться по размеру, численности населения и плотности инновационной деятельности, что усложняет сравнение. Кроме того, административные границы могут не совпадать с границами инновационной агломерации или хаба<sup>5</sup>. Тот или иной административный район может включать в себя несколько агломераций, либо агломерация может распространяться на несколько административных районов и даже пересекать национальные границы.

Эта проблема часто затрагивается в обширной литературе, посвященной пространственному анализу. Она называется проблемой изменяющейся пространственной единицы (modifiable areal unit problem, MAUP) и является источником статистических искажений<sup>6</sup>. Для ее решения необходимо выделить стандартные сравнимые районы, которые можно использовать вместо существующих административных единиц. Во вставке 2.2 приводится подробное описание этого метода.

---

#### Вставка 2.2.

##### Как измерить локальные агломерации инноваций

Цель настоящего доклада состоит в измерении агломераций научно-технологической деятельности таким образом, чтобы результаты измерения можно было сравнить на международном уровне. Для выявления основных мест концентрации инноваций используются международные патенты за период 1976–2015 годов и научные публикации за период 1998–2017 годов.

Для выявления агломераций был использован подход к идентификации кластеров на основе плотностных алгоритмов, описанных в литературе по экономической географии<sup>7</sup>. Коротко говоря, в докладе был применен плотностный алгоритм кластеризации пространственных данных с присутствием шума (density-based spatial clustering of applications with noise, DBSCAN), который позволил выявить отдельные кластеры на основании геокодированных данных о патентах и научных публикациях. Границы каждой агломерации, где концентрируются патенты и научные публикации, были очерчены с помощью подхода на основе вогнутого многоугольника.

Перекрывающие друг друга многоугольники были соединены, а внутренние границы соответствующих агломераций удалены. Полученные в результате районы были названы **глобальными очагами инноваций (ГОИ)** или просто **очагами**. Для учета научной и технологической специализации указанный выше метод был применен на 25 подвыборках одних и тех же данных о публикациях и патентах, относящихся к 12 научным областям и 13 технологическим областям соответственно<sup>8</sup>. В результате были сохранены только те многоугольники из получившихся 25, которые не охватывались одним из очагов. Затем пересекающиеся многоугольники были соединены так же, как очаги. В итоге были получены районы, названные **специализированными нишевыми кластерами (ЧНК)** или просто **нишевыми кластерами**.

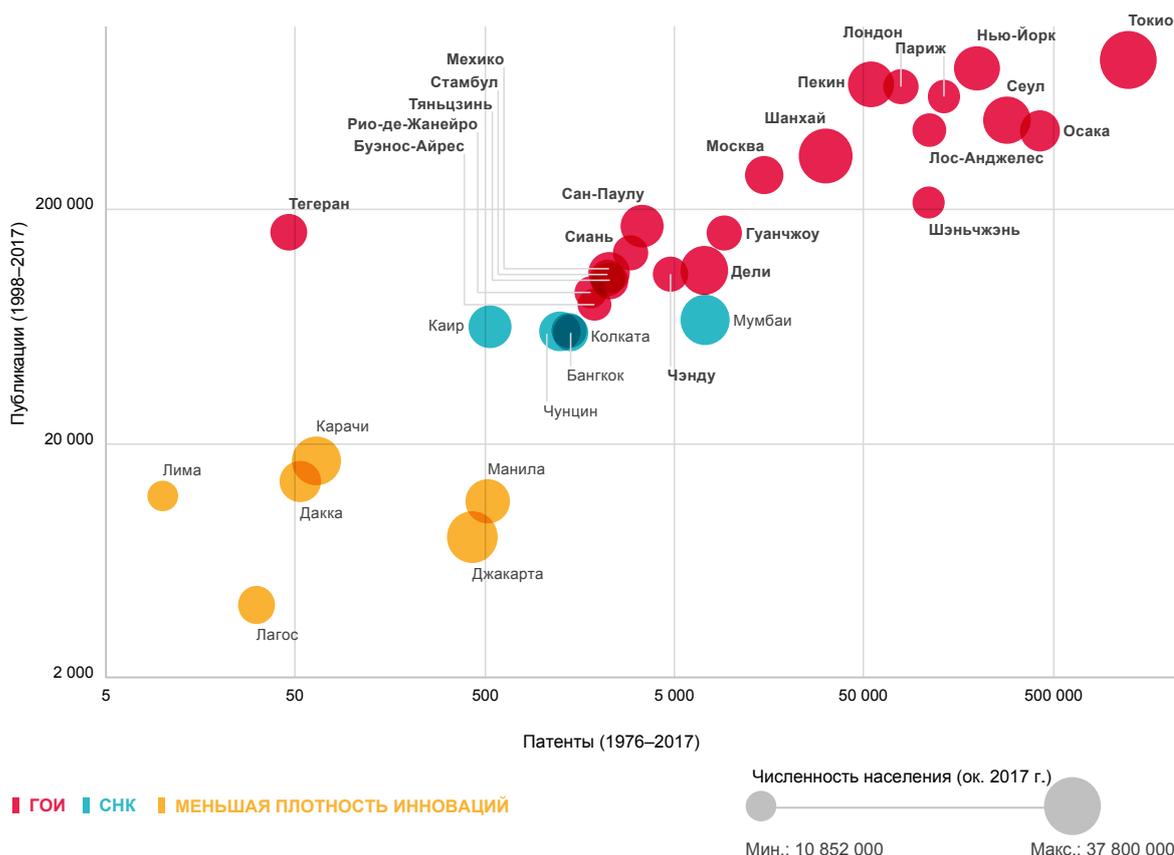
Таким образом, полученные районы: 1) **можно сравнивать на международном уровне** (для одинаковых очагов (кластеров) по всему миру характерна одна и та же (с учетом специализации) плотность научных публикаций или патентов); 2) могут обладать разной **научной и технологической плотностью** (очаги и нишевые кластеры должны иметь высокую концентрацию научных публикаций или патентов, но обязательно того и другого); 3) имеют **разную плотность специализации** (для нишевых кластеров применяются более низкие пороговые значения плотности, чем для очагов); 4) представляют собой **определенные географические районы** (полученные очаги и нишевые кластеры не пересекаются друг с другом); 5) **не имеют заранее установленных границ** (очаги и нишевые кластеры могут иметь разный размер и охватывать несколько городов, штатов/провинций или стран).

---

С помощью этой методологии в мире было выделено 174 глобальных очага инноваций и 313 специализированных нишевых кластеров, на которые совокупно приходится 85% патентов и 81% опубликованных научных статей и материалов конференций. Доля нишевых кластеров относительно невелика. Конечно, также учитываются результаты сотрудничества (то есть совместные изобретения и публикации) с партнерами за пределами этих инновационно плотных районов.

## Высокая плотность населения не является гарантией высокого уровня инновационной активности

Рисунок 2.3. Патенты и научные публикации в 35 крупнейших городах



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2), а также перечня городов, составленного организацией City Mayors Foundation. За основу были взяты данные о 35 метрополитенских районах с наибольшей численностью населения, которые приводятся в списке крупнейших городов мира на сайте City Mayors Foundation: [www.citymayors.com/statistics/largest-cities-population-125.html](http://www.citymayors.com/statistics/largest-cities-population-125.html) (дата доступа: сентябрь 2019 года).

Примечание: размер круга отражает численность населения метрополитенского района (примерно в 2017 году). Для осей используется логарифмическая шкала. Из-за низкого объема научных публикаций и патентов Киншаса и Шизячжуан не указаны на диаграмме. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

Эти районы с высокой плотностью инноваций в значительной степени совпадают с крупными, городскими, космополитическими и процветающими районами мира. Как было отмечено, инновациям присуща даже большая концентрация, чем экономической деятельности и населению. Например, только 22 наиболее густонаселенных метрополитенских района мира из 35 являются частью какого-либо глобального очага инноваций (см. рисунок 2.3). Между этими районами существует большое неравенство. В Пекине, Лондоне, Лос-Анджелесе, Нью-Йорке, Сеуле и Токио концентрируется значительная доля как патентов, так и научных публикаций, тогда как,

например, Буэнос-Айрес, Дели, Стамбул, Москва, Сан-Паулу и Тегеран являются частью очагов, где концентрируется определенная, но довольно небольшая доля научных статей и очень мало патентов. В других густонаселенных городских центрах достаточная плотность инновационной деятельности наблюдается лишь в некоторых специализированных научных и технологических областях. Это справедливо для нишевых кластеров таких городов, как Бангкок, Каир, Колката и Чунцин. В нескольких густонаселенных метрополитенских районах, таких как Джакарта, Карачи и Манила, сконцентрирована значительная часть инновационной деятельности соответствующих стран, но там не

создается достаточно инноваций, чтобы их можно было считать очагами или нишевыми кластерами.

С другой стороны, во многих инновационных странах с высоким уровнем дохода есть менее густонаселенные городские районы, которые отличаются высокой плотностью инноваций, особенно в некоторых специализированных областях. Такие нишевые кластеры, например Итака в США, Ставангер в Норвегии или Берн в Швейцарии, отличаются высокой инновационностью благодаря активной деятельности местных учебных заведений и промышленных предприятий, а также в некоторых случаях какой-либо крупной компании. В областях своей специализации эти нишевые кластеры опережают мегаполисы, обладающие гораздо более высокой плотностью городского населения и инновационной деятельности в целом.

На рисунках 2.4 и 2.5 это сравнение представлено в глобальном масштабе на основе распределения ночного освещения в мире, которое является косвенным показателем плотности городского населения<sup>9</sup>. Как показано на рисунке 2.4, ночное освещение распределяется в мире и внутри стран неравномерно. Инновации распределяются аналогичным образом, но еще более неравномерно. Агломерации или очаги, где по определению создается больше научных знаний или патентов, как правило, совпадают с самыми яркими (с точки зрения ночного освещения) районами мира. Нишевые кластеры также совпадают с яркими точками, однако в силу их специализированного характера соответствующие городские районы иногда отличаются меньшей плотностью.

В Европе — особенно в Западной — наблюдается наиболее однородное территориальное распределение ночного освещения, и, что логично, здесь концентрируется более трети всех очагов инноваций и специализированных нишевых кластеров мира. Несмотря на это, все же есть некоторые хорошо освещенные районы, где при этом нет инновационных агломераций. В Европе лидерами по числу инновационных агломераций являются Германия, Соединенное Королевство и Франция, но даже в этих странах есть густонаселенные городские районы, где при этом не наблюдается высокая плотность научных публикаций или патентов.

В Северной Америке находится более четверти очагов и нишевых кластеров, в основном в

густонаселенных городских районах западного и восточного побережья. В большинстве ключевых городов в центральной и южной частях страны также располагаются инновационные агломерации. При этом во многих густонаселенных городских районах, в особенности на Среднем Западе и в южных штатах, не ведется достаточно активной инновационной деятельности, и, соответственно, там нет ни глобальных очагов инноваций, ни нишевых кластеров.

В Азии располагается чуть более четверти всех очагов и нишевых кластеров. Основная часть азиатских инновационных агломераций приходится на Японию, Китай, Республику Корея и Индию. В Японии и в некоторой степени в Республике Корея наблюдается высокий уровень корреляции между ночным освещением и инновационными агломерациями. Несмотря на их многочисленность в Китае и Индии, в этих странах все еще есть множество густонаселенных городских районов, где не ведется инновационная деятельность.

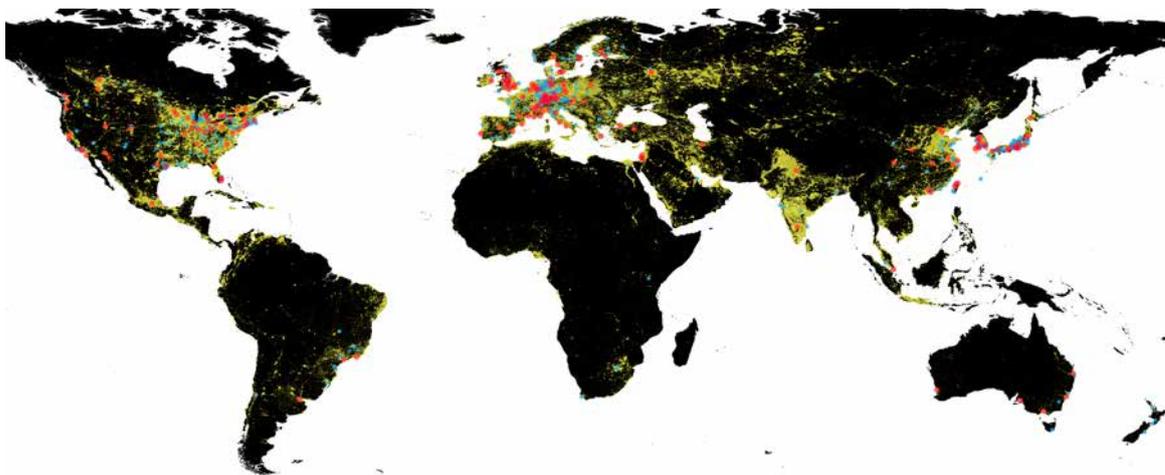
В Океании, Латинской Америке и Африке есть обширные территории, где нет густонаселенных городских районов. В этой группе стран выделяется Австралия, для которой характерно значительное совпадение районов с высокой плотностью населения и районов с высокой плотностью инноваций. При этом там практически нет мест со значительным ночным освещением, где не располагаются глобальные очаги инноваций или нишевые кластеры. В то же время наиболее густонаселенные городские районы Африки и Латинской Америки не отличаются соответствующей плотностью инновационной деятельности.

Как показано в таблице 2.3, распределение изобретательской и научной деятельности по разным регионам отличается значительной неравномерностью на всех уровнях плотности инноваций. 174 очага представляют собой районы, обладающие наибольшей плотностью инноваций в мире. Тем не менее большую часть научных и технологических знаний, создаваемых в глобальных очагах инноваций, производит ограниченное число очагов, в основном расположенных в странах с высоким и средним уровнем дохода.

Почти 70% патентов и около 50% научных статей приходится лишь на 30 очагов из 16 стран.

### Плотность инноваций и плотность городского населения в основном совпадают

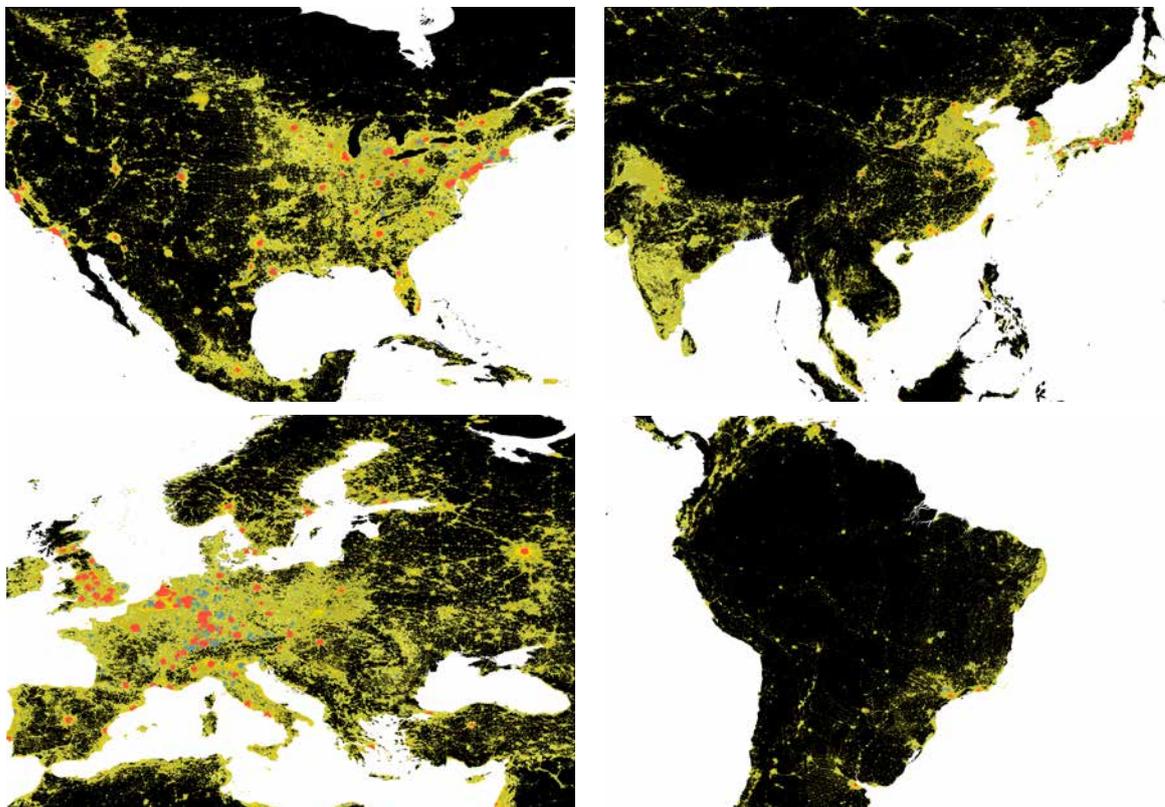
Рисунок 2.4. Глобальное распространение инноваций (ГОИ и СНК) и освещенность в ночное время, согласно DMSP



■ ГОИ ■ СНК ■ ОСВЕЩЕННОСТЬ В НОЧНОЕ ВРЕМЯ

### Большинство хабов располагаются в Северной Америке, Западной Европе и Восточной Азии

Рисунок 2.5. Глобальные очаги инноваций и специализированные нишевые кластеры, в разбивке по региону



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2). Данные об освещенности в ночное время получены в Национальном центре геофизических данных Национального управления океанических и атмосферных исследований США (NOAA).

Примечание: DMSP — программа использования метеорологических спутников Министерства обороны США (Defense Meteorological Satellite Program).

## Большая часть изобретательской и научной деятельности сосредоточена в нескольких точках

Таблица 2.3. Концентрация патентов и публикаций в ГОИ и менее инновационных странах, 1998–2017 годы

30 ведущих очагов (процент от общего числа ГОИ в мире)		
Очаги (%)	30	(17,2%)
Страны (%)	16	(47,1%)
Патенты (%)	3 234 850	(69,2%)
Научные статьи (%)	10 987 971	(47,8%)
30 ведущих агломераций в неинновационных странах		
Агломерации (%)	30	(5,0%)
Страны (%)	24	(14,4%)
Патенты (%)	11 491	(64,1%)
Научные статьи (%)	484 689	(61,0%)

Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2).

Примечание: использованы данные только за период 1998–2017 годов. 30 ведущих очагов и агломераций выделены отдельно для патентов и научных публикаций. Для выявления 30 ведущих агломераций в неинновационных странах использована та же методология, которая изложена во вставке 2.2 и с помощью которой были выявлены ГОИ.

За пределами очагов и нишевых кластеров ведется лишь очень небольшая доля изобретательской и научной деятельности, и еще меньшая ее доля приходится на те страны, где таких очагов и кластеров нет. По сути дела, есть более 160 стран, где нет ни одного очага инноваций или нишевого кластера. И даже в этих менее инновационно плотных областях большая часть знаний производится лишь в нескольких густонаселенных городских районах. В группе менее инновационных стран около 64% патентов и 61% научных статей создается в 30 агломерациях, расположенных в 24 странах (см. таблицу 2.3). Несмотря на такой уровень концентрации, разрыв с ведущими мировыми центрами огромен. Объем патентов и научных публикаций, производимых в 30 основных агломерациях менее инновационных стран, составляет лишь 0,4 и 4% от того, что производят 30 ведущих мировых очагов.

Но даже в инновационно плотных областях наблюдаются существенные национальные различия. В

таблице 2.4 представлены данные по трем ведущим очагам и нишевым кластерам некоторых стран за два разных периода и показана аккумулируемая ими доля патентов и научных публикаций соответствующих стран. Во-первых, нужно отметить, что список трех ведущих инновационных районов почти не меняется со временем и почти не отличается в категориях патентов и научных публикаций, что свидетельствует о стабильности концентрации как явления. Во-вторых, во всех представленных странах доля трех очагов достаточно высока: на них приходится от 20 до 80% патентов и научных публикаций. Также нужно отметить, что в большинстве стран доля трех ведущих очагов патентования либо остается стабильной, либо увеличивается. Это говорит о том, что внутри стран изобретательская деятельность почти не расширяется географически, а в некоторых случаях наблюдается реконцентрация. Исключениями являются Германия и в меньшей степени Франция, так как там в трех очагах патентования концентрируется меньше изобретательской активности, чем два десятилетия назад.

В целом уровень концентрации в области научных публикаций также остается стабильно высоким. Из рассмотренных экономик только в Китае и в меньшей степени в Индии наблюдается некоторая тенденция к рассредоточению, хотя на три ведущих очага этих стран по-прежнему приходится как минимум четверть и треть всех национальных научных публикаций соответственно. Если сравнить публикации и патенты, то можно отметить (см. таблицу 2.4), что в некоторых странах в области научных публикаций наблюдается большая концентрация (хотя это не является общим правилом). Это справедливо для Соединенного Королевства и в меньшей степени для Франции. Их столицы являются мировыми центрами производства научных знаний и лидерами своих стран.

## 2.2 Глобальные сети сотрудничества и поиска партнеров

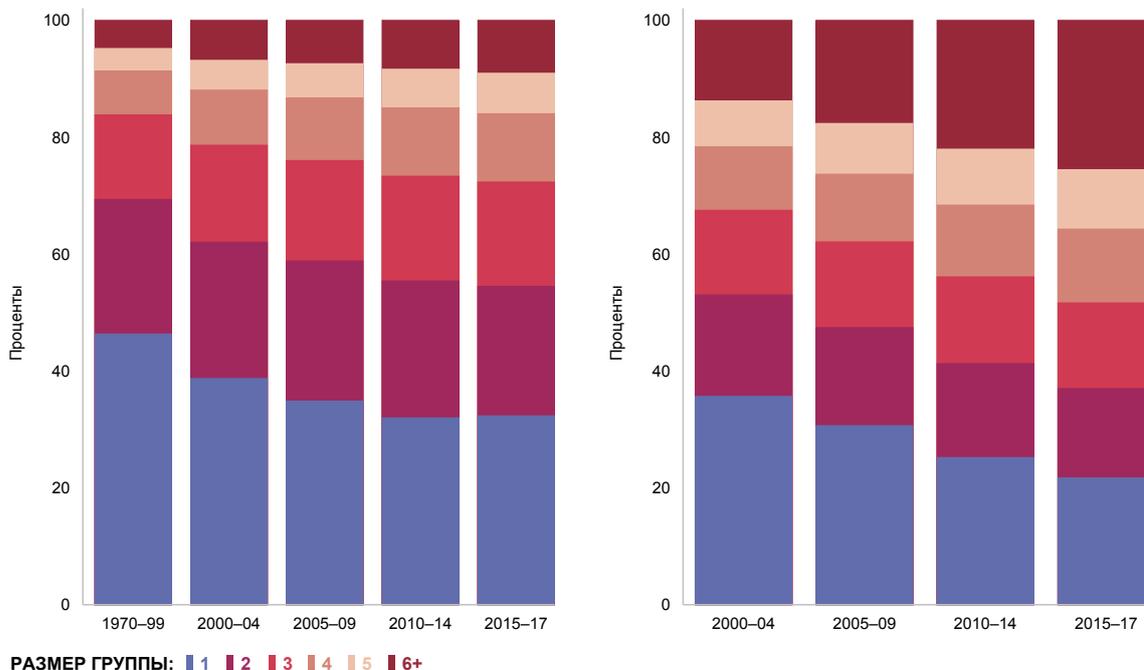
### Насколько все-таки глобализировано сотрудничество?

Производство научных и технологических знаний все чаще осуществляется на основе сотрудничества. Еще в 1998 году за подготовку большинства научных работ отвечали коллективы авторов. К



## Активизация сотрудничества в области производства инноваций

Рисунок 2.6. Размер групп изобретателей (слева) и ученых (справа), в разбивке по периоду



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставку 2.1).  
Примечание: данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

научных работ, чем в патентовании, является очередным свидетельством того, что производство научных знаний отличается большей интернационализацией, чем производство технологий. На рисунке 2.8 представлены данные о международных группах, занимающихся научной и изобретательской работой, в ведущих инновационных странах мира. За исключением Японии и в меньшей степени Республики Корея, в большинстве стран — лидеров по подаче патентных заявок значительная доля изобретений создается совместно с иностранными партнерами. Для США и стран Западной Европы в основном характерна тенденция к росту этого показателя. Небольшие экономики, такие как Швейцария, где существуют густонаселенные инновационные районы, которые активно поддерживают международные связи, ведут такое сотрудничество наиболее интенсивно. В Индии также отмечается высокая доля совместных изобретений. В ведущих экономиках Восточной Азии ситуация отличается. До 2000-х годов доля совместных изобретений в Китае была очень велика, но общее число изобретений было незначительно. Затем, когда объем патентования начал быстро расти,

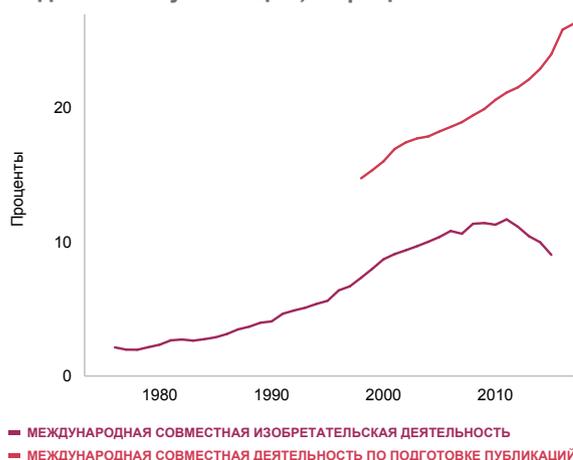
доля изобретений с международным участием резко снизилась и стала сравнима с очень низкими показателями Японии и Республики Корея.

Тенденции в области совместных публикаций с международным участием показывают совсем другую картину. За исключением Индии, во всех странах — лидерах по публикации научных работ доля международных совместных публикаций больше, чем доля совместных изобретений. Более того, в рассматриваемый период эти показатели стабильно росли. Однако, по имеющимся данным, в этой области страны Восточной Азии также отличаются меньшей международной открытостью, чем США и Западная Европа.

Наблюдается также концентрация международного сотрудничества в нескольких основных странах, хотя уровень ее снижается по мере присоединения к сети новых участников (см. рисунок 2.9). На научные работы, подготовленные совместно только учеными из США, Западной Европы и Японии, приходилось 54% всех международных публикаций в период 1998–2002 годов и 42% — в период

## Сотрудничество в области инноваций становится все более международным

**Рисунок 2.7. Международная совместная изобретательская деятельность и международная совместная деятельность по подготовке публикаций, в процентах**



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставку 2.1).

Примечание: международная совместная изобретательская деятельность — это доля патентов, в случае которых есть более одного изобретателя и эти изобретатели базируются как минимум в двух странах; международная совместная деятельность по подготовке публикаций — это доля научных статей, у которых более одного автора и эти авторы базируются как минимум в двух странах. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

2011–2015 годов. При этом изобретения, созданные совместно новаторами из этих трех регионов, составляли 69% от общего числа международных совместных изобретений в 1998–2002 годах и 49% — в 2011–2015 годах.

Кроме того, эти три региона являются самыми активными участниками сотрудничества с другими экономиками (см. рисунок 2.9). Хотя взаимодействие внутри Европы продолжает укрепляться, основным партнером для большинства европейских стран являются США. Одни из наиболее прочных международных связей установлены между США и Канадой, что, очевидно, обусловлено их географической и культурной близостью. Остальные связи Канады — это в основном связи со странами Западной Европы, за небольшими исключениями. Новые субъекты в этих сетях, такие как Китай, Индия, Австралия или Бразилия, также в основном устанавливают связи с этими тремя экономиками, а именно с США и несколькими странами Западной Европы, такими как Соединенное Королевство и Германия.

Сотрудничество между странами и экономикками за пределами треугольника США — Западная Европа — Япония идет гораздо менее активно. На международные изобретения без участия этих ключевых экономик приходилось лишь 2% таких изобретений в 1998–2002 годах и 7% в 2011–2015 годах. Подсеть совместных научных публикаций несколько больше: в 1998–2002 годах их было 5%, а в 2011–2015 годах — 13%. Некоторые крупные экономики, не входящие в большую тройку, такие как Китай, Индия, Сингапур и в меньшей степени Австралия, Аргентина, Бразилия, Мексика и Южная Африка, расширили свое участие, хотя и в основном в области совместных научных публикаций. Однако и их связи по большей части охватывают одну из трех крупнейших экономик (особенно США и страны Европы), а не другие неключевые страны.

В целом, как показывают тенденции в области сотрудничества, глобализация изобретательской деятельности в основном затрагивает США и Западную Европу, а также Китай и Индию.

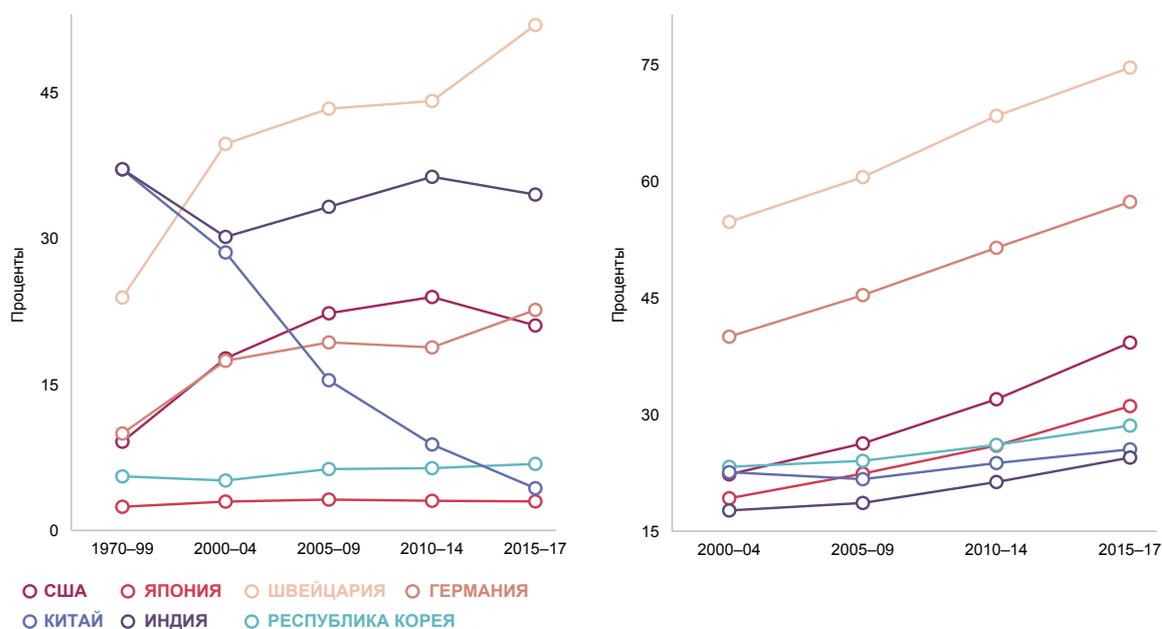
## ТНК расширяют географический охват своей инновационной деятельности

Как уже было отмечено в первой главе, в 1990-х годах ТНК начали более активно переводить НИОКР в развивающиеся страны со средним уровнем дохода, такие как Китай, Индия и страны Восточной Европы<sup>12</sup>. Хотя изначально они занимались адаптацией своих технологий к потребностям местных рынков, постепенно в эти страны были переведены и новейшие НИОКР, подобные тем, которые проводились в экономиках с высоким уровнем дохода, и началась разработка новых продуктов для мирового рынка<sup>13</sup>. Динамизм некоторых стран со средним уровнем дохода стал серьезным фактором, обеспечивающим вложение связанных с НИОКР ПИИ, особенно в случае Индии и Китая.

За последние 25 лет объем внешних НИОКР из США увеличился в пять раз. При этом основными странами назначения этих инновационных инвестиций являются Германия, Соединенное Королевство, Япония, Канада и Франция<sup>14</sup>. Что касается патентования, осуществляемого американскими компаниями при участии иностранных изобретателей, то в этой области наблюдается аналогичная тенденция (см. рисунок 2.10). В 1970–1980-х годах только в 9%

## Крупные экономики отличаются высокой степенью интернационализации

Рисунок 2.8. Международная совместная изобретательская деятельность (слева) и международная совместная деятельность по подготовке публикаций (справа), в разбивке по стране



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставку 2.1).  
 Примечание: международная совместная изобретательская деятельность — это доля патентов, в случае которых есть более одного изобретателя и эти изобретатели базируются как минимум в двух странах; международная совместная деятельность по подготовке публикаций — это доля научных статей, у которых более одного автора и эти авторы базируются как минимум в двух странах. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

патентов, регистрируемых американскими компаниями, были указаны иностранные изобретатели. К 2010-м годам эта доля возросла до 38%. Масштабы привлечения технологий из Канады, Японии и Западной Европы росли до начала 2000-х годов, после чего этот показатель стабилизировался. Затем большая часть аутсорсинга инновационной деятельности американских компаний начала приходиться на другие страны, в основном на Китай, Индию и в меньшей степени Израиль. Таким образом, американская стратегия диверсификации производства знаний в значительной степени предполагает экспансию в страны, не относящиеся к странам с высоким уровнем дохода.

Тенденция к интернационализации НИОКР наблюдается не только у американских компаний, хотя ни одна другая крупная экономика не отличается такой же открытостью к сотрудничеству (см. рисунок 2.10). Близки к этому и крупные западноевропейские экономики, такие как Германия, Франция и Соединенное Королевство. При этом компании из ключевых стран Восточной Азии (Япония,

Республика Корея и Китай) гораздо менее интернационализированы.

Наблюдается следующая тенденция: компании со всего мира расширяют и активизируют патентную деятельность с привлечением иностранных изобретателей. Однако, как уже было отмечено, международный поиск партнеров в области патентования по-прежнему в основном затрагивает компании и изобретателей из экономик с высоким уровнем дохода, таких как США, Япония и страны Западной Европы. Из них наименее ориентированными на международное сотрудничество, как и прежде, являются японские компании, тогда как американские компании активно привлекают к работе японских изобретателей.

За последние два десятилетия Китай и Республика Корея многое сделали для того, чтобы стать частью этой группы стран. Сегодня их частные компании довольно активно занимаются патентованием, а изобретатели сотрудничают с иностранными компаниями. Корейские компании больше зависят

от японских и американских изобретателей, чем последние от корейских компаний. Китайские компании активно привлекали японских изобретателей в 1990-е годы, но начиная с 2000-х годов начали все больше опираться на соотечественников.

Сегодня открытость китайских компаний для международных изобретателей лишь немного выше по сравнению с японскими.

Тем не менее, несмотря на рост в последние десятилетия масштабов аутсорсинга, осуществляемого ТНК с привлечением развивающихся стран со средним уровнем дохода, компании из этих стран по-прежнему в значительной степени опираются на инновации, создаваемые экономистами с высоким уровнем дохода, а не наоборот. При разработке патентоспособных технологий компании из Индии, Азии, Центральной и Восточной Европы, Латинской Америки и Африки активно используют инновационный потенциал изобретателей из США, Западной Европы, Китая и в меньшей степени Японии и Республики Корея. Однако необходимо помнить, что объем патентования у компаний из этих экономик ниже по сравнению с компаниями из США, Западной Европы, Японии, Китая и Республики Корея. Кроме того, следует отметить, что масштабы патентной деятельности, проводимой исключительно компаниями и изобретателями из стран, не входящих в группу стран с высоким уровнем дохода, гораздо меньше.

Наблюдается определенное региональное сотрудничество. Однако для него характерна та же модель, которая описана выше. Мексиканские компании более активно используют потенциал изобретателей из США и Канады, чем наоборот. То же справедливо и для Германии, Франции и Соединенного Королевства в Европе, особенно во взаимоотношениях с компаниями из Центральной Европы. Компании из всех азиатских стран более активно привлекают изобретателей из Японии, Республики Корея, Китая и в некоторой степени Индии, чем наоборот. В меньшей степени это справедливо для изобретателей из Бразилии и Южной Африки, которые являются региональным источником потенциала для компаний из Латинской Америки и Африки. При этом азиатские, латиноамериканские и африканские экономисты, не являющиеся экономистами с высоким уровнем дохода, взаимодействуют наиболее активно с изобретателями не со своих континентов, а в основном из США и Западной Европы.

## 2.3 Местные инновации и глобальные сети инновационных хабов

### Глобализация агломераций

Очаги инноваций и нишевые кластеры отличаются не только большей концентрацией научных публикаций и патентов, но и более активным международным сотрудничеством (см. рисунок 2.11). Это различие становится еще очевиднее, если рассматривать часто цитируемые патенты и научные статьи. За последние два десятилетия доля научных статей, подготовленных внутри инновационных районов на основе международного сотрудничества, возросла с 19 до 29%. При этом если учитывать только наиболее цитируемые статьи, то этот показатель увеличился с 28 до 43%.

Такой же разрыв характерен для совместных изобретений, создаваемых внутри и за пределами очагов инноваций и нишевых кластеров. Во второй половине 2010-х годов у 11% изобретений, созданных внутри очагов инноваций и нишевых кластеров, были международные партнеры, а в случае наиболее цитируемых патентов эта цифра составляла почти 16%. При этом что касается технологий, созданных за пределами этих зон, то лишь у 6% был иностранный соизобретатель. Однако имеющиеся данные не позволяют говорить о росте этого разрыва. В принципе, начиная со второй половины 2000-х годов для международной совместной изобретательской деятельности, проводимой внутри и за пределами агломераций, характерна похожая стагнация и в некоторой степени снижение, что, вероятно, обусловлено замедлением темпов глобализации в целом (см. далее).

На рисунке 2.12 показаны некоторые заслуживающие внимания закономерности. Как было отмечено в разделе 2.2, в инновационных агломерациях снизилась доля научной и изобретательской деятельности, не предполагающей сотрудничества на местном, национальном или международном уровне. К 2017 году доля изобретений, у которых только один изобретатель, снизилась до одной четверти, хотя в 1970–1980-х годах таких изобретений было около трети. Доля научных публикаций, у которых только один автор, сократилась с более 40% в начале 2000-х годов до менее 25% во второй половине 2010-х годов. Чем больше очаги

## Концентрация и рассредоточение международного сотрудничества

Рисунок 2.9. Международная совместная изобретательская деятельность (слева) и международная совместная деятельность по подготовке публикаций (справа) по парам стран, 1998–2002 годы и 2011–2015 годы

**Международная совместная изобретательская деятельность по парам стран, 1998–2002 годы**



**Международная совместная изобретательская деятельность по парам стран, 2011–2015 годы**



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставку 2.1).

Примечание: международная совместная изобретательская деятельность — это доля патентов, в случае которых есть более одного изобретателя и эти изобретатели базируются как минимум в двух странах; международная совместная деятельность по подготовке публикаций — это доля научных статей, у которых более одного автора и эти авторы базируются как минимум в двух странах.

Учитывались данные только по ведущим 10% международных связей за каждый отчетный период. Круги отражают долю связей, затрагивающих только определенные страны и регионы. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

**Международная совместная деятельность по подготовке публикаций по парам стран, 1998–2002 годы**



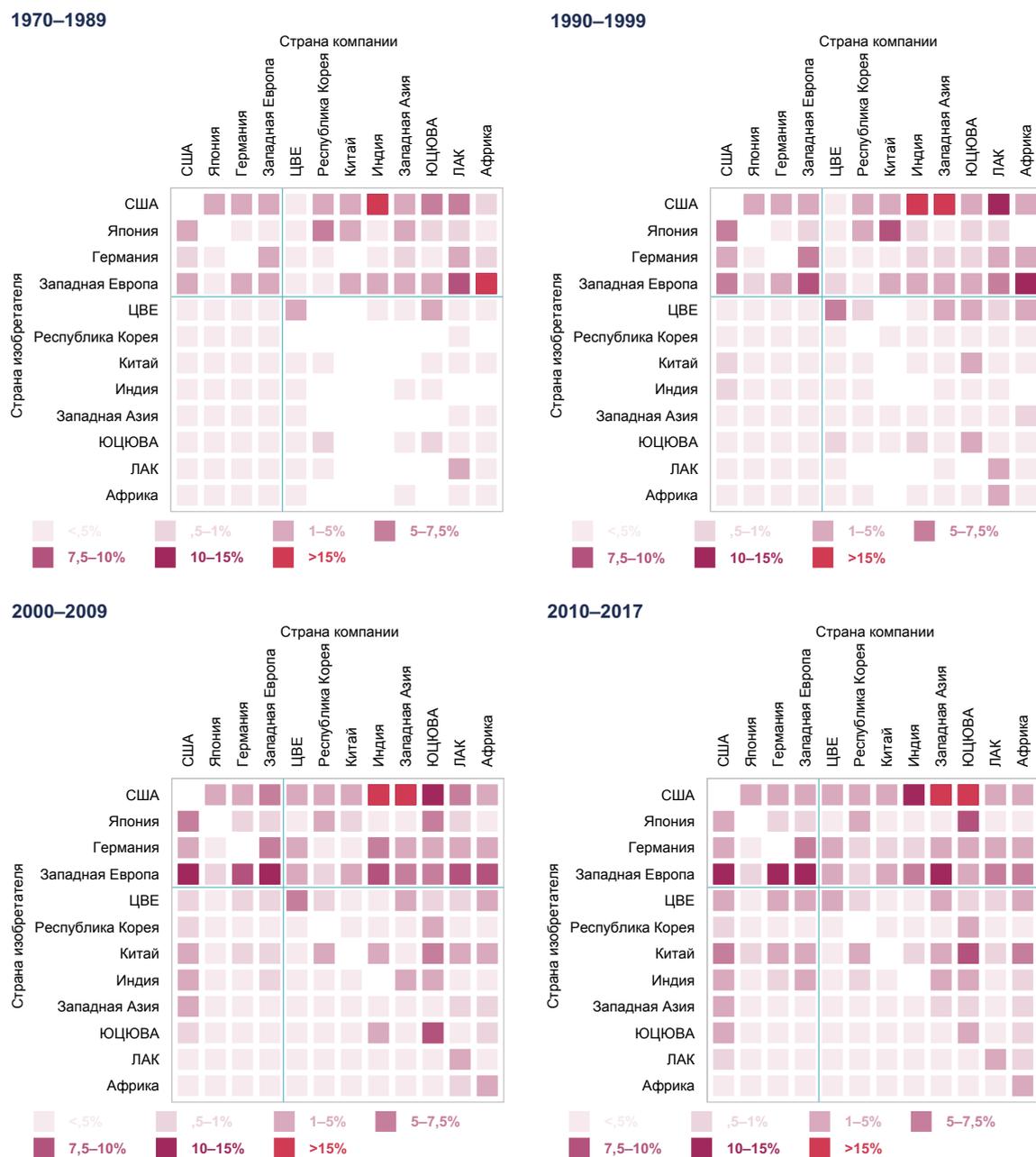
**Международная совместная деятельность по подготовке публикаций по парам стран, 2011–2015 годы**



— 10 000    ■ 40 000

## Выгоды от аутсорсинга инновационной деятельности получают лишь некоторые страны

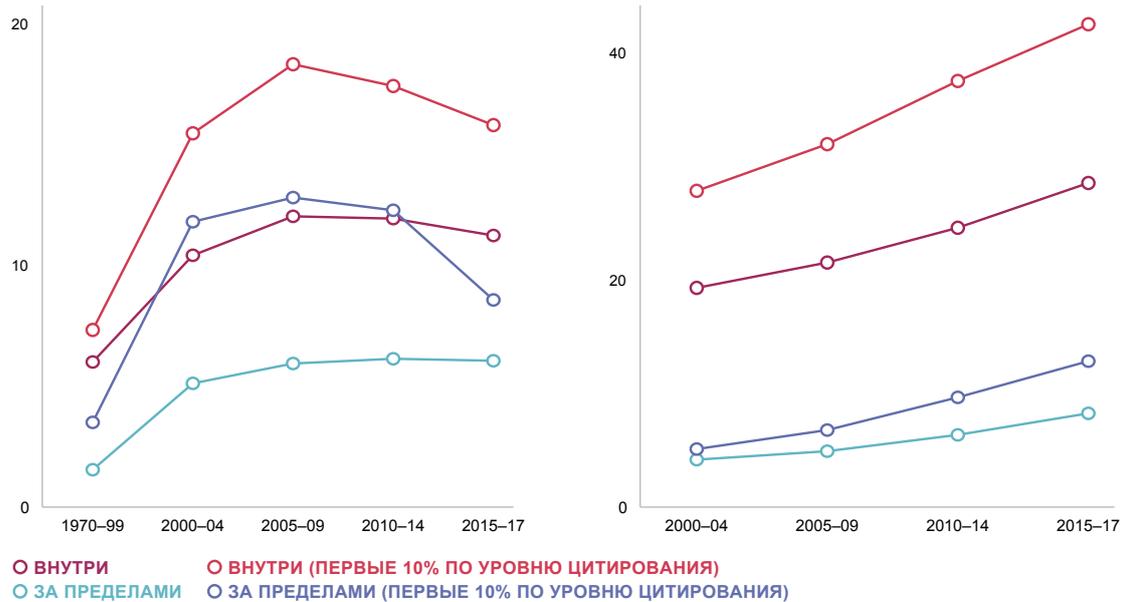
Рисунок 2.10. Деятельность компаний в области патентования с привлечением изобретателей из другой страны (%), по отдельным регионам



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT и PCT (см. технические примечания).  
 Примечание: ЦВЕ — Центральная и Восточная Европа; ЛАК — Латинская Америка и Карибский бассейн; ЮЦЮОВА — Южная (кроме Индии), Центральная и Юго-Восточная Азия. Разбивка на географические регионы в целом соответствует методологии, которую использует Статистический отдел ООН (СООН) (unstats.un.org, дата доступа: март 2019 года). Различия заключаются только в том, что регион ЦВЕ включает все страны, которые входят в категории СООН «Северная Европа» и «Южная Европа» и не входят при этом в категорию «Западная Европа», а также что группа ЮЦЮОВА включает Монголию. Из категории Западной Европы исключается Германия. В регион Западной Европы входят 15 экономик, которые были членами ЕС до 1 мая 2004 года, а также Андорра, Исландия, Лихтенштейн, Мальта, Монако, Норвегия, Сан-Марино и Швейцария. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

## Инновации, создаваемые внутри очагов, с большей вероятностью носят международный характер

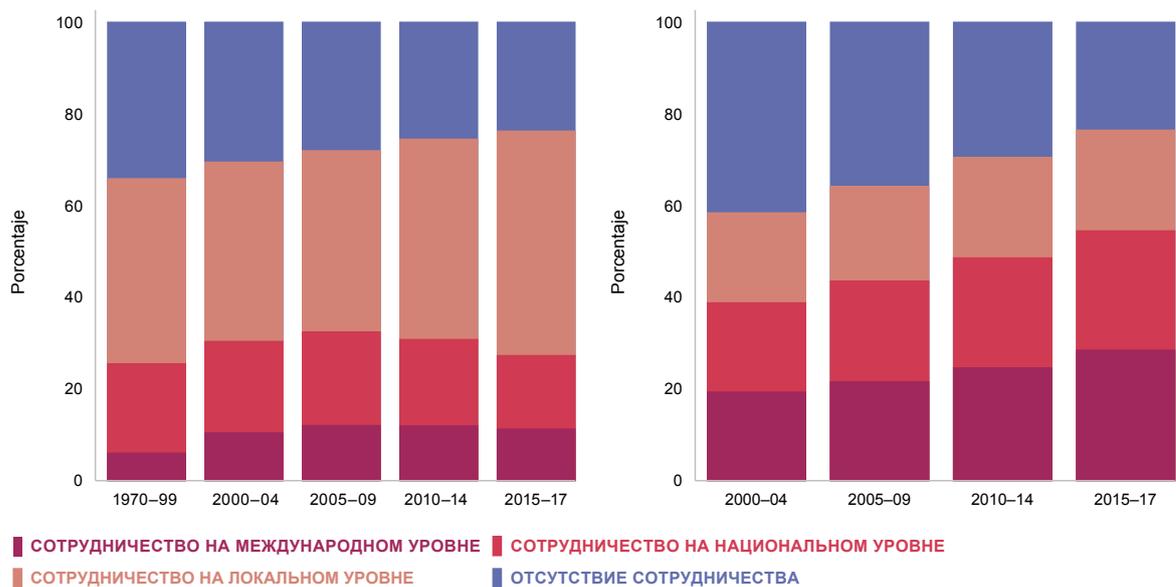
Рисунок 2.11. Процент международных групп в области патентования (слева) и подготовки публикаций (справа), внутри и за пределами ГОИ и СНК



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2).  
Примечание: данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

## Рассредоточение деятельности по подготовке научных публикаций и реконцентрация патентования

Рисунок 2.12. Доля ГОИ и СНК в сотрудничестве в области создания совместных изобретений (слева) и подготовки совместных публикаций (справа), в разбивке по местоположению партнеров



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2).  
Примечание: данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

инноваций и нишевые кластеры сотрудничают, тем более плотную сеть знаний они создают.

В других аспектах картина отличается в зависимости от того, идет речь об изобретательской или научной деятельности. Что касается патентов, то доля групп, в которых представлены только местные участники, больше, чем доля групп, в которые входят национальные и иностранные участники, тогда как в случае научных публикаций это не так. Тем не менее участие иностранных ученых в совместных публикациях растет быстрее, чем сотрудничество на национальном и местном уровне. Такая же тенденция наблюдалась в области патентования с начала 1980-х до второй половины 2000-х годов<sup>15</sup>.

Однако примерно с 2005 года начался новый рост доли патентов, регистрируемых только местными изобретателями. Этот сдвиг совпадает с замедлением глобализации и интернационализации в целом, отражением чего является снижение темпов роста торговли, потоков ПИИ и финансовой интеграции. Также начала снижаться доля патентов, регистрируемых группами, состав которых носит национальный, но не исключительно местный характер. Последнее может отчасти объясняться тем, что замедление темпов глобализации в области создания знаний и инноваций связано не с развитием новых национальных инновационных систем, а с ростом локальных центров инноваций. Как будет показано далее, в ряде азиатских стран эта тенденция проявляется сильнее.

Кроме того, ситуация значительно различается в разных странах, что показано на рисунке 2.13. На этой диаграмме расширен анализ, представленный на рисунке 2.12, и показана разбивка данных по очагам инноваций и нишевым кластерам в ряде ведущих инновационных стран. Страновые тенденции в области научных публикаций в целом повторяют ситуацию, показанную на рисунке 2.12: практически для всех стран характерны аналогичные тренды и рост сотрудничества. Но есть и различия. В США, Японии, Германии и Швейцарии рост доли публикаций, подготовленных с привлечением иностранных ученых, является основной причиной снижения в этих странах объема научных исследований, проводимых не на основе сотрудничества. В Китае, Индии и в некоторой степени Республике Корея наблюдался менее активный рост международного научного сотрудничества. В этих странах снижение доли научных публикаций,

подготовленных не на основе сотрудничества, в основном обусловлено расширением сотрудничества на национальном и местном уровне.

Как и в случае ТНК, о чем шла речь в предыдущем разделе, в области сотрудничества в патентовании тенденции значительно различаются в разных странах. Некоторые страны, такие как Индия или Швейцария, характеризуются крайней открытостью для международного сотрудничества, тогда как Республика Корея, Япония и с недавнего времени Китай находятся на другом конце спектра. В некоторых странах, особенно в Китае, было отмечено существенное снижение доли международных групп в патентовании. В случае Китая это связано с резким ростом доли изобретений, создаваемых исключительно на основе сотрудничества на местном уровне. Однако в большинстве стран в последние годы доля изобретений, созданных совместно с иностранными изобретателями, росла или оставалась на прежнем уровне.

У ТНК могут быть очень разные потребности и стратегии в плане того, где искать квалифицированных специалистов, причем со временем они могут меняться (см. рисунок 2.14). Например, в 2010-е годы на район Сан-Хосе — Сан-Франциско приходилось 53% патентов Google. В тот же период 32% патентов Siemens приходилось на Нюрнберг, самый крупный центр патентования этой компании. Наиболее важными источниками изобретательского потенциала для Sony и Huawei ожидаемо являются Токио и район Шэньчжэнь — Гонконг; на них приходится 71 и 81% патентов этих компаний соответственно. Примечательно, что, как показывает сравнение показателей за 2010-е и 2000-е годы, Google и Siemens усилили концентрацию изобретательской деятельности в своих ведущих хабах, а Sony и Huawei — наоборот.

ТНК из стран со средним уровнем дохода, таких как Бразилия или Индия, также используют различные кадровые стратегии. Компания Infosys, занимающаяся оказанием технологических услуг, обладает широкой сетью, но большая ее часть располагается в Индии. Деятельность бразильской авиастроительной компании Embraer по-прежнему в значительной мере сконцентрирована в районе Сан-Жозе-дус-Кампус, где находится и штаб-квартира компании. Однако в 2010-е годы вместо второго ключевого национального хаба в Сан-Паулу она начала развивать международные связи, в том числе с районом

Сан-Хосе — Сан-Франциско, Лос-Анджелесом и Сеулом.

### Глобальная сеть очагов инноваций и нишевых кластеров

Инновационные агломерации по всему миру образуют сеть (как внутри своих стран, так и за их пределами), где концентрируется большая часть изобретательской и научной деятельности, что теоретически может наносить ущерб неагломерированным субъектам<sup>16</sup>. В частности, в США, Европе и Азии, благодаря таким агломерациям, существует плотная сеть национальных и международных связей между очагами и нишевыми кластерами. 26% международных совместных изобретений, разрабатываемых при участии очагов инноваций по всему миру, создается лишь в 10 ведущих очагах (см. рисунок 2.15). К их числу относятся: район Сан-Хосе — Сан-Франциско, Нью-Йорк, Франкфурт, Токио, Бостон, Шанхай, Лондон, Пекин, Бангалор и Париж.

На рисунке 2.15 также показаны ведущие 10% связей между глобальными очагами инноваций и специализированными нишевыми кластерами в области совместной изобретательской деятельности. Даже в США нишевые кластеры и небольшие очаги инноваций нередко поддерживают только национальные связи. При этом, несмотря на широкое географическое распространение глобальных очагов инноваций и специализированных нишевых кластеров, в США они формируют гораздо более плотную национальную инновационную сеть, чем в остальных частях мира. Тем не менее в США в более крупных очагах инноваций концентрируется большая доля как национальных, так и международных связей с другими очагами и нишевыми кластерами.

В Европе наблюдаются аналогичные закономерности. В каждой стране есть несколько крупных очагов инноваций, которые обеспечивают связь национальной инновационной системы с глобальными инновационными сетями. В качестве очевидного примера можно привести Францию, где Париж является связующим звеном между остальными французскими городами и внешним миром; в Соединенном Королевстве таким центром является Лондон. В Германии тоже наблюдается некоторая иерархия, хотя там больше связующих пунктов, а национальная инновационная сеть плотнее. Также выделяются Япония и

Республика Корея, где существуют очень плотные национальные инновационные сети, хотя международные связи не такие разветвленные, а основными партнерами являются США и ключевые очаги инноваций в Западной Европе.

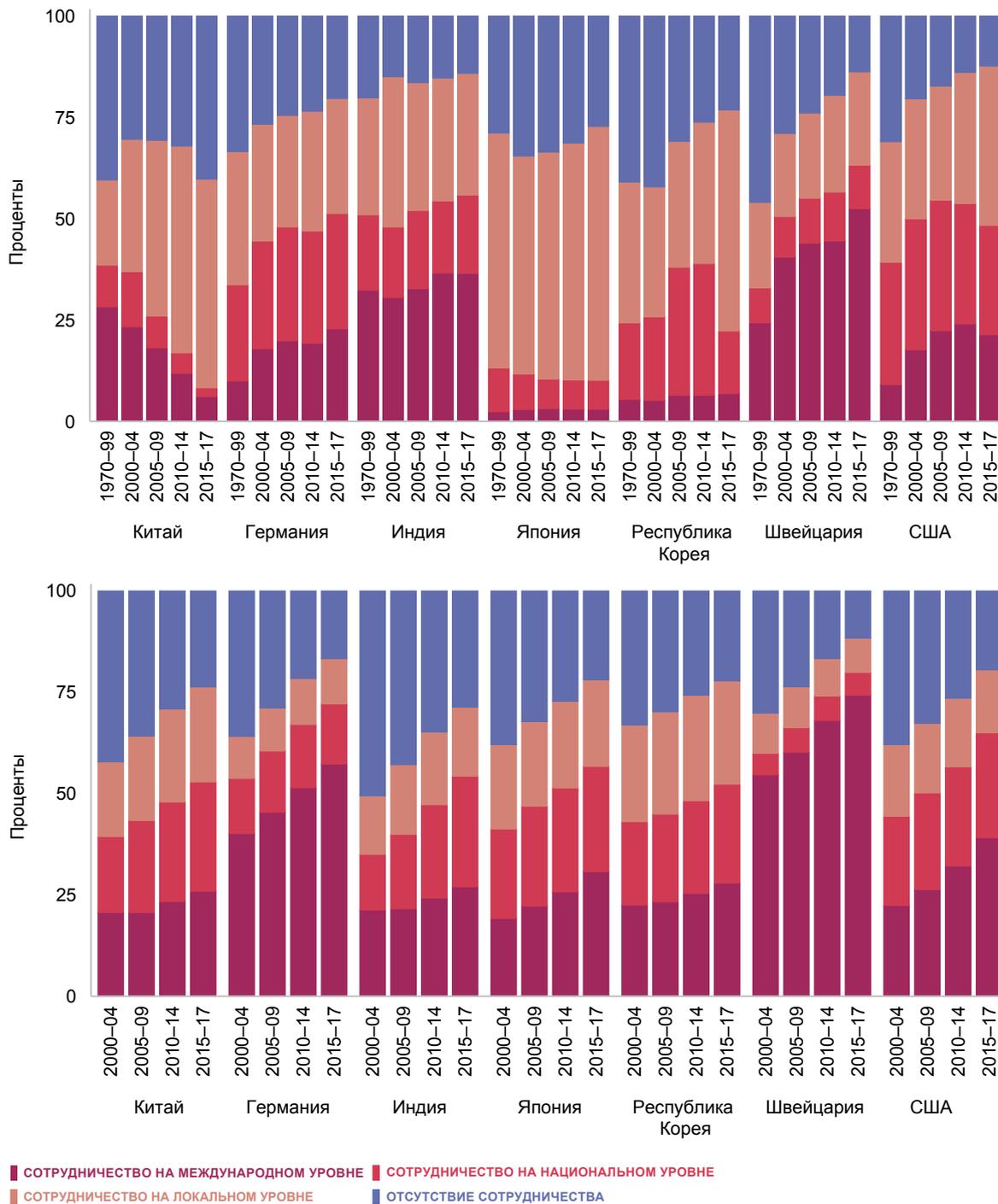
Очаги инноваций и нишевые кластеры в остальных регионах мира обладают гораздо менее многочисленными связями по сравнению с США, Западной Европой, Японией и Республикой Корея, хотя в этом плане можно выделить Китай, Индию, Канаду и Австралию. В Китае существует плотная национальная инновационная сеть, где также наблюдается иерархическая структура, а Шанхай, Пекин и район Шэньчжэнь — Гонконг являются ведущими международными связующими пунктами. С учетом очевидной близости Канады к США, ее национальная сеть хорошо интегрирована в американскую. При этом, по контрасту с Канадой, чьи очаги инноваций играют важную роль в североамериканской сети, аналогичные связи между США и Мексикой в области совместной изобретательской деятельности отсутствуют.

Несмотря на общее доминирование Бангалора, в Индии существует довольно динамичная национальная инновационная сеть, в которой несколько хабов поддерживают прямые международные связи. Точно так же в Австралии, несмотря на ее отдаленность и обширную территорию, есть несколько очагов инноваций, обладающих международными связями, и национальная сеть со множеством внутренних связей. Меньшей связанностью отличается Латинская Америка. Подавляющее большинство связей ее немногочисленных очагов инноваций и нишевых кластеров установлено с ведущими экономиками за пределами региона. В Латинской Америке нет национальных или региональных сетей, аналогичных тем, о которых шла речь в связи с другими странами и регионами.

Изложенное выше свидетельствует о том, что на глобальные инновационные сети влияют не только географические факторы. С точки зрения сетевого анализа инновационная агломерация носит тем более центральный характер в глобальной сети, чем больше международных связей в ней концентрируется. На рисунке 2.16 такая центральность показана графически: очаги инноваций и нишевые кластеры сгруппированы в зависимости от числа поддерживаемых ими связей (чем больше связей, тем ближе к центру они расположены).

**Для отдельных стран характерны разные тенденции, особенно в области патентования**

**Рисунок 2.13. Доля ГОИ и СНК в сотрудничестве в области создания совместных изобретений (верхняя диаграмма) и подготовки совместных публикаций (нижняя диаграмма), в разбивке по местоположению партнеров, данные по отдельным странам**

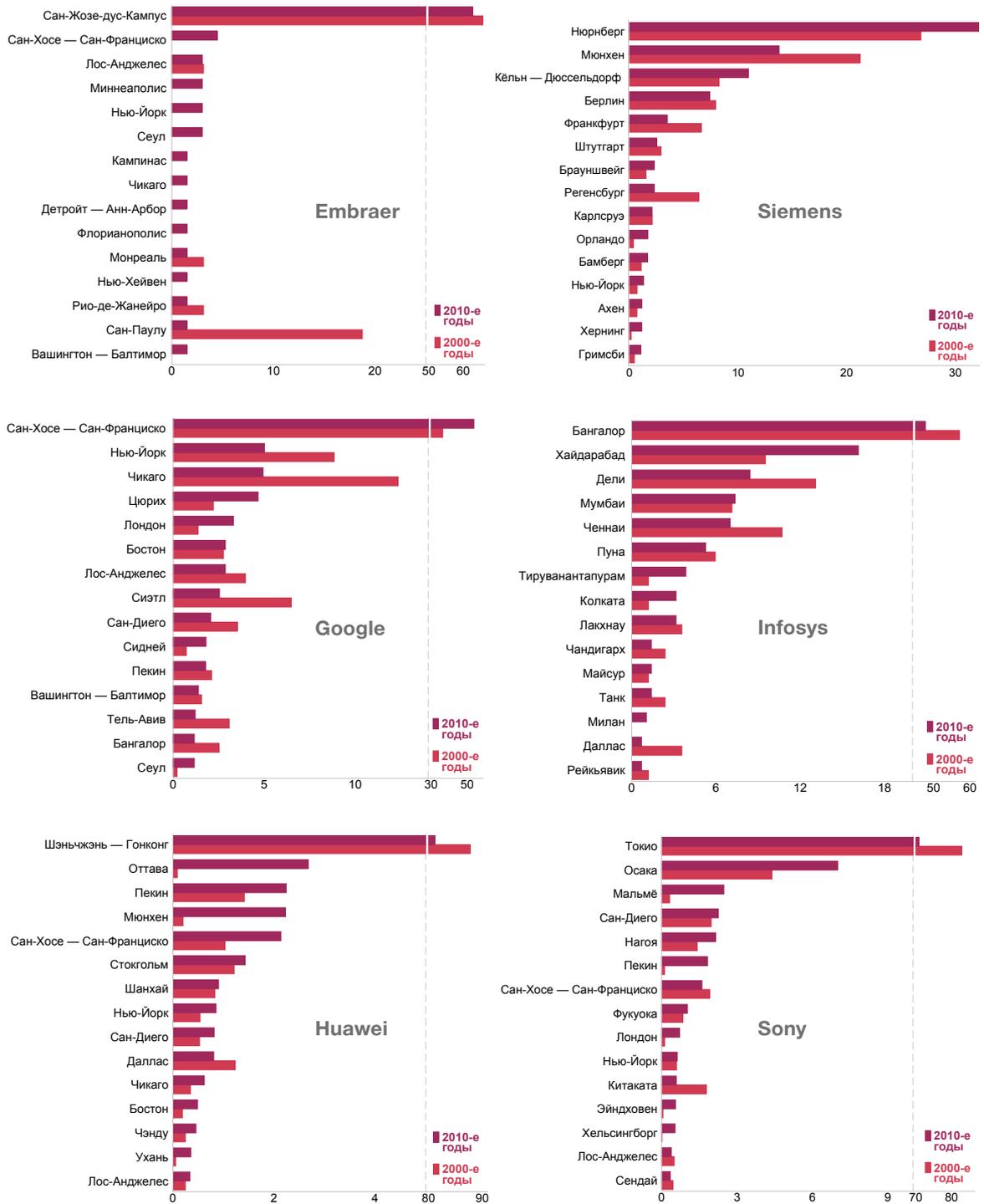


Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2).

Примечание: данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

### Разные ТНК используют разные стратегии по установлению связей

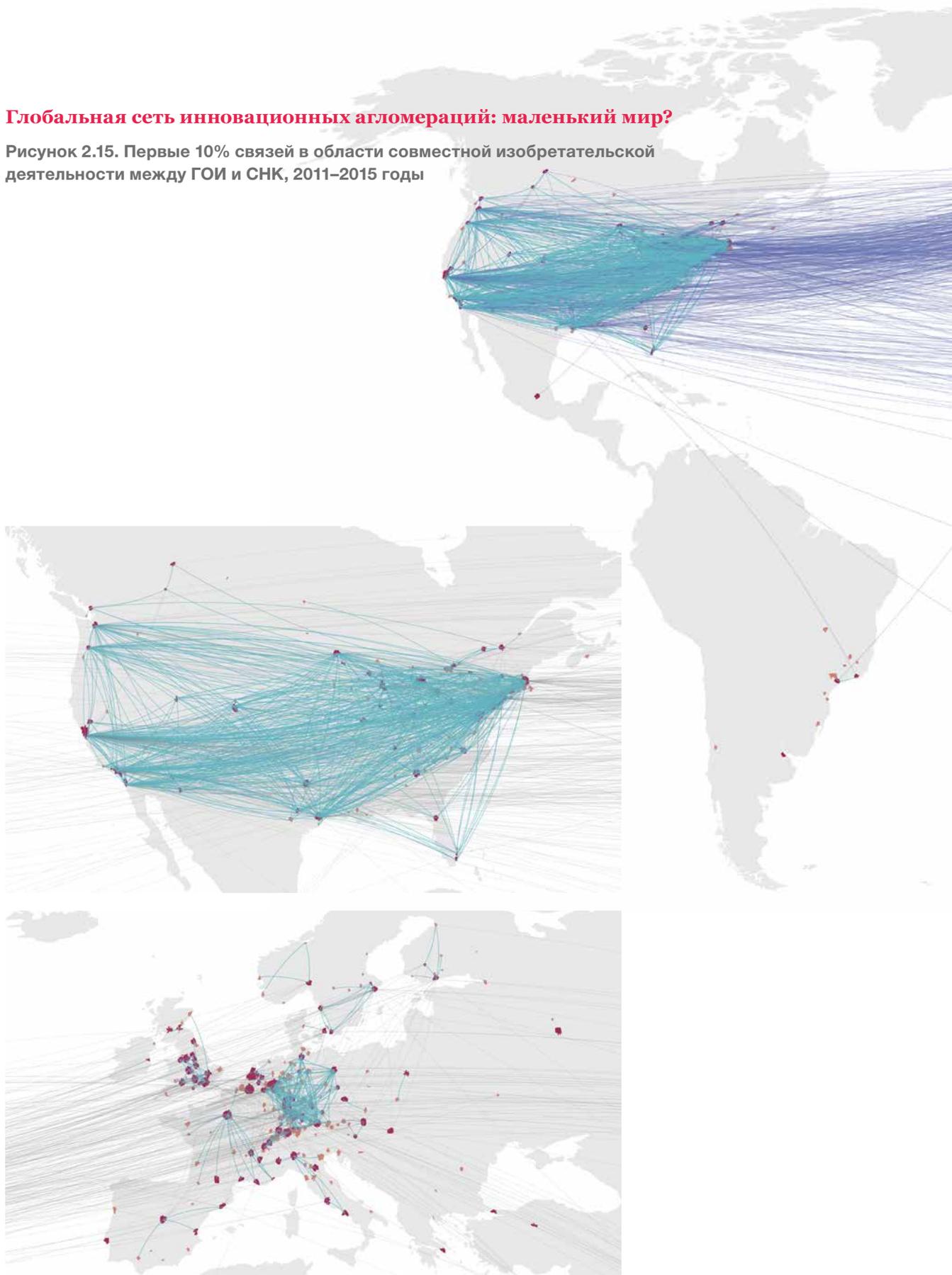
Рисунок 2.14. Глобальная сеть сотрудничества в области изобретательской деятельности, данные по отдельным компаниям

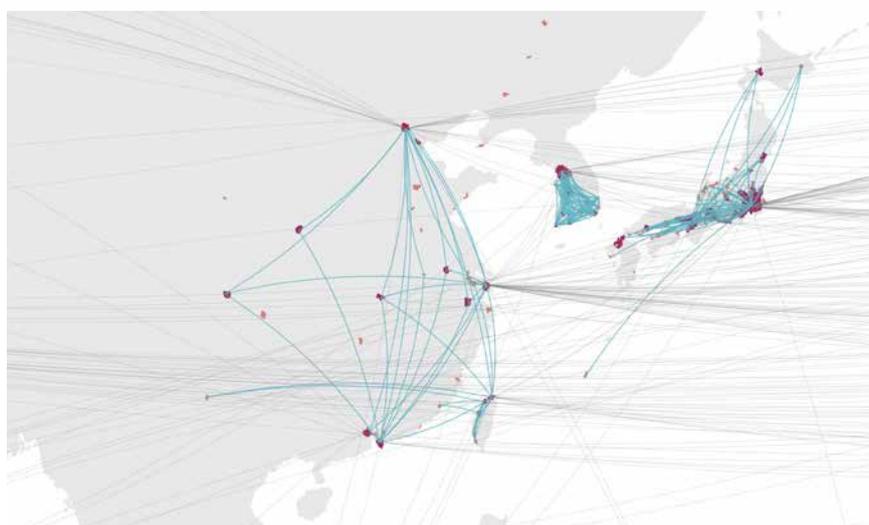
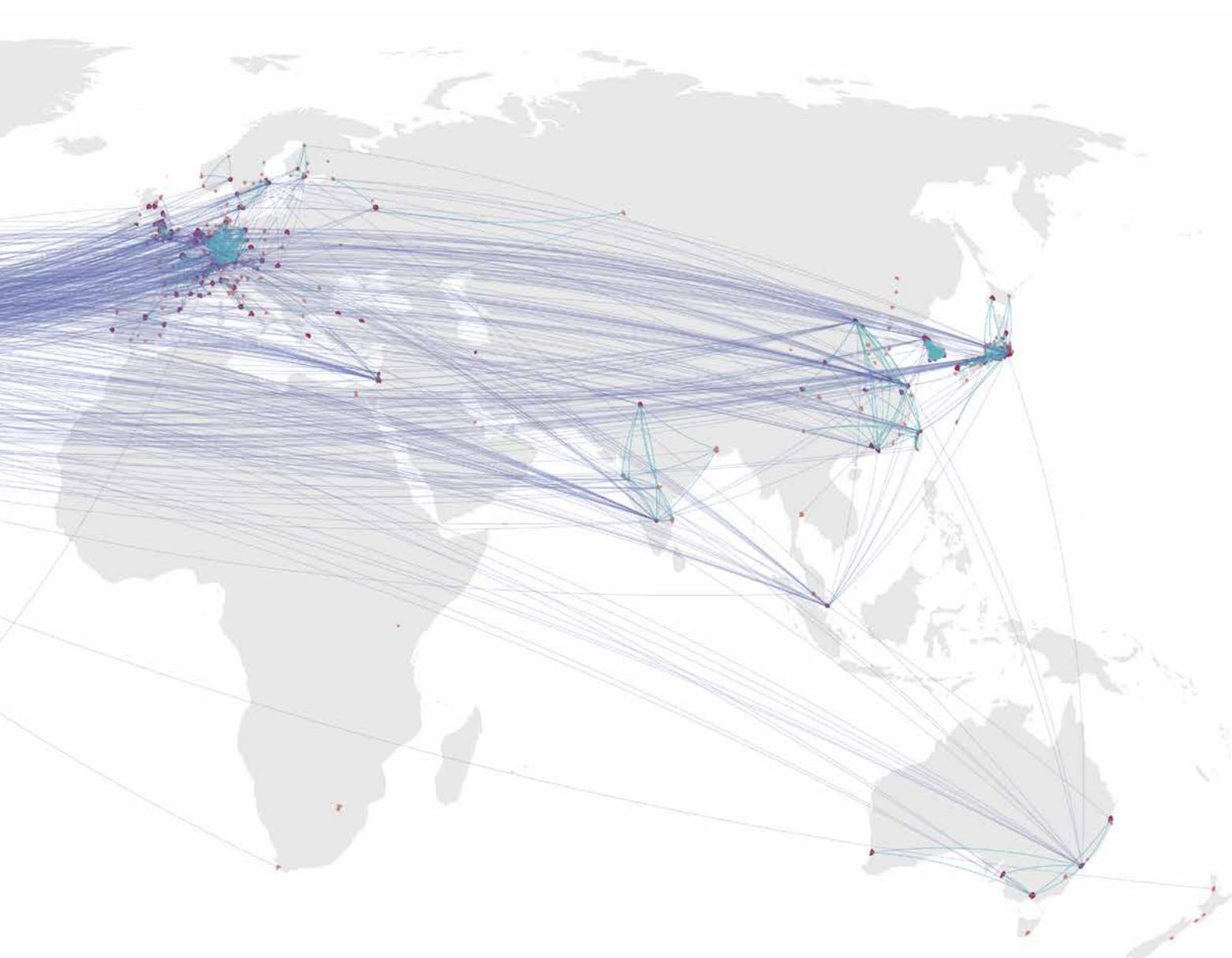


Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2).  
 Примечание: представлены 15 ведущих ГОИ по местоположению изобретателей, указанных в патентах, заявителем в которых являются соответствующие компании. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

### Глобальная сеть инновационных агломераций: маленький мир?

Рисунок 2.15. Первые 10% связей в области совместной изобретательской деятельности между ГОИ и СНК, 2011–2015 годы

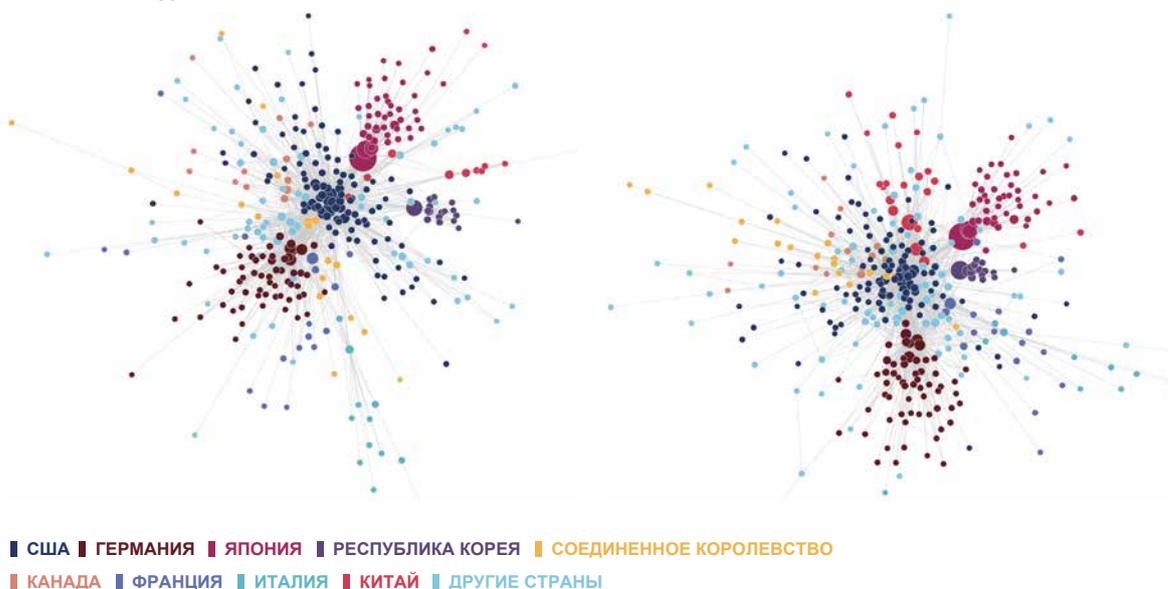




Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2).  
 Примечание: отражены только первые 10% связей. Зеленые линии соединяют ГОИ/СНК из одной и той же страны, а фиолетовые линии — из разных стран. Круги отражают 10 ведущих очагов по объему связанности. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

## Агломерации некоторых стран занимают центральное положение в глобальной инновационной сети

Рисунок 2.16. Сеть совместной разработки изобретений и патентования, 2001–2005 годы и 2011–2015 годы



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2).  
Примечание: отражены только первые 10% связей. Размер кругов отражает объем патентной деятельности. Круги расположены с учетом степени их центральности в сети. Данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

Как уже было отмечено, американские агломерации относятся к числу наиболее связанных, поэтому они располагаются близко к центру в оба периода (см. рисунок 2.16). Изображены и другие глобальные инновационные центры, которые предположительно обладают существенным числом связей, такие как Токио, Лондон, Шанхай, Пекин, Сеул и Париж. Однако они занимают не такое центральное место, как американские очаги. Кроме того, сама сеть эволюционирует со временем: в ней появляется все больше хабов, а плотность в центре увеличивается.

Размер агломерации — это далеко не основной фактор. В одной и той же стране небольшие кластеры взаимодействуют с крупными кластерами, обладающими широкими связями, что отражает иерархическую структуру, о которой шла речь выше. Это справедливо для агломераций Соединенного Королевства, Японии и Республики Корея. С другой стороны, некоторые очаги инноваций такого же или большего размера, что и ведущие американские агломерации (например, Токио), не занимают при этом такое же центральное место в глобальной сети. Это является свидетельством более низкого

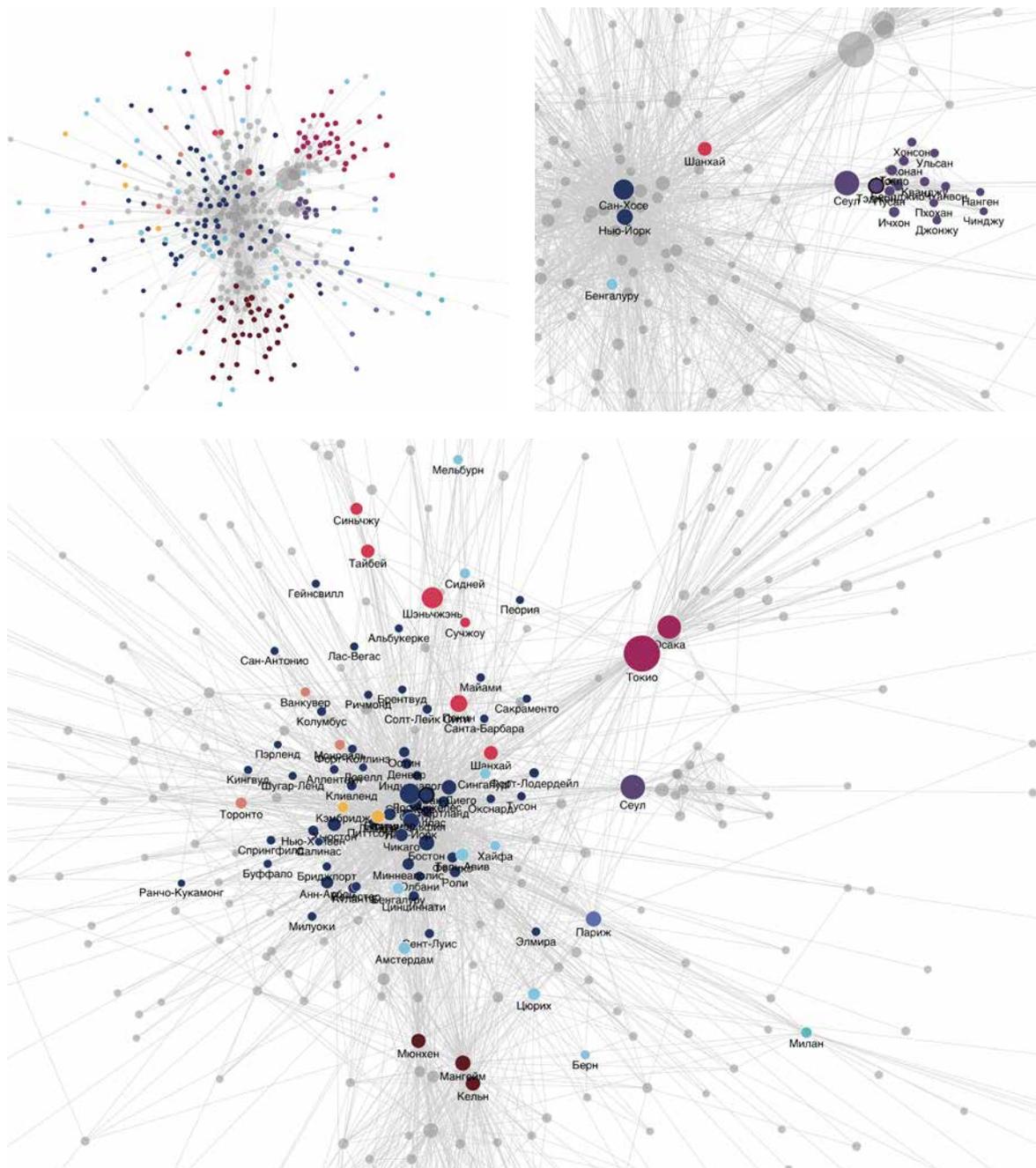
уровня международной связанности японских очагов инноваций.

На рисунке 2.17 изображены подсети той же сети совместных изобретений за период 2011–2015 годов, которая представлена на рисунке 2.16. Чтобы выделить подсеть нишевых кластеров, сетевые связи очагов инноваций отображены серым цветом. Как можно видеть, эти специализированные районы с высокой плотностью инноваций не могут соперничать с очагами инноваций по объему связей. Связи между нишевыми кластерами немногочисленны и практически никогда не выходят за пределы одной страны.

На этом рисунке также изображены подсети двух инновационных центров: Лос-Анджелеса и Тэджона, Республика Корея. Они схожи с точки зрения числа разрабатываемых там патентоспособных технологий. Центр в Лос-Анджелесе отличается высоким уровнем связанности — как на национальном, так и на международном уровне, что делает его относительно центральным узлом в глобальной сети. Тэджон при этом не обладает такой же

**Размер влияет на положение в сети, но не гарантирует центральности**

Рисунок 2.17. Сеть СНК и глобальные инновационные подсети Лос-Анджелеса и Тэдждона, 2011–2015 годы



■ США ■ ГЕРМАНИЯ ■ ЯПОНИЯ ■ РЕСПУБЛИКА КОРЕЯ ■ СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО  
 ■ КАНАДА ■ ФРАНЦИЯ ■ ИТАЛИЯ ■ КИТАЙ ■ ДРУГИЕ СТРАНЫ

Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. вставки 2.1 и 2.2).  
 Примечание: размер кругов отражает объем патентной деятельности. Круги расположены с учетом степени их центральности в сети. Серые круги не относятся к подсети.

центральностью, так как большая часть его связей установлена с корейскими агломерациями. Его международные связи в основном ограничиваются Шанхаем, Сан-Франциско и Нью-Йорком.

Таким образом, география сама по себе не определяет значимость, или центральность ведущих инновационных агломераций внутри сети. Необходимо учитывать и множество других факторов.

## 2.4 Выводы

Настоящая глава подготовлена на основе анализа большого массива данных о патентных заявках и научных публикациях, с тем чтобы ответить на несколько вопросов, касающихся двух современных явлений, которые связаны с глобальным производством знаний и обменом ими: с одной стороны, наблюдается географическое распространение знаний на международном уровне, а с другой — их концентрация в нескольких географических очагах.

Разработка патентоспособных технологий и подготовка научных статей сегодня осуществляются не только в экономиках, которые являются традиционными производителями знаний (страны Европы, Япония и США). Это примечательное явление, так как для патентования, производства научных знаний, инвестирования в НИОКР и других аналогичных видов деятельности, связанных со знаниями, всегда была характерна большая концентрация, чем для других аспектов глобализации, таких как торговля или ПИИ.

Тем не менее на несколько западных экономик вместе с Японией и Республикой Корея приходится почти 80% международной патентной деятельности и около 57% всех научных публикаций, что очень много. Как представляется, в настоящий момент распространение производства знаний обусловлено в основном деятельностью нескольких развивающихся экономик со средним уровнем дохода, в особенности Китая. В то же время крупные регионы мира, такие как Африка и Латинская Америка, остаются в стороне от глобализации знаний.

Ограниченность географического распространения деятельности, связанной со знаниями, отчасти обусловлена появлением глобальных инновационных сетей, которые в первую очередь обеспечивают связь между традиционными инновационными

странами и лишь после этого вовлекают экономики со средним уровнем дохода. Однако в области патентования доминируют сети, образованные ведущими странами, а те инновационные сети, которые охватывают только неключевые экономики, играют побочную роль. Что касается научных публикаций, то более активную роль начинают играть некоторые страны со средним уровнем дохода и даже образованные ими подсети.

В целом благодаря распространению хабов, где создаются знания, и формированию международных групп исследователей производство знаний и соответствующее взаимодействие становятся все более глобальными по своему охвату. В развитии сетей, в которых создаются совместные изобретения, наблюдается некоторая стагнация, но эта тенденция не коснулась международного сотрудничества в области публикации научных статей. Как было отмечено в первой главе, действительно глобальные инновационные сети не могут быть основаны преимущественно на нескольких странах с высоким уровнем дохода. Некоторым регионам мира еще предстоит проделать большую работу для интеграции в международные инновационные сети. Для этого, очевидно, необходимо международное сотрудничество с ведущими очагами инноваций. В определенной степени такая стратегия оказалась успешной для экономик Восточной Азии, в особенности Китая.

Еще один важный вывод касается географического распределения производства знаний внутри стран (как в традиционных производителях знаний, так и в новых). Несмотря на более активное распространение производства знаний в мире, внутри стран аналогичная тенденция не наблюдается. Более того, в некоторых даже отмечается рост концентрации. Безусловно, это может иметь важные последствия для распределения экономических преимуществ внутри стран, что требует надлежащего рассмотрения (см. главу 5).

В рассмотренных агломерациях (очагах инноваций и нишевых кластерах) продолжается рост концентрации как производства инновационных идей, так и связей с другими центрами — как внутри соответствующих стран, так и за их пределами. Это происходит благодаря глобальной инновационной сети, состоящей из относительно небольшого числа очагов инноваций.

Такая ситуация не слишком выгодна для тех районов или стран, где создается меньше инноваций и отсутствует необходимая связанность с внешним миром, так как в результате такие страны или районы могут быть вынуждены идти по неинновационным путям развития.

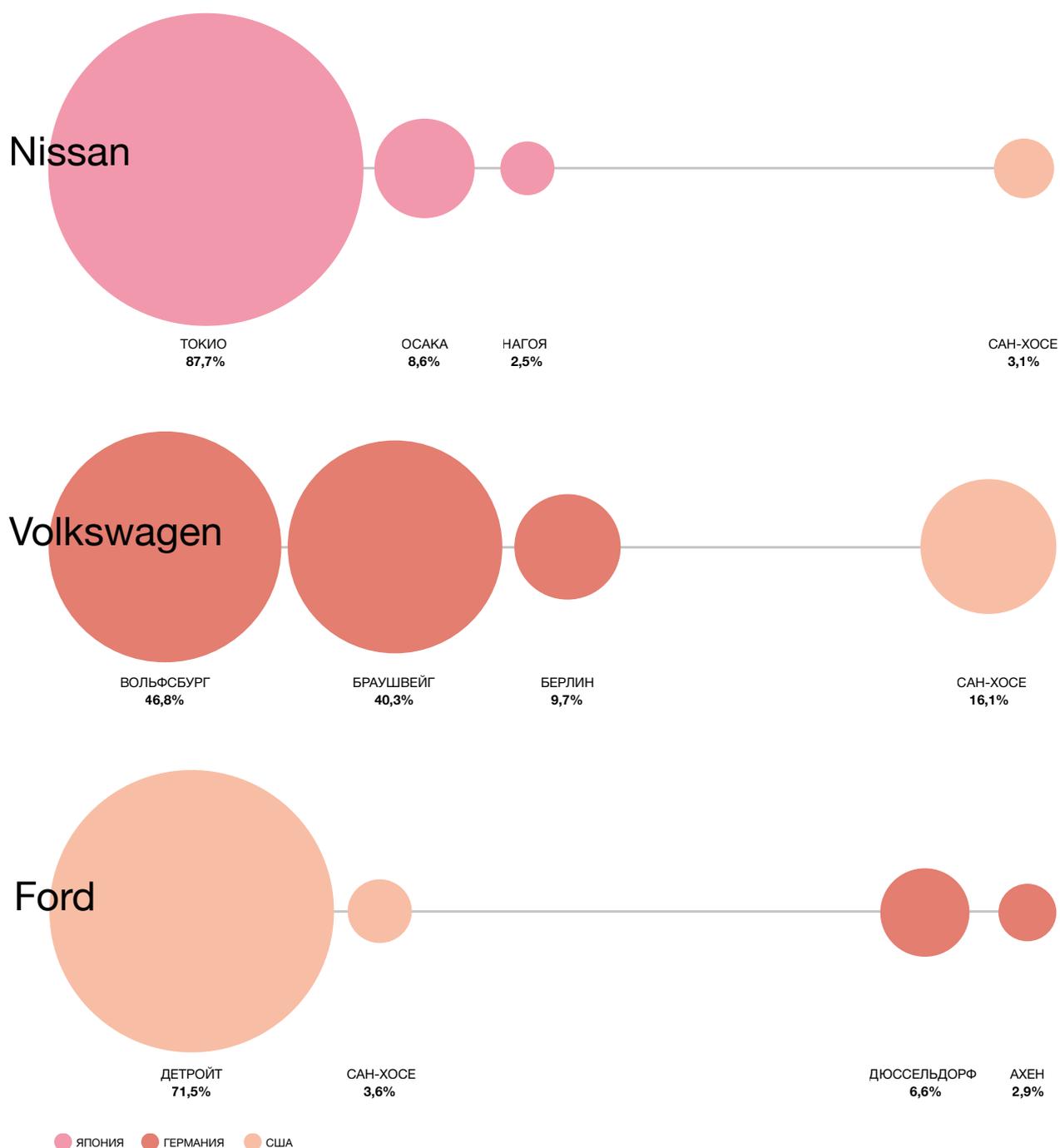
## Примечания

- 1 В основе этой главы лежит работа Miguelez *et al.* (2019).
- 2 В основе работы с данными лежат результаты исследований многих других ученых. В частности, используются геокодированные данные о патентах из следующих источников: Yin and Motohashi (2018), Ikeuchi *et al.* (2017), Li *et al.* (2014), de Rassenfosse *et al.* (2019), Morrison *et al.* (2017) и PatentsView ([www.patentsview.org](http://www.patentsview.org), дата доступа: март 2019 года).
- 3 См. Miguelez *et al.* (2019).
- 4 Amendolagine *et al.* (2019).
- 5 Alcácer and Zhao (2016).
- 6 См. обзор в работе Miguelez *et al.* (2019).
- 7 См. Ester *et al.* (1996).
- 8 Более подробная информация представлена в технических примечаниях.
- 9 Как установлено экономистами, интенсивность ночного освещения является хорошим показателем плотности населения и экономической деятельности (см. Mellander *et al.*, 2015). Но у этого метода есть и ограничения. Хорошо известно о более слабой связи с другими экономическими показателями (например, с размером заработной платы) и о некоторых технических искажениях, связанных с чрезмерным свечением, свечением газовых факелов, полярным сиянием и нулевым свечением.
- 10 UNCTAD (2005) и Cantwell and Janne (1999).
- 11 Более подробно об этой стагнации совместной изобретательской деятельности см. Miguelez *et al.* (2019).
- 12 Branstetter *et al.* (2014).
- 13 He *et al.* (2017) и UNCTAD (2005).
- 14 Branstetter *et al.* (2018).
- 15 См. Miguelez *et al.* (2019), где представлена полная серия наблюдений.
- 16 См. Chaminade *et al.* (2016).

## Литература

- Alcácer, J. and M. Zhao (2016). Zooming in: a practical manual for identifying geographic clusters. *Strategic Management Journal*, 37(1), 10–21. [doi.org/10.1002/smj.2451](https://doi.org/10.1002/smj.2451)
- Amendolagine, V., C. Chaminade, J. Guimón and R. Rabellotti (2019). Cross-Border Knowledge Flows Through R&D FDI: Implications for Low- and Middle-Income Countries. Papers in Innovation Studies No. 2019/09. Lund: CIRCLE, Lund University.
- Branstetter, L., B. Glennon and J.B. Jensen (2018). Knowledge Transfer Abroad: The Role of US Inventors within Global R&D Networks. Working Paper No. 24453. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Branstetter, L., G. Li and F. Veloso (2015). The rise of international co-invention. In Jaffe, A.B. and B.F. Jones (eds), *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy*. Chicago: University of Chicago Press, 135–168.
- Cantwell, J. and O. Janne (1999). Technological globalisation and innovative centres: the role of corporate technological leadership and locational hierarchy. *Research Policy*, 28, (Issues 2–3), 119–144. [doi.org/10.1016/S0048-7333\(98\)00118-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(98)00118-8)
- Chaminade, C., C. De Fuentes, G. Harirchi and M. Plechero (2016). The geography and structure of global innovation networks: global scope and regional embeddedness. In: Shearmur, R., C. Carrincazeaux and D. Doloreux (eds), *Handbook on the Geographies of Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar, 370–381.
- de Rassenfosse, G., J. Kozak and F. Seliger (2019). Geocoding of worldwide patent data. [papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3425764](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3425764)
- Ester, M., H.-P. Kriegel, J. Sander and X. Xu (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96)*, Portland, Oregon, August 2–4, Menlo Park, CA: AAAI Press, 226–231.
- He, S., G. Fallon, Z. Khan, Y.K. Lew, K.H. Kim and P. Wei (2017). Towards a new wave in internationalization of innovation? The rise of China's innovative MNEs, strategic coupling, and global economic organization. *Canadian Journal of Administrative Sciences*, 34(4), 343–355. [doi.org/10.1002/CJAS.1444](https://doi.org/10.1002/CJAS.1444)
- Ikeuchi, K., K. Motohashi, R. Tamura and N. Tsukada (2017). Measuring Science Intensity of Industry using Linked Dataset of Science, Technology and Industry. *RIETI Discussion Paper Series*, 17-E-056. [www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html](http://www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html)
- Li, G.-C., R. Lai, A. D'Amour, D.M. Doolin, Y. Sun, V.I. Torvik and L. Fleming (2014). Disambiguation and co-authorship networks of the U.S. patent inventor database (1975–2010). *Research Policy*, 43, 941–955.
- Mellander C., J. Lobo, K. Stolarick and Z. Matheson (2015). Night-time light data: a good proxy measure for economic activity? *PLoS ONE* 10(10): e0139779. [doi.org/10.1371/journal.pone.0139779](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139779)
- Migueluez, E., J. Raffo, C. Chacua, M. Coda-Zabetta, D. Yin, F. Lissoni and G. Tarasconi (2019). Tied In: The Global Network of Local Innovation. *WIPO Working Paper No. 58*, November. Geneva: WIPO.
- Morrison, G., M. Riccaboni and F. Pammolli (2017). Disambiguation of patent inventors and assignees using high-resolution geolocation data. *Scientific Data*, 4. [doi.org/10.1038/sdata.2017.64](https://doi.org/10.1038/sdata.2017.64)
- UNCTAD (2005). World investment report 2005: transnational corporations and the internationalization of R&D – overview. *Transnational Corporations*, 14(3), 101–140.
- Yin, D. and K. Motohashi (2018). Inventor Name Disambiguation with Gradient Boosting Decision Tree and Inventor Mobility in China (1985–2016), *RIETI Discussion Paper Series*, 18-E-018. [www.rieti.go.jp/en/publications/summary/18030018.html](http://www.rieti.go.jp/en/publications/summary/18030018.html)

Сотрудничество между автопроизводителями и технологическими компаниями начинает менять географическую структуру инноваций в отрасли.



## Автомобильные и ИТ-компании: на пути к автономным автомобилям

**В 2004 году Министерство обороны Соединенных Штатов организовало в пустыне Мохаве гонки внедорожников. В отличие от других соревнований, в данном случае к участию допускались только беспилотные или самоуправляемые автомобили. Гран-при в 1 млн долл. США за победу в 240-километровой «Большой гонке» (Grand Challenge) не присудили никому, потому что никто не добрался до финиша<sup>1</sup>.**

**Впрочем, год спустя гонки состоялись снова. На этот раз их организовало подведомственное министерству Управление перспективных исследовательских проектов (DARPA), удвоившее награду. Некоторым из нескольких десятков участников удалось завершить гонку. Победителем стало автономное транспортное средство (АТС) «Стенли», разработанное Стэнфордским университетом, а второе и третье места заняли аппараты Университета Карнеги — Меллона (Carnegie Mellon University, CMU).**

Автомобилестроители думали о самоуправляемых<sup>2</sup> или автономных автомобилях по меньшей мере со времен «Футурамы» — так назывался концепт, представленный General Motors на Всемирной выставке 1939 года. Уже тогда GM была не единственной компанией, мечтавшей о самоуправляемых машинах, а в последующие годы предпринималось еще несколько попыток создать АТС. Однако приблизиться к действительности эта давняя мечта начала только с середины 2000-х годов, благодаря достижениям в области робототехники и, в частности, искусственного интеллекта (ИИ)<sup>3</sup>.

Индустрия АТС все еще находится на стадии становления, а до выхода полностью автономных транспортных средств (уровня 5) на рынок пройдет еще не один год. Вместе с тем уже сейчас робототехника и ИИ настолько преобразуют автомобилестроение, что новые технологии создают серьезную экзистенциальную угрозу нынешним производителям. Достижения в области ИИ и аналитики данных, появление множества связанных устройств и компонентов перенаправляют бизнес-модель этой отрасли в сторону оказания услуг и так называемой платформенной экономики.

Традиционные производители напуганы тем, что в своей профильной области — изготовлении и сбыте автомобилей — они будут вытеснены и окажутся на вторых ролях. Противостоять этой опасности можно разными способами: инвестированием в развитие знаний внутри компаний, накоплением человеческого капитала, заключением стратегических альянсов, поглощением новых игроков или применением этих способов в разных сочетаниях<sup>4</sup>. Какая из этих стратегий или их комбинаций окажется наиболее успешной, неясно. Понятно лишь, что по отдельности ни давние игроки, ни новички не обладают всеми компетенциями, необходимыми для производства АТС. Им нужно либо объединить силы, либо самостоятельно нарабатывать пока недостающие навыки.

В этой главе сделана попытка проанализировать нынешние кластеры инноваций в автомобильной

промышленности и понять, как АТС влияют на географическое распределение и концентрацию инноваций (см. главу 1). Баланс сил новичков и традиционных производителей поможет понять направления дальнейшего развития существующих инновационных кластеров, а реакция фирм на технологии автономизации определит, кто из них выбьется в лидеры рынка и какие регионы станут технохабами АТС.

В последующих разделах будут рассмотрены современные тенденции в области АТС и ее ключевые игроки. Также будут кратко описаны две смежные технологии: мобильности и подключенности. Затем будет проанализировано воздействие технологии АТС на автомобилестроение в контексте двух вопросов: меняют ли АТС характер сотрудничества между традиционными и новыми игроками в области инноваций и меняется ли географическое распределение инноваций. В завершение главы будут рассмотрены потенциальные положительные и отрицательные последствия.

### 3.1 Определения

#### Базовые компоненты системы автоматизации вождения

Как показано на рисунке 3.1, любая компьютеризированная система делится на три базовых функциональных компонента: слежение, субъектность и действие. Слежение понимается как способность воспринимать информацию и направлять внимание, субъектность — как принятие решений, а действие — как выполнение решений. Кроме того, в автоматизированных системах могут присутствовать различные контуры обратной связи, в том числе ориентированные на машинное обучение.

#### Уровни автоматизации вождения

Общество автомобильных инженеров (SAE) разработало отраслевой стандарт терминологии, относящейся к автоматизированным транспортным средствам: «Таксономия и определения терминов, касающихся систем автоматизации вождения для дорожных автотранспортных средств» (*Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles* (SAE J3016)). Первая редакция была опубликована в 2014 году,

### Базовые аспекты компьютеризированного вождения

Рисунок 3.1. Три базовых функциональных компонента любой компьютеризированной системы



Источник: Центр автомобильных исследований (CAR).

а в 2018 году вышла существенно переработанная версия.

Стандарт SAE вводит и определяет шесть уровней автоматизации вождения (рисунок 3.2), в том числе уровень 0 для систем, не выполняющих на постоянной основе задач динамического вождения. Уровни 1 и 2 соответственно определяются как «помощь водителю» и «частичная автоматизация вождения». Низшие уровни автоматизации требуют от водителя по меньшей мере активного надзора за автоматической системой. Согласно стандарту SAE, системы автоматизации вождения, полностью принимающие на себя задачу динамического вождения, относят к уровням 3, 4 и 5 и совокупно именуют автоматизированными системами вождения (АСВ). В этой главе мы в основном рассматриваем технологии уровня 3 и выше, однако в разделах, посвященных эмпирическому анализу, мы учитываем и инновации прошлых периодов (1980-х, 1990-х и 2000-х годов), заложившие основу современных технологий АТС.

### 3.2 Технологическое развитие автомобильной промышленности

В литературе, посвященной развитию промышленности<sup>5</sup>, жизненный цикл любой отрасли делится на пять этапов: стадия зарождения, рост, встряска, зрелость и упадок. Для ранних этапов характерны высочайшая неопределенность, появление и исчезновение большого числа игроков. Позднее, с появлением преобладающей конструкции, на рынке остается лишь несколько фирм.

## От механики к полной автоматике

Рисунок 3.2. Шесть уровней автоматизации вождения



Источник: Центр автомобильных исследований (CAR) на основе SAE 2016.

Названия Sprite, Unito, Wolfe, Angus и Empire вряд ли что-нибудь скажут современному читателю: это несколько из тысяч некогда существовавших автопроизводителей, покинувших отрасль больше века назад, когда автомобили только начинали покорять мир.

Еще несколько лет назад автомобилестроение считалось зрелым сектором, где набор игроков устоялся, а ответы на главные технологические вопросы были найдены еще в 1930-е годы<sup>6</sup>. Первоначальные инновации определяли принципиальную конструкцию автомобиля, то есть носили фундаментальный характер. Среди них двигатель с жидкостным охлаждением, расположенный в передней части кузова, коробка передач с первичным валом, обтекаемый кузов и штампованные стальные рамы<sup>7</sup>. Остальные новшества, касающиеся изделий и их производства, пришлось на годы после окончания Второй мировой войны и особенно на период после 1970-х годов; они были связаны с повышением цен на нефть, ростом расходов вследствие ужесточения международной конкуренции и изменением потребительских запросов.

На рубеже тысячелетий картина поменялась. Увеличение вычислительной мощности компьютеров в сочетании с широким проникновением интернета и впоследствии смартфонов открыло несколько перспективных областей для инноваций. Многие давно устоявшиеся отрасли (периодическая печать, музыкальная индустрия, телевидение и розничная торговля) почувствовали на себе, как волна технологического прогресса, поднятая бурным развитием программного и аппаратного обеспечения, разрушает привычный порядок ве-

щей. Перемены коснулись не только их базовых компетенций, но и вспомогательных активов (необходимых для коммерциализации и продвижения продукции на рынке) и каналов дистрибуции. Многие из этих секторов, в которых наступление цифровой эры смесало все карты, были вынуждены сильно перестроиться. Волна затронула, хоть и с некоторой задержкой, и автомобильный сектор. Так, в 2018 году численность парка электромобилей во всем мире превысила 5,1 млн<sup>8</sup>, достигнув почти 2,1% доли рынка. К 2030 году этот показатель должен увеличиться примерно до 30%.

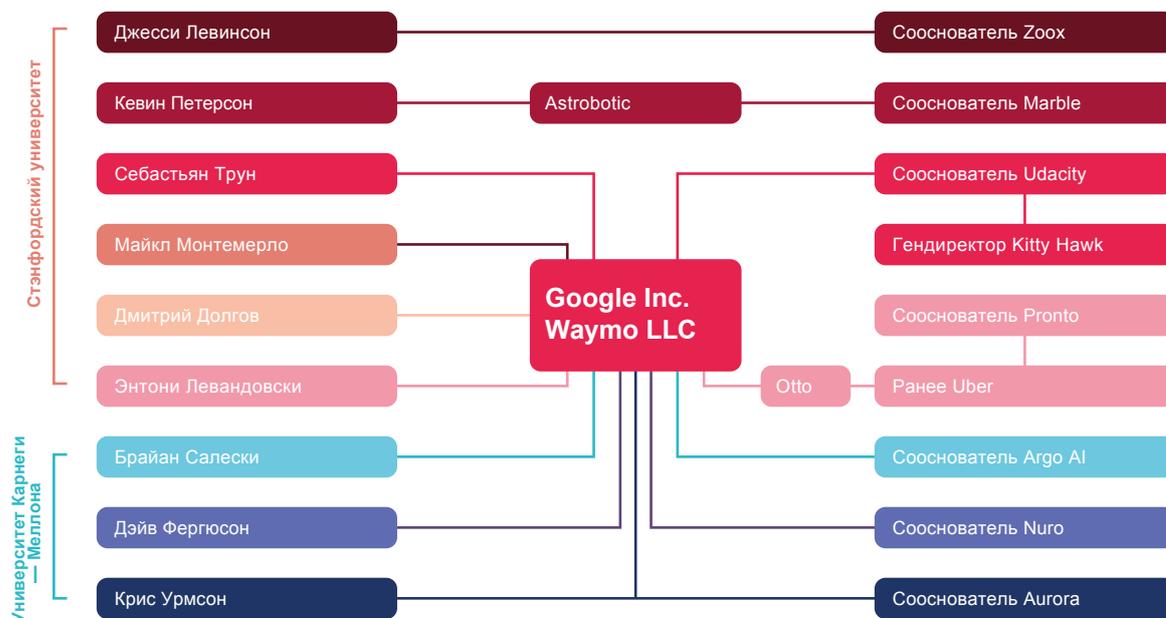
В литературе, посвященной жизненным циклам промышленности, описывается, как достигшие зрелости отрасли проходят через новые технологические потрясения, из которых, в свою очередь, берет начало новый цикл. Наступление нового цикла определяется наличием различных технологических и нетехнологических компетенций. Участники нового цикла могут быть как из той же отрасли, так и из других, ранее не конкурировавших с ней секторов, где имеются компетенции, отвечающие технологическим потребностям нового цикла.

Необходимые для разработки АТС компетенции позволяют игрокам из ИТ-индустрии войти в автомобильный сектор, чтобы в конечном итоге создать полностью автономные, не нуждающиеся в водителе, транспортные средства. Для воплощения концепции АТС в жизнь необходимы два главных компонента: это собственно транспортные средства (ТС) и автономность (А). По сути, АТС — это ходовая часть с двигателем плюс интеллектуальная система, придающая физическому объекту полную автономность. Если у традиционных автомобилестроителей главная компетенция<sup>9</sup> — это ТС, то у технологических компаний одно из базовых направлений — это А, то есть создание программного обеспечения (например, искусственного интеллекта) и аппаратных элементов (например, датчиков и камер), необходимых для автономного вождения.

Традиционные производители хорошо знакомы с массовым производством, механическим проектированием и прохождением тысяч регуляторных развилок на пути к производству автомобилей в промышленных масштабах. Десятилетиями они накапливали неявные знания (то есть знания, которые сложно воспроизвести) и ноу-хау. Быстро и напрямую освоить эти компетенции не получится.

## Ученые — участники «Большой гонки» и их новые компании

Рисунок 3.3. Многие ведущие игроки отрасли АТС начинали в больших гонках DARPA



Источник: Стэнфордский университет и Университет Карнеги — Меллона.

У новичков технические компетенции относятся к аппаратному и программному обеспечению, особенно в области алгоритмов глубинного обучения и контроля в реальном времени. Большинство автомобилестроителей и их поставщиков еще не накопили опыта в этой области, поэтому не обладают таким экспертным ресурсом.

Если базовые компетенции автомобилестроителей более или менее понятны большинству людей, то с изменением технологического уклада промышленности дело обстоит не так просто. В следующих разделах в общих чертах будут рассмотрены три технологические волны, так или иначе затрагивающие этот сектор. Четвертая волна (электромобили) влияет на отрасль в меньшей степени, однако в данной главе она рассматриваться не будет.

### Автономные транспортные средства: научные основы нынешних тенденций

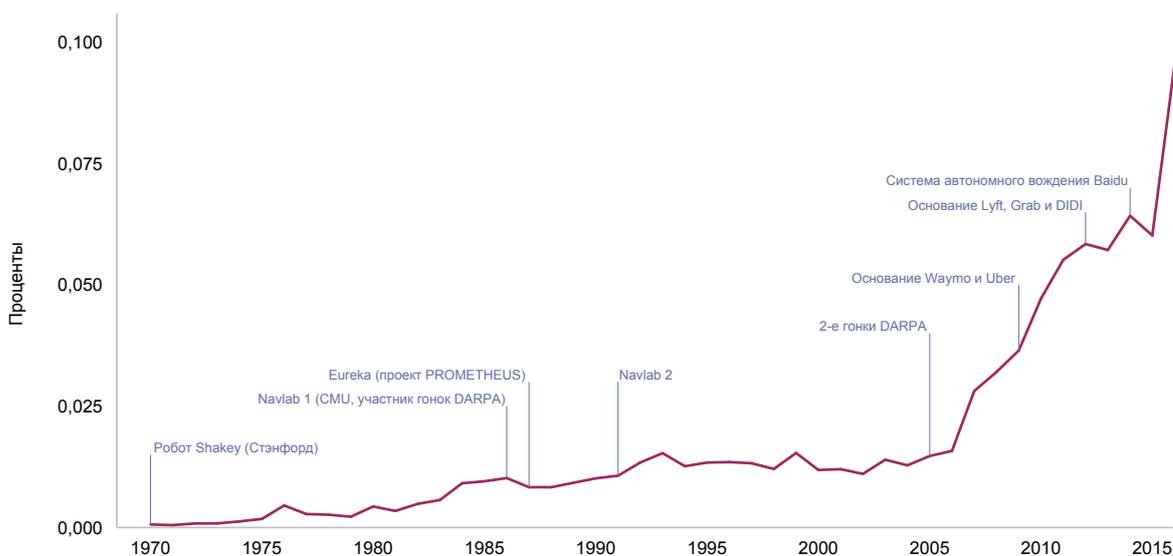
Ряд стартапов и ИТ-фирм, работающих в сфере АТС, обязаны своим появлением наработкам Массачусетского технологического института (MIT). Институт, на протяжении десятилетий

являющийся мировым лидером в области робототехники, создавал базу для фирм, специализирующихся на связанной с АТС робототехнике и сосредоточенных в районе Кембриджа и Бостона. Выпускники MIT также разработали несколько научных ответвлений робототехники, причем ряд из них напрямую посвящен созданию автономных транспортных средств.

В 2007 году DARPA провело очередную «Большую гонку», на этот раз представлявшую собой 60-мильную трассу с моделированием движения в городском потоке, включая взаимодействие с другими машинами и соблюдение правил дорожного движения. Вперед снова вырвались CMU и Стэнфордский университет; созданная в CMU машина Boss взяла первое место. В целом же к финишу пришли уже шесть команд, что показало, как быстро развиваются технологии беспилотного вождения в нескольких университетах. Позднее гиганты Кремниевой долины, в частности Google, приняли на работу многих участников гонок DARPA из команд Стэнфорда и CMU. (Компания Google разрабатывала самоуправляемые автомобили в рамках проекта Waymo, который позднее был выделен в самостоятельную бизнес-единицу.) Большая

## Взлет технологий АТС с середины 2000-х годов

Рисунок 3.4. Доля АТС в общем объеме первичных патентных заявок и ключевые вехи в разные периоды времени



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT и PCT (см. технические примечания).

часть состоявших в этих командах ученых впоследствии организовали собственные предприятия: их стартапы Aurora, Udacity, Nuro и Argo AI стали авангардом индустрии АТС (см. рисунок 3.3).

Гонки DARPA стали одной из вех в развитии современной технологии АТС. Хотя прямую причинно-следственную связь проследить сложно, можно отметить тренд на повышение уровня инновационной деятельности в области АТС (судя по числу патентов, см. вставку 3.1) в середине 2000-х годов, который совпадает с инициативами DARPA, причем резкий всплеск наблюдается после 2010 года. Вместе с тем технология АТС по-прежнему носит сугубо нишевой характер: даже в пиковый момент (2016 год, см. рисунок 3.4) на нее приходилось менее 0,1% от числа поданных патентных заявок.

### Вставка 3.1. Стратегия патентного картирования в области АТС и ее ограничения<sup>10</sup>

В секторе АТС целый комплекс различных технологий применяется для конкретной цели — автоматизации управления наземными

транспортными средствами. Поэтому стратегии поиска связанных с АТС технологий и научных работ сложно сформулировать точно: необходим творческий и поэтапный подход. Не меньшие трудности вызывает и четкое определение границ поиска.

В данной главе с учетом указанных выше ограничений используются технологические коды Совместной патентной классификации (СПК) — международной системы классификации патентных документов. Был составлен перечень классов СПК, соответствующий используемым в создании АТС технологиям. Перечень был разделен на две группы: в первой собрано небольшое число нишевых классов, которые можно с относительной уверенностью отнести исключительно к сфере АТС; во второй группе классы шире, они включают в себя патенты, которые не всегда относятся к АТС. Поиск по второй группе проводился с использованием ряда ключевых слов, представлявших собой обозначения автономных транспортных средств, автомобилей, такси, грузовых машин и т. д. в различных формах и комбинациях. Таким образом вычленились патенты, относящиеся к целевым классам СПК и содержащие одно из

ключевых слов, упомянутых в названии патента или аннотации к нему.

С использованием того же набора ключевых слов был проведен поиск по научным публикациям, в названиях или аннотациях которых в той или иной форме упоминались эти слова. На основе этих наборов публикаций был составлен новый перечень ключевых слов, таких как «предиктивный круиз-контроль». Содержащиеся в этих публикациях категории были довольно широкими и не имели того же уровня детализации, что классы СПК, поэтому использовались категории предметного уровня, что позволило исключить ложноположительные результаты, то есть статьи, очевидным образом далекие от тематики АТС, — по микробиологии, зоологии и т.п.

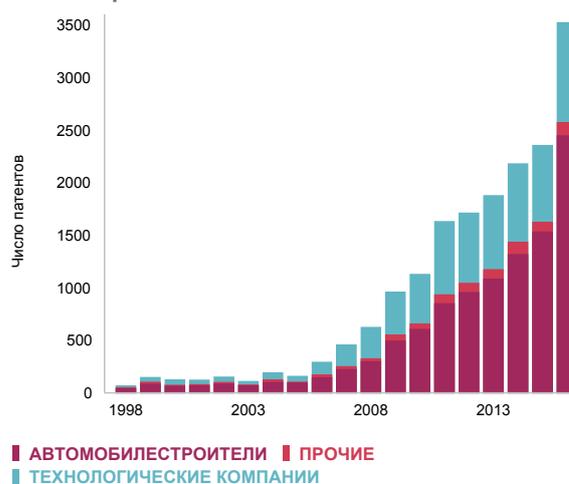
## Мобильность как услуга

Наряду с этими усилиями все большую популярность приобретает концепция мобильности как услуги (Mobility-as-a-Service, MaaS), то есть объединение передвижения на разных видах транспорта в единую услугу, доступную по запросу. В США пользуются большим спросом услуги компаний Uber (осн. в 2009 году) и Lyft (осн. в 2012 году). Вскоре после их появления по всему миру стали возникать фирмы, работающие по схожим бизнес-моделям: это Ola Cabs (осн. в 2010 году) в Индии, Grab (осн. в 2012 году) в Сингапуре и DiDi Chuxing (осн. в 2012 году) в Китае. Суть услуг этих компаний заключается в организации райдхейлинга (попутных поездок) и/или каршеринга (совместного пользования автомобилями). Многие из них расширились и в другие области, включая доставку, логистику и совместное пользование велосипедами.

Бывший генеральный директор Uber Тревис Каланик отмечал, что экзистенциальным вопросом для его компании является разработка роботакси (самоуправляемых такси). Если будущее за беспилотным вождением, то компании, работающие в сфере мобильности, крайне заинтересованы в технологии АТС по множеству причин. Первая — это исключение расходов на водителей из формулы расчета затрат.

## Развитие ИИ, робототехники и услуг мобильности — главная причина технологического сдвига в середине 2000-х годов

Рисунок 3.5. Отраслевая разбивка относящихся к АТС патентов по частоте



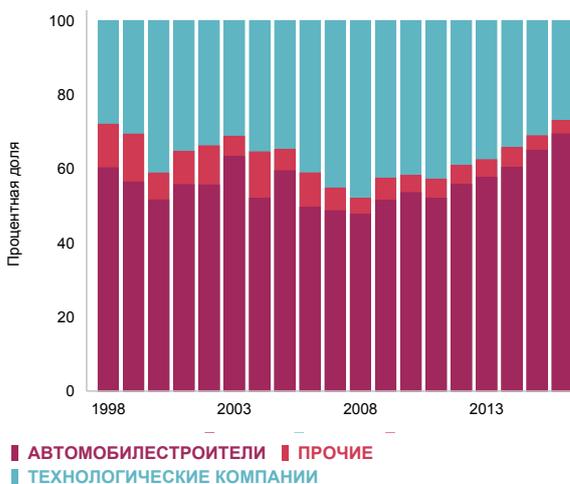
Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT и PCT (см. технические примечания).

Во-вторых, деятельность этих компаний потенциально может изменить экономическую схему работы автомобильной промышленности. Бизнес-модель MaaS может сократить объем частного владения автомобилями с переходом к системе пользования автопарком, где модель извлечения прибыли будет основана на общем пробеге, а не на числе проданных автомобилей. После внедрения технологий АТС люди будут скорее покупать доступ к перевозкам, а не право владения машиной. Если сделать грубый расчет, исходя из числа автомобилей на дорогах и их среднегодового пробега в сравнении с покิโลметровыми сборами компаний, оказывающих услуги в сфере мобильности, то выяснится, что при преобразовании всех существующих автомобилей в АТС автомобилестроители смогут работать с выгодой, но при этом устанавливать намного меньшие сборы, чем компании, работающие в сфере мобильности.

В-третьих, компании из сферы мобильности активно пользуются большими объемами данных и информации о поведении и предпочтениях потребителей, что дает им серьезное преимущество в плане сбыта, который все больше определяется личным, индивидуальным опытом.

### В короткий период после 2005 года на технологический сектор приходилась почти половина патентов в категории АТС

Рисунок 3.6. Отраслевое соотношение связанных с АТС патентов, в разбивке по долям



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT и PCT (см. технические примечания).

### Подключенные транспортные средства

С автономным вождением тесно переплетено еще одно техническое направление — подключенные транспортные средства (connected vehicles). Автомобиль может быть подключенным, но не автономным, поэтому эти термины не следует смешивать и употреблять взаимозаменяемо. Технологии подключенных транспортных средств позволяют наладить связь автомобилей между собой и с окружающими их устройствами. Цель такого подключения — повысить эффективность и безопасность движения как для водителей, так и для пешеходов. Самыми распространенными примерами использования подключенности являются обмен данными о торможении, создание работающих в реальном времени карт высокого разрешения, предупреждение об опасности на дороге, оповещение о закрытых проездах, отслеживание местонахождения машин из автопарка, работа информационно-развлекательных систем. Для этого требуется свести к минимуму запаздывание (время ожидания при выполнении команд) и довести до максимума точность передачи данных. Поэтому будущее автономных и подключенных

транспортных средств зависит от внедрения сетей передачи данных стандарта 5G<sup>11</sup>. В этой области активно работают несколько технологических компаний, в частности Huawei, Intel и Ericsson.

### 3.3 Технологический сдвиг

Данные о патентовании АТС в хронологической разбивке свидетельствуют, что главным драйвером технологического сдвига в этой отрасли является развитие ИИ, робототехники и услуг мобильности. В короткий период после 2005 года почти половина патентов в этой области поступала из технологического сектора<sup>12</sup>. Однако позднее традиционное автомобилестроение восстановило преобладающие позиции (см. рисунки 3.5 и 3.6). Не вызывает удивления и то, что большая часть заявителей — это компании, примерно 20% — частные лица и лишь 10% — университеты и общественные структуры.

Если взглянуть на список крупнейших заявителей<sup>13</sup> 1990-х годов, то в нем будут фигурировать производственные и автомобилестроительные компании. Однако со временем их состав меняется. Google, Qualcomm, Mobileye, Uber, Baidu вряд ли можно назвать привычными героями автомобильной отрасли, однако с середины 2010-х годов они появляются в списке 100 крупнейших заявителей в категории АТС. На эту сотню, в лидерах которой находятся такие компании, как Ford (357 патентов), Toyota (320 патентов) и Bosch (277 патентов), приходится примерно половина от общего числа патентов. В списке, впрочем, значатся и неавтомобильные компании: например, Google и его транспортная «дочка» Waymo занимают 8-ю позицию, опережая таких автомобилестроителей, как Nissan, BMW и Hyundai. За ними следуют компании Uber и Delphi, делящие 31-е место с 62 патентами в области АТС у каждой.

### 3.4 Конкуренция и сотрудничество в секторе АТС

Пока ясно лишь, что в автомобильной отрасли начинается период смены технологического уклада, в русле которой на арену выходят несколько новых игроков как из автомобильного, так и из технологического секторов. До досконального изучения вопросов стандартизации и нормативного

регулирования дело еще не дошло, так что общепринятых базовых определений и терминов пока не выработано. Разработка АТС — предприятие крайне затратное и по деньгам, и по времени, поэтому у участников есть все стимулы к сотрудничеству, позволяющему разделить риски и расходы. Но кто, с кем и на какой основе сотрудничает? Теоретически можно представить три направления совместной работы: между традиционными автомобилестроителями, между технологическими (ИТ) фирмами, между автомобилестроителями и ИТ-фирмами.

### Сотрудничество между автомобильными компаниями

На фоне бурного развития АТС у автомобилестроителей появляется стимул сплотиться не только ради снижения расходов и рисков, но и ради защиты своих позиций на рынке, которым угрожают внешние игроки. Главная угроза состоит в перспективе обезличивания их продукции и, следовательно, превращении автомобильных компаний просто в поставщиков обезличенных товаров. В этом случае генерировать добавленную стоимость, а значит, и извлекать наибольшую выгоду будут ИТ-компании. Глобальные концерны Daimler и BMW уже объявили о новом долгосрочном партнерстве в целях совместной разработки технологий автоматизированного вождения.

В совместной деятельности будет участвовать 1200 технических специалистов обеих компаний, работающих в кампусе автономного вождения BMW в **Унтершлайсхайме** под Мюнхеном, дочернем техническом центре Mercedes в Зиндельфингене под Штутгартом и опытно-технологическом центре Daimler в Эммендингене на юге Германии. Обе компании готовятся выпустить самоуправляемые пассажирские машины следующего поколения к 2024 году<sup>14</sup>. Еще один немецкий автопроизводитель — Audi объявил о намерении присоединиться к этому начинанию<sup>15</sup>.

Дружба между давними недругами — явление хоть и удивительное, но в сфере АТС нередкое. Колоссальные размеры затрат на проектирование и построение автомобилей с компьютерным управлением уже заставили компанию Honda объединить усилия с General Motors, а Volkswagen ведет переговоры с Ford о создании альянса по производству автономных автомобилей.

### Сотрудничество между технологическими компаниями

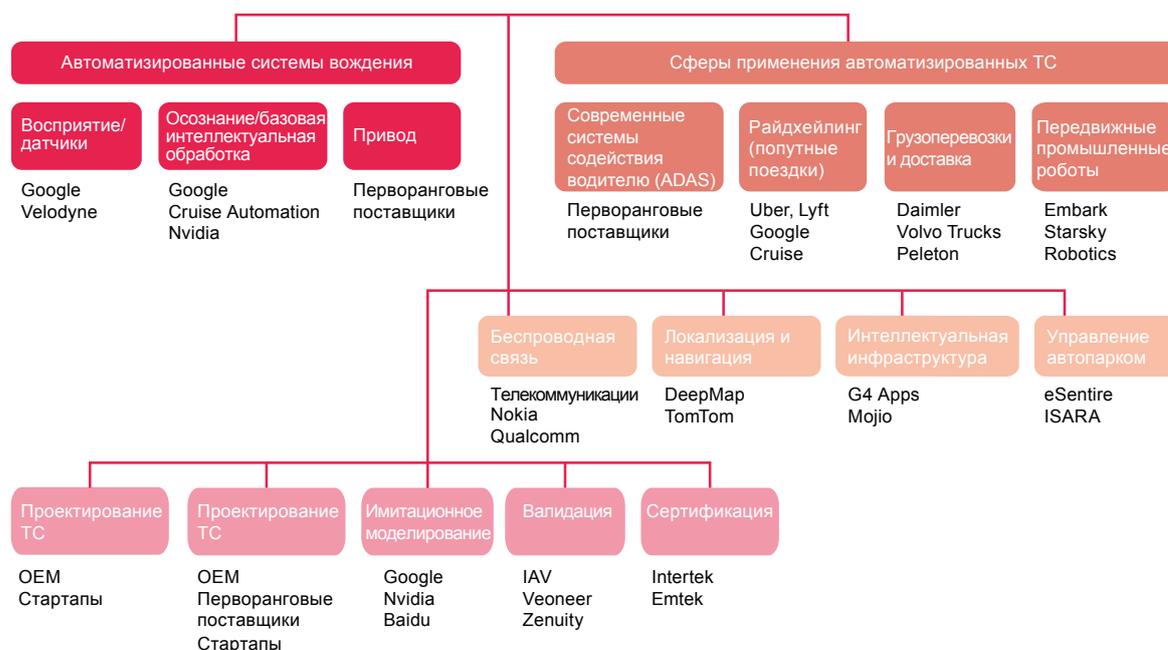
Технологическим фирмам также придется сотрудничать друг с другом, чтобы разделить связанные с АТС риски и затраты. Большая часть ИТ-фирм, особенно мелкие стартапы, занимают ниши в сферах аппаратного обеспечения, программного обеспечения, мобильности, подключенности, коммуникаций и т. п. (см. рисунок 3.7 ниже). Необходимых экспертных ресурсов по всем этим областям нет ни у одной компании, если не считать Waymo, где весь программно-аппаратный комплекс<sup>16</sup> разрабатывается собственными силами. Поэтому ИТ-фирмы часто сотрудничают друг с другом. В 2018 году тайваньская VIA Technologies Inc. объявила о партнерстве со стартапом Lucid, работающим в сфере компьютерного зрения, в целях разработки ИИ-механизма глубокого распознавания для устройств с двумя и более камерами; он будет использоваться в системах безопасности, розничного обслуживания, робототехнических системах и автономных транспортных средствах<sup>17</sup>. Это лишь один из огромного множества примеров сотрудничества между технологическими компаниями.

Некоторые технологические компании приняли также решение открыть бесплатный и беспрепятственный доступ к своим строго охраняемым данным и технологиям. Так, Waymo начала продавать одну из трех моделей лидаров (лазерных дальномеров) Laser Bear Honeycomb сторонним фирмам, использующим эту технологию для целей, не связанных с самоуправляемыми автомобилями. Бытует мнение, что динамика разработки лидаров отражает применяемый к компьютерным микросхемам закон Мура, согласно которому каждые 18 месяцев производительность процессоров удваивается, а их цена уменьшается в два раза<sup>18</sup>, поэтому открытый доступ к лидарам дает возможность наращивать их производительность с сокращением затрат.

Waymo бесплатно предоставляет исследователям некоторые данные с датчиков высокого разрешения, собранные ее парком автономных транспортных средств, причем в этом отношении первенство принадлежит не ей. В марте 2019 года глобальная технологическая компания Aptiv стала одним из первых крупных операторов АТС, выпустивших в открытый доступ набор данных со своих датчиков.

## Картирование взаимодействия компаний в сфере АТС

Рисунок 3.7. Примеры компаний, работающих над различными технологиями АТС



Источник: Центр автомобильных исследований (CAR).

Доступ к своим инструментам визуализации для АТС также открыли Uber и Cruise (подразделение General Motors, занимающееся автономными автомобилями)<sup>19</sup>.

Эти решения находятся в русле стратегии «открытых инноваций»<sup>20</sup>, которую различные фирмы применяют в работе над инновационными идеями высокой сложности.

### Сотрудничество между технологическими и автомобилестроительными компаниями

Развитие технологии АТС не приводит к полному устареванию основного набора знаний автомобилестроителей. Напротив, АТС, по крайней мере сейчас, представляет собой новое направление, которому необходимы базовые компетенции традиционных производителей. Как показывают исследования<sup>21</sup>, исторически традиционные игроки успешно переживали прерывание традиции, если сотрудничали с новичками, претендующими на их базовые умения. При наличии сильных режимов присваиваемости

у новичков появлялся стимул выдавать лицензии на использование их технологий. В литературе<sup>22</sup> сильный режим присваиваемости определяется как совокупность экзогенных факторов, — то есть правовой охраны (например, патентов) и необходимых знаний, которые сложно передать (неявные знания) или кодифицировать, — позволяющих ИТ-компаниям вернуть свои вложения.

Технология АТС демонстрирует признаки сильной присваиваемости. Это позволяет новичкам сотрудничать с традиционными игроками, закрепляя за собой определенные выгоды и не опасаясь имитации<sup>23</sup>. Партнерские связи с ИТ-фирмами дают автомобилестроителям возможность лучше понять ключевые технологии, трансформирующие отрасль, и ускорить процесс обучения, чтобы сохранить конкурентоспособность в стремительно меняющихся условиях.

Для автомобилестроителей сотрудничество с технологическими компаниями кажется логичным, однако в обратную сторону эта логика работает далеко не всегда. Есть даже мнение, что технологические гиганты в конце концов сами придут в

автомобильный сектор, поэтому автомобильные компании в качестве партнеров им не нужны<sup>24</sup>. Эта позиция обосновывается прежде всего величиной расходов: считается, что огромные фонды американских (Alphabet, Amazon и Apple) и китайских (Alibaba, Baidu и Tencent) ИТ-гигантов позволят им легко профинансировать проектирование и изготовление автомобиля. Есть и другая точка зрения<sup>25</sup>. Бесперебойная эксплуатация сложной системы массового производства, организация качественных производственно-сбытовых цепочек, решение сложных регуляторных вопросов — все это нетривиальные задачи, которыми нельзя пренебречь. Примером тому — проблемы американской автомобильно-энергетической компании Tesla, несущей убытки и отстающей от графика поставок электромобиля Model 3. Оплотом автомобилестроителей является экосистема, в которой они ведут работу и лоббируют свои интересы. Даже тем ИТ-компаниям, которые располагают техническими мощностями для производства автомобилей, будет трудно поменять нынешний социально-экономический режим, если они не будут сотрудничать с традиционными автопроизводителями.

Поэтому у технологических компаний также есть стимул сотрудничать с таким расчетом, чтобы их сильные стороны дополняли сильные стороны автомобилестроителей. Разделение труда, позволяющее каждой из сторон сосредоточиться на профильных задачах, даже на этом этапе развития отрасли является кратчайшим и надежнейшим путем к созданию АТС.

Описанные выше виды сотрудничества не исключают друг друга и могут сосуществовать. Высокая неопределенность заставляет фирмы одновременно ставить на разные комбинации трех вариантов: «построить», «одолжить» и «купить»<sup>26</sup>.

Обычно значительная часть такого сотрудничества не отражается в данных о патентах или научных публикациях. Основная причина заключается в том, что это сотрудничество, как правило, имеет форму официальных партнерств и альянсов, совместных предприятий, инвестиций или поглощений. Если рассмотреть более 100 выявленных примеров официального сотрудничества<sup>27</sup>, то крупнейшая их доля приходится на взаимодействие между автомобилестроителями и технологическими компаниями, затем следует сотрудничество между технологическими фирмами, а замыкает тройку сотрудничество

между автопроизводителями. Есть также и небольшой процент партнерств между технологическими компаниями и национальными или региональными государственными структурами. Например, между детройтской фирмой Quadrobot и почтовой службой Китая заключено партнерство по созданию автономных развозных фургонов.

### 3.5 Роль географии в технологии АТС

#### Временная динамика

Еще несколько лет назад нельзя было представить, что Бостон, Сан-Франциско, Питтсбург, Сингапур и Иерусалим будут ассоциироваться с автомобильной промышленностью. На слуху были такие города, как Детройт, Тоёта в Японии и Штутгарт в Германии. Однако достижения в сфере робототехники и ИИ в целом<sup>28</sup>, наряду с их разнообразным применением в различных областях, открывают новичкам новые перспективы. Естественно, компании-новички базируются в основных технологических хабах, будь то Кремниевая долина в США или кластеры в других частях света. Однако технология АТС активно развивается и в таких местах, как Сингапур и Иерусалим, где исторически не было автомобильного сектора, однако сформировалась динамичная и бурно расширяющаяся среда технологических стартапов.

Ретроспективный взгляд на инновации в сфере АТС позволяет понять их географическую эволюцию и глобальное распространение. На рисунке 3.8 показаны регионы, упомянутые в патентах<sup>29</sup> и научных статьях по технологиям АТС до и после 2005 года. В первый временной отрезок высокая патентная активность логичным образом наблюдалась в регионах, где традиционно развито автомобильное производство. Однако даже тогда значительная часть патентов относилась к Кремниевой долине и Сингапуру. Основная доля патентов в этот период относилась к современным системам содействия водителю (ADAS) и автоматизированным системам управления движением на автомагистралях (AHS), то есть технологиям, не имеющим прямой связи с ИИ/робототехникой. Эти патенты в большей степени касались традиционных автомобилей и главным образом относились к первому и второму уровням автоматизации (см. рисунок 3.2).

В последующие годы наблюдается растущий интерес к этой технологии в развивающихся странах, где исторически не было высокоразвитого автомобильного производства. Особо заметны изменения в Китае и Индии. Как упоминалось ранее, одной из причин такого роста может быть изменение характера технологии. Новые наборы технологий (ИИ и робототехника) позволили странам/регионам без давних связей с автомобилестроительным сектором совершить опережающий рывок<sup>30</sup>. Несмотря на это, в списке ведущих стран по-прежнему значатся США, Япония, Германия, Республика Корея и Швеция, причем к концу периода наибольшую активность проявляют США и Китай.

Если рассмотреть научные публикации, можно заметить возросшую активность в плане базовых исследований и научных статей в развивающихся странах Ближнего Востока, Латинской Америки и Африки, по которым нет патентных данных. Одной из стран с большим числом научных публикаций, но практически полным отсутствием патентных данных в этой области является Иран. Данные о научных публикациях дополняют патенты, позволяя сформировать более полную картину инноваций в сфере АТС.

### 3.6 Инновации в области АТС: города и страны

#### Северная Америка

##### Бостон, Массачусетс

Бостон не является традиционным кластером автомобильной промышленности. Однако Массачусетский технологический институт (MIT) уже несколько десятилетий играет ведущую роль в области робототехники и создает базу для агломерации фирм, специализирующихся на робототехнике, связанной с АТС. В числе крупных компаний, расположенных в бостонском кластере робототехники, можно назвать Исследовательский институт Тойота (TRI), одно из трех отделений которого расположено в Кембридже (другие находятся в Мичигане и Калифорнии). TRI спонсирует работу Лаборатории компьютерных наук и искусственного интеллекта MIT (CSAIL), где различные аспекты ИИ и машинного обучения исследуются применительно к автоматизации транспортных средств<sup>31</sup>.

В MIT берут начало ряд робототехнических направлений, позднее выделившихся в отдельные предприятия по созданию АТС. Одно из них под названием nuTonomy было в 2017 году куплено компанией Aptiv, ведущим перворанговым мировым поставщиком оборудования<sup>32</sup>, исторически связанным с Детройтом и General Motors<sup>33</sup>. У Aptiv есть технологический центр в Бостоне, а также центры в Питтсбурге и Калифорнии<sup>34</sup>. NuTonomy ведет испытания не только в Бостоне, но и в Сингапуре — Совет экономического развития этой страны владеет долей в компании<sup>35</sup>. Компания Optimus Ride, также зародившаяся в MIT, наладила партнерство со множеством автопроизводителей и фирм из Кремниевой долины, в рамках которого разрабатывает низкоскоростные самоуправляемые челночные ТС для работы на замкнутых маршрутах<sup>36</sup>.

##### Детройт, Мичиган

Детройт — исторический центр североамериканского автомобилестроения. В метрополитенском районе Детройта расположены штаб-квартиры и многочисленные исследовательские центры General Motors и Ford, а также нескольких международных автопроизводителей (Fiat Chrysler Automobiles (FCA), Hyundai/Kia и Toyota) и десятков крупных смежных компаний. Почти все автопроизводители, действующие на рынке Северной Америки, так или иначе присутствуют в районе Детройта.

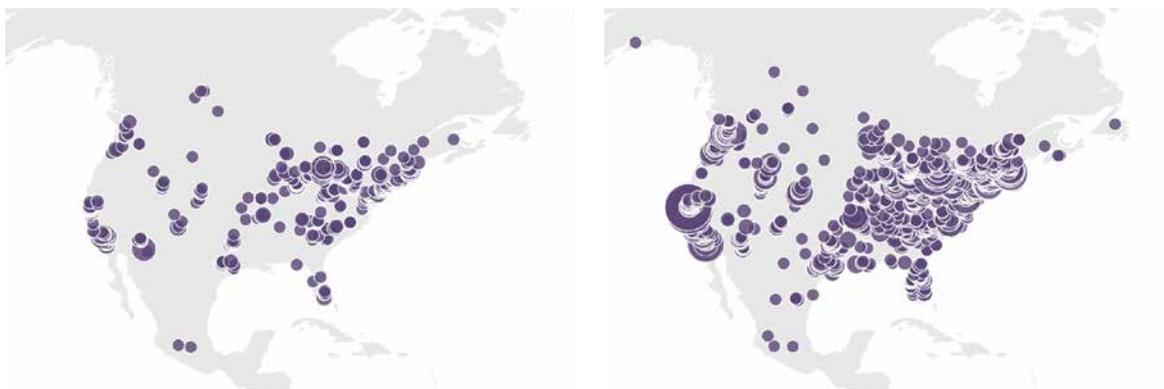
Мичиган исторически не был центром робототехники, однако входит в число главных регионов мира в плане исследований, разработок, проектирования и производства современных автомобильных систем. Если детройтские фирмы открывают региональные отделения в робототехнических хабах, таких как Питтсбург, Бостон и Кремниевая долина, то АТС-стартапы, в свою очередь открывают отделения вблизи Детройта, где можно воспользоваться местным экспертным ресурсом в области инжиниринга и валидации робастных автомобильных систем. В силу автомобильной направленности этой технологии увеличиваются и инвестиции в центры разработки программного обеспечения в районе Детройта, в том числе со стороны Ford, GM и Toyota.

Waymo — пожалуй, самый продвинутый разработчик автономных ТС в отрасли — планирует

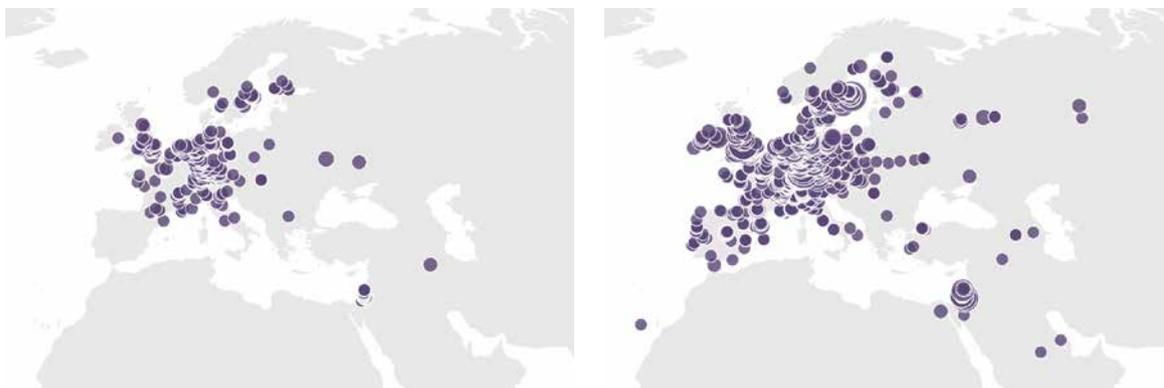
### В последние годы растет активность в области АТС в Восточной Азии

Рисунок 3.8. Географическое распределение патентов (на этой странице) и публикаций (на следующей странице), связанных с АТС, в отдельных регионах до 2005 года (сверху) и после (снизу)

#### Северная Америка



#### Европа и Ближний Восток



#### Восточная Азия



■ ПАТЕНТЫ ■ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания).

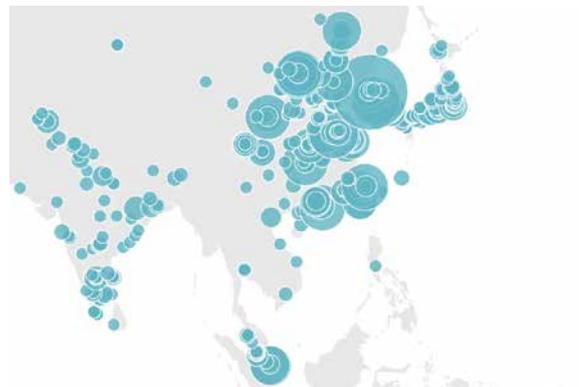
Северная Америка



Европа и Ближний Восток



Восточная Азия



реновировать один из промышленных объектов Детройта, где будет оснащать автомобили проприетарной технологической начинкой<sup>37</sup>. Waymo сотрудничает с Magna International — перворанговым поставщиком автокомпонентов, который базируется в Ороре, Канада, и имеет несколько объектов в районе Детройта<sup>38</sup>. До партнерства с Magna у Waymo был контракт с Roush — другой крупной детройтской инжиниринговой фирмой<sup>39</sup>. Roush, в свою очередь, расширила свое участие в создании автоматизированных машин, открыв новый центр по разработке программного обеспечения для АТС и системной интеграции<sup>40</sup>.

### Онтарио, Канада

Интерес к автоматизированным транспортным системам привлекает дополнительное внимание к центрам разработки программного обеспечения и искусственного интеллекта. Одним из таких исследовательских кластеров стала канадская провинция Онтарио, включая Торонто, Уотерлу и Оттаву.

Онтарио давно стал кластером автомобильной промышленности, главным образом в силу близости к Детройту. В провинции также сложилась сильная индустрия программного обеспечения. Университет Уотерлу известен своими программами математических и вычислительных дисциплин. В Центре автомобильных исследований Уотерлу (WatCAR) есть несколько отдельных групп, изучающих современные технологии транспорта и мобильности<sup>41</sup>. В Университете Торонто имеются программы по автоматизации транспортных средств, по проблемам подключенности и кибербезопасности<sup>42</sup>.

### Питтсбург, Пенсильвания

На протяжении десятилетий питтсбургский Университет Карнеги — Меллона (CMU) был центром технологии автономного вождения. В 1986 году в рамках проекта Navlab 1<sup>43</sup> исследователи CMU испытывали самый первый дорожный прототип системы автоматизации вождения; в 1990 году был организован проект Navlab 2. Команды CMU весьма успешно выступали в больших гонках DARPA, которые сильно подстегнули исследования АТС<sup>44</sup>. В определенной степени робототехническая программа CMU стала жертвой

собственного успеха: АТС-стартапы переманили десятки зарекомендовавших себя исследователей. Самым заметным примером является Uber, который первым наладил стратегическое партнерство с CMU и открыл поблизости свой исследовательский центр. Впоследствии в компанию ушло из университета более 50 исследователей<sup>45</sup>.

В CMU также выросло несколько АТС-стартапов, таких как Argo.AI, в капитал которого вошла компания Ford, объявившая о создании в 2021 году службы роботакси<sup>46</sup>. У бостонской фирмы nuTonomy, которой теперь владеет перворанговый поставщик автокомпонентов Aptiv, уже есть мощности в Питтсбурге и вскоре появятся новые. По «диаспоре» АТС теперь разбросаны и многие другие выпускники CMU, в том числе упоминавшиеся ранее наиболее известные фигуры. Продолжает работать Институт робототехники CMU, хотя теперь его работа меньше акцентирована на автоматизации вождения, чем в предыдущие десятилетия<sup>47</sup>. В то же время Питтсбург стал одним из самых популярных в мире городов для дорожного тестирования и разработки прототипов автономных транспортных средств<sup>48</sup>.

### Кремниевая долина, Калифорния

Сейчас все выглядит так, будто Кремниевая долина (район вокруг Сан-Франциско, Калифорния) всегда была центром индустрии АТС. Однако здесь все началось с того, что Google (ныне Waymo) заинтересовался дорожными автономными транспортными средствами после больших гонок DARPA. В 2009 году Google начал нанимать участников больших гонок, включая руководителя группы CMU Криса Урмсона, который стал техническим директором (СТО) проекта. Других ученых нашли неподалеку: в Стэнфордском университете была исследовательская программа в области робототехники и автоматизированного вождения, не уступающая CMU и не имеющая других аналогов. В 2010 году Google заявил о проекте автономного вождения нашумевшим видеороликом, в котором слепой едет на самоуправляемой машине в ресторан TACO Bell. Подготовительная работа, необходимая для такой демонстрации, в ролик не попала, однако в нем был показан уровень автоматизации вождения, удививший игроков отрасли и заставивший и грандов, и новичков активизироваться в попытке нагнать Google в этом направлении.

Проект Google по созданию самоуправляемого автомобиля в сочетании с уже имеющимся инженерным ресурсом в области ИИ и ПО резко активизировал развитие Кремниевой долины в качестве мирового лидера в разработке АТС.

Все фирмы Долины, так или иначе причастные к автономному вождению, сложно даже подсчитать. Однако уже в начале 2019 года 62 компании получили разрешение Департамента транспортных средств Калифорнии на испытания прототипа АТС на дорогах общего пользования штата<sup>49</sup>.

## Китай

Три упомянутые выше технологические волны (АТС, МaaS и подключенные автомобили) открыли окно возможностей для китайских автопроизводителей, у которых, в отличие от иностранных многонациональных компаний, не было сговывавшего их наследия<sup>50</sup>. Однако даже в Китае инициативу в автомобильном секторе перехватили местные ИТ-гиганты. Китайские лидеры технологий, такие как поисковая компания Baidu, концерн электронной торговли Alibaba и сервисы попутных поездок Didi Chuxing, Dida и Ucar, находятся более-менее на одном уровне с западными конкурентами. Что касается подключенности, то разработанная Baidu система CarLife, позволяющая контролировать информационно-развлекательные устройства автомобиля с мобильного телефона, функционирует уже с 2015 года. У Baidu есть также голосовой помощник DuerOS. Компания Alibaba разработала встраиваемую систему управления AliOS и систему интеллектуальной помощи Tmall Genie. Еще один технологический гигант — Tencent разработал собственную систему AI in Car.

В 2017 году был представлен подготовленный правительством План разработки искусственного интеллекта нового поколения<sup>51</sup>, в котором прописано намерение Китая стать мировым лидером в области искусственного интеллекта, включая технологии автономного вождения. Китай вкладывает большие средства в создание инфраструктуры и строительство дорог и улиц, совместимых с подключенными и автономными транспортными средствами. Дороги, проложенные в пекинской зоне технико-экономического развития E-Town<sup>52</sup>, входят в число 44 дорог (общей протяженностью 123 км), размеченных для испытаний АТС. Кроме

Пекина, активные испытания ведутся еще в 15 городах, включая Шанхай, Шэньчжэнь и Гуанчжоу в провинции Гуандун, Ханчжоу в провинции Чжэцзян, Ухань в провинции Хубэй и Чунцин<sup>53</sup>.

Baidu, Pony.ai и WeRide стали лидерами самоуправляемых автомобильных технологий в Китае<sup>54</sup>. Однако в десятку мировых лидеров не входит даже Baidu. В Калифорнии испытательные машины Baidu требовали вмешательства человека в среднем через каждую 41 милю (для сравнения: у Waymo этот показатель составлял 5596 миль)<sup>55</sup>. В то же время к работе в рамках организованной Baidu платформы автоматических транспортных средств Apollo подключились более 100 глобальных партнеров. Система Apollo сопряжена с системой имитационного моделирования АТС и работает на основе данных об испытаниях машин и с использованием карт высокого разрешения<sup>56</sup>. В Apollo встроены CarLife и DuerOS. Кроме того, компания Baidu заявила о намерении запустить в 2019 году самоуправляемые такси по замкнутым маршрутам в городе Чанша, провинция Хунань<sup>57</sup>. На китайском рынке автономного вождения на Baidu приходится большая часть инвестиций и внимания. Однако городская администрация Пекина, которая начала требовать отчеты об испытаниях автоматических транспортных средств на улицах города, получила такие отчеты еще от семи компаний, кроме Baidu<sup>58</sup>. У многих китайских компаний, включая Baidu, также есть исследовательские объекты в Кремниевой долине<sup>59</sup>. Китайские компании, включая Baidu, NIO, Tencent, Alibaba, FAW, SAIC, ChangAn, BAIC, Great Wall, GAC, Dongfeng, Geely, BYD и Lifan, начали испытывать свои автомобили в Китае. Компания Waymo открыла филиал в Шанхае, хотя в поданных ею документах указано, что филиал будет заниматься логистическим консалтингом, цепочками поставок и проектированием АТС и их компонентов, а не производством АТС<sup>60</sup>.

## Япония

В Японии из-за строгости законов об автономном вождении работа над АТС началась довольно поздно. Однако с приближением Олимпиады 2020 года индустрия АТС принялась расти взрывными темпами, демонстрируя разработанные в стране передовые технологии. Был принят закон о смягчении ограничений на самоуправляемые автомобили. Предполагается, что развозить спортсменов по

олимпийской деревне будут автономные маршрутные автобусы Toyota. Естественно, Toyota активно участвует в развитии японских технологий АТС, однако, как и другие японские компании, она работает не только ради Олимпиады.

Внутри страны Toyota сотрудничает с инвестиционно-технологической компанией Softbank, которая наиболее известна своим фондом Vision Fund объемом 100 млрд долл. США; из него финансируется скупка долей в быстро растущих ИТ-фирмах. Toyota и Softbank создали совместное предприятие MONET, внедряющее беспилотные технологии и решения МaaS в Токио. Кроме того, в MONET инвестируют японские автопроизводители Honda и Hino. Waymo вместе с французско-японским альянсом Renault — Nissan работает над распространением своих сервисов в области мобильности во Франции и Японии. Японская АТС-фирма ZMP и японский оператор такси Hinomaru Kotsu объединили усилия, чтобы к Олимпиаде 2020 года создать автономное такси. Впрочем, кроме частных компаний, в отрасли есть и другие игроки: проекты в области интеллектуальных систем мобильности и разработки АТС реализуются в Токийском университете и Университете Кэйю.

На международной арене главным игроком тоже является Toyota. Она наладила партнерские и инвестиционные связи в целях развития АТС с огромным числом компаний, в том числе Uber, May Mobility, Hui, Grab, Getaround, Nvidia и AT&T. Кроме того, Softbank вложил 2,25 млрд долл. США в принадлежащую GM фирму по созданию роботакси Cruise Automation, а также участвовал в привлечении 1 млрд долл. США для финансирования подразделения Uber, занимающегося АТС. Китайская компания Sense Time (один из наиболее высоко оцениваемых стартапов в области ИИ) открыла в Йосо близ Токио предприятие по разработке систем автономного вождения.

## Соединенное Королевство

Соединенное Королевство представляет собой давний автомобильный и инженерный хаб. Правительство живо интересуется автономными транспортными средствами и работает над увеличением имеющихся возможностей, чтобы и далее активно участвовать в развитии этой зарождающейся отрасли. Например, британский проект

Autodrive профинансировал испытания прототипных автоматизированных транспортных средств нескольких производителей<sup>61</sup>. Промышленный консорциум CITE занимается развитием технологии подключенных автомобилей, однако часто заходит и в область автоматизации<sup>62</sup>. В стране опубликован рекомендательный документ с инструкциями по испытанию технологий автоматизированного вождения на дорогах общего пользования<sup>63</sup>.

В Соединенном Королевстве также действуют финансируемые ЕС исследовательские программы, например проект GATEway. Благодаря ему получила финансирование британская компания Oxbotica (предприятие, созданное в Оксфордском университете), занимающаяся низкоскоростными автономными маршрутными ТС для дорог смешанного пользования<sup>64</sup>. Еще один британский проект выделил средства для разработки автоматизированных подкаров<sup>65</sup>, движущихся по выделенным путям; их созданием занимается британская группа RDM, производящая автокомпоненты. В результате из состава RDM выделилась независимая компания Aurigo, у которой к настоящему времени появились объекты в США, Канаде и Австралии<sup>66</sup>.

Кембридж является одним из мировых центров инноваций в области ИИ с 1936 года, когда работавший в Кингс-колледже Алан Тьюринг изобрел «универсальную вычислительную машину»<sup>67</sup>. Здесь расположен один из ведущих мировых изготовителей высокопроизводительных процессоров — компания ARM, также интересующаяся автономными системами вождения<sup>68</sup>.

В развитии кластера АТС принимают серьезное участие и другие британские университеты. Так, университеты Уорвика, Бирмингема и другие высшие учебные заведения готовят специалистов, работающих в этих кластерах; Оксфордский университет известен исключительно сильной программой подготовки в области робототехники, благодаря которой появилась уже упоминавшаяся Oxbotica.

## Франция

Автомобильная промышленность Франции также участвует в разработке автоматизированных транспортных средств следующего поколения. Renault собирается уже в 2021 году внедрить в

серийные автомобили функции вождения «без визуального контроля/ручного управления»<sup>69</sup>. Groupe PSA (бренды Peugeot, Citroen и DS) реализует программу Autonomous Vehicle for All (AVA)<sup>70</sup>. PSA тестирует технологию АТС на дорогах Европы и Китая<sup>71</sup>. Перворанговый глобальный поставщик компонентов Valeo также серьезно вкладывается в автоматизацию вождения<sup>72</sup>. Valeo строит в Париже научный центр ИИ и заключил ряд соглашений о партнерстве в области исследований. Эти усилия пользуются поддержкой государственных органов, стремящихся сделать Францию лидером в области ИИ<sup>73</sup>.

В Европе проведены десятки испытаний низкоскоростных автономных маршрутных ТС. Центром связанных с ними НИОКР является Франция, где, в частности, в 2014 году была основана одна из крупнейших и известнейших компаний Navya. Сейчас у нее есть объект в Мичигане, а опытные образцы своих ТС она внедряет по всему миру. Произведено уже более 100 машин<sup>74</sup>. Эксплуатацией многих из них занимается французский частный оператор общественного транспорта Keolis<sup>75</sup>.

В число крупнейших мировых предприятий автономного транспорта входит также компания EasyMile. Она основана в Тулузе в 2014 году в рамках финансируемого ЕС проекта CityMobile2. Более 100 маршрутных ТС EasyMile проходят испытания в разных уголках мира<sup>76</sup>. Эксплуатацией многих из них занимается французский частный оператор общественного транспорта TransDev<sup>77</sup>. В партнерстве с Torc Robotics (США) TransDev испытывает во Франции автономные маршрутные ТС<sup>78</sup>.

Многие французские компании делают попытки выйти на рынок Северной Америки<sup>79</sup>. Несмотря на скромный размер многих французских производителей АТС, они активно налаживают сотрудничество с другими компаниями и учреждениями, что говорит о глобальном характере притязаний.

## Германия

В качестве источника инноваций и очага разработки АТС Германия уступает только Соединенным Штатам. В 1980-х годах работа, аналогичная американским инициативам DARPA и ставшая истоком достижений ИИ и АТС, проводилась и в рамках европейской исследовательской

программы PROMETHEUS, и в стенах германских учреждений, таких как Мюнхенский университет вооруженных сил (UBM)<sup>80</sup>. Первая система автоматизации вождения уровня 2, вышедшая на потребительский рынок, появилась в машинах Mercedes Benz. Система, помогавшая водителю в рулении, торможении и разгоне, была наследием программы PROMETHEUS<sup>81</sup>.

Германские автомобилестроители, в том числе Daimler, BMW и Volkswagen, заключили ряд партнерств внутри страны и за рубежом, чтобы способствовать наступлению новой эры автономной шеринговой мобильности. Эта деятельность включает в себя не только мелкомасштабное участие в исследованиях и вхождение в капитал других фирм, но и работу в составе крупных консорциумов<sup>82</sup>. В Германии автопроизводители настойчивее прочих проводят в массы идею внедрения автоматического вождения. Принадлежащий Volkswagen бренд Audi объявил, что в модели Audi A8 2018 года появится первая в мире потребительская система автоматического вождения уровня 3 под названием Traffic Jam Pilot<sup>83</sup>, обеспечивающая высокую степень автоматизации. Однако позднее ее выход в свет был отложен, как объяснялось, из-за регуляторных барьеров<sup>84</sup>. Mercedes объявил, что его флагманский седан S-класса в 2020 году будет оснащен системой автоматизации уровня 3<sup>85</sup>, а BMW намеревается внедрить в широкое применение автономную систему в 2021 году<sup>86</sup>.

Не отстают и перворанговые немецкие поставщики компонентов. Производитель шин Continental давно изготавливает компоненты для автоматизации транспортных средств и даже построил собственный автономный маршрутный автомобиль<sup>87</sup>. Кроме того, Continental надеется создать платформу ACB, чтобы в качестве смежника поставлять ее автомобилестроителям<sup>88</sup>. Немецкая фирма ZF уже несколько лет заключает партнерства и соглашения по интеграции в глобальные цепочки производства и сбыта АТС и разрабатывает собственный беспилотный прототип<sup>89</sup>. В числе прочих перворанговых поставщиков компонентов на место на этом рынке претендует компания Bosch, которая вместе с Daimler и другими компаниями уже работает над внедрением технологии АТС в новые серийные модели<sup>90</sup>. Это довольно зрелый кластер, в недрах которого уже появились десятки стартапов, занимающихся проблемами автономности и мобильности<sup>91</sup>.

## Израиль

В этой небольшой стране сложилась заметная агломерация технологических компаний. Согласно некоторым оценкам, в середине 2018 года применением или разработкой технологии ИИ занимались почти 1000 израильских стартапов и каждый месяц появлялось более десятка новых фирм<sup>92</sup>.

Глобальные компании, разрабатывающие средства ИИ и ПО, уже не первый год создают филиалы в Израиле, чтобы воспользоваться выгодами сложившейся экосистемы, а автомобильная индустрия начала следовать их примеру. Так, General Motors когда-то была знаменита тем, что не имела значительных объектов в Кремниевой долине (положение изменилось с приобретением ею Cruise Automation), однако в 2008 году она учредила, а в 2016 году расширила исследовательский центр технологии автоматического вождения в Израиле<sup>93</sup>. После 2016 года в стране появились или были расширены исследовательские центры нескольких других автомобилестроителей<sup>94</sup>.

Пожалуй, самой известной в глобальной экосистеме АТС израильской фирмой стала Mobileye, поставляющая многим автопроизводителям системы видения. Mobileye была основана в 1999 году. В 2014 году она провела первоначальное публичное размещение (IPO), а в 2017 году ее за 15 млрд долл. США приобрела компания Intel. По данным Mobileye, ее технологии работают в 27 млн транспортных средств 25 различных брендов<sup>95</sup>. Сейчас Mobileye — это ведущее подразделение Intel в сфере поставок автомобильных компонентов, вплотную подходящее к созданию полностью автоматических систем вождения. Intel объявила, что в партнерстве с Volkswagen и израильской компанией Champion Motors создаст в Израиле беспилотное такси, которое предполагается запустить в коммерческую эксплуатацию в 2022 году<sup>96</sup>. Наряду с поставками автокомпонентов, Intel/Mobileye все шире налаживает по всему миру партнерства в области стратегических НИОКР<sup>97</sup>.

### 3.7 Меняют ли технологии АТС географию инноваций в автомобильной отрасли?

У инноваций есть географическое измерение<sup>98</sup>. Как показали проведенные исследования, отрасли, как

правило, размещаются поблизости друг от друга (см. главы 1 и 2). У двух типов игроков индустрии: традиционных автомобилестроителей и новичков — имеются собственные географические кластеры. Если новички предпочитают размещаться в технологических кластерах (например, Кремниевая долина), то традиционные автомобильные компании прочно обосновались в производственных (например, Детройт). Главный вопрос заключается в том, приведет ли зарождение АТС к географическому сближению автомобильных и технологических компаний. Если да, то в каком направлении оно пойдет? Будут ли автопроизводители размещаться в технологических кластерах, или ИТ-фирмы станут больше концентрироваться в очагах автомобилестроения?

Определенно ответить на эти вопросы пока сложно, но данные о патентах помогают пролить свет на возможное развитие событий. В этом разделе рассматриваются патенты главных мировых игроков автомобильной индустрии из трех географических зон: США (Ford и GM), Германии (Daimler, BMW, Audi, Volkswagen и Bosch) и Японии (Toyota, Honda и Nissan). Мы провели всесторонний анализ портфеля патентов этих компаний, выделив патенты, относящиеся к технологии АТС. На основе этих данных были рассчитаны доли каждой компании в общем числе патентов по разным кластерам и патентов в области АТС. Например, у Daimler 72,6% всех патентов зарегистрировано в Штутгарте; там же зарегистрировано 76,9% ее патентов на технологии АТС.

Значительная часть связанных с АТС патентов автомобильных компаний по-прежнему появляется там же, где регистрируется большая часть их прочих патентов. Однако из этой тенденции есть заметные исключения. У японских производителей более 82% патентов в целом и патентов на технологии АТС создается в ключевых, то есть расположенных в Японии, кластерах, что значительно превышает показатели двух американских компаний (см. таблицу 3.1 ниже).

Интересные различия можно отметить, взглянув на перечень кластеров второго ряда. В ряде кластеров, таких как Сан-Хосе, Берлин, Лос-Анджелес и Осака, наблюдается сильная АТС-специализация (то есть доля патентов по АТС в общем числе патентов больше). Например, у Volkswagen в Сан-Хосе и Берлине зарегистрировано 16,1 и 9,7% патентов на технологии АТС и только 1 и 4,8% остальных патентов<sup>99</sup>.

Затем по той же методике мы попытались определить, стали ли технологические компании физически ближе к автомобильным<sup>100</sup>. Для анализа были отобраны компании Google, Waymo, Delphi, Mobileye, DeepMap, Magna Electronics, Qualcomm, Uber и Apple. Системных тенденций приближения к автомобильным кластерам выявлено не было. Как и в случае с автопроизводителями, существенная часть патентования (как в целом, так и в области АТС) осуществляется в тех же крупнейших кластерах.

Интересна география патентов на технологии АТС, принадлежащих Uber. Поскольку в Сан-Франциско регистрируется только 39,6% таких патентов, Кремниевая долина не является главным кластером компании в плане АТС. Зато примерно 48,5% патентов Uber на АТС зарегистрировано в Питтсбурге, где компания нанимает исследователей из CMU или сотрудничает с ними. Кроме того, с конца 2018 года Uber испытывает свои АТС в Питтсбурге.

Эти результаты показывают, что географические изменения носят маргинальный характер, а в целом инновационная деятельность автомобильных и технологических компаний по-прежнему в основном привязана к местам их базирования. Однако имеющиеся свидетельства, несмотря на представляемый ими интерес, следует рассматривать с осторожностью. Объем количественных показателей, в частности по патентам на АТС, невелик, поэтому вес этого ограниченного числа патентов может искажать общую картину. Кроме того, данные о патентах обнародуются по меньшей мере с 18-месячным интервалом с даты первой подачи заявок, а инновации разрабатываются за многие месяцы, если не годы, до выдачи патента. Наконец, на результаты, относящиеся к некоторым компаниям, могли повлиять различия в написании имен заявителей.

### 3.8 Потенциальное положительное и отрицательное воздействие АТС

Несмотря на большие ожидания, до внедрения полностью автономных транспортных средств пройдут еще годы, если не десятилетия<sup>101</sup>. Из множества взаимосвязанных технологий рождаются новые правила для отрасли, порядки в которой не менялись едва ли не целый век. Главные игроки из технологического и автомобильного секторов,

хотя и по разным мотивам, объединяют ресурсы, чтобы реализовать общую цель. Однако стоящие перед ними преграды носят не только технический характер. Каждое технологическое потрясение на первом этапе наталкивается на определенную технико-социальную инерцию: для новой технологии нужны организационные изменения, которые в числе прочего коснутся и взаимодействия между технологией и людьми. Часто эти изменения принимаются нелегко.

Нынешняя экосистема автомобильной отрасли — в части, например, ее рыночного охвата и социально-политического значения — существует десятилетиями и обладает большим запасом прочности. Изменить ее без чрезмерных усилий можно будет, только если сменятся ключевые игроки этой индустрии (то есть традиционные автопроизводители уйдут с рынка, либо рынок полностью захватят технологические компании), если радикально поменяется политика и система регулирования или если существенно изменится структура спроса и предпочтений потребителей. В то же время единства мнений по поводу АТС по-прежнему нет.

Сторонники технологии АТС видят в ней решение нескольких давних городских проблем. Она поможет уменьшить пробки, сократить загрязнение воздуха, повысить безопасность на дорогах. Повышение точности движения машин и сокращение числа человеческих ошибок снизит число жертв ДТП. Подключенные умные автомобили смогут передвигаться ближе друг к другу, то есть объединяться в так называемые автоколонны. Эти характеристики в сочетании с автоматизацией магистралей должны повысить пропускную способность дорог и обеспечить прочие выгоды (уменьшение расхода топлива и повышение энергоэффективности), что также положительно отразится на состоянии окружающей среды.

Людям больше не придется часами находиться за рулем; время, которое раньше тратилось на вождение, можно будет посвятить расслаблению, работе или даже сну. Большую независимость обретут дети, пожилые люди и инвалиды. Место, занятое сейчас стоянками, можно будет приспособить под другие цели.

Впрочем, такой положительный настрой разделяют не все. В 2018 году огромный резонанс получила авария с участием испытательного беспилотного

## Географические изменения носят маргинальный характер, и в целом инновации автомобильных и технологических компаний по-прежнему в основном привязаны к местам их базирования

Таблица 3.1. Сравнение общей доли патентов с долей патентов на АТС у различных автомобилестроителей в различных кластерах

Название кластера	Доля патентов (%)	Доля патентов на АТС (%)	Название кластера	Доля патентов (%)	Доля патентов на АТС (%)
<b>Audi</b>			<b>GM</b>		
Ингольштадт	60,1	60	Детройт — Анн-Арбор	45,3	54,7
Мюнхен	10,7	18,8	Уотерфорд	5,1	11,3
Франкфурт	3,9	6,2	Лос-Анджелес	4,5	8,5
Сан-Хосе — Сан-Франциско	0,4	6,2	Франкфурт	16,6	7,5
<b>BMW</b>			<b>Honda</b>		
Мюнхен	72,5	84,1	Токио	90,8	82,3
Нюрнберг	1,3	6,1	Лос-Анджелес	0,2	3,7
Вюрцбург	0,4	3,7	Осака	2,6	2,4
Сан-Хосе — Сан-Франциско	0,4	3,7	Нагоя	3,1	1,8
<b>Bosch</b>			<b>Nissan</b>		
Штутгарт	69,1	77,6	Токио	97,0	87,7
Мюнхен	2,6	5,0	Осака	1,5	8,6
Сан-Хосе — Сан-Франциско	1,0	4,6	Сан-Хосе — Сан-Франциско	0,0	3,1
Брауншвейг	0,5	4,1	Нагоя	1,2	2,5
<b>Daimler</b>			<b>Toyota</b>		
Штутгарт	72,6	76,9	Нагоя	95,4	93,7
Ульм	5,8	7,4	Токио	5,4	5,2
Франкфурт	5,1	4,1	Осака	2,3	3,0
Ахен	0,7	4,1	Сидзуока	0,2	1,1
<b>Ford</b>			<b>Volkswagen</b>		
Детройт — Анн-Арбор	65,0	71,5	Вольфсбург	47,9	46,8
Кёльн — Дюссельдорф	8,8	6,6	Брауншвейг	37,1	40,3
Сан-Хосе — Сан-Франциско	1,4	3,6	Сан-Хосе — Сан-Франциско	1,0	16,1
Ахен	4,8	2,9	Берлин	4,8	9,7

Примечание: сумма долей может превышать 100%, поскольку один патент может быть привязан более чем к одному кластеру и учитываться несколько раз.

автомобиля в Аризоне, в которой погиб пешеход. Некоторые компании приостановили испытания на дорогах. Независимо от уровня развития технологии, широкая общественность, возможно, пока не готова к масштабному появлению АТС. Подвергаются критике и доводы о пользе АТС в решении проблем пробок и загрязнения, ведь в результате может просто увеличиться число машин на дорогах, а значит, станет больше заторов. Наконец, с появлением самоуправляемых машин на них может пересест больше людей, которые в ином случае выбрали бы менее вредные для окружающей среды поезда.

Не меньшие опасения связаны с приватностью и кибербезопасностью. Данные о водителях, собираемые через автономные автомобили, подключенные машины и прочие «интеллектуальные транспортные системы», можно потенциально использовать для целей, не связанных с вождением. Сильное беспокойство вызывает возможность хакерского взлома системы, изменения информации об автомобиле или подмены его идентификационных данных. Нормативно-правовая база уже не отвечает требованиям времени и прогресса в автомобильной индустрии, ведь по-прежнему неясно, кто будет виноват в случае аварии: компания, пользующаяся программным обеспечением, компания, отвечающая за аппаратную часть, или мобильностная платформа.

Кроме того, не во всех странах и регионах инфраструктура одинаково готова к запуску АТС. Это может усугубить неравенство между бедными и богатыми областями стран и между регионами. Все эти изменения отразятся и на других отраслях: страховании, ремонте, грузоперевозках и службах такси. Влияние технологий АТС не будет ограничено рамками одной индустрии.

Поэтому до тех пор, пока автомобильные и технологические компании не решат технические, этические, правовые вопросы и проблемы безопасности, автономное вождение будет оставаться лишь мечтой.

## Примечания

- 1 В основе этого раздела лежит работа Dziczek *et al.* (2019).
- 2 В данной главе термины «автономное транспортное средство», «самоуправляемый», «беспилотный» и т. д. употребляются взаимозаменяемо и обозначают одно и то же явление.
- 3 См. WIPO Technology Trends 2019 - Artificial Intelligence.
- 4 См. Tripsas (1997) (стратегии развития внутренних знаний), Zucker and Darby (1997) (привлечение человеческого капитала), Rothaermel (2001) (стратегические альянсы), Higgins and Rodriguez (2006) (поглощение компаний-новичков) и Rothaermel and Hess (2007) (сочетание этих стратегий).
- 5 См. Klepper (1997), Audrestsch and Feldman (1996), Abernathy and Utterback (1978), Jovanovic and MacDonald (1994).
- 6 См. Abernathy and Clark (1985) и Klepper (1997).
- 7 См. Klepper (1997).
- 8 См. Global EV Outlook (2019).
- 9 См. Prahalad and Hamel (1997).
- 10 См. более подробную информацию о стратегии поиска по патентам и научным публикациям в сфере АТС в Zehtabchi (2019).
- 11 См. Intel (n.d.).
- 12 К сфере технологий относятся: электроника, ИКТ, полупроводники и аудиовизуальная продукция. К сфере автомобилестроения относятся: приборы, материалы, машины, двигатели и транспорт, гражданское проектирование. К числу прочих относятся: биофармацевтика, химические вещества и окружающая среда, потребительские товары.
- 13 См. Zehtabchi (2019).
- 14 См. Hummel (2019).
- 15 См. Reuters (2019).
- 16 Технологический комплекс — это перечень всех инструментов и технологий, которые применяются для создания и эксплуатации одного продукта.
- 17 См. VIA Technologies (2018).
- 18 См. Randall (2019).
- 19 См. Hawkins (2019).
- 20 См. Chesbrough (2003).
- 21 См. Arora and Gambardella (1990).
- 22 См. Teece (1986).
- 23 См. Gans and Stern (2003) и Cozzolino and Rothaermel (2018).
- 24 См. Perkins and Murmann (2018).
- 25 См. MacDuffie (2018), Jiang and Lu (2018), Teece (2018).
- 26 См. Capron and Mitchell (2012).
- 27 Большая часть данных была собрана из недавних публикаций в СМИ и корпоративных объявлений. Однако иногда эта информация может носить дезориентирующий характер, так как в основе объявлений могут лежать различные мотивы, например реагирование на конъюнктуру рынка или привлечение внимания венчурных капиталистов.
- 28 См. Bresnahan and Tratjenberg (1995).
- 29 Данные о патентах и научных публикациях, используемые в этом разделе, представляют собой часть данных, о которых говорится в главе 2. Более подробная информация о стратегии поиска и сборе данных приводится в соответствующих исследовательских рабочих документах.
- 30 См. Lee and Lim (2001).
- 31 См. Toyota Research Institute - CSAIL (n.d.).
- 32 См. Stone (2018).
- 33 См. Abuelsamid (2017).
- 34 См. nuTonomy (2017).
- 35 См. Singapore Economic Development Board (2016).
- 36 См. Engel (2017).
- 37 См. Bigelow (2019a).
- 38 См. Bigelow (2019b).
- 39 См. Nicas (2017).
- 40 См. Snavelly (2017).
- 41 См. University of Waterloo (n.d.) и McKenzie and McPhee (2017).
- 42 См. University of Toronto (2019).
- 43 См. Carnegie Mellon (1986).
- 44 См. U.S. Defense Advanced Research Projects Agency (n.d.).
- 45 См. Lowensohn (2015).
- 46 См. Vasilash (2018).
- 47 См. Carnegie Mellon University (n.d.).
- 48 Wiggers (2019).
- 49 См. California Department of Motor Vehicles (n.d.).
- 50 См. Teece (2019).
- 51 См. полный перевод: China's 'New Generation Artificial Intelligence Development Plan' (2017).
- 52 Economist (2019).
- 53 См. Feifei (2019).
- 54 См. Silver (2018).
- 55 См. Teece (2019) и Jing (2018).
- 56 См. [apollo.auto](https://www.apollo.auto).
- 57 См. Xinhua (2019).
- 58 См. Liao (2019).
- 59 См. [research.baidu.com](https://www.research.baidu.com).
- 60 См. Korosec (2018).
- 61 См. [www.ukautodrive.com/the-uk-autodrive-project](https://www.ukautodrive.com/the-uk-autodrive-project).
- 62 См. Fleet News (2018).
- 63 См. U.K. Department for Transport (2015).
- 64 См. Dennis and Brugeman (2019).
- 65 Персональный скоростной транспорт (ПСТ), или подкары, — вид общественного

- транспорта с малыми  
автоматизированными  
транспортными средствами,  
эксплуатируемыми в сети  
специально построенных  
направляющих путей.
- 66 См. Dennis and Brugeman (2019).  
67 См. Taylor (n.d.).  
68 См. ARM (n.d.).  
69 См. Poulanges (2017).  
70 См. PSA Groupe (n.d.).  
71 См. PSA Groupe (n.d.).  
72 См. Valeo (2015).  
73 См. Ministère de l'Enseignement  
supérieur, de la Recherche et de  
l'Innovation (2019).  
74 См. Dennis and Brugeman (2019).  
75 См. [www.keolis.com/en](http://www.keolis.com/en).  
76 См. Dennis and Brugeman (2019).  
77 См. [www.transdev.com/en](http://www.transdev.com/en).  
78 См. McQuilkin (2019).  
79 См. UBI Mobility-Connected  
Cars France (2018).  
80 См. Dickmanns (2002).  
81 См. Gregor *et al.* (2002), Daimler  
(2016), Oagana (2016).  
82 См. Taylor and  
Wissenbach (2019).  
83 См. Audi (2017).  
84 См. Ulrich (2019).  
85 См. Hetzner (2018).  
86 См. DeMattia (2018).  
87 См. Continental AG (n.d.).  
88 См. Continental AG (2018).  
89 См. Behrmann and  
Rauwald (2018).  
90 См. Daimler (n.d.).  
91 См. Initiative for Applied Artificial  
Intelligence (n.d.).  
92 См. Slinger (2018).  
93 См. South Africa Israel Chamber  
of Commerce (2016).  
94 См. Leichman (2017).  
95 См. Scheer (2018).  
96 См. Intel (2018).  
97 См. Reichert (2019).  
98 См. Saxenian (1996) и (2007).  
99 См. Zehtabchi (2019).  
100 См. Zehtabchi (2019).  
101 См. Ghemawat (1991).

## Литература

- Abernathy, W.J. and K.B. Clark (1985). Innovation: mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14(1), 3–22.
- Abernathy, W.J. and J.M. Utterback (1978). Patterns of industrial innovation. *Technology Review*, 80(7), 40–47.
- Abuelsamid, S. (2017). Delphi acquires nuTonomy for \$450M, advancing push for automated Driving. *Forbes*, October 24. [www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2017/10/24/delphi-acquires-automated-driving-startup-nutonomy-for-450m](http://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2017/10/24/delphi-acquires-automated-driving-startup-nutonomy-for-450m)
- ARM. (n.d.). Automotive Autonomous Drive. [www.arm.com/solutions/automotive/autonomous-car](http://www.arm.com/solutions/automotive/autonomous-car)
- Arora, A. and A. Gambardella (1990). Complementarity and external linkages: the strategies of the large firms in biotechnology. *The Journal of Industrial Economics*, 38(4), 361–379.
- Audi. (2017). *Audi piloted driving*. [media.audiusa.com/models/piloteddriving](http://media.audiusa.com/models/piloteddriving)
- Audretsch, D.B. and M.P. Feldman (1996). Innovative clusters and the industry life cycle. *Review of Industrial Organization*, 11(2), 253–273.
- Behrmann, E. and C. Rauwald (2018). ZF plans \$14 billion autonomous vehicle push, concept van. *Automotive News*, September 19.
- Bigelow, P. (2019a). Waymo firms up plans for autonomous car assembly plant in Detroit. *Automotive News*, April 23.
- Bigelow, P. (2019b). Waymo to build self-driving cars in Detroit, invest \$13.6 million in factory. *Crain's Detroit Business*, April 23.
- Bresnahan, T.F. and M. Trajtenberg (1995). General purpose technologies 'Engines of growth'? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83–108.
- California Department of Motor Vehicles. (n.d.). Testing of autonomous vehicles with a driver. [www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/testing](http://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/testing)
- Capron, L. and W. Mitchell (2012). *Build, Borrow, or Buy: Solving the Growth Dilemma*. Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Carnegie Mellon. (1986). NavLab 1. Robotics Institute History of Self-Driving Cars. YouTube video, [www.youtube.com/watch?v=ntlczNqKfjQ](http://www.youtube.com/watch?v=ntlczNqKfjQ)
- Carnegie Mellon University. (n.d.). No Hands Across America. [www.cs.cmu.edu/~tjochem/nhaa/nhaa\\_home\\_page.html](http://www.cs.cmu.edu/~tjochem/nhaa/nhaa_home_page.html)
- Chesbrough, H.W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Continental AG (2018). Continental expands automated driving tests on the autobahn. Press Release, April 26. [www.continental.com/en/press/press-releases/cruisingchauffeur-128928](http://www.continental.com/en/press/press-releases/cruisingchauffeur-128928)
- Continental AG. (n.d.). Driverless mobility. [www.continental-automotive.com/en-gl/Landing-Pages/CAD/Automated-Driving/Hidden-Pages/Driverless-Mobility](http://www.continental-automotive.com/en-gl/Landing-Pages/CAD/Automated-Driving/Hidden-Pages/Driverless-Mobility)
- Cozzolino, A. and F.T. Rothaermel (2018). Discontinuities, competition, and cooperation: Cooperative dynamics between incumbents and entrants. *Strategic Management Journal*, 39(12), 3053–3085.
- Daimler. (2016). The PROMETHEUS project launched in 1986: Pioneering autonomous driving. Press release, September 20.
- Daimler. (n.d.). Reinventing safety: a joint approach to automated driving systems. [www.daimler.com/innovation/case/autonomous/reinventing-safety-2.html](http://www.daimler.com/innovation/case/autonomous/reinventing-safety-2.html)
- DeMattia, N. (2018). Klaus Fröhlich talks about BMW iNEXT. *BMW Blog*, September 24. [www.bmwblog.com/2018/09/24/klaus-frohlich-to-talks-about-bmw-inext](http://www.bmwblog.com/2018/09/24/klaus-frohlich-to-talks-about-bmw-inext)
- Dennis, E.P. and V.S. Brugeman (2019). *Automated and Connected Vehicle Deployment Efforts: A Primer for Transportation Planners*. Ann Arbor, MI: Center for Automotive Research; Lansing, MI: Michigan Department of Transportation.
- Dickmanns, E. (2002). The development of machine vision for road vehicles in the last decade. In *Proceedings Intelligent Vehicle Symposium 2002*, Versailles, June 17–21. Piscataway, NJ: IEEE, 268–281.
- Dziczek, K, E.P. Dennis, Q. Hong, Y. Chen, V. Sathe-Brugeman and E. Marples (2019). Automated Driving Technology Report. Unpublished background report for the World Intellectual Property Organization.

- Economist (2019). Chinese firms are taking a different route to driverless cars. *The Economist*, October 12. [www.economist.com/business/2019/10/12/chinese-firms-are-taking-a-different-route-to-driverless-cars](http://www.economist.com/business/2019/10/12/chinese-firms-are-taking-a-different-route-to-driverless-cars)
- Engel, J. (2017). Optimus Ride drives off with \$18M for autonomous vehicle tech. *xconomy*, November 2. [xconomy.com/boston/2017/11/02/optimus-ride-drives-off-with-18m-for-autonomous-vehicle-tech](http://xconomy.com/boston/2017/11/02/optimus-ride-drives-off-with-18m-for-autonomous-vehicle-tech)
- Feifei, F. (2019). Autonomous vehicles gaining more ground. *China Daily*, January 15. [www.chinadaily.com.cn/a/201901/15/WS5c3d2bb0a3106c65c34e46e2.html](http://www.chinadaily.com.cn/a/201901/15/WS5c3d2bb0a3106c65c34e46e2.html)
- Fleet News (2018). UK CITE enters second phase of Coventry autonomy testing with Jaguar Land Rover. *Fleet News*, July 2. [www.fleetnews.co.uk/news/environment/2018/07/02/uk-cite-enters-second-phase-of-coventry-autonomy-testing-with-jaguar-land-rover](http://www.fleetnews.co.uk/news/environment/2018/07/02/uk-cite-enters-second-phase-of-coventry-autonomy-testing-with-jaguar-land-rover)
- Foundation for Law and International Affairs (FLIA) (2017). China's New Generation of Artificial Intelligence Development Plan. [flia.org/notice-state-council-issuing-new-generation-artificial-intelligence-development-plan](http://flia.org/notice-state-council-issuing-new-generation-artificial-intelligence-development-plan)
- Gans, J.S. and S. Stern (2003). The product market and the market for "ideas": commercialization strategies for technology entrepreneurs. *Research Policy*, 32(2), 333–350.
- Ghemawat, P. (1991). Market incumbency and technological inertia. *Marketing Science*, 10(2), 161–171.
- Gregor, R., M. Lutzeler, M. Pellkofer, K-H. Siedersberger and E. Dickmanns (2002). MS-Vision: a perceptual system for autonomous vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 3(1), 48–59.
- Hawkins, A.J. (2019). Waymo is making some of its self-driving car data available for free to researchers. *The Verge*, August 21. [www.theverge.com/2019/8/21/20822755/waymo-self-driving-car-data-set-free-research](http://www.theverge.com/2019/8/21/20822755/waymo-self-driving-car-data-set-free-research)
- Hetzner, C. (2018). Mercedes plans advanced self-driving tech for next S class. *Automotive News*, October 11.
- Higgins, M.J. and D. Rodriguez (2006). The outsourcing of R&D through acquisitions in the pharmaceutical industry. *Journal of Financial Economics*, 80(2), 351–383.
- Hummel, T. (2019). BMW, Daimler seal self-driving tech partnership. *Automotive News Europe*, July 4. [europe.autonews.com/automakers/bmw-daimler-seal-self-driving-tech-partnership](http://europe.autonews.com/automakers/bmw-daimler-seal-self-driving-tech-partnership)
- Initiative for Applied Artificial Intelligence. (n.d.). German Startup Landscape of Autonomous Driving. [appliedai.de/insights/autonomous-driving](http://appliedai.de/insights/autonomous-driving)
- Intel. (n.d.). 5G Is key to fully realizing connected and autonomous vehicles. [www.intel.com/content/www/us/en/communications/5g-connected-vehicle.html](http://www.intel.com/content/www/us/en/communications/5g-connected-vehicle.html)
- Intel. (2018). Volkswagen, Mobileye and Champion Motors to invest in Israel and deploy first autonomous EV ride-hailing service. *Intel Newsroom*, October 29. [newsroom.intel.com/news-releases/volkswagen-mobileye-champion-motors-invest-israel-deploy-first-autonomous-ev-ride-hailing-service/#gs.bt6x8i](http://newsroom.intel.com/news-releases/volkswagen-mobileye-champion-motors-invest-israel-deploy-first-autonomous-ev-ride-hailing-service/#gs.bt6x8i)
- International Energy Agency (IEA). (2019). *Global EV Outlook 2019*. Paris: IEA. [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019)
- Jiang, H. and F. Lu (2018). To be friends, not competitors: a story different from Tesla driving the Chinese automobile industry. *Management and Organization Review*, 14(3), 491–499.
- Jing, M. (2018). Baidu's self-driving cars require more human intervention than Alphabet's Waymo. *South China Morning Post*, May 7. [www.scmp.com/tech/enterprises/article/2144863/baidus-self-driving-cars-require-more-human-intervention-alphabets](http://www.scmp.com/tech/enterprises/article/2144863/baidus-self-driving-cars-require-more-human-intervention-alphabets)
- Jovanovic, B. and G.M. MacDonald (1994). The life cycle of a competitive industry. *Journal of Political Economy*, 102(2), 322–347.
- Klepper, S. (1997). Industry life cycles. *Industrial and corporate change*, 6(1), 145–182.
- Korosec, K. (2018). Waymo opens subsidiary in China. *TechCrunch*, August 24. [techcrunch.com/2018/08/24/waymo-opens-subsidiary-in-china](http://techcrunch.com/2018/08/24/waymo-opens-subsidiary-in-china)
- Lee, K. and C. Lim (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. *Research Policy*, 30(3), 459–483.

- Leichman, A.K. (2017). Porsche invests 8-figure sum in Israeli auto innovation. *Israel21c*, June 4. [www.israel21c.org/porsche-invests-8-figure-sum-in-israeli-auto-innovation](http://www.israel21c.org/porsche-invests-8-figure-sum-in-israeli-auto-innovation)
- Liao, R. (2019). Search giant Baidu has driven the most autonomous miles in Beijing. *TechCrunch*, April 2. [techcrunch.com/2019/04/02/baidu-self-driving-2018](http://techcrunch.com/2019/04/02/baidu-self-driving-2018)
- Lowensohn, J. (2015). Uber just announced its own self-driving car project. *The Verge*, February 2. [www.theverge.com/2015/2/2/7966527/uber-just-announced-its-own-self-driving-car-project](http://www.theverge.com/2015/2/2/7966527/uber-just-announced-its-own-self-driving-car-project)
- MacDuffie, J.P. (2018). Response to Perkins and Murmann: Pay attention to what is and isn't unique about Tesla. *Management and Organization Review*, 14(3), 481–489.
- McKenzie, R. and J. McPhee (2017). Research and educational programs for connected and autonomous vehicles at the University of Waterloo. *Mechanical Engineering*, 139(12), S21–S23. [www.memagazineselect.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=2676826](http://www.memagazineselect.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=2676826)
- McQuilkin, K. (2019). Blacksburg's Torc Robotics is launching autonomous shuttle buses in France. *RichmondInno*, January 8. [www.americaninno.com/richmond/tech-news-richmond/blacksburgs-torc-robotics-is-launching-autonomous-shuttle-buses-in-france](http://www.americaninno.com/richmond/tech-news-richmond/blacksburgs-torc-robotics-is-launching-autonomous-shuttle-buses-in-france)
- Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche et de l'Innovation (2019). Lancement de 4 Instituts Interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle (3IA) et ouverture de deux appels à projets complémentaires. Press release, April 24. [www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid141320/lancement-de-4-instituts-interdisciplinaires-d-ia-3ia-et-ouverture-de-deux-appels-a-projets-complementaires.html](http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid141320/lancement-de-4-instituts-interdisciplinaires-d-ia-3ia-et-ouverture-de-deux-appels-a-projets-complementaires.html)
- Nicas, J. (2017). Google parent retires 'Firefly' self-driving prototype. *Wall Street Journal*, June 13.
- nuTonomy. (2017). Aptiv opens Boston Technology Center. Press release, December 12. [www.aptiv.com/media/article/2017/12/12/aptiv-opens-boston-technology-center](http://www.aptiv.com/media/article/2017/12/12/aptiv-opens-boston-technology-center)
- Oagana, A. (2016, January 25). A short history of Mercedes-Benz autonomous driving technology AutoEvolution. Retrieved from [www.autoevolution.com/news/a-short-history-of-mercedes-benz-autonomous-driving-technology-68148.html](http://www.autoevolution.com/news/a-short-history-of-mercedes-benz-autonomous-driving-technology-68148.html)
- Perkins, G. and J.P. Murmann (2018). What does the success of Tesla mean for the future dynamics in the global automobile sector? *Management and Organization Review*, 14(3), 471–480.
- Poulanges, M. (2017). Renault presents eyes-off/hands-off technology for the autonomous vehicle of the future. Groupe Renault, June 28. [group.renault.com/en/news/blog-renault/renault-presents-eyes-off-hands-off-technology-for-the-autonomous-vehicle-of-the-future](http://group.renault.com/en/news/blog-renault/renault-presents-eyes-off-hands-off-technology-for-the-autonomous-vehicle-of-the-future)
- Prahalad, C.K. and G. Hamel (1997). The core competence of the corporation. In *Strategische Unternehmensplanung/Strategische Unternehmensführung*. Heidelberg: Physica, 969–987.
- PSA Groupe. (n.d.). On the road to the autonomous car! [www.groupe-psa.com/en/story/en-route-vers-la-voiture-autonome](http://www.groupe-psa.com/en/story/en-route-vers-la-voiture-autonome)
- Randall, T. (2019). Waymo starts selling sensors to lower cost of self-driving cars. *Bloomberg Hyperdrive*, March 6. [www.bloomberg.com/news/articles/2019-03-06/waymo-starts-selling-sensors-to-lower-cost-of-self-driving-cars](http://www.bloomberg.com/news/articles/2019-03-06/waymo-starts-selling-sensors-to-lower-cost-of-self-driving-cars)
- Reichert, C. (2019). CES 2019: Mobileye inks autonomous vehicle deals across China. *ZD Net*, January 8. [www.zdnet.com/article/ces-2019-mobileye-inks-autonomous-vehicle-deals-across-china](http://www.zdnet.com/article/ces-2019-mobileye-inks-autonomous-vehicle-deals-across-china)
- Reuters (2019). Audi to join Mercedes, BMW development alliance: paper. [www.reuters.com/article/us-volkswagen-audi-bmw-daimler/audi-to-join-mercedes-bmw-development-alliance-paper-idUSKCN1VC0YT](http://www.reuters.com/article/us-volkswagen-audi-bmw-daimler/audi-to-join-mercedes-bmw-development-alliance-paper-idUSKCN1VC0YT)
- Rothaermel, F. T. (2001). Incumbent's advantage through exploiting complementary assets via interfirm cooperation. *Strategic management journal*, 22(6-7), 687–699.
- Rothaermel, F.T. and A.M. Hess (2007). Building dynamic capabilities: innovation driven by individual-, firm-, and network-level effects. *Organization Science*, 18(6), 898–921.
- Saxenian, A. (1996). *Regional Advantage*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Saxenian, A. (2007). *The New Argonauts: Regional Advantage in a Global Economy*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Scheer, S. (2018). Mobileye gets self-driving tech deal for 8 million cars. *Automotive News Europe*, May 17. [europe.autonews.com/article/20180517/ANE/180519817/mobileye-gets-self-driving-tech-deal-for-8-million-cars](http://europe.autonews.com/article/20180517/ANE/180519817/mobileye-gets-self-driving-tech-deal-for-8-million-cars)
- Silver, D. (2018). Baidu brings the Waymo model to China. *Forbes*, November 1. [www.forbes.com/sites/davidsilver/2018/11/01/baidu-brings-the-waymo-model-to-china/#d0b52193d961](http://www.forbes.com/sites/davidsilver/2018/11/01/baidu-brings-the-waymo-model-to-china/#d0b52193d961)
- Singapore Economic Development Board. (2016). World's first driverless taxi system comes to Singapore. [www.edb.gov.sg/en/news-and-events/insights/innovation/worlds-first-driverless-taxi-system-comes-to-singapore.html](http://www.edb.gov.sg/en/news-and-events/insights/innovation/worlds-first-driverless-taxi-system-comes-to-singapore.html)
- Singer, D. (2018). Israel's artificial intelligence start-ups. *StartupHub.ai*. [www.startuphub.ai/israels-artificial-intelligence-startups-2018](http://www.startuphub.ai/israels-artificial-intelligence-startups-2018)
- Snavely, B. (2017). Roush expands in Troy, will hire 150 engineers of self-driving tech. *Detroit Free Press*. May 9.
- South Africa Israel Chamber of Commerce. (2016). Autonomous cars herald new era for Israeli high-tech. [saicc.co.za/general-motors-to-triple-size-of-rd-israelicentre](http://saicc.co.za/general-motors-to-triple-size-of-rd-israelicentre)
- Stone, A. (2018). What the three tiers of automotive marketing mean today. *Forbes*, June 28. [www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2018/06/28/what-the-three-tiers-of-automotive-marketing-mean-today/#c449dec26510](http://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2018/06/28/what-the-three-tiers-of-automotive-marketing-mean-today/#c449dec26510)
- Taylor, M. (n.d.). AI in Cambridge: the machine learning capital of the U.K.? *Luminous PR*. [luminouspr.com/cambridge-the-ai-capital-of-the-uk](http://luminouspr.com/cambridge-the-ai-capital-of-the-uk)
- Taylor, E. and I. Wissenbach (2019). As Google races ahead, German carmakers look to go faster on autonomous driving. Reuters, January 23. [www.reuters.com/article/us-germany-autos/as-google-races-ahead-german-carmakers-look-to-go-faster-on-autonomous-driving-idUSKCN1PH18C](http://www.reuters.com/article/us-germany-autos/as-google-races-ahead-german-carmakers-look-to-go-faster-on-autonomous-driving-idUSKCN1PH18C)
- Teece, D.J. (1986). Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), 285–305.
- Teece, D.J. (2018). Tesla and the reshaping of the auto industry. *Management and Organization Review*, 14(3), 501–512.
- Teece, D.J. (2019). China and the reshaping of the auto industry: a dynamic capabilities perspective. *Management and Organization Review*, 15(1), 177–199.
- Toyota Research Institute-CSAIL. (n.d.). *Joint Research Center*. [toyota.csail.mit.edu](http://toyota.csail.mit.edu)
- Tripsas, M. (1997). Unraveling the process of creative destruction: complementary assets and incumbent survival in the typesetter industry. *Strategic Management Journal*, 18(S1), 119–142.
- UBI Mobility-Connected Cars France (2018). French delegation: Connected autonomous vehicles. [1419891vq14j2fapah1bpgjhzyq.wpengine.netdna-cdn.com/wpcontent/uploads/2018/05/French-delegation\\_Ubimobility-2018-Detroit-Final.pdf](http://1419891vq14j2fapah1bpgjhzyq.wpengine.netdna-cdn.com/wpcontent/uploads/2018/05/French-delegation_Ubimobility-2018-Detroit-Final.pdf)
- U.K. Department for Transport. (2015). *The Pathway to Driverless Cars: Code of Practice for Testing*. [assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/446316/pathway-driverless-cars.pdf](http://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/446316/pathway-driverless-cars.pdf)
- Ulrich, L. (2019). 2019 Audi A8 review: Tech-packed flagship delivers almost everything, except level 3 autonomy. *The Drive*, January 31. [www.thedrive.com/new-cars/26252/2019-audi-a8-review-tech-packed-flagship-sedan-delivers-almost-everything-except-level-3-autonomy](http://www.thedrive.com/new-cars/26252/2019-audi-a8-review-tech-packed-flagship-sedan-delivers-almost-everything-except-level-3-autonomy)
- University of Toronto. (2019). News: Self-driving cars. [www.utoronto.ca/news/tags/self-driving-cars](http://www.utoronto.ca/news/tags/self-driving-cars)
- University of Waterloo. (n.d.). *Centre for Automotive Research*. [uwaterloo.ca/centre-automotive-research/research-expertise/connected-andautonomous](http://uwaterloo.ca/centre-automotive-research/research-expertise/connected-andautonomous)
- U.S. Defense Advanced Research Projects Agency. (n.d.). The grand challenge. [www.darpa.mil/about-us/timeline/-grand-challenge-for-autonomous-vehicles](http://www.darpa.mil/about-us/timeline/-grand-challenge-for-autonomous-vehicles)
- Valeo (2015). *The Autonomous Car Takes to the Road*. Retrieved from [www.valeo.com/en/the-autonomous-takes-to-the-road](http://www.valeo.com/en/the-autonomous-takes-to-the-road)
- Vasilash, G. (2018). Argo AI and getting Ford to Level 4 autonomy. *Autoblog*, September 8. [www.autoblog.com/2018/09/08/argo-ai-ford-level-4-autonomy-self-driving-car](http://www.autoblog.com/2018/09/08/argo-ai-ford-level-4-autonomy-self-driving-car)

VIA Technologies (2018). VIA partners with Lucid to develop industry-leading VIA Edge AI 3D developer kit powered by Qualcomm APQ8096SG embedded processor. [www.viatech.com/en/2018/11/via-partners-with-lucid-to-develop-industry-leading-via-edge-ai-3d-developer-kit](http://www.viatech.com/en/2018/11/via-partners-with-lucid-to-develop-industry-leading-via-edge-ai-3d-developer-kit)

WIPO (2019). WIPO Technology Trends 2019. *Artificial Intelligence*. Geneva: WIPO.

Wiggers, K. (2019) 5 companies are testing 55 self-driving cars in Pittsburgh. *Venture Beat*, April 26. [venturebeat.com/2019/04/26/5-companies-are-testing-55-self-drivingcars-in-pittsburgh](http://venturebeat.com/2019/04/26/5-companies-are-testing-55-self-drivingcars-in-pittsburgh)

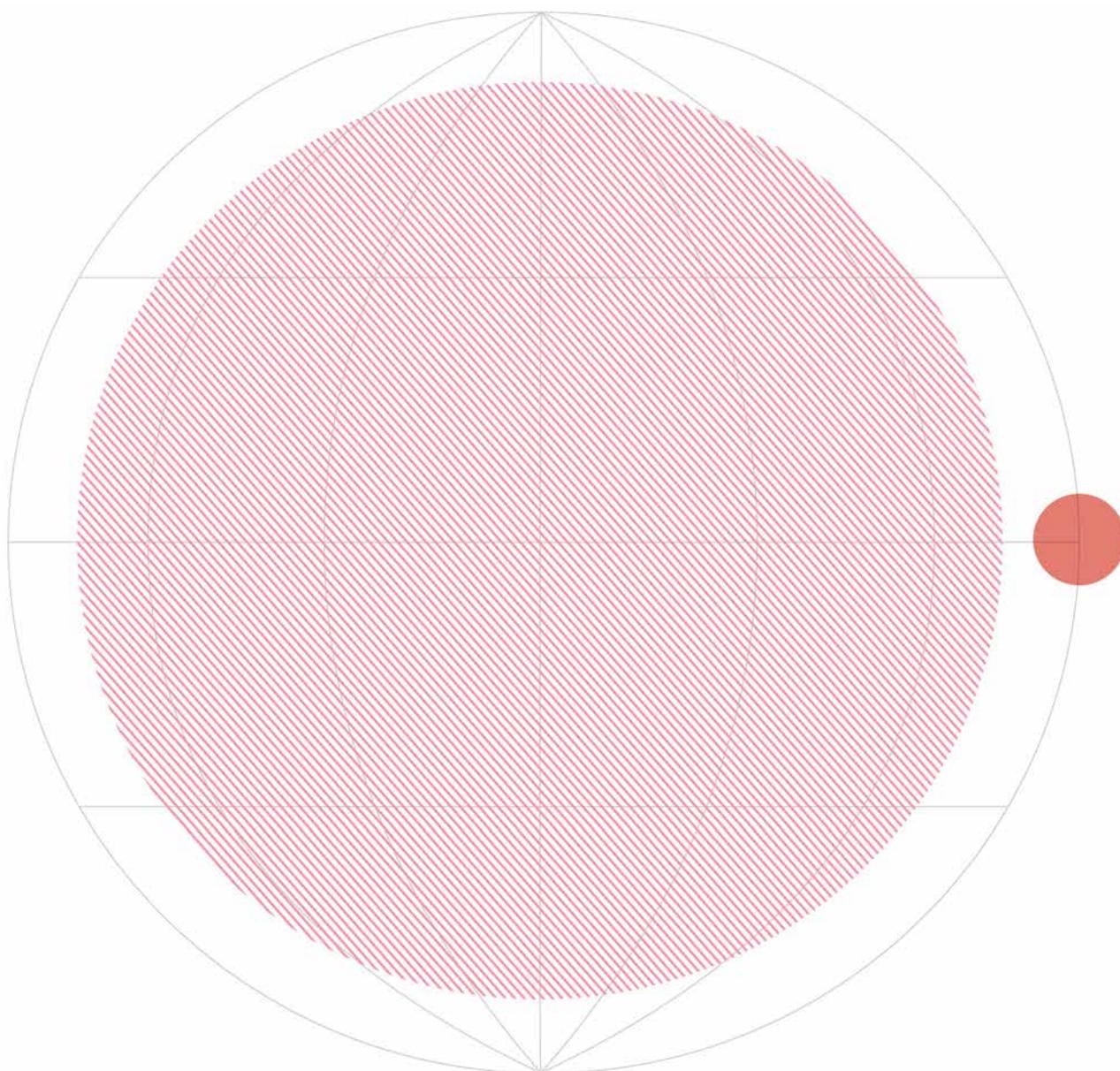
Xinhua (2019) Baidu's self-driving taxis to run in Changsha in late 2019. Xinhuanet.com, April 5. [www.xinhuanet.com/english/2019-04/05/c\\_137952253.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2019-04/05/c_137952253.htm)

Zehtabchi, M. (2019). Measuring Innovation in the Autonomous Vehicle Technology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 60*. Geneva: World Intellectual Property Organization.

Zucker, L.G. and M.R. Darby (1997). Present at the biotechnological revolution: transformation of technological identity for a large incumbent pharmaceutical firm. *Research Policy*, 26(4–5), 429–446.



Влияние инноваций в области биотехнологии растений выходит далеко за пределы лаборатории. Инновация, созданная в метрополитенском районе, может приносить пользу на территории, превышающей площадь такого района в 75 раз.



■ 200 000 км<sup>2</sup>

● МЕТРОПОЛИТЕНСКИЙ РАЙОН

▨ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗЕМЛИ

## Биотехнология растений — мост между городскими инновациями и их применением в сельских районах

**Человек начал генетическое улучшение растений тысячи лет назад, задолго до того, как стало известно, что такое ген. Еще за 10 000 лет до н. э. люди выбирали отдельные сорта из всего биологического разнообразия растений и окультуривали их. Такие сорта отличались от своих диких предшественников благодаря воспроизведению тщательно отобранного растительного материала, который культивировался в целях употребления и использования человеком<sup>1</sup>.**

**Методы, которые применяются для отбора и размножения сортов, обладающих желаемыми свойствами (их называют культиварами), в целом можно разделить на три категории: традиционные, которые начали использоваться при окультуривании, классические и современные. Все эти методы в той или иной степени используются и сегодня.**

Классическая селекция новых сортов и свойств растений предполагает скрещивание двух совместимых сортов в целях получения потомства с мутациями, обеспечивающими наличие желаемых биологических свойств<sup>2</sup>. При использовании этого метода скрещивание нередко требуется проводить множество раз, чтобы получить необходимую комбинацию генов и создать нужный сорт. Кроме того, растения должны быть скрещиваемыми.

Сегодня новые сорта могут создаваться с помощью биотехнологии. Это современная техника, в основе которой лежит генетика растений и использование различных методов генной инженерии для изменения ДНК растения. ДНК, или дезоксирибонуклеиновая кислота, — это молекула, состоящая из нуклеотидов, которые содержат генетическую информацию о развитии, функционировании, росте и воспроизводстве всех известных организмов.

Биотехнология «означает любой вид технологии, связанный с использованием биологических систем, живых организмов или их производных для изготовления или изменения продуктов или процессов с целью их конкретного использования»<sup>3</sup>. Также могут применяться продвинутое молекулярные и клеточные технологии и техники. Сельскохозяйственная биотехнология, как в широком, так и в узком понимании, опирается на открытия и исследовательские инструменты, создаваемые в относительно новой научной области.

Это ведет к изменениям в сельскохозяйственной отрасли<sup>4</sup>. Благодаря достижениям в этой области были созданы сорта растений, устойчивые к болезням, что позволило повысить урожайность, а также сорта, которые могут расти в экстремальных почвенных условиях, например в засушливой или соленой среде. Некоторые из них даже обогащены питательными веществами<sup>5</sup>.

Биотехнологические инновации способны повысить производительность сельского хозяйства и качество сельскохозяйственной продукции, что в конечном итоге будет способствовать повышению

15 000 000 км<sup>2</sup>

доходов фермеров во всем мире. Кроме того, они могут помочь в решении экологических проблем, связанных с использованием химических пестицидов. Как показано в работе Клюмпера и Квайма (Klümper and Qaim, 2014), применение технологий генетической модификации привело к увеличению прибыли фермеров во всем мире на 68% и урожайности на 22%, а также к сокращению использования химических пестицидов на 37%. Согласно расчетам в работе Брукса (Brookes, 2018), каждый дополнительный доллар, потраченный на трансгенные семена сои, то есть семена, содержащие гены других организмов, увеличивает доход фермеров на 3,88 долл. США по сравнению с обычными семенами. Кроме того, эта технология рассматривается в качестве одного из потенциальных способов решения таких глобальных проблем, как голод и нищета.

В настоящей главе на примере сельскохозяйственной биотехнологии, а именно биотехнологии растений, показано, как функционирует глобальная инновационная сеть<sup>6</sup>. В основе представленной информации лежит патентная документация и научные публикации, с помощью которых определяются субъекты инноваций и места их создания. Затем на основании этих двух взаимодополняющих показателей инновационной деятельности показано, как различные инновационные кластеры поддерживают связи друг с другом.

В первом разделе этой главы рассказывается об эволюции биотехнологии растений и выявляются факторы, влияющие на создание инноваций. Второй раздел посвящен тому, как развивался инновационный ландшафт этой отрасли, и в нем показано, что сегодня ее участниками является так много стран, как никогда прежде. В последнем разделе проанализированы связи между инновационными центрами в разных частях мира. В заключение рассказывается о том, как новые разработки в области биотехнологии растений могут изменить глобальный инновационный ландшафт.

#### 4.1 Рост значимости биотехнологии растений

Биотехнология растений в целом охватывает три области сельского хозяйства: i) селекция растений и семян, ii) состояние и плодородие почвы и

iii) борьба с вредителями и использование пестицидов.

Применение биотехнологии в селекции растений и семян подразумевает выведение новых сортов и признаков с помощью таких методов, как гибридизация, ауткроссинг (скрещивание), мутация, использование культуры тканей, прививка и клонирование растений, геновая инженерия и редактирование генома (геном — это комплекс наследственной информации, зашифрованной в ДНК растений). Основная часть инноваций создается именно в этой области.

Что касается состояния и плодородия почв, то биотехнология касается использования биоудобрений. Такие удобрения создаются путем культивирования микробов, необходимых для изменения состава почвы и улучшения роста растений. В области борьбы с вредителями и использования пестицидов биотехнология охватывает стратегии биологического контроля, разработку биопестицидов, селекцию и генетическую инженерию в целях формирования у растений устойчивости к вредителям, а также создание мутаций для обеспечения гербицидной устойчивости.

#### Как биотехнология проникла в сельское хозяйство

История сельскохозяйственной биотехнологии началась в 1866 году, когда монах-августинец Грегор Мендель на основе наблюдений за горохом сформулировал основные законы генетической наследственности, заложив фундамент научной селекции и геновой инженерии.

Затем последовали прорывы и открытия 1920-х и 1930-х годов в области методов хромосомной и геновой мутации, а за ними — открытие учеными из Кембриджа и Лондона двойной спиральной структуры ДНК в 1953 году. Все это привело к взрывному росту генетических исследований: началось изучение генов, генетической изменчивости и наследственности организмов.

Однако путь к генетической инженерии растений и других организмов был открыт в 1974 году, когда исследователи из Стэнфордского университета и Калифорнийского университета в Сан-Франциско, США, разработали технологию рекомбинантной

## Краткая история ключевых научных достижений в области биотехнологии

Таблица 4.1. Отдельные открытия и научные прорывы в области биотехнологии растений

Год	Открытие / научный прорыв	Место
1974	Стэнли Козн и Герберт Бойер разработали технологию рекомбинантной ДНК, благодаря которой стало возможно объединение частей молекул ДНК, полученных от разных организмов. Это открытие стало основой генетической инженерии.	Стэнфордский университет и Калифорнийский университет в Сан-Франциско, США
1977	Методы секвенирования ДНК были независимо разработаны Уолтером Гилбертом вместе с Аланом Мексемом и Фредериком Сенгером.	Гарвардский университет, Кембридж, Массачусетс, США, и Кембриджский университет, Соединенное Королевство
1981	Джордж Вюллемс и Роберт Схилперорт создали первое генетически модифицированное растение (табак) с помощью бактерии <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (см. вставку 4.1).	Лейденский университет, Лейден, Нидерланды
2000	Полное секвенирование генома небольшого растения <i>Arabidopsis thaliana</i> , результаты которого были опубликованы в 2000 году в рамках инициативы Arabidopsis Genome Initiative.	Консорциум университетов и государственных исследовательских учреждений в США, Японии и Европе
2012	Разработка новой технологии редактирования генома CRISPR-Cas9.	Калифорнийский университет в Беркли, Калифорния, США, Венский университет, Австрия, Массачусетский технологический институт; Гарвардский университет, Кембридж, Массачусетс, США; Вильнюсский университет, Литва

Источник: на основе Arabidopsis Genome Initiative (2000); Babinard (2001); Swaminathan (2012) и Graff and Hamdan-Livramento (2019).

ДНК (рДНК), которая позволяла объединять части молекул ДНК, полученных из разных организмов.

В таблице 4.1 перечислено несколько ключевых открытий и инноваций, которые заложили основу биотехнологических методов и их применения в современной биотехнологии растений.

Коммерческое применение инструментов и методов биотехнологии началось в середине 1970-х годов в сфере медицины, а в области сельского хозяйства — на несколько лет позже<sup>7</sup>. В основном это было связано с тем, что молекулярная биология развивалась преимущественно на базе медицинских училищ и университетов, которые не имели отношения к сельскому хозяйству<sup>8</sup>.

Однако по мере расширения использования биотехнологии в медицине и в интересах здоровья человека ученые начали применять ее методы в ветеринарии, а затем и в селекции растений. Такой порядок был обусловлен относительной генетической близостью животных к людям<sup>9</sup>.

К середине 1980-х годов биотехнология растений уже активно развивалась. Благодаря нескольким знаковым судебным решениям в США о патентоспособности живых организмов началась выдача патентов на генетически модифицированные

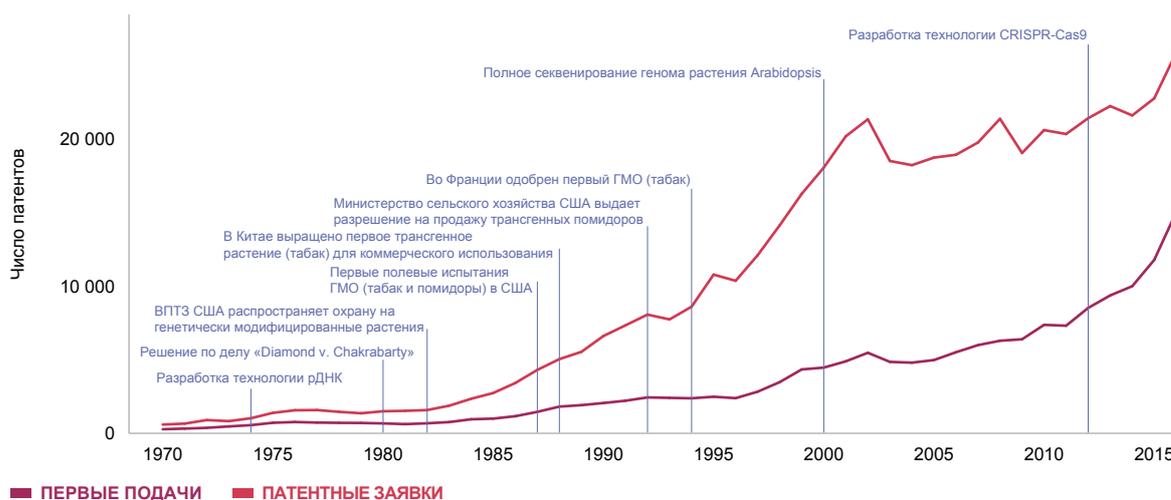
растения<sup>10</sup>. К концу этого десятилетия полевые испытания трансгенных растений проводились в Австралии, Канаде, США и некоторых европейских странах. Мексика, развивающаяся страна, начала проведение таких испытаний примерно в тот же период<sup>11</sup>.

Между тем Китай стал первой страной, где в 1988 году началось коммерческое выращивание трансгенного сорта табака, устойчивого к вредителям. Однако в середине 1990-х годов китайские фермеры прекратили эту практику. Причина заключалась в том, что многие табачные компании выражали беспокойство по поводу использования генетически усовершенствованных организмов (ГУО) в своей продукции, так как потребители не хотели покупать сигареты, произведенные с использованием ГУО. Параллельно с этими событиями, в 1980–1990-х годах, началось активное развитие специализированных биотехнологических стартапов в области сельского хозяйства, особенно в США.

На рисунке 4.1 изображен рост глобального спроса на патенты в области биотехнологии растений в период 1970–2016 годов. Красная линия показывает общее число патентных заявок, поданных в различные ведомства интеллектуальной собственности (ИС) по всему миру<sup>12</sup>, а темно-красная линия

## Параллельно с развитием генной инженерии росло число последующих патентных заявок

Рисунок 4.1. Общее число патентных заявок в области биотехнологии растений, 1970–2016 годы



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT и PCT (см. технические примечания).

показывает число первичных подач заявок на новые патенты в области биотехнологии растений. Такие подачи также называют *подачами первых заявок*. Разница между общим числом патентных заявок и числом первых заявок отражает число последующих подач. Это те заявки, которые подавались в разных странах или юрисдикциях в отношении одних и тех же изобретений. Начиная с 1980-х годов можно видеть увеличение разрыва между этими двумя линиями. Это свидетельствует о том, что изобретатели начали более активно испрашивать патентную охрану для своих изобретений на нескольких рынках. Еще важнее то, что это также свидетельствует о повышении коммерческой значимости изобретений в области биотехнологии растений на глобальном уровне.

### Какие факторы влияют на инновации в этой области?

На инновации в области биотехнологии растений влияет политика, правовые нормы и положения, связанные, среди прочего, с вопросами доступности прав ИС как механизма обеспечения возврата инвестиций в инновации, а также с вопросами здоровья, безопасности и охраны окружающей среды.

### Обеспечение надлежащей доходности инвестиций

В большинстве юрисдикций запрещено патентовать объекты, существующие в живой природе, включая биологические организмы. Однако благодаря новым биотехнологическим достижениям началось размывание границ в этой области<sup>13</sup>.

Проблемы с патентоспособностью биотехнологических сельскохозяйственных инноваций аналогичны тем, которые наблюдаются в области биотехнологии в целом<sup>14</sup>. Предоставление исключительных прав на исследовательские инструменты может сдерживать создание последующих инноваций<sup>15</sup>. Патентование в области сельскохозяйственной биотехнологии может мешать более бедным экономикам пользоваться результатами исследований, которые способны снизить уровень бедности и способствовать решению проблемы голода. Кроме того, противники этой идеи утверждают, что большинство выданных патентов имеют слишком широкий охват и с большой вероятностью нарушают права на другие проприетарные технологии, результатом чего является относительно высокий объем судебных разбирательств в этой отрасли.

В США в 1980-е годы в политике в области ИС произошло два изменения, которые сыграли ключевую роль в формировании отрасли сельскохозяйственной биотехнологии в этой стране. В частности, эти изменения позволили более активно задействовать ИС для обеспечения надлежащей доходности инвестиций в инновации<sup>16</sup>.

Во-первых, в 1980 году был принят Акт Бэя — Доула, в котором университетам было разрешено патентовать результаты исследований, даже если они финансировались за счет налогоплательщиков. Во-вторых, благодаря решению Верховного суда США по знаменитому делу «Diamond v. Chakrabarty», которое было принято также в 1980 году<sup>17</sup>, патентная охрана была распространена на генетически модифицированные организмы (ГМО). К 1985 году Ведомство США по патентам и товарным знакам (ВППТЗ США) начало предоставлять патентную охрану генетически модифицированным сортам растений. Вскоре примеру США последовала Европа и все остальные страны мира.

При этом в 1995 году была учреждена Всемирная торговая организация (ВТО), страны — участники которой приняли на себя обязательство соблюдать международные правила охраны прав ИС. Это дало возможность множеству транснациональных компаний (ТНК) получить патентную охрану своих изобретений в области биотехнологии растений. Однако некоторые развивающиеся страны, такие как Бразилия, ограничивают патентование определенных биотехнологических продуктов, связанных, в частности, с семенами и новыми сортами растений. Вместо этого в плане охраны инноваций бразильский частный сектор опирается на права *sui generis*<sup>18</sup>. Патентные заявки подаются не на биотехнологический результат, а на сам процесс разработки или дополняющие активы (объекты инфраструктуры, технические средства или другие изобретения), которые способствовали созданию конечного продукта<sup>19</sup>.

### Защита прав потребителей и охрана окружающей среды

Рост коммерческой значимости биотехнологии растений заставил правительства и общественность задуматься о том, как обеспечить безопасность для человека и окружающей среды этих сознательно измененных, или трансгенных, растений.

В области биотехнологии растений используется несколько уровней регулирования, как на национальном, так и на международном уровне<sup>20</sup>. Они помогают обеспечить соответствие ГУО стандартам биобезопасности и продовольственной безопасности, а также стандартам защиты прав потребителей. Например, на международном уровне *действуют* разработанный ООН «Кодекс Алиментариус», где содержатся руководящие принципы в области продовольственной безопасности, Картахенский протокол по биобезопасности (международное соглашение, предусматривающее принципы регулирования в области биобезопасности) и Орхусская конвенция, согласно которой общественности предоставляется право доступа к информации о политических решениях, касающихся окружающей среды<sup>21</sup>.

Что касается национального уровня, то, чтобы начать выращивание трансгенного растения в коммерческих масштабах, обычно необходимо выполнить не менее трех прописанных в законе требований: i) получить разрешение на проведение полевых испытаний; ii) получить разрешение на выращивание для коммерческих целей и iii) получить разрешение на продажу и сбыт потребителям. В США выдачей разрешений на проведение полевых испытаний занимаются такие органы, как Министерство сельского хозяйства США (USDA) и Агентство по охране окружающей среды США (EPA), а выдачей разрешений на коммерческое использование — Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA).

Ряд важнейших прорывов в области биотехнологии растений был совершен в Европе. В начале 1990-х годов Бельгия, Франция и Соединенное Королевство входили в пятерку стран — лидеров этой отрасли и на них совокупно приходилось почти 95% выпуска трансгенных растений (еще двумя странами были Канада и США). Однако к концу столетия отношение к таким растениям в Европе кардинально изменилось<sup>22</sup>.

В период 1998–2004 годов Европейская комиссия (Комиссия), исполнительный орган Европейского союза, и пять государств — членов ЕС фактически наложили мораторий на разрешение использования ГМО<sup>23</sup>. После 2003 года Комиссия приняла несколько регулирующих положений и директив в отношении ГМО<sup>24</sup>. В период действия моратория Комиссия начала разграничивать растения, гены

которых были изменены с помощью традиционных методов селекции, и растения, которые были генетически изменены с использованием биотехнологических инструментов (см. вставку 4.1). В рамках принятых мер были установлены конкретные требования к проведению полевых испытаний и выращиванию трансгенных растений, а также к импорту, использованию и маркировке ГМО-продукции.

---

#### **Вставка 4.1. Ключевые различия между методами селекции**

Существует два способа развития у растений желаемых свойств, и они различаются в зависимости от типа растения. В случае двудольных, или широколистных, растений, таких как хлопок, соя или помидор, для трансформации используется бактерия *Agrobacterium tumefaciens*. В природе эта бактерия инфицирует растения, вставляя собственную ДНК напрямую в ДНК растения. Путем модификации бактерии в целях исключения ее нежелательных свойств и включения необходимых генов растение может быть изменено путем бактериального инфицирования. Затем клетки, содержащие новый ген, идентифицируются и размножаются с использованием технологии культуры растительных клеток, что позволяет вырастить целое растение, содержащее в своей ДНК новый трансген.

Для модификации однодольных растений (к их числу относятся такие виды трав, как кукуруза, пшеница и рис) используются небольшие вольфрамовые шарики, покрытые инородной ДНК, которыми физически обстреливается геном растения. Часть такой ДНК переходит в ДНК принимающего растения. Полученные клетки также идентифицируются и используются для выращивания целого растения, содержащего инородную ДНК.

Отличие классических и традиционных методов селекции от их современных аналогов сводится к степени контроля над процессом. Результат, получаемый в первом случае, нередко является непредсказуемым. Селекционеры отбирают для скрещивания родительские растения с желаемыми чертами, но потомство может не иметь необходимого генотипа или не проявлять его в виде фенотипа.

Современные методы селекции, такие как генетическая инженерия, позволяют целенаправленным образом переносить желаемые свойства (трансгены) и получать новые трансгенные растения быстро и эффективно. Такие растения также называются генетически модифицированными организмами (ГМО). Современные методы делают процесс селекции проще, так как они устраняют необходимость того, чтобы растения с желаемыми свойствами были скрещиваемыми, и позволяют отбирать такие свойства вне зависимости от того, какому живому организму они присущи. Желаемые свойства могут присутствовать как у того же вида, так и у других видов. Они также могут быть связаны с модификацией выражения собственных генов растения. Выявление желаемого гена, его выделение и включение в ДНК растения обеспечивает чистоту селекции и позволяет исключить возможность возникновения нежелательных сопутствующих свойств, что нередко случается при использовании классических и традиционных методов селекции. Кроме того, при использовании современных методов селекции цикл создания новых сортов короче.

Источник: FAO (2004) и Persley and Siedow (1999).

---

Помимо активных политических кампаний против использования ГМО, развернутых экологическими группами и группами потребителей, для такой смены настроений в отношении трансгенных растений на континенте приводится и ряд объяснений коммерческого характера. Согласно работе Граффа и Зилбермана (Graff and Zilberman, 2007), крупные европейские агрохимические компании имели сравнительное преимущество в химии и не хотели пускаться на этот рынок конкурентов. В работе Шелдона (Sheldon, 2004) изложено предположение, что европейские фермеры рассматривали меры по ограничению одобрения генетически модифицированных растений в качестве возможности предотвратить поступление товаров из других стран мира на рынок ЕС.

Так или иначе, но европейское регулирование, судя по всему, оказало сдерживающее воздействие на исследования и разработки в области сельскохозяйственной биотехнологии на континенте.

## В области биотехнологии растений число патентных заявок из США увеличивалось быстрее, чем число таких заявок из Европы

Рисунок 4.2. Доля заявок в области биотехнологии растений по отношению к общему числу патентных заявок, по происхождению (%), 1970–2016 годы



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT и PCT (см. технические примечания).

На рисунке 4.2 показана доля патентных заявок из США (темно-красная линия) и из нескольких европейских стран (красная и светло-красная линии) по отношению к общему числу заявок в мире<sup>25</sup>. До конца 1990-х годов доли патентных заявок в области биотехнологии растений из США и ЕС росли примерно одинаково. Однако с 1997 года разрыв между ними начал нарастать. Сложно сказать точно, связано ли это с фактическим мораторием в Европе, но после 1998 года число патентных заявок в области биотехнологии растений из Европы росло примерно теми же темпами (если не медленнее), что и масштабы патентования в целом.

По словам представителей отрасли, позиция ЕС по поводу трансгенных растений повлияла на деловые стратегии компаний. Согласно исследованию Службы сельского хозяйства зарубежных стран USDA, многие европейские компании перенесли свои исследования и разработки за пределы Европы, в частности в США. Хотя государственные учреждения и университеты Европы продолжают вести фундаментальные исследования в области генетики растений, вероятность того, что их результаты достигнут европейского рынка, довольно мала. Кроме того, в исследовании подчеркивается, что

многие европейские биотехнологические фирмы отказались от работы в сельском хозяйстве в пользу медицины и биотопливной промышленности<sup>26</sup>. Немецкая химическая компания BASF, которая является одной из крупнейших европейских ТНК в этой области, прекратила разработки и сбыт своих трансгенных растений в ЕС в 2012 году<sup>27</sup>.

### Что является движущей силой инноваций?

Движущей силой инновационной деятельности в отрасли биотехнологии растений являются инвестиции как в государственном, так и в частном секторе.

### Сильный государственный сектор способствует проведению сельскохозяйственных исследований

Государственный сектор играет ключевую роль в проведении исследований в области биотехнологии растений, так как он обеспечивает финансирование и важную инфраструктуру. В Европе, как и в США, в ключевых политических

документах и опубликованных отчетах подчеркивается важность инвестирования в исследования в области генной инженерии<sup>28</sup>.

Ученым и исследователям из государственных научно-исследовательских институтов принадлежат важные открытия, которые заложили основу генной инженерии. Сегодня фундаментальные исследования не менее важны для создания инноваций. Например, благодаря основополагающим достижениям в молекулярной биологии и генетике были разработаны более эффективные способы идентификации конкретных генотипов в организмах и прицельной работы с ними. Более того, разработка технологии редактирования генома CRISPR-Cas9 позволила существенно сократить расходы в области генетической инженерии<sup>29</sup>.

Центры сельскохозяйственных исследований и университеты, специализирующиеся в этой области, играют важнейшую роль в практическом применении исследований и распространении биотехнологических инноваций. Такие исследовательские центры занимаются работой, направленной на развитие агрономии и генетическое совершенствование растений, а также на разработку сельскохозяйственных инноваций в целом. Они ведут свою деятельность при финансовой поддержке правительств, фондов и различных межправительственных и некоммерческих организаций и агентств. Наличие широкого мандата и финансовой помощи помогает обеспечить последовательность в работе этих учреждений и подчеркивает ее значимость.

В 1862 году в США был принят закон Морилла. Он предусматривал выделение 30 тыс. акров федеральной земли (почти 121,5 км<sup>2</sup>) по всей стране для строительства колледжей и университетов, в которых, среди прочего, должны были преподаваться сельскохозяйственные науки и проводиться исследования в этой области (land-grant colleges). Второй закон Морилла, принятый в 1890 году, обеспечивал выделение таким колледжам регулярного федерального финансирования.

Благодаря успеху этого начинания аналогичные исследовательские центры начали создаваться и в странах с формирующейся рыночной экономикой<sup>30</sup>. К числу первых подобных учреждений относились Международный центр селекции пшеницы и кукурузы (CIMMYT) в Мехико, Мексика, и Международный научно-исследовательский институт риса (IRRI) в

Лос-Баньос, Филиппины. Эти две национальные системы сельскохозяйственных исследований (NARS) позднее вошли в Консультативную группу по международным сельскохозяйственным исследованиям (CGIAR), зонтичную организацию, объединяющую 15 независимых некоммерческих исследовательских центров, специализирующихся на инновациях в сельском хозяйстве. Группа CGIAR оказала большое влияние на развитие инноваций в сельскохозяйственной биотехнологии, особенно в области генетики сельскохозяйственных культур.

При ведении сельского хозяйства инновации необходимо адаптировать к различным региональным агроэкологическим условиям, к числу которых относятся особенности почвы, ландшафта и климата<sup>31</sup>. Это значит, что трансгенные растения следует выводить на основе местных сортов и испытывать в местных условиях. Во многих развивающихся странах хранением таких сортов и зародышевой плазмы (это генетические ресурсы, используемые в целях селекции растений и животных, а также сохранения видов) занимаются государственные учреждения, такие как NARS или международные центры сельскохозяйственных исследований (IARC)<sup>32</sup>.

Сотрудничество между государственными учреждениями играет очень большую роль, особенно в плане коммерциализации ГУО в менее развитых странах. Большая часть трансгенных растений, которые выращивались в этих странах в конце 1990-х годов, была выведена на основе адаптированной к местным условиям зародышевой плазмы из стран Северной Америки<sup>33</sup>. В более бедных странах IARC могут выполнять функции узлов глобальной сети инноваций, поддерживая связи между учеными и селекционерами из различных NARS, включая университеты, занимающиеся сельскохозяйственными исследованиями.

Инновации в области биотехнологии растений обладают потенциалом для решения проблемы нехватки продовольствия и обеспечения продовольственной безопасности<sup>34</sup>. Поэтому достижения в этой области находят поддержку в государственном секторе, в том числе в межправительственных организациях и некоммерческих учреждениях, что способствует распространению таких достижений по всему миру<sup>35</sup>.

Во многих странах с формирующейся рыночной экономикой большую часть сельскохозяйственных исследований финансируют правительства.

В некоторых случаях, например в Китае, Индии и Бразилии, наблюдается резкий рост государственных расходов на НИОКР в области сельского хозяйства. В период 1990–2013 годов такие расходы в Китае возросли почти в десять раз: с 1 млрд до более 9 млрд долл. США<sup>36</sup>. За тот же период расходы Индии увеличились в три раза (с менее 1 млрд до почти 3 млрд долл. США), а расходы Бразилии — почти вдвое (с менее 2 млрд до почти 3 млрд долл. США). При этом в США государственные расходы на сельское хозяйство росли довольно умеренно с 4 млрд долл. США в 1990 году, а с 2003 года начался спад.

Однако многие развивающиеся экономики, особенно обладающие ограниченными возможностями для ведения инновационной деятельности в области биотехнологии растений и/или испытывающие нехватку финансовых ресурсов для проведения таких исследований, стремятся пользоваться результатами деятельности NARS и/или IARC<sup>37</sup>.

### Стимулы, основанные на консолидации рынка

На начальном этапе основными субъектами рынка биотехнологии растений были небольшие стартапы, базирующиеся в университетах. Однако начиная с 1990-х годов многие из них были куплены ТНК. По оценкам, приведенным в одном исследовании, почти 90% всех соглашений об исследованиях и разработках в области сельскохозяйственной биотехнологии были заключены между стартапами и крупными ТНК<sup>38</sup>.

При этом в таких отраслях, как производство семян, химических веществ и удобрений, как в более, так и в менее богатых странах наблюдается существенная рыночная концентрация<sup>39</sup>. У этого явления множество причин. Для коммерциализации трансгенных растений характерны высокие постоянные издержки, что требует существенных финансовых ресурсов, которых у многих начинающих компаний может не быть. Кроме того, такие издержки предполагают активное использование прав ИС в целях обеспечения доходности инвестиций. В биотехнологии растений, как и в отрасли полупроводников, накопление проприетарных технологий может создавать барьер для инноваций. Сотрудничающие фирмы менее склонны нарушать права ИС друг друга. Например, компании Monsanto,

BASF, Dow, Bayer, DuPont и Syngenta получали перекрестные лицензии на права ИС друг друга, связанные с трансгенными культурами<sup>40</sup>.

К 2001 году в отрасли производства семян и агрохимии из 30 самостоятельных фирм осталось только шесть: Monsanto, DuPont, базирующаяся в Швейцарии компания Syngenta, Bayer, Dow и BASF. На четыре самые крупные компании приходится почти 60% рынка сельскохозяйственной биотехнологии. Основными агрохимическими группами и производителями семян являются Bayer CropScience и BASF в Германии, Corteva Agriscience в США и ChemChina в Китае (в 2017 году она купила компанию Syngenta).

Консолидация инноваций в области сельскохозяйственной биотехнологии не привела к сокращению инновационной деятельности в этой области<sup>41</sup>.

В таблице 4.2 перечислены объединения транснациональных компаний в отрасли производства семян и агрохимической продукции, включая слияния и поглощения. Также показан процесс роста концентрации в этой отрасли в период после 1990-х годов.

### Необходимость государственно-частного сотрудничества

В работе Зилбермана с соавт. (Zilberman et al., 1997) приводятся результаты обследования биотехнологических компаний в США. Оно показало, что есть множество примеров сотрудничества между государственным и частным секторами. В частности, в работе отмечено, что в случае большинства инноваций в области биотехнологии растений университеты делали какое-либо важное открытие, а его развитием и коммерциализацией затем занимался частный сектор. Такая модель взаимодействия между частным и государственным сектором сохраняет свою актуальность.

Коммерциализацией и культивированием всех четырех основных трансгенных сортов, созданных на начальном этапе с помощью генетической инженерии, занимались крупные ТНК из химической отрасли и отрасли производства семян<sup>42</sup>. Единственным исключением является БТ-хлопок, содержащий трансген бактерии *Bacillus thuringiensis*. Он был разработан китайским государственным Центром биотехнологических исследований

Китайской академии сельскохозяйственных наук (CAAS) в Шэньчжэне. Однако для вывода БТ-хлопка на рынок CAAS создала совместные предприятия с такими американскими фирмами, как Monsanto и Delta & Pine Land, а также с китайской компанией Hebei Provincial Seed. Трансгенный хлопок стал доступен для китайских фермеров в 1997 году<sup>43</sup>.

Поскольку инновации в области сельскохозяйственной биотехнологии требуют доступа к дополнительным активам, новаторам необходимо сотрудничать. Коммерциализация результатов исследований, проводимых университетами или государственными исследовательскими учреждениями, как в развивающихся, так и в развитых странах может требовать дополнительной помощи со стороны частного сектора. Так было в случае китайского БТ-хлопка, и это справедливо для множества совместных исследовательских проектов, реализуемых университетскими исследовательскими лабораториями и частными компаниями.

Во многих развивающихся странах есть примеры сотрудничества между NARS и крупными ТНК в целях разработки трансгенных сортов, адаптированных к особенностям региона<sup>44</sup>. Таким государственным учреждениям для проведения работы может потребоваться доступ к проприетарным биотехнологическим исследовательским инструментам, в связи с чем может возникнуть необходимость в сотрудничестве с владельцем ИС. В этом случае может осуществляться лицензирование проприетарных технологий, принадлежащих частным компаниям<sup>45</sup>. Еще один способ — это покупка технологий по согласованной цене. Для оплаты услуг фирмы могут использоваться средства, предоставленные странами-донорами. Сотрудничество между IARC и частной компанией может проводиться на условиях отсутствия роялти для развивающихся экономик или на разумных условиях уплаты роялти<sup>46</sup>. Например, Международный центр картофеля (CIP) в Перу договорился с бельгийской компанией Plant Genetic Systems, которую впоследствии купила компания Bayer CropScience, об использовании БТ-генов для проведения испытаний разработанной центром линии генетически модифицированного картофеля<sup>47</sup>.

Частные компании могут сотрудничать с NARS или IARC при проведении исследований в обмен на предоставление исключительных прав на коммерческое использование разработанных технологий

## В отрасли наблюдается существенная концентрация

Таблица 4.2. Отдельные альянсы в отрасли, 1996–2016 годы

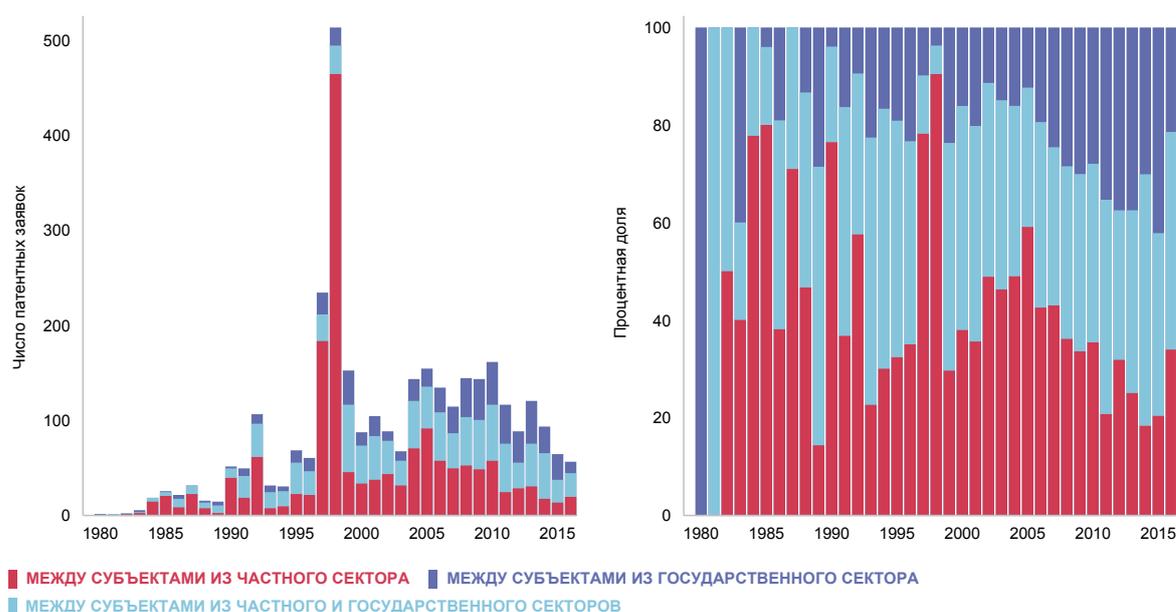
Bayer [Германия] покупает Monsanto [США] (2016)	
<p><b>Monsanto [США] (слияние с Pharmacia, март 2000 г.; полное отделение, август 2002 г.)</b></p> <p><b>Биотехнология</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Agracetus [США] (1995);</li> <li>Calgene [США] (1996);</li> <li>Ecogen [США] (2003);</li> <li>совместное предприятие с Millennium Pharmaceuticals [США] (1998);</li> <li>Paradigm Genetics [США] (2000), изменение названия на Icoria (2004).</li> </ul> <p><b>Семена</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>DeKalb [США] (1996);</li> <li>Asgrow [США] (1997);</li> <li>Holden's Foundation Seeds [США] (1997);</li> <li>Cargill International Seeds, Plant Breeding International [США] (1998);</li> <li>Delta &amp; Pine Land [США] (альянс, 1994; покупка, 2007);</li> <li>Sensako [Южная Африка] (2002); Carnia [Южная Африка] (2002); позднее слияние под брендом DaKalb;</li> <li>Seminis [США] (2005)</li> <li>Emergent Genetics [США] (2005);</li> <li>приобретение De Ruiter [Нидерланды] (2008) и Peotec Seeds S.r.l. [Италия] (2008) через Seminis.</li> </ul>	<p><b>Bayer (покупка Aventis CropScience, 2001 г.) [Германия]</b></p> <p><b>Сельскохозяйственные химикаты</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hoechst [химия, Германия], слияние с Schering [фармацевтика, Германия] и создание Hoechst Schering AgrEvo (1994) [Дюссельдорф, Германия];</li> <li>слияние Hoechst (AgrEvo) и Rhône-Poulenc [фармацевтика, Франция] и создание Aventis CropScience (1999) (из их агрохимического подразделения);</li> <li>покупка Bayer компании Aventis CropSciences в августе 2002 г.</li> </ul> <p><b>Биотехнология</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plant Genetic Systems (PGS) (приобретение компанией AgrEvo в 1996 г.; присоединение к Monsanto в 2002 г.) [Бельгия];</li> <li>PlantTech [Япония] (1999);</li> <li>Lion Biosciences (11,3%, 1999);</li> <li>Limagrain (покупка подразделения по производству семян в Канаде, 2001) [Франция].</li> </ul> <p><b>Семена</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nunhems [Нидерланды], Vanderhave [Нидерланды], Plant Genetic Systems [Belgium], Pioneer Vegetable Genetics, Sunseeds (1997) [США];</li> <li>Nunza (овощи), Proagro (India) и две бразильские компании по производству семян (1999);</li> <li>Fibermax (совместное предприятие с Cotton Seed Inc., Австралия, 2000 г.).</li> </ul>

Источник: на основе Pray and Naseem (2003) с учетом актуальной информации.

Покупка ChemChina [Китай] компании Syngenta [Швейцария] (2017)	Отделение компании Corteva Agriscience [США] в 2019 г. в результате слияния DuPont и Dow (2015)	BASF [Германия]
<p><b>Syngenta [Швейцария]</b></p>	<p><b>Dow Chemical [США]; Dow AgroSciences [США]</b></p>	<p><b>DuPont [США]</b></p>
<p><b>Сельскохозяйственные химикаты</b></p>	<p><b>Сельскохозяйственные химикаты</b></p>	<p><b>Сельскохозяйственные химикаты</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Слияние CibaGeigy и Sandoz и создание компании Novartis [Швейцария] (1996);</li> <li>покупка Novartis [Швейцария] бизнеса компании Merck по производству пестицидов за 910 млн долл. США (1997);</li> <li>слияние сельскохозяйственного подразделения Novartis [Швейцария] и агрохимического подразделения AstraZeneca [Соединенное Королевство] и создание Syngenta [Швейцария] (1999).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Покупка компанией Dow 40% акций компании Dow Elanco у Eli Lilly [США] за 900 млн долл. США (1997);</li> <li>Rohm and Haas Agricultural Chemicals [США] (2001).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Покупка бизнеса по производству гербицидов у Sandoz [Швейцария] (1996);</li> <li>покупка у American Home Products подразделения American Cyanamid [США], занимающегося производством продуктов для защиты посевов от вредителей, за 3,8 млрд долл. США (2000).</li> </ul>
<p><b>Биотехнология</b></p>	<p><b>Биотехнология</b></p>	<p><b>Биотехнология</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Покупка Zeneca Ag. [Соединенное Королевство] компании Modern International N.V. [Нидерланды] (1997);</li> <li>Альянс с Japan Tobacco [Япония] в области риса (1999);</li> <li>альянс с Diversa [США] (2003);</li> <li>покупка компанией Zeneca [фармацевтика, Соединенное Королевство] компании PSA Genetics (через дочернее предприятие Garst, 1999).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Мусоген (1996) [США];</li> <li>Ribozyme Pharmaceuticals Inc. [США] (1999);</li> <li>Контракт с Proteome Systems Limited [Австралия] (1999).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Совместное предприятие с Институтом генетики растений и Crop Plant Research [Германия] в целях создания SunGene [Германия] (1998);</li> <li>совместное предприятие с Институтом Макса Планка [Германия] и компанией Metanomics [Германия] (1997).</li> </ul>
<p><b>Семена</b></p>	<p><b>Семена</b></p>	<p><b>Семена</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>В результате слияния NorthrupKing и Ciba Seeds были объединены S&amp;G Seeds, Hillebrand и Rogers Seed Co. (1997);</li> <li>разделение ICI (Imperial Chemical Industries, фармацевтика и агрохимикаты) [Соединенное Королевство] на Zeneca (включая подразделение по производству семян ICI) и ICI PLC (1993);</li> <li>возрождение компании Garst [США] в виде компании Zeneca (1996);</li> <li>покупка Zeneca [Соединенное Королевство] через Garst [США] компаний Agripro Seeds [США] (1998), Gutwein Seeds (2000).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Покупка Мусоген компании Agrigenetics [США] (1992);</li> <li>United AgriSeeds [США] становится частью Мусоген (1996);</li> <li>совместное предприятие между Мусоген [США] с Boswell [США] в области производства семян хлопка в целях создания Phytogen (1998);</li> <li>совместное предприятие с Danisco Seeds [Дания] (1999);</li> <li>соглашение с Illinois Foundation Seeds [США] (1999);</li> <li>Cargill Hybrid Seeds [США] (2000).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Покупка 40% компании Svalöf Weibull [Швеция] (1999).</li> </ul>

**Инновационная деятельность, проводимая частным сектором, является основной движущей силой инноваций в сельскохозяйственной биотехнологии, но при этом растут масштабы государственно-частного сотрудничества и сотрудничества между государственными субъектами**

Рисунок 4.3. Тенденции в области совместных патентных заявок, по числу (слева) и доле (справа), 1980–2016 годы



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT и PCT (см. технические примечания).

на рынках развитых стран. При этом развивающиеся экономики получают такие технологии на более выгодных условиях. Также может использоваться гибридный подход к ИС, предусматривающий подачу патентных заявок частной компанией только на рынках развитых стран.

Инициатором сотрудничества может выступать и частный сектор. Например, крупным медико-биологическим фирмам для инновационной деятельности может требоваться доступ к пулам зародышевой плазмы, которые контролируют различные IARC и NARC. У группы CGIAR есть собственный пул зародышевой плазмы, который, согласно взятому на себя группой обязательству, является частью общественного достояния. Доступ к этому пулу способствует созданию новых трансгенных сортов для использования в самых разных частях мира.

Рост потребности в сотрудничестве между частным и государственным сектором требует некоторых изменений в порядке использования ИС. Исследовательские учреждения во многих

развивающихся странах нередко старались держаться в стороне от системы ИС и стремились, напротив, к тому, чтобы знаниями было легко обмениваться. Но все изменилось. Сотрудничество между двумя секторами — либо в целях коммерциализации (с точки зрения исследовательских учреждений), либо в целях получения доступа к источникам зародышевой плазмы и культиваров (с точки зрения частного сектора) — требует разработки гибридного подхода к использованию ИС.

Как показывает анализ патентной документации, масштабы сотрудничества между частным и государственным сектором растут. В среднем лишь у 18% патентных заявок в области биотехнологии растений более одного заявителя<sup>48</sup>. Однако это не говорит о реальных масштабах сотрудничества, так как оно не всегда приводит к патентованию изобретений. Кроме того, приведенная цифра не отражает должным образом взаимодействие между дочерними структурами крупных ТНК, поскольку в большинстве случаев в патентных заявках ТНК в качестве заявителей указываются только

штаб-квартиры. Более того, определенная доля государственно-частного сотрудничества осуществляется на этапе коммерциализации, например в ходе полевых испытаний, и это, как правило, не находит отражения ни в патентной документации, ни в научных публикациях.

На рисунке 4.3 отражены данные о совместных заявках с участием государственного и частного сектора. С 1999 года наблюдается рост доли патентных заявок, у которых есть хотя бы один заявитель из государственного сектора.

## 4.2 Инновационный ландшафт в области биотехнологии растений

В области биотехнологии растений инновации рассредоточены довольно широко по всему миру. На рисунке 4.4 инновационный ландшафт изображен на основании двух показателей инновационной активности: патентов и научных публикаций в форме статей и материалов конференций (см. главы 1 и 2). Представлено два периода: 1998–2007 годы (вверху) и 2008–2017 годы (внизу).

Показано развитие инновационных регионов в этой отрасли и то, как патентование и публикация материалов следуют друг за другом, по крайней мере, в случае ведущих биотехнологических кластеров. С точки зрения инновационной деятельности в области биотехнологии растений четырьмя странами-лидерами являются Китай, Германия, Япония и США. Пятой страной по уровню патентной активности является Швейцария, а по научным публикациям — Франция.

Кроме того, на рисунке 4.4 показано, что в некоторых регионах более активно ведется патентование, а в других — подготовка научных публикаций. К числу первых относятся США, Европа, Япония и Китай, тогда как для развивающихся стран в целом характерна более активная научная работа<sup>49</sup>.

Как показывает рисунок 4.4, в области биотехнологии растений различия в результатах инновационной деятельности, отражением которых являются патенты и научные публикации, могут быть весьма существенными. Это происходит по двум причинам.

Во-первых, в разных юрисдикциях к патентам на изобретения в этой области предъявляются разные

требования. Поэтому если использовать патентование как единственный критерий биотехнологических инноваций, то можно не увидеть важную исследовательскую работу, проводимую учеными в тех странах, где возможности для патентования ограничены.

Во-вторых, хотя и патенты, и научные публикации используются в качестве показателей инновационной активности, между ними есть важные различия. Например, изобретения, раскрытые в соответствии с требованиями к патентованию, могут быть ближе к этапу коммерциализации, чем исследования, изложенные в научных публикациях, так как последние могут носить более фундаментальный и научный характер<sup>50</sup>. Более того, большая часть инновационной деятельности в США ведется частным сектором, который, как правило, опирается на патентование, тогда как в Китае основными источниками подобной активности являются университеты и государственные учреждения.

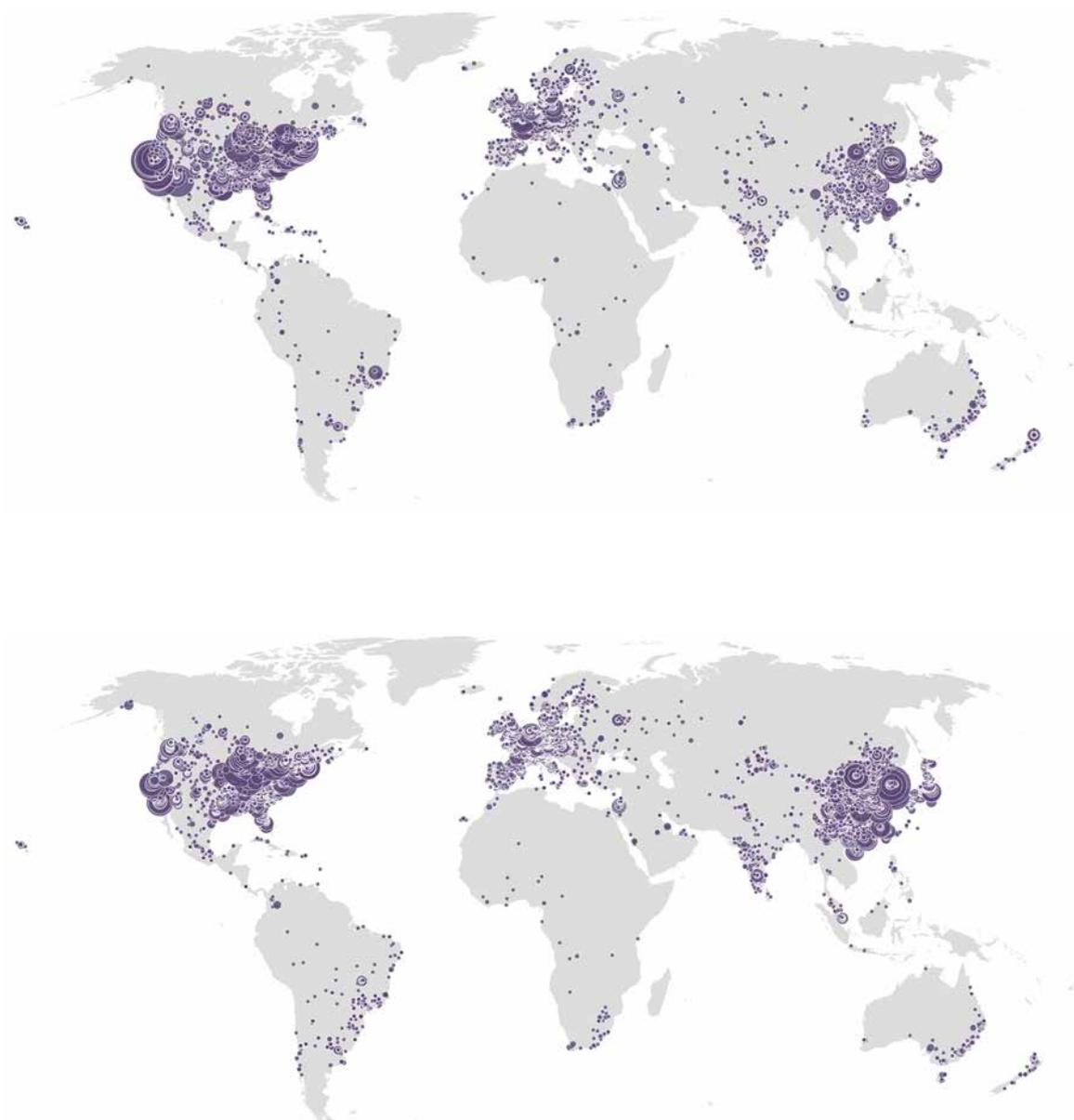
На рисунке 4.5 представлена карта международных и национальных биотехнологических кластеров мира. Такие кластеры представляют собой относительно значимые точки совместного расположения изобретателей и авторов научных работ в области биотехнологии растений из разных стран (международные кластеры) или из одной страны (национальные кластеры).

Во вставке 4.2 описан метод выявления биотехнологических кластеров. Подчеркивается, что сравнивать можно только международные кластеры, а в случае национальных кластеров возможно сравнение только между регионами одной страны.

Международные кластеры показывают, насколько географически разрозненным является инновационный ландшафт в области биотехнологии растений. Эти кластеры охватывают три основных коридора инноваций, а именно США, страны Европы и Восточной Азии, Японию и Республику Корея. Кроме того, в них входят такие страны, как Индия, Израиль, Китай и Сингапур в Азии, Австралия в Океании, а также Аргентина и Мексика в регионе Латинской Америки и Карибского бассейна. Но в то же время международные кластеры в области биотехнологии растений соотносятся со связанными с ними кластерами в области биотехнологии в целом.

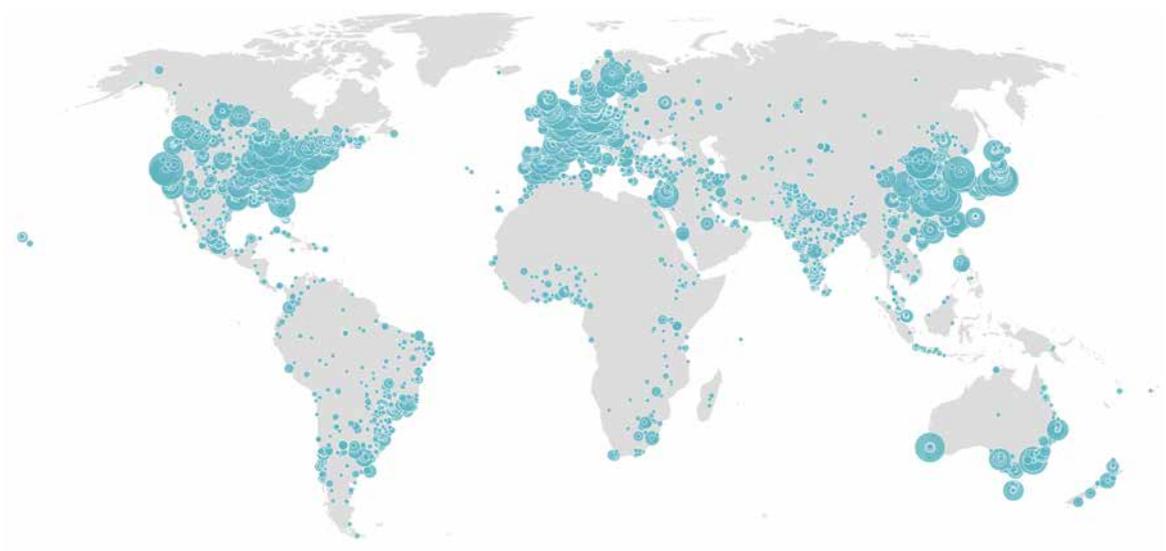
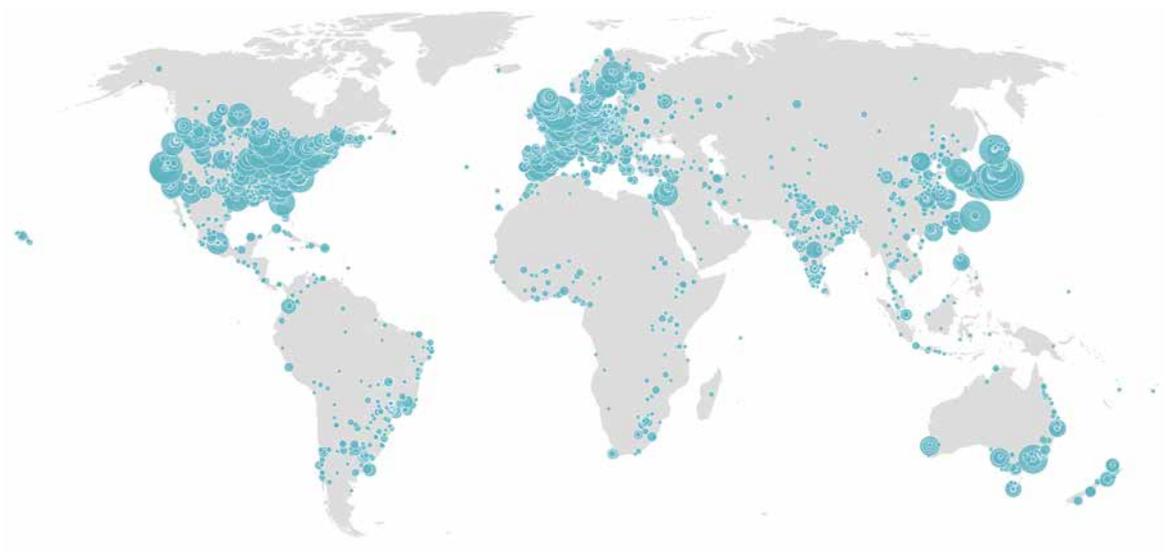
### Начиная с 2000-х годов наблюдается довольно широкое распространение инноваций в области сельскохозяйственной биотехнологии

Рисунок 4.4. Распространение инновационных центров в области биотехнологии растений с точки зрения патентных заявок (слева) и публикаций (справа), 1998–2007 (вверху) и 2008–2017 годы (внизу)



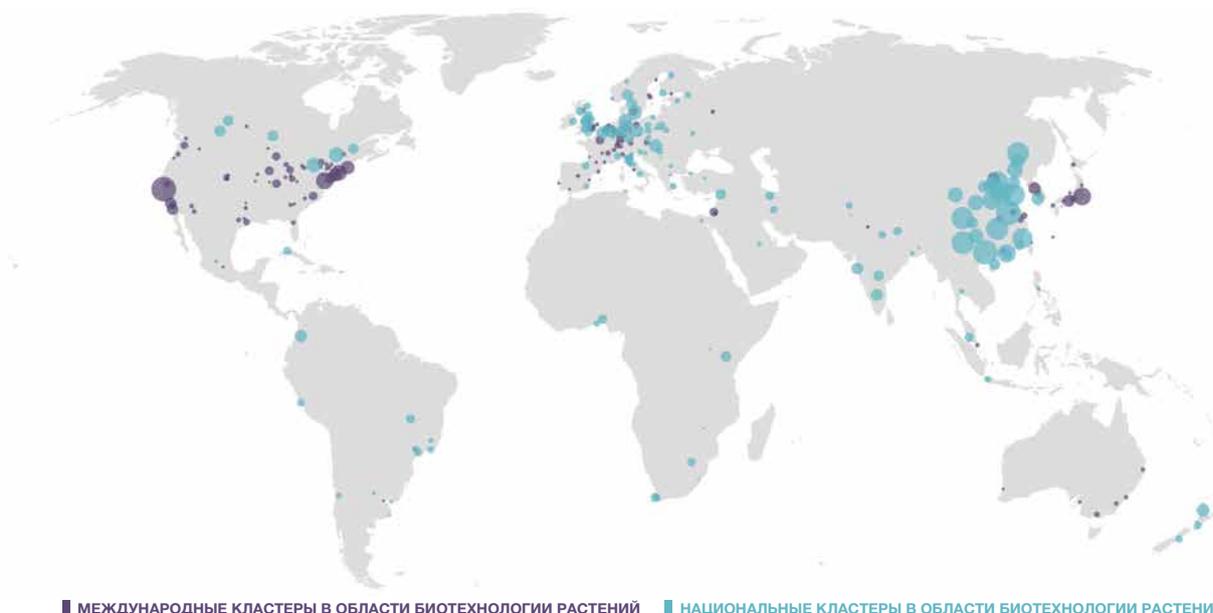
■ ПАТЕНТЫ ■ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания).  
Примечание: размер кругов соответствует относительному объему патентной деятельности и деятельности по подготовке научных публикаций.



## Кластеры в области сельскохозяйственной биотехнологии рассеяны по всему миру

Рисунок 4.5. Глобальное распространение инновационных кластеров в области биотехнологии растений, 1970–2017 годы



■ МЕЖДУНАРОДНЫЕ КЛАСТЕРЫ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

■ НАЦИОНАЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания).

### Вставка 4.2. Выявление международных и национальных кластеров в области биотехнологии растений

Процесс выявления международных и национальных кластеров в области сельскохозяйственной биотехнологии состоит как минимум из трех этапов.

#### Этап 1: поиск патентов и научных публикаций в области биотехнологии растений

Патенты. Чтобы выявить патенты, относящиеся непосредственно к биотехнологии растений, использовались коды двух международных схем классификации технологий: Международной патентной классификации (МПК) и Совместной патентной классификации (СПК), а также соответствующие ключевые слова (см. технические примечания, где приводится полный перечень кодов и ключевых слов, которые использовались в рамках стратегии поиска). Патенты в этой области относятся к следующим категориям: i) генетическое усовершенствование растений; ii) борьба с сельскохозяйственными вредителями; iii) плодородие почв и iv) изменение климата.

Научные публикации. Использовались известные ведущие журналы в области сельскохозяйственной биотехнологии, а также соответствующие ключевые слова (более подробно см. технические примечания).

#### Этап 2: геокодирование адресов изобретателей и авторов

Адреса авторов запатентованных изобретений и научных публикаций, связанных с биотехнологией растений, были геокодированы и нанесены на карту. В случае изобретений использовались адреса проживания изобретателей, указанные в патентной документации. Адреса авторов научных публикаций обычно не раскрываются. Вместо них использовались адреса учреждений, в которых работают авторы.

#### Этап 3: разграничение национальных и международных кластеров

После нанесения на карту местоположения запатентованных изобретений и научных публикаций для разграничения международных и национальных кластеров применялись два разных пороговых критерия. В случае международных

кластеров учитывались только международные патентные семьи и опубликованные научные статьи. Заявки на патенты должны были быть поданы либо в ведомстве ИС, отличном от ведомства страны проживания заявителя, либо как минимум в одном иностранном ведомстве ИС (например, в национальном ведомстве ИС и в иностранном ведомстве ИС). Если патентные заявки были поданы в международном патентном ведомстве, таком как Европейское патентное ведомство, или через систему Договора о патентной кооперации (РСТ), то такие патентные семьи также считались международными.

В случае национальных кластеров использовались все патентные семьи и научные публикации. Патентные семьи также включали одиночные патенты, то есть патенты, зарегистрированные только в ведомстве страны проживания заявителя и нигде более.

Для того чтобы кластер считался международным, он должен был соответствовать глобальному пороговому критерию, учитывающему международные патенты и научные публикации. В основе классификации в качестве национального кластера лежал только пороговый критерий национального уровня.

Таким образом, международные кластеры отличаются от национальных в двух — основных аспектах. Во-первых, в случае международных кластеров учитываются только международные патентные семьи, а в случае национальных — все патенты, зарегистрированные жителями той или иной страны, включая одиночные и международные патенты. Во-вторых, пороговый критерий, установленный для международных кластеров, основан на среднем объеме патентов и научных публикаций, относящихся к конкретному региону, по всему миру, а пороговый критерий для национальных кластеров основан на среднем объеме патентов и научных публикаций, относящимся к конкретному региону, по конкретной стране.

Сравнение стран возможно только на основании международных кластеров.

Примечание: см. вставку 2.1 и вставку 2.2 в главе 2. См. также глоссарий в приложении к работе WIPO (2018).

Не во всех странах, где ведется активная инновационная работа, есть международные кластеры. Например, Бразилия является одной из ведущих развивающихся стран в этой области, но международного кластера там нет. Основная причина заключается в том, что в этой стране инновационная деятельность в области биотехнологии растений рассредоточена по семи разным регионам, каждый из которых по отдельности не производит достаточно патентов и научных статей, чтобы считаться международным кластером (см. вставку 4.2). Согласно мандату Бразильской корпорации сельскохозяйственных исследований (EMBRAPA), которая является национальной NARS, ее научная деятельность должна быть распределена по нескольким исследовательским кампусам и не должна концентрироваться в главном отделении в Бразилии.

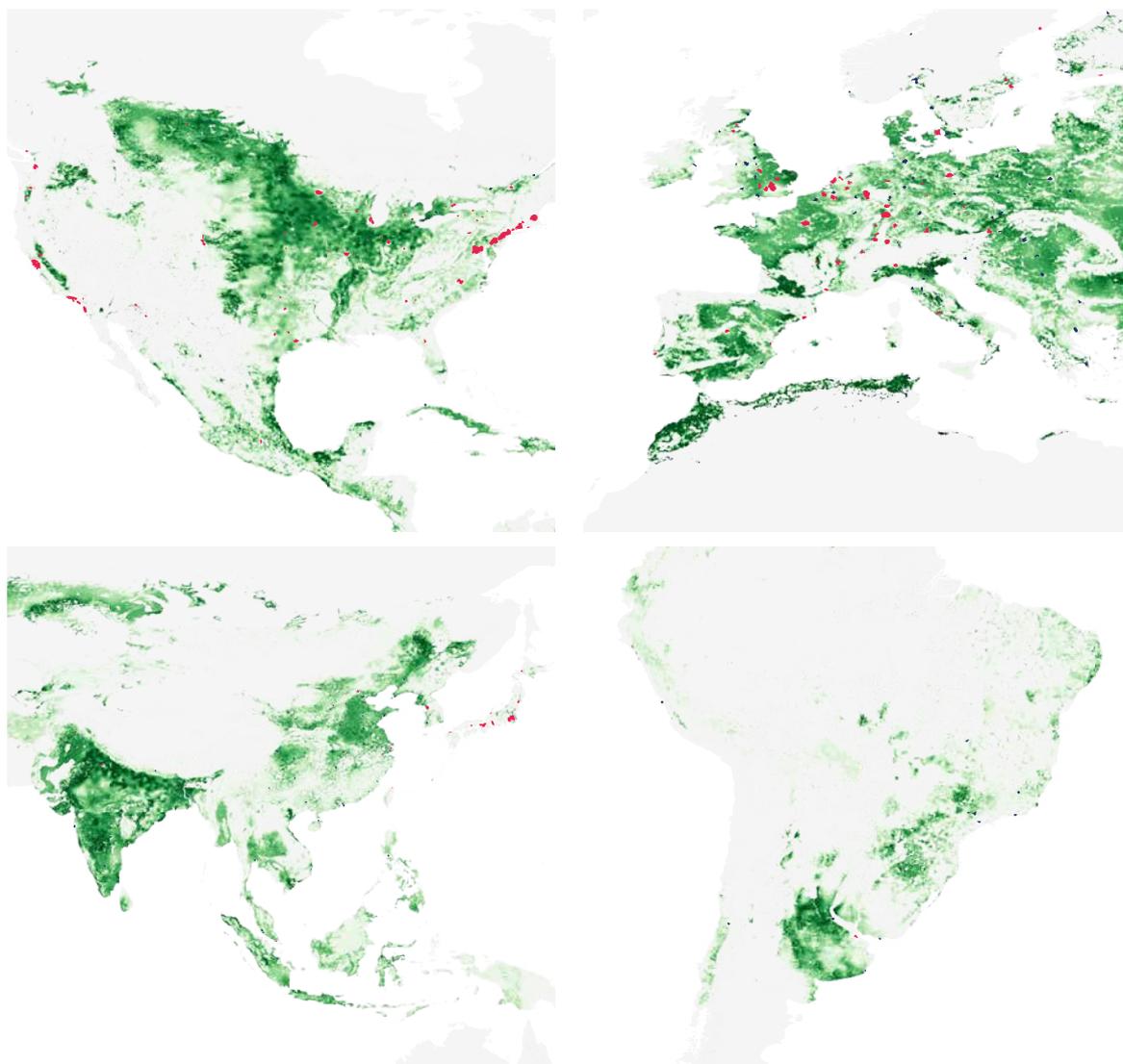
Анализ карты международных и национальных кластеров в области биотехнологии растений позволяет сделать два основных вывода. Во-первых, существует некоторый разрыв между инновационными центрами, которые располагаются в городах, и сельской местностью, для которой предназначены разрабатываемые инновации<sup>51</sup>. Большая часть инноваций в биотехнологии растений создается в городских, а не в сельских районах. Однако полевые испытания проводятся все-таки в сельских районах, в силу чего может требоваться определенная инновационная деятельность для адаптации генетически модифицированного сорта к местным агроэкологическим условиям, то есть к характерным для конкретной местности свойствам почвы, особенностям ландшафта и климата<sup>52</sup>.

На рисунке 4.6 представлены карты, на которых показаны международные и национальные биотехнологические кластеры и посевные площади (обозначены зеленым цветом) в четырех регионах: Северная Америка, Европа, Азия и Латинская Америка. Большинство международных кластеров располагается в городских районах. В США, например, они находятся в таких городах, как Сан-Хосе, Бостон и Нью-Йорк.

Однако есть и кластеры, расположенные рядом с посевными площадями. И это не случайно. Подобные кластеры в основном находятся в крупных университетах, где ведутся исследования в области сельского хозяйства, например в американских колледжах, получивших землю по

## Инновации создаются далеко от сельскохозяйственных районов

Рисунок 4.6. Местоположение центров, разрабатывающих инновации в области биотехнологии растений, и сельскохозяйственных земель



■ МЕЖДУНАРОДНЫЕ КЛАСТЕРЫ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

■ НАЦИОНАЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания). Данные о расположении сельскохозяйственных районов взяты из работы Ramankutty et al. (2008).

Примечание: зеленым цветом обозначены пахотные земли и пастбища по состоянию примерно на 2000 год.

закону Морилла, о которых шла речь выше. В качестве примера можно привести международный биотехнологический кластер в Де-Мойне, штат Айова, где располагаются как сельскохозяйственные площади, так и Университет штата Айова, а также компания Pioneer Hi-Bred, один из первых стартапов в области сельскохозяйственной биотехнологии.

Во многих развивающихся странах международные и национальные кластеры в области биотехнологии растений располагаются поблизости от соответствующих NARS, которые, как правило, находятся в сельскохозяйственных районах. CIMMYT в Тескоко расположен примерно в одном часе езды от Мехико, а в Буэнос-Айресе находится аргентинский Национальный институт сельскохозяйственных

## Инновационная активность имеет тенденцию к кластеризации, особенно в метрополитенских районах

Рисунок 4.7. Глобальное распределение инновационной деятельности (ГОИ, СНК и международные кластеры в области биотехнологии растений)



■ ГОИ ■ СНК ■ МЕЖДУНАРОДНЫЕ КЛАСТЕРЫ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания).

технологий (INTA). Международный научно-исследовательский институт по изучению культур полуаридных тропических зон, один из исследовательских центров CGIAR, расположен в Патанчере, недалеко от Хайдарабада, Индия, а IRRRI находится в Лос-Баньосе, Филиппины, примерно в одном часе езды от Дасмариньяса. В Бразилии местоположение национальных кластеров совпадает с местоположением центров EMBRAPA. Все эти NARS располагаются в радиусе 50 км от национальных биотехнологических кластеров.

Присутствие этих сельскохозяйственных учреждений создает условия для формирования региональной экосистемы, способствующей возникновению в этом месте стартапов и проведению НИОКР компаниями отрасли. Как показано в работе Самада и Граффа (Samad and Graff, 2020), единственным надежным фактором, определяющим, какое число изобретений будет создано в том или ином регионе, является число изобретений, созданных в этом регионе в прошлом. Эта связь является отражением «липкости» долгосрочных инвестиций в региональную знаниевую инфраструктуру и человеческий капитал (знания, в отличие от информации,

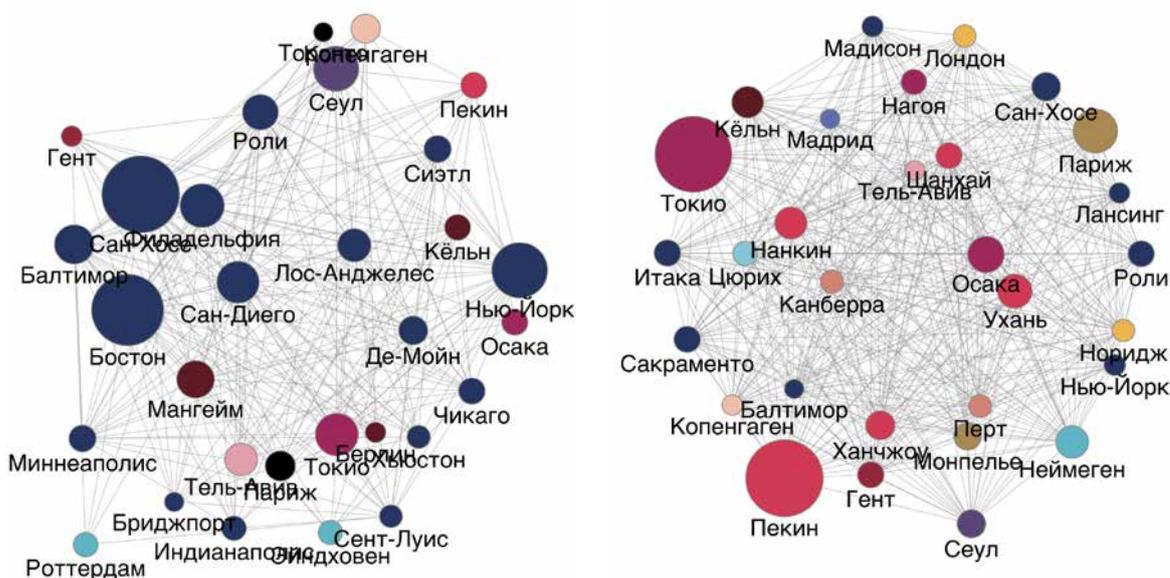
не так просто передаются из одной точки в другую), а также локализованности перетока знаний (см. главу 1).

Кроме того, как уже было отмечено, большая часть международных кластеров в области биотехнологии растений сосредоточена в метрополитенских районах. На рисунке 4.7 показано местоположение этих кластеров с точки зрения глобальных очагов инноваций (ГОИ) и специализированных нишевых кластеров (СНК), определение которых приводится во второй главе этого доклада.

Расположение центров, занимающихся инновационной деятельностью в области биотехнологии растений, определяется действием мощных агломерационных сил. Исследователи как из частного, так и из государственного сектора стремятся в те регионы, где ведется активная инновационная работа, так как в этом случае они могут воспользоваться эффектом перетока знаний (см. главу 2). Например, для них может быть полезна близость других сопутствующих инновационных отраслей и квалифицированных специалистов, некоторые из которых могут способствовать дальнейшему

### Отличается ли сфера научных публикаций большей открытостью по сравнению с патентованием? Частота и плотность сотрудничества между биотехнологическими кластерами в случае научных публикаций выше, чем в случае патентования

Рисунок 4.8. Связи между 30 ведущими международными биотехнологическими кластерами на основании данных о патентных заявках (слева) и научных публикациях (справа), 2010–2017 годы



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания).

Примечание: размер кругов соответствует относительному объему патентной деятельности и деятельности по подготовке научных публикаций.

### Исследователи, специализирующиеся в области сельскохозяйственной биотехнологии, обычно базируются в США

Рисунок 4.9. Сравнение первых 10% связей «заявитель — изобретатель» в международных патентах, 1970–1999 годы (слева) и 2000–2017 годы (справа)



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT, PCT и Web of Science (см. технические примечания).

Примечание: отражены только международные патентные семьи и только те связи между изобретателями и заявителями, где заявитель и изобретатель проживают в разных местах.

технологическому развитию в отрасли биотехнологии растений<sup>53</sup>.

### 4.3 Инновационная сеть в области биотехнологии растений

Основные кластеры в области сельскохозяйственной биотехнологии вполне ожидаемо располагаются в тех странах, которые являются лидерами по объему инвестиций в сельскохозяйственные НИОКР.

На рисунке 4.8 приблизительно показано, как 30 ведущих международных кластеров связаны друг с другом. В основе этой иллюстрации лежат данные о запатентованных изобретениях (слева) и научных публикациях (справа) за 2010–2017 годы. Эти связи являются отражением изобретений и научных работ, созданных совместно учеными и изобретателями из разных регионов. Размер кругов на рисунке соответствует объему запатентованных изобретений (или научных публикаций) в конкретном кластере, а толщина линий отражает частоту взаимодействия между ними. Цвет кругов показывает, к каким странам относятся кластеры.

Большинство международных кластеров, в которых создаются патентуемые изобретения в области биотехнологии сельскохозяйственных культур, располагаются в США, Канаде и странах Европы, особенно в Германии, Франции, Нидерландах, Дании и Соединенном Королевстве, а также в странах Восточной Азии (Японии, Республике Корея и Китае)<sup>54</sup>. Как и в случае биотехнологии в целом, расстояние далеко не всегда является основным критерием для установления связей с другими кластерами.

Например, изобретатели из двух крупнейших международных кластеров — Сан-Хосе и Нью-Йорка (расстояние между ними составляет 4724 км) взаимодействуют чаще, чем изобретатели из Сан-Хосе и Сан-Диего (расстояние 739 км). Изобретатели из Роттердама, Нидерланды, более активно сотрудничают с изобретателями из Сан-Диего, чем со своими соотечественниками из Эйндховена.

Что касается научных публикаций, то международные кластеры развиваются аналогично. Однако с точки зрения размера и взаимодействия друг с другом они отличаются большим разнообразием

и плотностью. Два крупнейших кластера расположены в Пекине и Токио. Американские кластеры играют не такую важную роль, как в случае патентования.

Тем не менее в США в настоящее время находится большинство международных кластеров, если учитывать оба показателя инновационной активности: 16 кластеров, если рассматривать патентование, и восемь кластеров, если рассматривать научные статьи. Далее следует Германия, где расположено три международных кластера, если учитывать патентование, и Китай, где находится шесть международных кластеров, если учитывать научные публикации.

Оба показателя, характеризующие сравнимые на международном уровне кластеры в области биотехнологии растений, свидетельствуют о том, что США являются центром инноваций в этой области. Одним из основных факторов, определяющих роль США, является число и профессиональный уровень изобретателей и исследователей, специализирующихся в этой области. Анализ мест проживания большинства изобретателей, особенно когда такие места отличаются от мест проживания патентных заявителей, свидетельствует о том, что безусловным центром концентрации исследователей в области биотехнологии растений являются США.

На рисунке 4.9 показано, где базируются исследователи в области биотехнологии растений. Для этого проанализировано различие в местоположении заявителя (слева) и изобретателя (справа) отдельных патентов. На рисунке слева показаны связи между парами «заявитель — изобретатель» в период 1970–1999 годов, а справа — в период 2000–2017 годов. Линии, соединяющие заявителя и изобретателя, отражают прочность связи: чем толще линия, тем активнее взаимодействие.

В оба периода многие патентные заявители, проживающие за пределами США, стремились к установлению связей с американскими исследователями и учеными. Одна из причин этого заключается в том, что многие важные открытия в области сельскохозяйственной биотехнологии были сделаны в американских университетах и государственных учреждениях. Еще одна причина состоит в том, что американские частные компании нередко первыми стратегически инвестируют в исследование возможностей для коммерческого применения

достижений в области биотехнологии растений. Эти факторы способствуют укреплению роли США в этой инновационной сети.

#### 4.4 Будущее биотехнологии растений

Три новых достижения в области биотехнологии растений могут коренным образом изменить существующую глобальную инновационную сеть. Недавние прорывы в молекулярной биологии открывают новые возможности для исследований, а значит, и для новых применений. Использование технологии CRISPR-Cas9 может стать толчком для активизации исследований в области генетического совершенствования растительных культур и пород животных. Более того, по мере повышения доступности этой технологии, возможно, будет происходить «демократизация» инноваций в области сельскохозяйственной биотехнологии<sup>55</sup>. С учетом укрепления роли развивающихся экономик в создании таких инноваций это достижение может способствовать более равномерному распределению глобальной инновационной сети. В будущем кластеры из самых разных частей мира будут вносить важный вклад в обеспечение продовольственной безопасности эффективным и устойчивым образом.

Кроме того, новые способы применения сенсоров и искусственного интеллекта в целях систематизации данных, полученных в ходе анализа фенотипа и физических черт организмов, могут способствовать более точному и надежному определению того, как генотип, генетические черты и фенотип связаны между собой. Благодаря способности «читать», «записывать» и «редактировать» нуклеотидные последовательности могут открыться новые технологические возможности для совершенствования сортов растений и пород животных.

Второе событие, которое может изменить глобальный инновационный ландшафт и повысить уровень участия развивающихся стран в глобальной инновационной сети, касается недавнего изменения позиции группы CGIAR по поводу прав ИС<sup>56</sup>. В прошлом CGIAR стремилась к тому, чтобы обеспечить свободный обмен результатами работы ее членов и беспрепятственный доступ к ним. Группа не использовала права ИС, гарантирующие исключительность. Эта позиция изменилась. CGIAR

признала важность сотрудничества с частным сектором и начала применять права ИС в качестве стимула для такого сотрудничества и партнерства, а также поощрения инновационной деятельности.

Наконец, в июле 2018 года Европейский суд (ЕСJ) постановил, что к растениям, созданным с использованием технологий редактирования генома, таких как CRISPR-Cas9, будут применяться те же нормативные положения, что и к ГМО. Технология CRISPR-Cas9 позволяет изменить ДНК растения без внесения инородного материала. Поэтому предполагалось, что такие растения могут быть исключены из сферы охвата этого законодательства. Однако ЕСJ постановил, что действие соответствующей директивы Европейской комиссии распространяется и на этот метод. По мнению многих ученых и исследователей, результатом такого решения суда может быть дальнейший вывод исследований и разработок в области биотехнологии растений из Европы. Если так и будет, то это решение также повлияет на инновационный ландшафт и сети в области биотехнологии растений.

## Примечания

- 1 В основе этой главы лежит работа Graff and Hamdan-Livramento (2019).
- 2 К числу других традиционных способов относятся гибридизация и прививка.
- 3 Определение из Конвенции о биологическом разнообразии (КБР) Организации Объединенных Наций. Оно несколько отличается от определения Организации биотехнологических инноваций (БИО), которая является одной из основных отраслевых ассоциаций. По определению БИО, биотехнология представляет собой «основанную на биологии технологию, которая предполагает использование клеточных и биомолекулярных процессов для разработки технологий и продуктов, помогающих улучшать нашу жизнь и укреплять здоровье планеты» ([bio.org/what-biotechnology](http://bio.org/what-biotechnology)).
- 4 Graff *et al.* (2003).
- 5 FAO (2003).
- 6 Термин «сельскохозяйственная биотехнология» отличается от термина «биотехнология растений» в том смысле, что в первом случае речь идет об отрасли в целом, а во втором — о конкретной области сельскохозяйственной биотехнологии. При этом понятия «биотехнология растений» и «биотехнология сортов» взаимозаменяемы.
- 7 Первым зарегистрированным лекарством, созданным с использованием технологии рДНК, стал человеческий инсулин. Его производителем была компания Genentech, а лицензиатом — Eli Lilly and Company (Johnson, 1983).
- 8 Kenny (1988).
- 9 Что касается близости между животными и людьми, то люди относятся к классу млекопитающих в царстве животных, что обеспечивает сходство их физиологии.
- 10 Carrer *et al.* (2010). В этой главе термины «генетически модифицированные», «генно-модифицированные» и «генетически улучшенные» организмы взаимозаменяемы. Также в аналогичном значении используется термин «трансгенные растения».
- 11 См. Alvarez-Morales (2000).
- 12 Патенты носят территориальный характер. Это значит, что патент, выданный в одной стране или юрисдикции, может не действовать в другой. Если изобретатель хочет, чтобы его изобретение охранялось от имитации в нескольких странах, ему нужно подать в этих странах патентные заявки на это изобретение.
- 13 К числу других форм охраны прав ИС на растения относятся охрана сортов растений и патенты на растения (только в США). Но эти два инструмента не входят в сферу охвата настоящей работы и поэтому не рассматриваются в ней.
- 14 Barton (2000).
- 15 См. Eisenberg (1996) и Heller and Eisenberg (1998).
- 16 Barton and Berger (2001).
- 17 Brennan (1980).
- 18 Существует еще один механизм охраны инноваций в этой области. Им является система предоставления прав на сорта растений, которую регулирует Международный союз по охране новых сортов растений (УПОВ). В настоящей главе этот механизм не рассматривается.
- 19 Figueiredo *et al.* (2019). См. Teece (1986) и Rothaermel (2001), где идет речь о важности дополняющих активов.
- 20 См. Eckerstorfer *et al.* (2019), где приводится обзор различных существующих механизмов регулирования.
- 21 См. Glowka (2003) и Komen (2012).
- 22 См. Graff and Hamdan-Livramento (2019) и Brenner and Komen (1994).
- 23 См. дело ВТО об урегулировании спора DS291: Европейские сообщества — меры, влияющие на одобрение и продажу биотехнологических продуктов ([http://www.wto.org/english/tratop\\_e/dispu\\_e/cases/e/ds291\\_e.htm](http://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/cases/e/ds291_e.htm)).
- 24 Перечень регулирующих положений и директив, касающихся ГМО: [ec.europa.eu/food/plant/gmo/legislation\\_en](http://ec.europa.eu/food/plant/gmo/legislation_en)
- 25 На этом рисунке отражены данные по следующим европейским странам: ЕС-28 (за исключением данных по Мальте, Болгарии и Польше по причине их отсутствия). Португалия, Испания и Соединенное Королевство отнесены к числу стран Европы, где все еще ведется выращивание трансгенных сортов.
- 26 USDA Foreign Agricultural Service (2018).
- 27 ISAAA (2017). В 2012 году компания BASF объявила, что она закрывает свое подразделение SunGene в Гатерслебене, Германия, где проводилась основная часть деятельности в области биотехнологии, чтобы к 2013 году сосредоточиться на работе на рынках Северной

- и Южной Америки. См. [www.sungene.de](http://www.sungene.de)
- 28 См. European Commission (2004, 2009); National Science Council (1987, 1998); FAO (2003, 2004).
- 29 CRISPR расшифровывается как «короткие палиндромные кластерные повторы» (clustered regularly interspaced short palindromic repeats), а Cas9 — это связанный с CRISPR белок Cas9.
- 30 Wright (2012). См. Alston *et al.* (2010) и Olmstead and Rhode (2011), где рассказывается о том, какую роль эти колледжи сыграли в развитии сельскохозяйственной отрасли в США.
- 31 См. главу 2 в FAO (1996), где более подробно рассказывается об агроэкологических условиях.
- 32 Byerlee and Fischer (2002) и FAO (2004).
- 33 Barry and Hosch (2000).
- 34 См. FAO (2004) и Serageldin and Persley (2000).
- 35 Bijman and Tait (2002).
- 36 Clancy *et al.* (2016).
- 37 Komen and Persley (1993), Persley (2000) и Fukuda-Parr (2006).
- 38 В работе Kalaitzandonakes and Bjornson (1997) приводятся следующие расчеты: в период 1981–1985 годов число стратегических альянсов, слияний и поглощений между стартапами и ТНК составило 167, а в период 1991–1996 годов число слияний составило 801.
- 39 См. Kalaitzandonakes (2000); Fulton and Giannakas (2001); Tait *et al.* (2002) и OECD (2018).
- 40 Howard (2015).
- 41 См. OECD (2018) и Fuglie *et al.* (2012). В работе OECD (2018, р. 104) проведен обзор эмпирической литературы по вопросу концентрации в отрасли производства семян и влияния такой концентрации на инновации. По мнению авторов этой работы, на основании исторических данных нельзя сделать вывод о негативном воздействии концентрации на инновационную деятельность.
- 42 Fukuda-Parr (2006).
- 43 Huang *et al.* (2002).
- 44 Byerlee and Fischer (2002).
- 45 См. Barton and Berger (2001).
- 46 Pinstrup-Andersen and Cohen (2003).
- 47 См. International Potato Center (1995).
- 48 Совместные заявки — это патентные заявки, в документации по которым указаны хотя бы два заявителя.
- 49 Вполне вероятно, что, помимо указанных в настоящей главе, следовало бы включить и другие регионы. Иными словами, в области научных публикаций число регионов может быть недооценено. Это связано с тем, что выявление статей в области биотехнологии растений зависит от используемого метода. В данном случае использовались ведущие журналы по этой специальности. При этом другие, менее известные журналы были исключены, хотя в них могут содержаться не менее актуальные материалы.
- 50 См. Griliches (1990).
- 51 Согласно работе Samad and Graff (2020), такой разрыв также наблюдается в случае инновационных центров в регионах, где ведется деятельность в области сельскохозяйственной биотехнологии, в США.
- 52 См. Graff and Hamdan-Livramento (2019), где более подробно рассказывается о процедуре, которую необходимо пройти для выращивания трансгенных культур.
- 53 Hermans *et al.* (2008).
- 54 См. приложение к работе Graff and Hamdan-Livramento (2019), где приводится расширенный список 30 ведущих кластеров по числу патентов и опубликованных научных статей.
- 55 См. Mahfouz *et al.* (2014) и Shwartz (2018).
- 56 См. CGIAR (2006, 2013).

## Примечания

- Alston, J.M., M.A. Andersen, J.S. James and P.G. Pardey (2010). *Persistence Pays: US Agricultural Productivity Growth and the Benefits from Public R&D Spending*, Natural Resource Management and Policy, Zilberman, D., R. Goetz and A. Garrido (eds), Vol. 34. New York: Springer.
- Alvarez-Morales, A. (2000). Mexico: ensuring environmental safety while benefiting from biotechnology. In Persley, G.J. and M.M. Lantin (eds), *Agricultural Biotechnology and the Poor: Proceedings of an International Conference, Washington, D.C., 21–22 October 1999*. Washington, D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research.
- Babinard, J. (2001). A short history of agricultural biotechnology. In Nelson, G.C. (ed.), *Genetically Modified Organisms in Agriculture*. London: Academic Press, 271–274. [doi.org/10.1016/B978-012515422-2/50029-1](https://doi.org/10.1016/B978-012515422-2/50029-1)
- Barry, G. and R. Horsch (2000). Evolving role for the public and private sector in agricultural biotechnology in developing countries. In Persley, G.J. and M.M. Lantin (eds), *Agricultural Biotechnology and the Poor*. Washington D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research, 183–185.
- Barton, J.H. (2000). Intellectual property, biotechnology, and international trade: two examples. *World Trade Forum*, 3, 1–15.
- Barton, J.H. and P. Berger (2001). Patenting agriculture. *Issues in Science and Technology*, 17(4). [issues.org/barton](https://doi.org/10.1016/S0168-1489(01)00013-1)
- Bijman, J. and J. Tait (2002). Public policies influencing innovation in the agrochemical, biotechnology and seed industries. *Science and Public Policy*, 29(4), 245–251. [doi.org/10.3152/147154302781780895](https://doi.org/10.3152/147154302781780895)
- Brennan, A.A. (1980). Patentability of micro-organisms: *Diamond v. Chakrabarty*, 100 S. Ct. 2204. *Akron Law Review*, 14(2), 341–349.
- Brenner, C., and J. Komen (1994). International Initiatives in Biotechnology for Developing Country Agriculture: Promises and Problems. *OECD Development Centre Working Papers, No. 100*. Paris: OECD Publishing. [doi.org/10.1787/257557587410](https://doi.org/10.1787/257557587410)
- Brookes, G. (2018). The farm level economic and environmental contribution of Intacta soybeans in South America: the first five years. *GM Crops & Food*, 9(3), 140–151. [doi.org/10.1080/21645698.2018.1479560](https://doi.org/10.1080/21645698.2018.1479560)
- Byerlee, D. and K. Fischer (2002). Accessing modern science: policy and institutional options for agricultural biotechnology in developing countries. *World Development*, 30(6), 931–948. [doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00013-X](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00013-X)
- Carrer, H., A.L. Barbosa and D.A. Ramiro (2010). Biotechnology in agriculture. *Estudos Avançados*, 24(70), 149–164. [doi.org/10.1590/S0103-40142010000300010](https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000300010)
- CGIAR (2006). *CGIAR Research Strategies for IPG in a Context of IPR: Report and Recommendations Based on Three Studies*. Rome: Consultative Group on International Agricultural Research. [ispc.cgiar.org/sites/default/files/ISPC\\_IPGStrategiesIPR.pdf](https://ispc.cgiar.org/sites/default/files/ISPC_IPGStrategiesIPR.pdf)
- CGIAR (2013) *Implementation Guidelines for the CGIAR Principles on the Management of Intellectual Assets*.
- Clancy, M., K. Fuglie and P. Heisey (2016, November 10). U.S. Agricultural R&D in an era of falling public funding. *Amber Waves*. [www.ers.usda.gov/amber-waves/2016/november/us-agricultural-rd-in-an-era-of-falling-public-funding](http://www.ers.usda.gov/amber-waves/2016/november/us-agricultural-rd-in-an-era-of-falling-public-funding)
- Eckerstorfer, M.F., M. Engelhard, A. Heissenberger, S. Simon and H. Teichmann (2019). Plants developed by new genetic modification techniques – comparison of existing regulatory frameworks in the EU and non-EU countries. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7. [doi.org/10.3389/fbioe.2019.00026](https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00026)
- Eisenberg, R.S. (1996). Intellectual property issues in genomics. *Trends in Biotechnology*, 14(8), 302–307. [doi.org/10.1016/0167-7799\(96\)10040-8](https://doi.org/10.1016/0167-7799(96)10040-8)
- European Commission (2004). *Plants for the Future: A 2025 Vision for European Plant Biotechnology*, EUR 21359 EN. Brussels: European Commission Directorate-General for Research Food Quality and Safety.
- European Commission (2009). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: a mid-term assessment of implementing the EC Biodiversity Action Plan. *Journal of International Wildlife Law & Policy*, 12(1–2), 108–120. [doi.org/10.1080/13880290902938435](https://doi.org/10.1080/13880290902938435)

- FAO (1996). *Agro-Ecological Zoning Guidelines*, FAO Soils Bulletin No. 73. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org/3/w2962e/w2962e00.htm#P-2](http://www.fao.org/3/w2962e/w2962e00.htm#P-2)
- FAO (2003). *World Agriculture: Towards 2015/2030. An FAO Perspective*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2004). The State of Food and Agriculture 2003–2004. *Agricultural Biotechnology: Meeting the Needs of the Poor?* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org/3/Y5160E/y5160e00.htm#TopOfPage](http://www.fao.org/3/Y5160E/y5160e00.htm#TopOfPage)
- Figueiredo, L.H.M., A.G. Vasconcellos, G.S. Prado and M.F. Grossi-de-Sa (2019). An overview of intellectual property within agricultural biotechnology in Brazil. *Biotechnology Research and Innovation*, 3(1), 69–79. [doi.org/10.1016/j.biori.2019.04.003](https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.04.003)
- Fuglie, K.O., J.L. King, P.W. Heisey and D.E Schimmelpfennig (2012). Rising concentration in agricultural input industries influences new farm technologies. *Amber Waves*, 10(4). [ageconsearch.umn.edu/record/142404](http://ageconsearch.umn.edu/record/142404)
- Fukuda-Parr, S. (ed.) (2006). *The Gene Revolution: GM Crops and Unequal Development*. London and Sterling: Earthscan.
- Fulton, M. and K. Giannakas (2001). Agricultural biotechnology and industry structure. *AgBioForum*, 4(2), 137–151.
- Glowka, L. (2003). *Law and Modern Biotechnology*, FAO Legislative Study. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Graff, G. and I. Hamdan-Livramento (2019). The Global Roots of Innovation in Plant Biotechnology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 59*. Geneva: World Intellectual Property Organization.
- Graff, G., A. Heiman, C. Yarkin and D. Zilberman (2003). Privatization and Innovation in agricultural biotechnology. *ARE Update*, 6(3), 5–7.
- Graff, G. and D. Zilberman (2007). The political economy of intellectual property: re-examining European Policy on plant biotechnology. In J. Kesan (ed.), *Intellectual Property Protection for Agricultural Biotechnologies: Seeds of Change*. Wallingford: CABI Press.
- Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of Economic Literature*, 28(4), 1661–1707.
- Heller, M.A. and R.S. Eisenberg (1998). Can patents deter innovation? The anticommons in biomedical research. *Science*, 280, 698–701. [doi.org/10.1126/science.280.5364.698](https://doi.org/10.1126/science.280.5364.698)
- Hermans, R., A. Löffler and S. Stern (2008). Biotechnology. In J.T. Macher and D.C. Mowery (eds), *Innovation in Global Industries: U.S. Firms Competing in a New World (Collected Studies)*. Washington, D.C.: The National Academies Press. [doi.org/10.17226/12112](https://doi.org/10.17226/12112)
- Howard, P.H. (2015). Intellectual property and consolidation in the seed industry. *Crop Science*, 55 (November–December). [www.apbrebes.org/files/seeds/files/Howard\\_seed\\_industry\\_patents\\_concentration\\_2015.pdf](http://www.apbrebes.org/files/seeds/files/Howard_seed_industry_patents_concentration_2015.pdf)
- Huang, J., R. Hu, Q. Wang, J. Keeley, and J.F. Zepeda (2002). Agricultural biotechnology development, policy and impact in China. *Economic and Political Weekly*, 37(27), 2756–2761.
- International Potato Center (1995). *Program Report 1993–1994*. Lima, Peru: International Potato Center.
- ISAAA (2017). *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years* (ISAAA Briefs No. 53). Ithaca, NY: International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications.
- Johnson, I. S. (1983). Human insulin from recombinant DNA technology. *Science*, 219(4585), 632–637. [doi.org/10.1126/science.6337396](https://doi.org/10.1126/science.6337396)
- Kalaitzandonakes, N. G. and B. Bjornson (1997). Vertical and horizontal coordination in the agrobiotechnology industry: evidence and implications. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 29(1), 129–139. [doi.org/10.1017/S1074070800029187](https://doi.org/10.1017/S1074070800029187)
- Kalaitzandonakes, N. G. (2000). Agrobiotechnology and Competitiveness. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(5), 1224–1233.
- Kenny, M. (1988). *Biotechnology: The University-Industrial Complex*. New Haven: Yale University Press.
- Klümper, W. and M. Qaim (2014). A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. *PLOS ONE*, 9(11), e111629. [doi.org/10.1371/journal.pone.0111629](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111629)

- Komen, J. (2012). The emerging international regulatory framework for biotechnology. *GM Crops & Food*, 3(1), 78–84. doi.org/10.4161/gmcr.19363
- Komen, J. and G.J. Persley (1993). *Agricultural Biotechnology in Developing Countries: A Cross-Country Review* (ISNAR Research Report No. 2). The Hague: International Service for National Agricultural Research.
- Mahfouz, M.M., A. Piatek and C.N. Stewart (2014). Genome engineering via TALENs and CRISPR/Cas9 systems: challenges and perspectives. *Plant Biotechnology Journal*, 12(8), 1006–1014. doi.org/10.1111/pbi.12256
- National Research Council (1987). *Agricultural Biotechnology: Strategies for National Competitiveness* (Report of the Committee on a National Strategy for Biotechnology in Agriculture). Washington, D.C.: National Research Council.
- National Research Council (1998). *Designing an Agricultural Genome Program. Report of the Board on Biology and Board on Agriculture*. Washington, D.C.: The National Academy Press.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (2018). *Concentration in Seed Markets: Potential Effects and Policy Responses*. Paris: OECD Publishing.
- Olmstead, A.L. and P.W. Rhode (2011). Adapting North American wheat production to climatic challenges, 1839–2009. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(2), 480–485. doi.org/10.1073/pnas.1008279108
- Persley, G.J. (2000). Agricultural biotechnology and the poor: Promethean science. In Persley, G.J. and M.M. Lantin (eds), *Agricultural Biotechnology and the Poor*. Washington D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research, 3–21.
- Persley, G.J. and J.N. Siedow (1999). Applications of Biotechnology to Crops: Benefits and Risks. *Council for Agricultural Science and Technology Issue Paper No. 12*.
- Pinstrup-Andersen, P. and M.J. Cohen (2003). Biotechnology and the CGIAR. In Plenderleith, K. and P. De Meyer (eds), *Sustainable Agriculture in the New Millennium: The Impact of Biotechnology on Developing Countries*. Brussels: Friends of the Earth Europe.
- Pray, C.E. and A. Naseem (2003). The Economics of Agricultural Biotechnology Research. *ESA Working Paper No. 03-07*. Rome: The Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/ae040/ae040e00.pdf
- Ramankutty, N., A.T. Evan, C. Monfreda and J.A. Foley (2008). Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(1), GB1003. doi.org/10.1029/2007GB002952
- Rothaermel, F.T. (2001). Complementary assets, strategic alliances, and the incumbent's advantage: an empirical study of industry and firm effects in the biopharmaceutical industry. *Research Policy*, 30(8), 1235–1251.
- Samad, G. and G.D. Graff (2020). The urban concentration of innovation and entrepreneurship in agricultural and natural resource industries. In Iftikhar, M.N., J.B. Justice and D.B. Audretsch (eds), *Urban Studies and Entrepreneurship*. Cham: Springer International Publishing, 91–116. doi.org/10.1007/978-3-030-15164-5\_6
- Serageldin, I. and G.J. Persley (2000). *Promethean Science: Agricultural Biotechnology, the Environment, and the Poor*. Washington, D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research. documents.worldbank.org/curated/en/698501468739325409/Promethean-science-agricultural-biotechnology-the-environment-and-the-poor
- Sheldon, I.M. (2004). Europe's regulation of agricultural biotechnology: precaution or trade distortion? *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, 2(2), 1–28.
- Shwartz, M. (2018). CRISPR is a gene-editing tool that's revolutionary, though not without risk. *Stanford Medicine*, Winter. stanmed.stanford.edu/2018winter/CRISPR-for-gene-editing-is-revolutionary-but-it-comes-with-risks.html
- Tait, J., J. Chataway and D. Wield (2002). The life science industry sector: evolution of agrobiotechnology in Europe. *Science and Public Policy*, 29(4), 253–258.
- Teece, D.J. (1986). Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), 285–305. doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2

United States Department of Agriculture (USDA) Foreign Agricultural Service (2018). *EU-28: Agricultural Biotechnology Annual*, GAIN Report No. FR1827. Global Agricultural Information Network. [gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual\\_Paris\\_EU-28\\_12-14-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual_Paris_EU-28_12-14-2018.pdf)

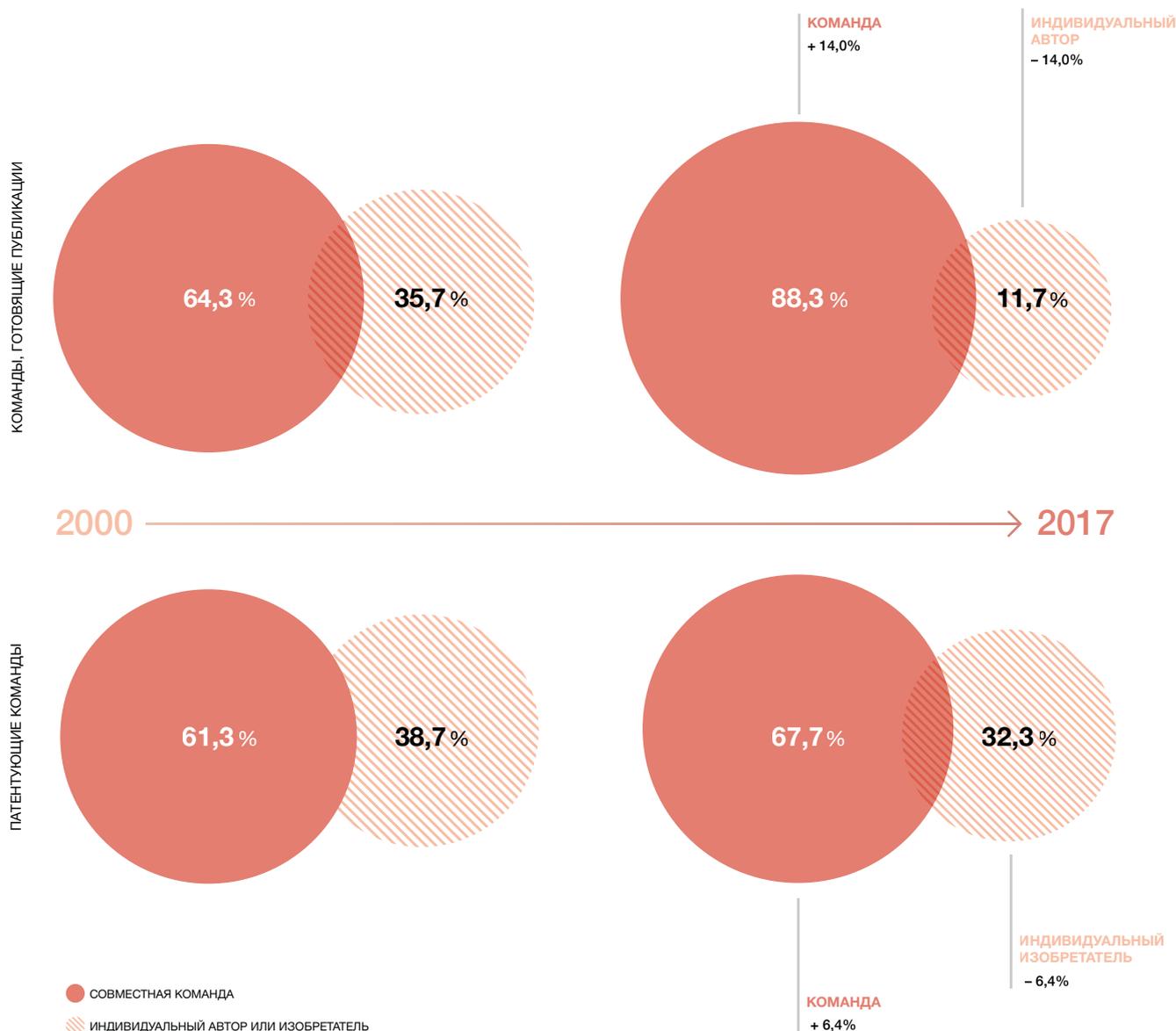
WIPO (2018). *World Intellectual Property Indicators*. Geneva: World Intellectual Property Organization.

Wright, B.D. (2012). Grand missions of agricultural innovation. *Research Policy*, 41(10), 1716–1728. doi. [org/10.1016/j.respol.2012.04.021](https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.021)

Zilberman, D., C. Yarkin and A. Heiman (1997). *Agricultural Biotechnology: Economic and International Implications*. Paper presented at the International Agricultural Economics Association, Sacramento, California, August. [are.berkeley.edu/~zilber11/yark.pdf](https://are.berkeley.edu/~zilber11/yark.pdf)



По мере нарастания сложности технологий инновационная деятельность требует все более активного сотрудничества. Для того чтобы крупные многопрофильные команды ученых могли успешно работать, знания должны свободно перемещаться через границы.



## Политические аспекты: аргументы в пользу открытости

**Инновации всегда распространялись вне зависимости от национальных и географических границ. В начале XX века братья Райт в США и Альберто Сантос-Дюмон в Бразилии изобрели первые летательные аппараты. Однако появление самолета в его нынешнем виде произошло в значительной степени благодаря научным достижениям, сделанным в Европе. С их помощью удалось объяснить, как могут летать машины, которые тяжелее воздуха<sup>1</sup>. В основе создания и распространения сельскохозяйственных технологий, положивших начало Зеленой революции после Второй мировой войны, лежало партнерство Фонда Форда и Фонда Рокфеллера в США со множеством сельскохозяйственных исследовательских институтов в развивающихся странах<sup>2</sup>. Тим Бернерс-Ли изобрел Всемирную паутину, работая в Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН), исследовательском консорциуме, расположенном на границе Франции и Швейцарии и спонсируемом 23 (в основном) европейскими странами<sup>3</sup>.**

Как показано в настоящем докладе, инновационная деятельность носит, с одной стороны, высоко локализованный, а с другой — международный характер. Различные агломерационные силы способствуют формированию очагов инноваций, располагающихся в основном в крупных метрополитенских районах. Лидерами являются лишь несколько очагов, которые формируют ядро глобальных инновационных сетей. Узловые точки в этих сетях соединяются с помощью различных формальных и неформальных связей, а ключевую роль играют транснациональные компании. Как свидетельствуют данные о патентах и научных публикациях, в последние десятилетия наблюдается укрепление трансграничных характеристик этих связей.

Рост интернационализации инноваций во многом происходит благодаря технологическим достижениям. В частности, развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) способствовало появлению возможностей для передачи знаний на большие расстояния. При этом нужно отметить, что в основе роста глобальных инновационных сетей лежит политика открытости и международного сотрудничества. Такие условия не следует воспринимать как должное, особенно в контексте нарастания в последние годы скептических настроений в отношении выгод глобализации в целом.

Поэтому в заключительной главе проанализированы преимущества открытости с точки зрения развития инноваций. В основном рассматриваются экономические аспекты. Не охватываются те случаи, когда вопрос о необходимости и формате сотрудничества с иностранными изобретателями затрагивает сферу национальной безопасности.

### 5.1 Экономика открытости

Открытость национальной системы инноваций означает, что между экономиками осуществляется свободный обмен знаниями. Такой обмен может происходить, когда ученые взаимодействуют друг

с другом или когда они читают иностранные научные журналы и патентную документацию. Кроме того, одним из каналов является международная торговля, так как знания могут быть «заложены» в товары и услуги, а также миграция, если знания перемещаются вместе с людьми.

Как ограничения международного потока знаний влияют на национальные экономики и мир в целом? Ответ на этот вопрос зависит в значительной степени от того, на какие потоки знаний направлены ограничения, каковы возможности национальной системы инноваций, какие модели характерны для производства и занятости, а также от характера экономического роста. Хотя экономическая литература не дает однозначного ответа, в ней можно найти некоторые соображения по поводу влияния ограничений, налагаемых на поток знаний. Эти соображения будут кратко изложены в настоящей главе.

### Преимущества специализации

Для упрощения понимания этого вопроса можно рассматривать знания как любой другой товар. Производство новых знаний с помощью инноваций, как и производство автомобилей, требует вложения труда и капитала.

Ограничение международного потока знаний влияет на то, как экономики распределяют ресурсы по разным производственным областям. С этой точки зрения получают актуальность традиционные прогнозы в рамках теории международной торговли. Открытость в первую очередь ведет к формированию таких торгово-производственных моделей, которые позволяют экономистам специализироваться и использовать свои конкурентные преимущества. Экономисты, занимающиеся вопросами торговли, обычно выделяют две силы, которые способствуют росту специализации<sup>4</sup>:

- *Различия в степени обеспеченности факторами производства.* Экономисты, обладающие большими резервами капитала, склонны специализироваться на тех товарах, для производства которых требуется много капитала, и экспортировать такие товары. И напротив, экономисты, обладающие большими трудовыми ресурсами, будут специализироваться на тех товарах, для производства которых необходимы именно такие ресурсы.

- *Дифференциация видов продукции и экономия за счет масштаба.* Если у товара есть разные виды (например, разные марки автомобилей) и производство этих видов позволяет экономить за счет масштаба, то экономики будут специализироваться на производстве одних видов и экспортировать их, импортируя при этом другие виды.

Подобные закономерности дают представление о важных аспектах глобальной географии инноваций. Инновационная деятельность требует наличия высококвалифицированной рабочей силы. Именно поэтому такая деятельность в основном проводится в странах с высоким уровнем дохода, так как там такой рабочей силы относительно много. В то же время перенос транснациональными компаниями некоторой части своих НИОКР в определенные развивающиеся страны, такие как Китай и Индия, говорит о наличии там более дешевой высококвалифицированной рабочей силы, что полностью соответствует модели сравнительных преимуществ<sup>5</sup>.

Понятие дифференциации видов продукции, в свою очередь, находит отражение в специализации разных инновационных кластеров. Например, многие кластеры специализируются на медицинских технологиях и каждый из них предлагает определенные специализированные знания, которые недоступны в других местах. Это создает двусторонние потоки знаний даже между аналогичными экономистами. С точки зрения таких потоков знаний глобальные инновационные сети выполняют функции посредников.

Согласно теории торговли, торговля на основе сравнительных преимуществ дает выгоды всем ее участникам. Эти выгоды выражаются в повышении экономической эффективности и расширении ассортимента товаров, доступных компаниям и конечным потребителям. С учетом высокого уровня специализации инновационной деятельности этот эффект разнообразия, судя по всему, особенно важен для торговли знаниями.

Однако теория торговли также предусматривает, что, несмотря на взаимные выгоды, открытая торговля также влияет на распределение доходов внутри экономик. Этот эффект усиливается, если различия в объеме доступного капитала и трудовых ресурсов создают основу для международной торговли. Другими словами, они более

актуальны для торговли между различающимися экономиками, особенно между экономиками на разных уровнях развития. Как будет показано далее, такое распределение влияет на формулирование политики.

### Инновации как глобальное общественное благо

Рассмотрение знаний в качестве товара помогает понять важные аспекты глобального ландшафта инноваций. Однако это слишком упрощенный подход, который не позволяет учесть уникальные характеристики процесса производства и потребления знаний.

Помимо всего прочего, знания обладают свойствами, которые, по мнению экономистов, присущи общественному благу: ими одновременно может пользоваться множество людей без ущерба для использования теми, кто их создал<sup>6</sup>. Например, базовые научные принципы, которые стали основой технологии искусственного интеллекта, были разработаны несколькими научными организациями, тогда как сегодня они используются в самых разных инновациях по всему миру<sup>7</sup>.

С практической точки зрения масштабы потенциального распространения знаний ограничены. По сути дела, один из основных постулатов экономико-географических исследований заключается в том, что знания не перемещаются свободно между экономиками и для потоков знаний характерны определенные географические закономерности и особенности<sup>8</sup>. Одна из причин этого состоит в том, что усвоение и применение передовых знаний нередко требует высокоспециализированных навыков, предложение которых невелико<sup>9</sup>. Более того, для передачи некоторых форм знаний требуется взаимодействие между людьми, и именно это является ключевой движущей силой концентрации инновационной деятельности (см. главу 1)<sup>10</sup>.

Но если знания соответствуют критериям общественного блага, то как это меняет аргументацию в пользу открытости? На самом деле это даже усиливает ее. Если поток знаний создает экономические выгоды в других странах, не влияя на использование знаний там, где они созданы, то это значит, что открытость дает возможность получения взаимных преимуществ.

### Инновации и рост

По сравнению с товарами, производимыми в экономике, у инноваций есть еще одно отличие. С их помощью компании создают конкурентные преимущества. Успешная компания-новатор может получить долю рынка за счет другой компании, которая не в состоянии быть инновационной. При этом конкуренция на основе инноваций способствует росту производительности и обеспечению долгосрочного экономического роста.

Есть мнение, что по аналогии с компаниями на глобальной арене конкурируют и экономики в целом. Соответственно, те из них, которые успешно ведут инновационную деятельность, растут быстрее за счет экономик, которым это не удается<sup>11</sup>. В рамках такой игры с нулевой суммой ограничение потоков знаний должно помогать экономистам сохранять преимущества, которые дают инновации, и препятствовать отставанию от других успешных инновационных экономик.

В литературе по международной экономике опровергаются подобные упрощенные сценарии игры с нулевой суммой. Между экономиками и компаниями есть важные различия. В первую очередь, экономика не может обанкротиться. Когда компании в том или ином секторе уходят с рынка или теряют свою долю рынка в пользу иностранных конкурентов, высвобождается рабочая сила и капитал, которые могут использоваться в других секторах экономики.

В секторах, увеличивающих свою долю на международном рынке, происходит обратный процесс: они притягивают рабочую силу и капитал из других секторов экономики. Кроме того, более высокие темпы роста производительности в инновационных экономиках способствуют увеличению их размера и повышению спроса на иностранные продукты.

В целом инновации способствуют корректировке цен, заработных плат и обменных курсов, что ведет к изменению моделей производства и торговли. Очевидно, у экономик, которые успешно ведут инновационную деятельность, в долгосрочной перспективе темпы экономического роста будут выше, чем у тех, кто этого не делает. Однако это не означает, что успешность одной экономики неизбежно ограничивает другую экономику в достижении такого же успеха. Поскольку знания обладают свойствами

общественного блага, инновации могут способствовать повсеместному росту производительности.

---

#### **Вставка 5.1. Теоретические основания стратегической торговой политики**

В 1980-х годах и в начале 1990-х годов в рамках одного из разделов теории торговли изучался вопрос о том, при каких обстоятельствах отказ от политики свободной торговли может способствовать повышению благосостояния. В основе многих моделей лежали рынки с несовершенной конкуренцией и торговая политика, которая способна увеличить долю экономических выгод, получаемых национальными экономикками<sup>12</sup>. Были и более сложные теории, в которых учитывалась роль инноваций в обеспечении долгосрочного роста. Наиболее подробное описание теорий подобного рода содержится в книге Джина Гроссмана и Элханана Хелпмана (Gene Grossman and Elhanan Helpman, 1991).

В соответствии с подобными моделями фирмы инвестируют в НИОКР в целях получения экономической ренты на рынках с несовершенной конкуренцией. Конкурентные рыночные силы, в свою очередь, поддерживают существование стимулов для постоянного вложения средств в НИОКР, тем самым обеспечивая увеличение производительности, которое способствует росту в долгосрочной перспективе. С учетом того, что компании конкурируют на международном уровне, в рамках таких моделей также рассматриваются взаимосвязи между процессами роста в разных странах.

Прогнозы, основанные на этих моделях, подтверждают в первую очередь тот общий оптимистический настрой, который нашел отражение в настоящем тексте: глобальные связи порождают силы, способствующие ускорению роста в отдельных странах. Однако отмечаются и причины, по которым так происходит не всегда. Например:

- Допустим, у экономики наблюдается сравнительное отставание в области исследований из-за ограниченности объема квалифицированной рабочей силы. Интеграция с другими странами мира может привести к тому, что

эта экономика начнет специализироваться на менее перспективных видах деятельности, а ее общая производительность будет расти медленнее.

- Допустим, как было отмечено в настоящей работе, знания не так просто перемещаются через границы, потому что обратное проектирование проводить сложно либо для этого нужны важные навыки, которых нет у специалистов стран-получателей. Интеграция может заставить небольшие по размеру экономики (или экономики, которые традиционно проводят мало исследований) специализироваться на сфере производства, что будет мешать началу инновационной деятельности. В принципе, наличие у экономик небольших различий в начальных условиях может приводить к формированию постоянных различий в темпах роста производительности.

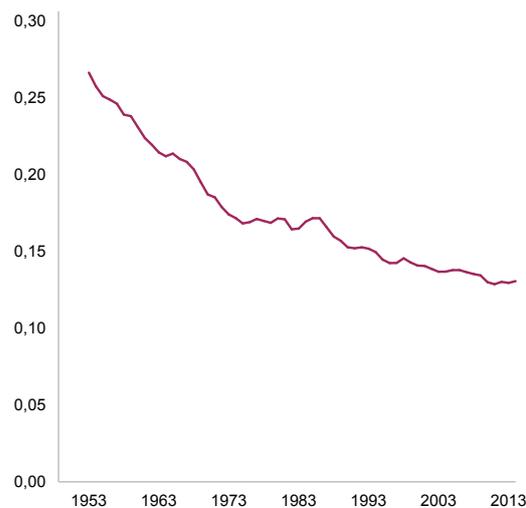
В условиях действия подобных сил стратегическая торговая политика могла бы изменить модели производства и путь развития экономики. На практике же реализовать такую политику довольно сложно. Выбор политических инструментов очень сильно зависит от начальных условий, характера конкуренции, который постоянно меняется, и технологических возможностей. Поскольку предсказать путь дальнейшего развития технологий и особенности их влияния на рынки крайне сложно, формулирование дальновидной политики представляется непростой задачей.

---

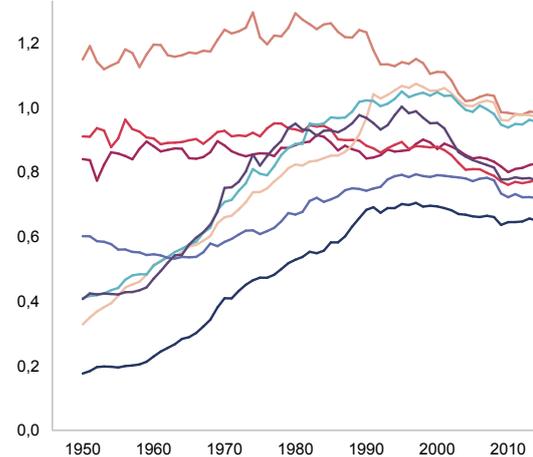
Несмотря на этот общий оптимизм, вполне можно предположить, что та или иная экономика в конечном итоге может начать специализироваться на определенных видах деятельности, обеспечивающих ей стабильно более высокие или низкие темпы роста, поскольку национальные достижения в области инноваций влияют на модели производства и торговли. В этом случае стратегическое ограничение потоков торговли и знаний может способствовать изменению таких моделей производства, что позволит обеспечить более быстрый рост внутри страны. Во вставке 5.1 кратко изложены результаты теоретических исследований, в которых определены условия возникновения подобного эффекта игры с нулевой суммой.

### У экономик с высоким уровнем дохода наблюдаются примерно одинаковые темпы роста

**Рисунок 5.1. Коэффициент Джини, реальный ВВП на душу населения, группа экономик с высоким уровнем дохода**



**Рисунок 5.2. Реальный ВВП в расчете на час отработанного времени, по отношению к показателям США**



■ АВСТРАЛИЯ ■ КАНАДА ■ ШВЕЙЦАРИЯ  
 ■ ГЕРМАНИЯ ■ ФРАНЦИЯ ■ ИТАЛИЯ  
 ■ ЯПОНИЯ ■ СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО

Примечание: коэффициент Джини показывает степень неравенства в распределении доходов по шкале от 0 до 1; чем ниже показатель, тем выше уровень равенства. На рисунке 5.2 представлены показатели ВВП на душу населения. За основу приняты показатели реального ВВП в долл. США 2011 года, и показатель 1,0 означает паритет с США. Величины выше 1,0 означают, что ВВП страны в расчете на час отработанного времени выше, чем в США. В группу стран с высоким уровнем дохода входят Австралия, Австрия, Бельгия, Германия, Дания, Израиль, Ирландия, Испания, Италия, Канада, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Республика Корея, Соединенное Королевство, США, Финляндия, Франция, Швейцария, Швеция и Япония. Источник: Penn World Table, version 9.0, размещено на [www.ggdnc.net/pwt](http://www.ggdnc.net/pwt).

Насколько такие условия возможны на практике — это в конечном итоге эмпирический вопрос. На него сложно ответить точно, поскольку невозможно узнать, как развивались бы экономики в случае осуществления разной политики регулирования потоков торговли и знаний. Однако можно проанализировать фактическую эволюцию экономик мира в последние десятилетия. Одна из ключевых закономерностей заключается в том, что в течение последних 40 лет экономики с высоким уровнем дохода развивались сходным образом. До 1980 года в более бедных экономиках с высоким уровнем дохода отмечался более быстрый рост доходов на душу населения, чем в более богатых. Но этот процесс сближения в итоге замедлился (см. рисунок 5.1). Несмотря на сохранение различий в доходах на душу населения, наиболее развитые экономики с 1990-х годов развиваются примерно с одинаковой скоростью (см. рисунок 5.2). Это может говорить о том, что новые технологии беспрепятственно распространяются среди передовых в технологическом отношении экономик, обеспечивая примерно одинаковые темпы роста.

За пределами группы стран с высоким уровнем дохода наблюдались различные модели роста. Разрыв в доходах между странами мира в течение долгого времени увеличивался<sup>13</sup>. В 1870 году валовой внутренний продукт (ВВП) на душу населения в самых богатых экономиках мира был примерно в 10 раз больше, чем в самых бедных. К 2008 году этот показатель достиг 126<sup>14</sup>. Очень долго более бедные экономики росли ничуть не быстрее, чем более богатые. Однако, как свидетельствуют последние данные, начиная с 1990-х годов тенденция изменилась и разрыв в доходах между экономиками начал уменьшаться. Другими словами, начиная с 1990-х годов более бедные экономики начали в среднем расти быстрее, чем более богатые<sup>15</sup>.

Но, несмотря на разворот этой тенденции, уменьшение разрыва в доходах в среднем не означает, что такое уменьшение происходит повсеместно и автоматически. Некоторым более бедным экономикам удается успешнее догонять более богатые страны. В этой связи можно особо отметить развивающиеся страны Восточной Азии, в частности Индию. В основе этих тенденций, безусловно, лежат потоки знаний и инновации, так как они играют ключевую роль в процессе роста. Однако вопрос о том, какие именно структурные силы и экономические стратегии способствуют догоняющему росту,

по-прежнему вызывает большие разногласия<sup>16</sup>. Есть пессимистическая точка зрения, согласно которой сформировавшаяся исторически концентрация инновационной активности в ограниченном числе экономик и сильное влияние агломерационных сил, связанных с такой активностью, усиливают глобальный разрыв «центр — периферия». Даже если проводимая политика не ограничивает потоки знаний, такой разрыв способствует расхождению путей развития. Есть и более оптимистическая позиция, согласно которой инновации рано или поздно выходят за пределы центральной группы новаторов и экономики на периферии, при условии осуществления правильной политики, могут усвоить знания, созданные за их пределами, и догнать другие страны.

В заключение нужно отметить, что в экономической литературе приводятся убедительные доводы в пользу того, что открытость всегда выгодна с точки зрения развития инновационной деятельности. Теоретически могут сложиться обстоятельства, при которых стратегические ограничения потоков торговли и знаний могли бы изменить пути развития экономик. Однако сформулировать конкретную стратегию на основе такой теоретической возможности крайне сложно. Как отмечено во вставке 5.1, использование надлежащих политических инструментов дальновидным образом представляется непростой задачей. На практике может быть сложно ограничить перемещение знаний за пределы страны, не мешая при этом их обращению внутри экономики. Кроме того, политика одной страны может подтолкнуть другие экономики к принятию ответных мер. Такая политическая взаимность вполне может сделать бессмысленным ограничение открытости в стратегических целях. Наконец, опыт развития экономик с высоким уровнем дохода за последние несколько десятилетий свидетельствует о том, что новые технологии в целом приносят взаимную выгоду.

## 5.2 Открытость в эпоху снижения эффективности НИОКР

Открытость особенно актуальна с учетом того, в каком контексте сегодня создаются инновации. Постоянное расширение технологических границ требует все больше усилий. Имеющиеся данные говорят о том, что для обеспечения той же скорости технологического прогресса, что и в прошлом,

необходимо наращивать объем НИОКР. Например, согласно известному предсказанию 1975 года, сделанному основателем компании Intel Гордоном Муром, число транзисторов на кристалле микропроцессора удваивается каждые два года. Этот принцип был назван законом Мура, и он действует и сегодня. Однако примечательно, что по сравнению с началом 1970-х годов для удвоения плотности транзисторов на чипе сегодня требуется в 18 раз больше исследователей<sup>17</sup>.

В других технологических областях наблюдаются аналогичные признаки снижения эффективности НИОКР: для достижения такого же увеличения ожидаемой продолжительности жизни, что и в прошлом, требуется во много раз больше медицинских исследований; объем инвестиций в сельскохозяйственные НИОКР растет быстрее, чем урожайность сельскохозяйственных культур<sup>18</sup>. В более широком смысле можно отметить, что в большинстве экономик с высоким уровнем дохода в последние 50 лет наблюдается постепенное снижение темпов роста экономической производительности. Экономист Роберт Гордон приводит убедительное объяснение причин такого спада. По его мнению, инновации, сделанные недавно, обеспечили не такой значительный прирост производительности, как инновации, сделанные в более отдаленном прошлом<sup>19</sup>. В частности, он считает, что инновации, связанные со второй промышленной революцией, поддерживали быстрый рост производительности в экономиках с высоким уровнем дохода до 1970-х годов, а инновации, связанные с третьей (цифровой) промышленной революцией, не смогли обеспечить сохранение столь высоких темпов роста производительности.

Политика не может влиять на возможности для технологического прогресса. Однако политика определяет, насколько такие возможности используются, а именно сколько ресурсов инвестируется в НИОКР, как проводятся НИОКР и как инновации реализуются в экономике. Из-за снижения производительности НИОКР требуется постоянное увеличение объема инвестиций как в научные исследования, так и в прикладные НИОКР. Кроме того, необходимо сотрудничество и открытость. Чтобы найти решения все более сложных технологических проблем, нужны более крупные группы исследователей (см. главу 2) и повышение уровня специализации исследований. Открытость и международное сотрудничество способствуют

такой специализации, а значит, могут помочь снизить скорость падения эффективности НИОКР.

Для того чтобы открытость работала, нужно не просто устранить пограничные барьеры. Большую роль в этом играет также международное сотрудничество. Не менее важно и то, что политикам следует работать над преодолением регионального дисбаланса, формированию которого отчасти способствует открытость. В последней части настоящей главы будут рассмотрены эти два важных аспекта.

### Поощрение международного сотрудничества

Международное сотрудничество в контексте инноваций имеет множество измерений. Одно из важнейших — содействие инвестициям в инновации с учетом потребностей и размера глобальной экономики. Этой же цели отвечает установление международных правил в области охраны прав ИС. На практике международные договоры в области ИС обычно содержат принцип недискриминации. Это значит, что в рамках национального законодательства внутренние и иностранные владельцы прав ИС должны быть равны. Также такие договоры устанавливают определенные нормы по охране различных типов ИС. Например, охватываются такие вопросы, как критерии патентоспособности изобретений и срок действия авторских прав. В то же время подобные нормы не обеспечивают полной гармонизации охраны ИС по всему миру и дают возможность корректировки режима охраны ИС с помощью национальной политики в целях учета потребностей конкретной страны.

Второе важное измерение касается формирования благоприятных условий для ведения международного бизнеса. Работая на рынках разных стран мира, инновационные компании и работники из сферы знаний имеют дело со множеством мер регулирования. Обеспечение совместимости национальных систем регулирования может помочь снижению издержек, связанных с соблюдением законодательства. Например, установление определенного уровня признания иностранных стандартов регулирования может сократить масштабы ненужного дублирования в области тестирования товаров и подготовки связанной с этим документации, не ставя при этом под угрозу цели регулирования. Включение во внутренние стандарты

обязательства о признании иностранных дипломов может способствовать международной мобильности работников, занятых в сфере знаний. Для обеспечения такого признания необходимо поддерживать непрерывный диалог между национальными регулирующими органами. Аналогичным образом установление технических стандартов на международном уровне может устранить необходимость в затратной адаптации продукции к разным рынкам. Что касается ИС, то механизмы ВОИС, предусматривающие подачу заявок (в частности, Договор о патентной кооперации, а также Мадридская и Гагская системы), позволяют получить права ИС в нескольких странах, подав лишь одну международную заявку. При этом окончательное решение о предоставлении прав ИС выносится на национальном уровне.

Наконец, путем объединения ресурсов правительства могут обеспечивать финансирование масштабных научных проектов, не укладывающихся в рамки национального бюджета и требующих участия технических специалистов из разных стран. Хорошим примером подобного сотрудничества является ЦЕРН, который уже упоминался в начале этой главы. Еще один пример — Международная космическая станция. Это совместный проект национальных космических агентств Канады, Японии, Российской Федерации и США и Европейского космического агентства. С момента запуска в 1998 году на ней побывало более 200 космонавтов из 18 стран<sup>20</sup>.

### Устранение регионального дисбаланса

Как было отмечено в первой главе, одна из вызывающих беспокойство тенденций последних десятилетий касается повышения уровня межрегиональной поляризации в том, что касается доходов, инновационной активности, занятости высококвалифицированных кадров и заработных плат внутри стран. До 1980-х годов в большинстве экономик с высокими доходами наблюдалось сближение уровней доходов между регионами<sup>21</sup>. Бедные регионы постепенно догоняли богатые. Затем этот процесс замедлился, а в некоторых случаях началось движение в обратную сторону. В США значительное замедление начало наблюдаться начиная с 1990-х годов<sup>22</sup>. В европейских странах также отмечалось замедление регионального сближения и явная обратная тенденция после начала

Мирового экономического кризиса в 2008 году. В нескольких европейских регионах-лидерах, где уровень доходов был уже высок, наблюдался рост, темпы которого значительно превышали темы роста многих более бедных регионов<sup>23</sup>.

У поляризации экономической деятельности внутри стран есть множество причин. В течение длительного времени снижение экономической значимости сельского хозяйства и горнодобывающей промышленности делало крупные города более привлекательными. В экономике знаний, где доминирует сфера услуг, у компаний есть серьезные стимулы для перемещения в крупные метрополитенские районы. Предполагается, что открытость усиливает притягательность регионов-лидеров. Наиболее динамичные очаги инноваций, встроенные в глобальные инновационные сети, как правило, располагаются в тех районах, которые уже относятся к числу самых богатых городских агломераций своих стран. Их международный успех укрепляет лидерство внутри страны. Как было отмечено в первой главе, в успешных инновационных агломерациях также может наблюдаться рост разрыва в доходах. Это связано с тем, что увеличение числа высококвалифицированных рабочих мест оказывает давление на реальные доходы низкоквалифицированных работников. Хорошим примером того, как развитие инновационной деятельности создает риск формирования двухуровневой экономики, является Израиль (см. вставку 5.2).

Устранение растущего регионального дисбаланса — это одна из самых сложных задач, стоящих перед политиками. Попытки противодействовать притяжению успешных регионов могут быть как нецелесообразными, так и нежелательными, а ограничение участия в глобальных инновационных сетях может, в частности, снижать способность экономики создавать передовые инновации. В любом случае открытость является лишь одним из факторов, способствующих возникновению регионального дисбаланса<sup>24</sup>. Движущей силой такого дисбаланса, как предполагается, выступает долгосрочная структурная трансформация экономической деятельности. Внутренняя миграция из отстающих регионов в процветающие позволяет лишь частично решить проблему региональных различий. Люди могут просто не хотеть переезжать или не иметь такой возможности. Высокие цены на жилье в процветающих регионах сами по себе создают существенный барьер для внутренней миграции<sup>25</sup>.

С помощью надлежащей политики можно многое сделать для оказания поддержки отстающим регионам. У подобных мер длинная история, но их успешность не всегда была однозначной. Исторический обзор таких политических инициатив выходит за рамки настоящего доклада. Тем не менее на основании недавних исследований можно сделать некоторые выводы, актуальные для разработки политики региональной поддержки<sup>26</sup>:

- В идеале в основе стратегий развития регионов должны лежать имеющиеся возможности и преимущества регионов, а целью должно быть укрепление регионов посредством инвестиций в инфраструктуру, образование и технологии. В качестве возможностей и преимуществ можно рассматривать, например, наличие относительно дешевых земельных и трудовых ресурсов, а также промышленных мощностей и репутационных активов.
- В ходе формулирования политики должны быть выявлены основные барьеры для наращивания имеющихся возможностей и учтена роль всех местных заинтересованных сторон.
- Следует проводить регулярную оценку политики развития региона, а по итогам такой оценки — адаптацию политики на последующий период.

Подобные стратегии могут способствовать тому, чтобы основанный на инновациях рост приносил пользу экономике в целом, не снижая при этом притягательность успешных регионов. Поэтому они являются одной из важнейших основ открытости национальной системы развития инноваций.

### Вставка 5.2. Успешная инновационная система Израиля: нация стартапов или регион стартапов?

Израиль обладает процветающей инновационной экономикой. С точки зрения доли ВВП ни одна другая страна не тратит больше на НИОКР и не привлекает больше венчурных инвестиций. Большинство ведущих технологических компаний мира создали в Израиле центры НИОКР в целях использования навыков и квалификации динамичного сообщества исследователей, существующего в этой стране. Во многих областях (в частности, в сфере кибербезопасности) израильские компании определяют направление дальнейшего развития. Благодаря активному появлению новых компаний Израиль даже называют «нацией стартапов».

Бурно развивающаяся инновационная экономика Израиля является ключевой движущей силой экономического роста в целом. В период 2008–2018 годов среднегодовые темпы экономического роста составляли 3,5%, что значительно выше показателей большинства развитых экономик<sup>27</sup>. В 2018 году уровень безработицы достиг рекордно низкого уровня, составив 4%<sup>28</sup>.

Однако за названием «нация стартапов» кроется высокая географическая концентрация инновационной активности. В этом плане явным лидером является метрополитенский район Тель-Авива. На него приходится 77% стартапов и 60% высококвалифицированных рабочих мест в технологических областях<sup>29</sup>. Кроме того, там проживает больше половины израильских изобретателей, имена которых указаны в патентных заявках (см. рисунок 5.3).

Уровень заработной платы в периферийных регионах примерно на 35% ниже, чем в центральной части Израиля. В последние годы доминирование Тель-Авива даже усилилось. За период 2015–2017 годов именно здесь появилось более двух третей от общего числа новых рабочих мест в технологических областях<sup>30</sup>. Кроме того, Тель-Авив поддерживает активные связи с ведущими очагами инноваций по всему миру. Например, существует беспосадочный перелет Тель-Авив — Сан-Франциско.

В Тель-Авиве, как и в других глобальных очагах инноваций, рост технологических компаний вызывает повышение цен на жилье и увеличение разрыва в доходах<sup>31</sup>.

Правительство Израиля осознает, что притягательность региона Тель-Авива отражает региональные преимущества и действие естественных агломерационных сил. Но одновременно оно осознает и то, что такой региональный дисбаланс порождает социально-экономические трудности. Поэтому Инновационное управление Израиля приняло Стратегию развития инновационной экономики на периферии.

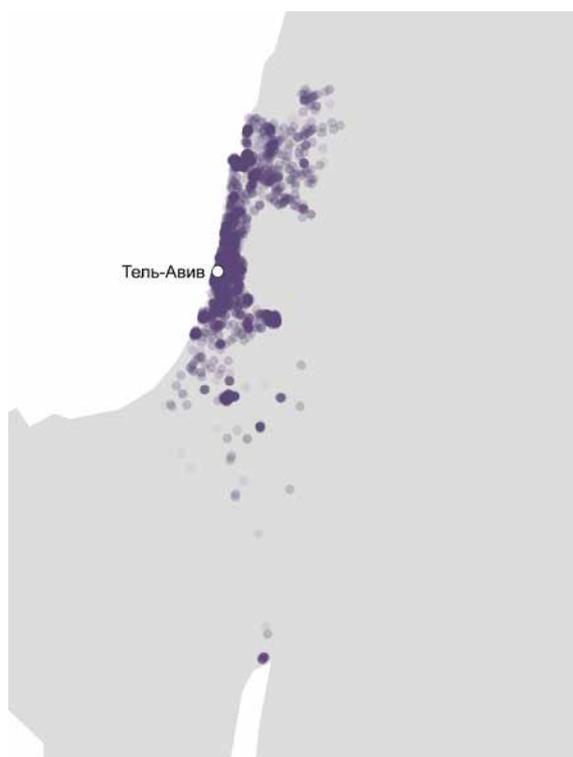
В основе этой стратегии лежат четыре компонента<sup>32</sup>:

- Обеспечение связи между человеческим капиталом на периферии и ведущими технологическими компаниями.
- Поддержка создания инновационных технологий на периферии в производственном секторе, в сфере сельского хозяйства и продовольствия.
- Поддержка предпринимательства с опорой на местные учебные заведения и другие внутренние источники знаний и промышленной квалификации.
- Укрепление высокотехнологичной экосистемы в тех регионах, где есть необходимые основания для ее развития (а именно в Хайфе, Иерусалиме и Беэр-Шеве).

Задача этих компонентов состоит как в снижении растущей нехватки квалифицированных работников в инновационной экономике, так и в содействии развитию отстающих на данный момент регионов, чтобы обеспечить более сбалансированный рост на национальном уровне.

### **Большинство изобретателей Израиля сосредоточено в районе большого Тель-Авива**

Рисунок 5.3. Тепловая карта, на которой  
обозначены изобретатели, указанные в  
патентных заявках, 2008–2018 годы



Источник: ВОИС, на основе данных PATSTAT и PCT (см. технические примечания).

Примечание: данные о патентовании основаны на данных о международных патентных семьях.

## Примечания

- 1 См. WIPO (2015).
- 2 См. исследование о сельскохозяйственной биотехнологии, представленное в главе 4.
- 3 См. [home.cern](http://home.cern). Израиль является единственной страной — участником ЦЕРН, расположенной за пределами Европы.
- 4 См. Krugman *et al.* (2018). Различия в уровне производительности стран — это третья движущая сила специализации.
- 5 Различия в степени обеспеченности факторами производства также могут служить объяснением тенденций в международной миграции. Так, высококвалифицированные работники, например инженеры ПО из Индии, стремятся переехать в экономики с высоким уровнем дохода, где их заработная плата будет выше (см. Krugman *et al.*, 2018). Предположительно, более низкий уровень заработных плат у работников в области НИОКР — это один из факторов, заставляющих транснациональные компании переводить свои исследования и разработки в развивающиеся экономики. Нередко еще одним важным фактором является наличие у местных рынков потенциала роста (см. Thursby and Thursby, 2006).
- 6 Первым, кто отметил, что знания обладают характеристиками общественного блага, стал лауреат Нобелевской премии экономист Кеннет Эрроу (Arrow, 1962). Помимо того что потребление знаний носит неконкурентный характер, производители знаний не в состоянии (не прибегая к охране ИС) предотвратить использование другими лицами знаний, доведенных до сведения общественности. См. WIPO (2011), где об этом рассказывается более подробно.
- 7 См. WIPO (2019).
- 8 См. Crescenzi *et al.* (2019).
- 9 См. работу Cohen and Levinthal (1989), которая является одной из первых, где рассматривается важность способности усваивать знания.
- 10 См. von Hippel (1994).
- 11 Подобные аргументы впервые прозвучали в 1980-х годах, когда быстрый рост восточноазиатских экономик воспринимался как угроза технологическому доминированию западных экономик (см., например, Tyson, 1984).
- 12 См. Brander and Spencer (1985), где приводятся важные соображения по этому поводу.
- 13 В работе Pritchett (1997) этот долгосрочный исторический тренд был назван «огромным разрывом».
- 14 См. WIPO (2015).
- 15 См. Patel *et al.* (2018).
- 16 См. WIPO (2015).
- 17 См. Bloom *et al.* (2019).
- 18 См. Bloom *et al.* (2019). Проводя анализ данных на уровне фирм в американской экономике, авторы также отмечают снижение производительности НИОКР. Кроме того, они рассматривают, но не считают вероятной возможность того, что появление новых технологий компенсирует снижение производительности НИОКР в сфере существующих технологий.
- 19 См. Gordon (2018).
- 20 См. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Международная\\_космическая\\_станция](https://ru.wikipedia.org/wiki/Международная_космическая_станция).
- 21 См. Crescenzi *et al.* (2019).
- 22 См. Ganong and Shoag (2017).
- 23 См. Alcidi *et al.* (2018).
- 24 На основании анализа двух десятилетий исследований в работе Helpman (2018) отмечается, что с глобализацией связано лишь небольшое увеличение уровня неравенства между странами.
- 25 См. Ganong and Shoag (2017).
- 26 См. Foray (2015) и Rodríguez-Pose (2018).
- 27 На основании реального ВВП в ценах 2010 года, в долларах США, по информации Всемирного банка.
- 28 Согласно страновой информации об Израиле, приводимой Международной организацией труда.
- 29 См. Israel Innovation Authority (2019).
- 30 См. Israel Innovation Authority (2019).
- 31 См. Srivastava (2018).
- 32 См. Israel Innovation Authority (2019).

## Литература

- Alcidi, C., J.N. Ferrer, M. Di Salvo, R. Musmeci and M. Pilati (2018). Income Convergence in the EU: A Tale of Two Speeds. *Commentary*, January 9. Brussels: Centre for European Policy Studies.
- Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In Nelson, R.R. (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 609–626.
- Bloom, N., C.I. Jones, J. Van Reenen and M. Webb (2019). Are Ideas Getting Harder to Find? *NBER Working Paper Series, No. 23782*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Brander, J.A. and B.J. Spencer (1985). Export subsidies and international market share rivalry. *Journal of International Economics*, 18(2), 83–100.
- Cohen, W.M. and D.A. Levinthal (1989). Innovation and learning: two faces of R&D. *Economic Journal*, 99, 569–596.
- Crescenzi, R., S. Iammarino, C. Ioramashvili, A. Rodríguez-Pose and M. Storper (2019). The Geography of Innovation: Local Hotspots and Global Innovation Networks. *WIPO Economic Research Working Paper No. 57*. Geneva: WIPO.
- Foray, D. (2015). *Smart Specialisation: Opportunities and Challenges for Regional Innovation Policy*. Abingdon: Routledge.
- Ganong, P. and D. Shoag (2017). Why has regional income convergence in the U.S. declined? *Journal of Urban Economics*, 102, 76–90.
- Gordon, R.J. (2018). Declining American economic growth despite ongoing innovation. *Explorations in Economic History*, 69, 1–12.
- Grossman, G.M. and E. Helpman (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Helpman, E. (2018). *Globalization and Inequality*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Israel Innovation Authority (2019). *State of Innovation in Israel 2018*. [www.innovationisrael.org.il](http://www.innovationisrael.org.il)
- Krugman, P.R., M. Obstfeld and M. Melitz (2018). *International Economics: Theory and Policy* (11<sup>th</sup> edition). Boston, MA: Pearson Education.
- Patel, D., J. Sandefur and A. Subramanian (2018). Everything you know about cross-country convergence is (now) wrong. *Realtime Economic Issues Watch*, October 15. Peterson Institute for International Economics. [www.piie.com/blogs/realtime-economic-issues-watch/everything-you-know-about-cross-country-convergence-now-wrong](http://www.piie.com/blogs/realtime-economic-issues-watch/everything-you-know-about-cross-country-convergence-now-wrong)
- Pritchett, L. (1997). Divergence, big time. *Journal of Economic Perspectives*, 11(3), 3–17.
- Rodríguez-Pose, A. (2018). The revenge of the places that don't matter. *VOX*, February 6. [voxeu.org/article/revenge-places-dont-matter](http://voxeu.org/article/revenge-places-dont-matter)
- Srivastava, M. (2018). Israel's tech expansion stokes glaring inequality in Tel Aviv. *Financial Times*, December 10.
- Thursby, J. and M. Thursby (2006). *Here or There? A Survey of Factors in Multinational R&D Location*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Tyson, L.D. (1984). *Who's Bashing Whom: Trade Conflict in High-technology Industries*. Washington, D.C.: Institute for International Economics.
- von Hippel, E. (1994). 'Sticky information' and the locus of problem solving: implications for innovation. *Management Science*, 40, 429–439.
- WIPO (2011). *World Intellectual Property Report 2011: The Changing Face of Innovation*. Geneva: WIPO.
- WIPO (2015). *World Intellectual Property Report 2015: Breakthrough Innovation and Economic Growth*. Geneva: WIPO.
- WIPO (2019). *Technology Trends 2019: Artificial Intelligence*. Geneva: WIPO.

## Технические примечания

### Группы стран по уровню дохода

В настоящем докладе используется классификация стран по уровню дохода, применяемая Всемирным банком. В ее основе лежит размер валового национального дохода на душу населения в 2018 году, в соответствии с которым все страны разделены на четыре группы: страны с низким уровнем дохода (не более 1025 долл. США), страны с уровнем дохода ниже среднего (1026–3995 долл. США), страны с уровнем дохода выше среднего (3996–12 375 долл. США) и страны с высоким уровнем дохода (более 12 376 долл. США).

Более подробная информация об этой классификации: [data.worldbank.org/about/country-classifications](http://data.worldbank.org/about/country-classifications).

### Распределение стран по регионам

В основе разбивки стран на географические регионы, используемой в настоящем докладе, лежит документ М49 «Стандартные коды стран или районов для использования в статистике» (издание 4), 1999 год, опубликованный Статистическим отделом (СООН) Департамента по экономическим и социальным вопросам Организации Объединенных Наций (ООН). Полное описание этой методологии представлено на сайте [unstats.un.org](http://unstats.un.org).

В целях упрощения анализа в эту методологию были внесены некоторые изменения, а именно: в регион *Западная Европа* входят Австрия, Андорра, Бельгия, Германия, Греция, Дания, Ирландия, Исландия, Испания, Италия, Лихтенштейн, Люксембург, Мальта, Монако, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Сан-Марино, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария и Швеция. Регион *Центральная и Восточная Европа* включает все страны, которые, согласно М49, входят в регионы *Северная Европа* и *Южная Европа* и которые не включены в регион *Западная Европа*. Географические субрегионы *Южная Азия*, *Центральная Азия* и *Юго-Восточная Азия* включены в одну категорию, куда также входит Монголия.

### Данные о научных публикациях

В основе данных о научных публикациях, используемых в настоящем докладе, лежат 27 726 805 записей, опубликованных в период 1998–2017 годов в Расширенном индексе научного цитирования (SCIE) базы данных Web of Science, функционирование которой обеспечивает компания Clarivate

Analytics. Основным предметом анализа стали 23 789 354 результата наблюдений, касающихся только научных статей, материалов конференций, тезисов докладов и документов с изложением данных. На научные статьи приходится существенная доля полученной подборки данных.

### Данные о патентах

Данные о патентах, использованные при подготовке настоящего доклада, получены из Глобальной статистической базы данных о патентах (PATSTAT, апрель 2019 года) Европейского патентного ведомства (ЕПВ) и фондов Договора о патентной кооперации (РСТ) ВОИС. За рассматриваемый период (1970–2017 годы) из этих источников были получены данные о 49 286 675 первичных подачах и 26 626 660 последующих подачах, то есть в общей сложности были проанализированы данные о 75 913 335 патентных заявках из 168 различных патентных ведомств.

Основной единицей анализа является первая подача пакета патентных заявок, которые подаются в одной или нескольких странах и касаются одного и того же изобретения. Каждый пакет, содержащий одну первую заявку и потенциально несколько последующих, считается одной патентной семьей. Также в рамках анализа проводится разграничение между иностранными (или международными) и национальными патентными семьями. В случае международных патентных семей речь идет об изобретениях, патентная охрана которых была испрошена заявителем не только в национальном патентном ведомстве. Это определение охватывает также патентные заявки, поданные заявителями только за границей, только через систему РСТ или только в ЕПВ. И наоборот, национальные патентные семьи касаются патентных заявок, которые были поданы в национальном ведомстве (вне зависимости от того, сколько подач было сделано в национальном ведомстве в рамках одной семьи) и на основании которых не подавались последующие заявки с помощью механизма Парижской конвенции или через систему РСТ. Точно так же те патентные заявки, у заявителей которых более одной страны происхождения, автоматически считаются относящимися к международным патентным семьям. Кроме того, около 30% патентных семей касаются только охраны полезных моделей и носят в основном национальный характер.

Если не указано иное, то в докладе при представлении всей статистики о патентах в качестве единицы анализа используются только международные патентные семьи. Это в основном связано с неполнотой охвата национальных патентов (и полезных моделей) во многих фондах, которые входят в PATSTAT. Данные по ведущим национальным и международным ведомствам обычно отличаются хорошим охватом (например, данные Ведомства США по патентам и товарным знакам (ВПТЗ США), Японского патентного ведомства (ЯПВ), Корейского ведомства интеллектуальной собственности (КИРО), Китайского национально-го управления интеллектуальной собственности (СНИРА), ЕПВ и ВОИС), тогда как данные по некоторым другим ведомствам представлены в PATSTAT в ограниченном объеме. В частности, ограничен охват данных из национальных фондов некоторых патентных ведомств, относящихся к числу 20 ведущих (таких как ведомства Индии, Индонезии, Ирана (Исламская Республика), Мексики и Турции). Поэтому при подготовке доклада использовалась информация по 8 955 990 международным патентным семьям, содержащим 35 582 650 патентных заявок.

### Геокодирование

Геокодирование (то есть соотнесение долготы и широты с конкретным местом) данных о научных публикациях и патентах проводилось с опорой на всю доступную информацию об адресах и результаты проведенного ранее геокодирования таких данных.

В случае научных публикаций при проведении анализа предполагалось, что исследования для той или иной публикации проводились в тех учреждениях и организациях, о принадлежности к которым сообщают их авторы. 97% всех доступных адресов таких учреждений и организаций были геокодированы на уровне почтового индекса или субгородского деления. В случае указания авторами принадлежности к нескольким учреждениям учитывались все соответствующие адреса.

Что касается патентов, то было геокодировано 87% международных патентных семей, заявки на которые были поданы в 1976–2015 годах. Большинство случаев, когда геокодирование проведено не было, были связаны с отсутствием адекватной информации об адресе. Адреса изобретателей были геокодированы в максимально возможной степени.

Это было сделано на основании наиболее полного и надежного источника данных, доступного для каждой патентной семьи. Кроме того, полученная информация была дополнена существующими геокодированными данными о патентах (см. Yin and Motohashi, 2018; Ikeuchi et al., 2017; Li et al., 2014; de Rassenfosse et al., 2019; Morrison et al., 2017). Все эти источники и результаты геокодирования, проведенного ВОИС, были проанализированы и обобщены в целях получения наиболее точных геокодированных данных для каждой патентной семьи. В случае наличия по той или иной семье нескольких источников данных порядок использования таких источников определялся в соответствии со следующими принципами: 1) источники, содержащие информацию от изобретателя (принцип изобретателя); 2) источники, в которых указаны адреса нескольких изобретателей (принцип охвата); 3) источники, отличающиеся наибольшей точностью геокодирования (принцип точности); 4) источники, расположенные наиболее близко к стране, в которой находится адрес (например, проверка китайских адресов по данным СНИРА, японских — по данным ЯПВ и т. д.) (локальный принцип); 5) проверка вручную и выбор в зависимости от ситуации, если доступно два или более источника. В результате многие адреса изобретателей были геокодированы очень точно — на уровне улицы или квартала. Однако были те, которые были геокодированы только на уровне почтового индекса или на аналогичном субгородском уровне. С большей вероятностью и более высокой точностью были геокодированы те патентные семьи, заявки в которых подавались в несколько ведомств. Это еще одна причина того, что при подготовке настоящего доклада использовались только данные о международных патентных семьях. Более подробная информация представлена в работе Мигелеса с соавт. (Migueluez et al., 2019).

### Измерение инновационных агломераций

В целях решения проблемы изменяющейся пространственной единицы (МАУР) и связанных с ней статистических искажений для настоящего доклада были выделены два вида сравнимых областей, которые использовались вместо административных районов (см. Ester et al., 1996). Первый вид, получивший название глобальных очагов инноваций (ГОИ), охватывает наиболее инновационно плотные географические области мира с точки зрения числа научных публикаций и патентных семей на квадратный километр. Эти области по определению отличаются международной

сравнимостью и определенностью географического положения. Для одинаковых очагов в любой точке мира характерна одинаковая плотность научных публикаций или патентов, хотя для этих видов данных использовались разные пороговые значения. Один и тот же адрес, связанный с патентом или научной публикацией, не может быть отнесен к двум очагам одновременно.

Второй вид областей получил название специализированных нишевых кластеров (СНК). Он был создан, чтобы избежать искажений, связанных с чрезмерной представленностью некоторых научных или технологических областей в данных о научных публикациях и патентах соответственно. СНК представляют собой области, которые отличаются высокой инновационной плотностью в одной или нескольких конкретных областях с точки зрения патентов и научных публикаций и которые при этом не отвечают критериям, предъявляемым к ГОИ. Эти кластеры также имеют конкретное географическое положение, так как пересекающиеся кластеры из разных областей были объединены. Однако международное сравнение кластеров возможно только в пределах конкретной связанной с ними научной или технологической области (или областей).

Таким образом, в рамках подготовки доклада в мире было выделено 174 ГОИ и 313 СНК. Далее подробно описан метод, с помощью которого это было сделано.

Первый этап. С помощью плотностного алгоритма кластеризации пространственных данных с присутствием шума (DBSCAN) были выявлены точки внутри ГОИ. Этот алгоритм применялся по отдельности к геокодированным данным о патентах и научных публикациях. Использование метода DBSCAN требует наличия двух параметров (минимального радиуса и минимального числа точек), что позволяет установить минимально приемлемую плотность и определить предполагаемую область. Эти два параметра определялись по отдельности для патентов и научных публикаций. В случае научных публикаций установленный радиус составил 23 км, что является средним расстоянием поездки на работу в странах ОЭСР. В случае патентов с учетом большей точности геокодирования и на основании визуального анализа установленный радиус составил 13 км. Что касается минимального числа точек, то этот параметр определялся на основе средней плотности патентов и научных

публикаций во всех возможных окружностях с учетом радиуса каждого набора данных. В результате минимальная плотность патентов в ГОИ составила 1453 на каждые 10 км<sup>2</sup>, а минимальная плотность научных публикаций составила 3328 на каждые 10 км<sup>2</sup>.

Второй этап. Группы точек, полученные с помощью DBSCAN, использовались для определения предполагаемых географических областей (то есть границ) ГОИ. Границы каждой агломерации научных публикаций и патентов устанавливались с помощью применения метода k-ближайших соседей к вогнутым фигурам, причем этот метод использовался для каждой группы точек, связанных с патентами и научными публикациями (см. Moreira and Santos, 2007). Чтобы избежать появления аномальных многоугольных форм, алгоритм вогнутости был настроен на то, чтобы не менее 75% выпуклой площади покрывалось всеми внешними точками данной группы. В немногих случаях, когда у группы было менее трех координат, радиус многоугольника был установлен на уровне 13 км. Пересекающиеся многоугольники были объединены; при этом сохранялись только внешние границы соответствующих агломераций. Однако если пересекающиеся области составляли менее 5% площади каждого многоугольника, то проверка и корректировка проводились вручную. В рамках анализа учитывались все патенты и научные публикации, которые находились внутри получившихся многоугольников, вне зависимости от того, входили ли они в результаты, полученные с помощью DBSCAN.

Третий этап. Описанный выше метод был применен в отношении 25 подвыборок одних и тех же данных о публикациях и патентах, которые относились к 12 научным и 13 технологическим областям соответственно. Радиус снова был установлен на уровне 13 км для патентов и 25 км для научных публикаций. Минимальное число точек соответствовало средней плотности патентов в каждой из 13 технологических областей и средней плотности научных публикаций в каждой из 12 научных областей по всем возможным окружностям с учетом радиуса каждого набора данных. Из полученных в результате групп по каждой из этих 25 подвыборок были сохранены только точки, не охватываемые каким-либо ГОИ, и на их основании были определены границы вогнутых многоугольников. Затем пересекающиеся многоугольники были объединены, как описано выше.

### Стратегии картирования

При разработке стратегии картирования для каждого из двух секторов (автономные транспортные средства, которым посвящена глава 3, и биотехнология растений, о которой рассказывается в главе 4) использовались имеющиеся исследования и предположения экспертов. По возможности учитывались также данные о результатах аналогичного картирования патентов и научных публикаций и проводилось сравнение с ними. Более подробная информация представлена в работах Граффа и Хамдан-Ливраменто (Graff and Hamdan-Livramento, 2019) и Зетабчи (Zehtabchi, 2019).

### Автономные транспортные средства (АТС)

В целях проведения картирования в этой области использовались данные о патентах, представленные в базе данных PATSTAT, и данные о научных публикациях из SCIE WoS. Выборка составлялась на основе патентных классификаций, предметов научного исследования и ключевых слов. Далее об этом рассказывается более подробно.

Для выявления патентов, связанных с АТС, использовались следующие символы МПК и СПК, а также данные о патентном ландшафте, собранные Ведомством ИС Соединенного Королевства, ЕПВ и ЯПВ. Некоторые из символов МПК и СПК использовались только в сочетании с определенными ключевыми словами.

Отдельные символы: G05D 1/0088; G05D2201/0207; G05D2201/0212; G08G 1/22; B60L2260/40%; B60L2230%; B60K31/0008; B60K31/0008; B60K2031/0091; B60K31/0058; B60K31/0066; B60W2550/40; B60W2600%; G01S15/88; G06K9/00791; G06T2207/30252; G08G1/096791; G08G1/16; G08G1/22; H04L67/12; Y02P90/285.

Символы в сочетании с ключевыми словами: B60L%; B60W%; B60W2030%; B60W2040%; B60W2050%; B60W30%; B60W40%; B60W50%; B60Y%; B60Y2200/11; B62D%; G01S13/93; G01S13/931; G01S15/93; G01S15/931%; G01S17/88; G01S17/93; G01S17/936; G01S7/022; G01S7/4806; G05D1/02; G05D1/021%; G08G1/16%; Y02T10/%; Y02T90/%.

Ключевые слова: (ground | car | cars | lorri | lorry | road | street | highway | convoy | platoon | fleet), (autonomous | unmanned | driver[.]{0,}less | agv), and NOT (air | aer | drone | flight | flies | fly).

В случае научных публикаций применялся поэтапный процесс. Во-первых, была разработана основанная на ключевых словах стратегия для обработки данных о рефератах работ из SCIE WoS. Для этого были совмещены два списка терминов: (1) automated, autonomous, self-driving, driverless, unmanned, robotic, pilotless and unpiloted и (2) vehicle, car, truck, taxi, shuttle, lorry, driving, transport(ation) and automobile.

Во-вторых, вручную были проверены теги, установленные авторами полученных научных статей, и составлен новый список из следующих 40 терминов: adaptive cruise control; advanced driver assistance system; automated driving system; automated lane change maneuver; automatic vehicle control; automatic vehicle following; automotive radar; automotive sensors; autonomous mobile robots; autonomous navigation; autonomous valet parking; autonomous vehicular networks; autonomous-vehicle lane; collision avoidance; crash avoidance; DARPA; DARPA urban challenge; Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) urban challenge; drivable-region detection; intelligent cruise control vehicles; intelligent unmanned autonomous system; LADAR; laser imaging detection and ranging; LIDAR; LIDAR object detection; light detection and ranging (LIDAR); look-ahead sensing; moving vehicle detection; obstacle avoidance; obstacle detection; pedestrian detection; pedestrian-crossing detection; platoon; predictive cruise control; unmanned ground vehicle; unmanned surface vehicles; vehicle automation; vehicle detection; vision-based guidance; wheeled robotic vehicle.

В-третьих, с помощью 40 терминов на основании рефератов и названий статей была сформирована новая выборка. Чтобы избежать появления ложноположительных результатов, были исключены статьи, опубликованные в журналах и отмеченные в WoS в качестве принадлежащих к следующим областям: Anatomy / Morphology; Art; Astronomy / Astrophysics; Audiology / Speech-Language Pathology; Behavioral Sciences; Biochemistry / Molecular Biology; Biodiversity / Conservation; Biophysics; Biotechnology / Applied Microbiology; Cardiovascular System / Cardiology; Cell Biology; Chemistry; Crystallography; Developmental Biology; Education / Educational Research; Emergency Medicine; Endocrinology/Metabolism; Entomology; Environmental Sciences / Ecology; Evolutionary Biology; Fisheries; Food Science / Technology; Forestry; Gastroenterology / Hepatology; General / Internal

Medicine; Geochemistry / Geophysics; Geography; Geology; Geriatrics / Gerontology; Health Care Sciences / Services; Immunology; Infectious Diseases; Information Science / Library Science; Life Sciences / Biomedicine — other topics; Linguistics; Marine/Freshwater Biology; Medical Informatics; Medical Laboratory Technology; Meteorology / Atmospheric Sciences; Microbiology; Mineralogy; Mining / Mineral Processing; Neurosciences / Neurology; Nuclear Science / Technology; Nursing; Nutrition / Dietetics; Obstetrics / Gynecology; Oceanography; Ophthalmology; Orthopedics; Otorhinolaryngology; Pathology; Pediatrics; Pharmacology / Pharmacy; Physiology; Plant Sciences; Psychiatry; Psychology; Public Environmental / Occupational Health; Radiology Nuclear Medicine / Medical Imaging; Rehabilitation; Research / Experimental Medicine; Respiratory System; Rheumatology; Social Sciences — other topics; Sport Sciences; Surgery; Toxicology; Transplantation; Tropical Medicine; Urology / Nephrology; Veterinary Sciences; Water Resources; Zoology.

#### Биотехнология растений

В целях проведения картирования в этой области использовались данные о патентах, представленные в базе данных PATSTAT, и данные о научных публикациях из SCIE WoS. Выборка составлялась на основе патентных классификаций, предметов научного исследования и ключевых слов. Далее об этом рассказывается более подробно.

Для выявления патентов по каждой категории в области биотехнологии растений использовались следующие символы МПК и СПК, а все эти патенты вместе представляют собой общий массив патентов в области биотехнологии растений:

Генетическое усовершенствование растений: A01H1%; A01H3%; A01H4%; A01H5%; A01H6%; A01H7%; A01H17%; C12N5/04%; C12N5/14%; C12N15/05%; C12N15/29%; C12N15/79%; C12N15/82%; C12N15/83%; C12N15/84%; (C07K14/415% but not A61K%).

Борьба с сельскохозяйственными вредителями: A01N63%; A01N65%; C12N15/31%; C12N/32%; (C07K14/325% but not A61K%).

Плодородие почв: C05F%.

Изменение климата: Y02A40/146; Y02A40/162; Y0240/164.

Научные публикации были взяты из ведущих научных журналов по биотехнологии растений и ведущих научных журналов по сельскохозяйственной биотехнологии (в сочетании с использованием ключевых слов):

(1) Все статьи из следующих ведущих журналов в области биотехнологии растений: Agri Gene; Crop Science; Euphytica; Genetics, Selection, and Evolution; Journal of Experimental Botany; Journal of Plant Physiology; New Phytologist; Physiologia Plantarum; Plant and Cell Physiology; Plant Cell; Plant Cell and Environment; Plant Cell Reports; Plant Journal; Plant Molecular Biology; Plant Physiology; Plant Physiology and Biochemistry; Plant Science; Planta.

(2) Ведущие научные журналы в области сельскохозяйственной биотехнологии (в сочетании с использованием ключевых слов):

Ведущие научные журналы в области сельскохозяйственной биотехнологии: Biochemical and Biophysical Research Communications; Cell; Journal of Biological Chemistry; Journal of Biology; Journal of Cell Biology; Journal of Molecular Biology; Journal of the American Medical Association; Molecular and Cellular Biology; Nature; Nature Biotechnology; New England Journal of Medicine; PlosBio; Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA; Science; The EMBO Journal; Theoretical and Applied Genetics.

Ключевые слова: abscisic acid; ACC oxidase; ACC synthase; aerenchyma; agrobacterium rhizogenes; agrobacterium tumefaciens; agrobacterium; alfalfa; ammonium; anther culture; anthocyanins; apoplast; arabidopsis; arbuscular mycorrhiza\*; auxin; bacterial blight; banana; barley; beta vulgaris; rachypodium distachyon; brassica; bread wheat; breeding; breeding value; C-4 photosynthesis; canola; capsicum annum; carrot; cassava; chickpea; chinese cabbage; chlorophyll a fluorescence; chloroplast DNA; citrus; coffea arabica; cold tolerance; common bean; conifer\*; cotton; cross-breeding; cucumis melo; cucumis sativus; cytokinins; cytoplasmic male sterility; daucus carota; defoliation; distillers grains; doubled; downy mildew; drought resistance; ectomycorrhizal; eucalyptus; flaxseed; forage; fructan; fruit development; fruit quality; fruit ripening; fusarium; fusarium graminearum; fusarium

head blight; garlic; genome; genotype x environment interaction; genotype; germplasm; gibberellins; glycine max; gossypium hirsutum; grain; grain filling; grain yield; grapevine; hairy root; haploid; hevea brasiliensis; high; hordeum vulgare; hypersensitive response; kiwifruit; leaf anatomy; leaf growth; leaf rust; legume; linseed; lolium perenne; lycopersicon esculentum; maize; male sterility; marker; medicago truncatula; methyl jasmonate; micropropagation; mycorrhiza\*; nicotiana tabacum; nitrogen fixation; orchid; oryza; oryza sativa; osmotic adjustment; osmotic potential; pea; peach; pectin; pepper; perennial ryegrass; phaseolus vulgaris; phenotyping; phloem transport; physcomitrella patens; phytic acid; phytotoxicity; picea abies; pinus; pinus pinaster; pinus taeda; pisum; plant breeding; plant defence; plant regeneration;

plant transformation; pollen development; pollen germination; pollen tube; potato; prunus persica; QTL\*; QTL analysis; QTL mapping; QTLs; quantitative trait loc\*; rapeseed; resveratrol; RFLP; rice; root elongation; root exudates; rubisco activase; rye; sap flow; seed; self-incompatibility; shoot regeneration; solanum lycopersicum; solanum tuberosum; somaclonal variation; somatic embryogenesis; sorghum; soybean; spinacia oleracea; stomatal conductance; strawberry; sucrose synthase; sugar beet; sugarcane; sunflower; suppression subtractive hybridization; tall fescue; thlaspi caerulescens; tomato; transgenic plant\*; transgenic rice; transgenic tobacco; tritic\*; triticum aestivum; vicia faba; vitis vinifera; water potential; water use efficiency; wheat; winter wheat; xylem sap; zea may\*.

## Литература

- de Rassenfosse, G., J. Kozak and F. Seliger (2019). Geocoding of worldwide patent data. [papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3425764](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3425764)
- Ester, M., H.-P. Kriegel, J. Sander and X. Xu (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96)*, Portland, Oregon, August 2–4, Menlo Park, CA: AAAI Press, 226–231.
- Graff, G. and I. Hamdan-Livramento (2019). The Global Innovation Network of Plant Biotechnology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 59*. Geneva: WIPO.
- Ikeuchi, K., K. Motohashi, R. Tamura and N. Tsukada (2017). Measuring Science Intensity of Industry using Linked Dataset of Science, Technology and Industry. *RIETI Discussion Paper Series*, 17-E-056. [www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html](http://www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html)
- Li, G.-C., R. Lai, A. D'Amour, D.M. Doolin, Y. Sun, V.I. Torvik, A.Z. Yu and L. Fleming (2014). Disambiguation and co-authorship networks of the U.S. patent inventor database (1975–2010). *Research Policy*, 43, 941–955.
- Migueluez, E., J. Raffo, C. Chacua, M. Coda-Zabetta, D. Yin, F. Lissoni and G. Tarasconi (2019). Tied In: The Global Network of Local Innovation. *WIPO Working Paper No. 58*, November. Geneva: WIPO.
- Moreira, A. and M.Y. Santos (2007). Concave hull: A k-nearest neighbours approach for the computation of the region occupied by a set of points. In *Proceedings of the Second International Conference on Computer Graphics Theory and Applications (GRAPP 2007)*, Barcelona, March 8–11. INSTICC Press. ISBN 978-972-8865-71-9, pp. 61–68.
- Morrison, G., M. Riccaboni and F. Pammolli (2017). Disambiguation of patent inventors and assignees using high-resolution geolocation data. *Scientific Data*, 4. doi. [org/10.1038/sdata.2017.64](https://doi.org/10.1038/sdata.2017.64)
- Yin, D. and K. Motohashi (2018). Inventor Name Disambiguation with Gradient Boosting Decision Tree and Inventor Mobility in China (1985–2016), *RIETI Discussion Paper Series*, 18-E-018.
- Zehtabchi, M. (2019). Measuring Innovation in the Autonomous Vehicle Technology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 60*. Geneva: WIPO.

## Сокращения

ADAS	современные системы содействия водителю	ЕС	Европейский союз
ACB	автоматизированные системы вождения	ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
AHS	автоматизированные системы управления движением на автомагистралях	FCA	Fiat Chrysler Automobiles
ИИ	искусственный интеллект	FDA	Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов
АТС	автономное транспортное средство	ПИИ	прямые иностранные инвестиции
BIO	Организация биотехнологических инноваций	ВВП	валовой внутренний продукт
БТ	Bacillus thuringiensis	ГОИ	глобальный очаг инноваций
CAAS	Китайская академия сельскохозяйственных наук	ГИС	глобальная инновационная сеть
КБР	Конвенция о биологическом разнообразии	ГУО	генетически усовершенствованный организм
ЦЕРН	Европейская организация по ядерным исследованиям	GM	General Motors
CGIAR	Консультативная группа по международным сельскохозяйственным исследованиям	ГМО	генетически модифицированный организм
CIMMYT	Международный центр селекции пшеницы и кукурузы	IARC	международный центр сельскохозяйственных исследований
CIP	Международный центр картофеля	ИКТ	информационно-коммуникационные технологии
CMU	Университет Карнеги — Меллона	ИС	интеллектуальная собственность
CNRS	Национальный совет по научным исследованиям	МПК	Международная патентная классификация
Комиссия СПК	Европейская комиссия Совместная патентная классификация	IRRI	Международный научно-исследовательский институт риса
CRISPR-Cas9	короткие палиндромные кластерные повторы — связанный с CRISPR белок Cas9	ИТ	информационные технологии
CSAIL	Лаборатория компьютерных наук и искусственного интеллекта MIT	Maas	мобильность как услуга
СТО	технический директор	MAUP	проблема изменяющейся пространственной единицы
C-V2X	система обмена данными между автомобилями и другими объектами в сотовых сетях	MIT	Массачусетский технологический институт
DARPA	Управление перспективных исследовательских проектов	THK	транснациональная компания
ДНК	дезоксирибонуклеиновая кислота	NARS	национальные системы сельскохозяйственных исследований
ЕСJ	Европейский суд	NOAA	Национальное управление океанических и атмосферных исследований
EMBRAPA	Бразильская корпорация сельскохозяйственных исследований	ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
EPA	Агентство по охране окружающей среды США	OEM	изготовитель комплектного оборудования
		PCT	Договор о патентной кооперации
		НИОКР	научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
		рДНК	рекомбинантная ДНК
		SCIE	Расширенный индекс научного цитирования

СНК	специализированный нишевой кластер	V2I	система обмена данными между автомобилями и объектами инфраструктуры
TRI	Исследовательский институт Тойота	V2V	система обмена данными между автомобилями
США	Соединенные Штаты Америки	WatCAR	Центр автомобильных исследований Уотерлу
ООН	Организация Объединенных Наций	ВОИС	Всемирная организация интеллектуальной собственности
УПОВ	Международный союз по охране новых сортов растений	ВТО	Всемирная торговая организация
USDA	Министерство сельского хозяйства США		
ВПТЗ США	Ведомство США по патентам и товарным знакам		







Всемирная организация  
интеллектуальной собственности  
34, chemin des Colombettes  
P.O. Box 18  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Телефон: +41 22 338 91 11  
Факс: +41 22 733 54 28

Контактные данные внешних бюро WIPO  
приводятся на сайте  
[www.wipo.int/about-wipo/ru/offices](http://www.wipo.int/about-wipo/ru/offices)

Публикация WIPO № 944R/19  
ISBN 978-92-805-3100-8