

# БРАЗИЛЬСКАЯ ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА В СФЕРЕ

# БИОТЕХНОЛОГИЙ



В. Жудисе, К. Ведовелло

В результате научно-технологического развития последних 30 лет и прорыва в области биотехнологий возникла новая наукоемкая индустрия, связанная со знаниями и технологиями междисциплинарных наук о жизни. Она охватывает разнообразные сектора, продукты, процессы и услуги, проникая в такие отрасли экономики, как здравоохранение, сельское хозяйство, пищевая промышленность, охрана окружающей среды, новые материалы и источники энергии. Индустрия биотехнологий далека от организационной завершенности, так как ее возможности с точки зрения практического применения и бизнес-процессов пока не используются в полной мере. Тем не менее, ей удалось в международном масштабе мобилизовать частные и государственные инвестиции в создание научных знаний и технологий, их распространение и применение.

Индустрия биотехнологий играет важную роль в экономике знаний Бразилии. Страна отличается богатым биоразнообразием, и последние десять лет были отмечены стремительной концентрацией ресурсов и талантов в сфере биотехнологических разработок, инновационной и предпринимательской активности.

Итогом процессов информатизации в Бразилии стало формирование современных организационных

структур и технологий, обеспечивающих взаимосвязи между организациями и другими субъектами отрасли, сетями обмена знаниями и научными центрами. Яркими примерами такого развития являются возросший объем полученных знаний и успех сетевых национальных проектов в геномике и протеомике.

С течением времени в стране были созданы значительный потенциал человеческих ресурсов, исследовательская и образовательная инфраструктуры. Несмотря на сохраняющуюся неопределенность государственной политики, неустойчивость нормативного регулирования, относительно неблагоприятный деловой климат, в отрасли растет число малых и средних предприятий, работают иностранные и национальные фармацевтические компании. Сегодня на первый план выходят задачи создания необходимых условий для инновационной деятельности, устойчивого роста и повышения конкурентоспособности биотехнологического сектора. Успешное решение этих задач зависит от эффективности стратегий отрасли, государства, университетов, научно-исследовательских центров, регулирующих и финансовых структур.

В 2001 году при поддержке Министерства науки и технологий Бразилии было проведено исследование

современного состояния отрасли – BIOMINAS [1]. Согласно полученным данным, в стране успешно действовали 304 биотехнологические компании, из них 81% концентрировались в трех штатах: 129 компаний (42%) – в Сан-Паулу, 89 (29%) – в Минас-Жерайс и 28 (9%) – в Рио-де-Жанейро.

Результаты исследований 2004 года показали, что в штате Минас-Жерайс число биотехнологических компаний составило 75. Сокращение числа компаний было вызвано тремя факторами, характерными не только для Бразилии, но для биотехнологической отрасли в целом: методологической коррекцией классификации отрасли, прекращением деятельности ряда компаний в результате слияний и поглощений, а также банкротством отдельных предприятий.

Исследование BIOMINAS [1] отличалось масштабом и охватывало различные аспекты бразильской отрасли биотехнологий: кадры, инфраструктуру, предпринимательскую активность, внутригосударственное и международное сотрудничество, коммерциализацию, анализ субъектов и сетевых взаимосвязей, экспертный анализ тенденций технологического развития, научных достижений и биологического разнообразия страны. Тем не менее, до сих пор не было ни одного комплексного исследования инновационной системы Бразилии в области биотехнологий, что и определило цели настоящего исследования.

### Цели и задачи исследования

Как развиваются процессы создания и распространения новых знаний в области биотехнологий в Бразилии? Какие субъекты играют основную роль в этой сфере? Как организованы потоки знаний, процессы интерактивного обучения, предпринимательская и инновационная деятельность в стране? Какие инструменты политики и государственные программы направлены на поддержку инноваций в области биотехнологий? Эти вопросы легли в основу нового исследования.

Главная цель проекта – формирование теоретических и эмпирических основ для анализа развития биотехнологий в Бразилии в рамках концепции инновационной системы. В этом смысле она выступает в данном исследовании, с одной стороны, как выявление специфики процессов создания и распространения знаний в сфере биотехнологий, а, с другой, как инструмент политики.

Для достижения основной цели необходимо было решить три задачи:

- исследовать биотехнологическую инновационную систему Бразилии и ее ключевые элементы;
- определить регионы с наибольшей концентрацией биотехнологической деятельности в Бразилии (критические географические зоны);
- предложить общую базу для сопоставлений с другими странами.

В этой статье мы знакомим читателей с результатами решения первой из трех перечисленных задач, так как именно компоненты биотехнологической инновационной системы оказали существенное влияние на развитие отрасли в тех штатах Бразилии, где проводились исследования.

### Терминология и рамки исследования

*Биотехнология* – это широкое и комплексное понятие, включающее в себя набор технологий, общим для которых является использование клеток и молекул живых организмов в процессе производства товаров или услуг, связанных с такими областями, как биология, химия, медицина, сельское хозяйство, информатика (биоинформатика) и другие. Биоиндустрия имеет различные приложения в таких жизненно важных сферах, как здравоохранение, сельское хозяйство и пищевая промышленность, охрана окружающей среды, производство новых материалов, создание новых источников энергии. В основе получаемого продукта лежат научные знания, обусловившие создание жесткой системы регулирования прав интеллектуальной собственности.

Рамки проекта были заданы его тематическим охватом, временными ограничениями и поставленными целями. В соответствии с задачами исследования инновационной системы в сфере биотехнологий Бразилии были определены основные ее элементы для анализа:

- знания и технологии (процессы получения и распространения);
- субъекты и сети (действия государства и бизнеса, организационные структуры);
- институциональные аспекты (политика развития).

Эксперты сосредоточились на изучении перечисленных компонентов инновационных систем в трех штатах Бразилии, которые отличаются наиболее интенсивным развитием сферы биотехнологий, особенно в плане получения и распространения знания и технологий, промышленного производства, уровня организации:

а) штат Сан-Паулу, где особое внимание уделяется развитию организационных моделей создания знаний и технологий, исследовательских сетей разработок в области геномики и протеомики, биоразнообразия, а также институционализации инновационных центров, специализирующихся на биотехнологиях (Центр Антонио Пруденте по исследованию и лечению раковых заболеваний, Центр молекулярной и структурной биотехнологии, Центр исследований генома человека, Центр клеточной терапии и Центр прикладной токсикологии);

б) штат Минас-Жерайс – пионер индустрии биотехнологий и развития предпринимательства в этой области в Бразилии, что было ознаменовано возникновением первой в стране биотехнологической компании *Viobrás* (1976–2003 годы). Позднее этот опыт был воспроизведен при формировании биотехнологического бизнес-кластера на базе локальных производственных структур;

в) штат Рио-де-Жанейро, где на базе университета проводятся исследовательские работы, развивается предпринимательство в сфере биотехнологий. Штат известен давними традициями научных исследований и технологических разработок в государственном здравоохранении, которые проводятся при поддержке основанного в 1900 году Фонда Освальдо Круза (*Oswaldo Cruz Foundation, Fiocruz*), а также достижениями в эпидемиологии и иммунологии. Кроме университета

Рио-де-Жанейро и Fiocruz, большой вклад в развитие биотехнологий штата вносит технологический парк Био-Рио (Bio-Rio technology park).

В целях изучения бразильской инновационной системы в сфере биотехнологий было собрано большое количество самой разной информации. Исследование базируется на данных, описанных в литературе, результатах опросов, проведенных в 50 бразильских компаниях в 2001 году и 48 – в 2004 году, интервью с руководителями различных уровней (2005–2006 годы), учеными, политиками и представителями некоммерческих организаций (конец 2006 – начало 2007 годов).

## Теоретическая база анализа инновационной системы в сфере биотехнологий

### Изучение инновационных систем

Подход к изучению инновационных систем был впервые предложен в Европе и США в 1980-х годах. Среди пионерных исследований, в которых инновационные системы рассматривались в качестве аналитического инструмента, – работы таких авторов, как К. Фримэн [2, 3], Б. Лундваль [4] и Р. Нельсон [5]. Возникновение и эволюция концептуального подхода к анализу инновационных систем подробно описаны в последнем исследовании Б. Лундвала [6].

Известны несколько подходов к изучению инновационных систем: государственный, региональный, локальный, технологический, отраслевой. Все они широко применяются для установления и интерпретации взаимодействий между акторами и институтами, участвующими в процессе создания и использования нового знания и технологий.

Отраслевой подход к изучению инновационных систем предполагает выход за рамки географических границ [7]. В этом случае объектом исследования выступают взаимозависимые организации, функционирующие на одном продуктовом рынке, но охватывающие различные страны и регионы. При рассмотрении инновационных систем с точки зрения технологического подхода в центре внимания оказывается комплекс компетенций, лежащих в основе инноваций, независимо от отрасли [8]. И, наконец, региональный подход сфокусирован на исследованиях всего многообразия проявлений инновационной деятельности в пределах одного отдельно взятого государства или региона [9].

Инновационная система в сфере биотехнологий рассматривается с точки зрения всех вышеперечисленных подходов. Модель исследования инновационных систем в сфере биотехнологий Бразилии изначально базируется на сочетании технологического и отраслевого подходов, получивших свое развитие в статьях Б. Карлссона [8] и Ф. Малерба [7], и демонстрирует всю сложность такого анализа. Столь незрелая и гетерогенная система, как сфера биотехнологий, не может быть представлена в стиле, характерном для классических исследований зрелых однородных технологических систем. Вряд ли возможна и ее прямая интеграция в отраслевые прогнозы, поскольку коммерческие пред-

ложения продуктовых и процессных инноваций в этой сфере затрагивают самые разные отрасли экономики.

### Технологический подход

В конце 1980-х годов шведскими исследователями была разработана модель изучения инновационных систем с технологических позиций [10]. Под *технологической системой* понималась «сеть субъектов, взаимодействующих в экономике/производстве в рамках определенной институциональной инфраструктуры с целью создания, распространения и использования технологий» [10, р. 94]. В сущности, этот термин определяется скорее через «потоки знаний и технологий, а не с точки зрения материальных затрат и выпуска» [11, р. 1].

Технологическая динамика зависит от условий хозяйствования, уровня компетенций, кластеризации ресурсов, а также от взаимодействия агентов, организационных и институциональных факторов. В результате ускорения технологических изменений, наблюдаемого в настоящее время, происходит постоянное обновление технологических систем, которые «не пребывают в статическом состоянии, а постоянно сменяют друг друга» [11, р. 2].

При описании технологических инновационных систем Б. Карлссон и его коллеги [8] выделили три методологические проблемы, непосредственно связанные с процессом изучения биотехнологий:

- определение уровня анализа;
- установление границ системы (идентификация субъектов, сетей и институтов);
- изучение функционирования системы.

В качестве уровней анализа были предложены три. На первом из них – уровне знаний и технологий – определяются субъекты, обладающие компетенциями в соответствующей технологической области независимо от сферы приложения (или производства). Второй уровень – производственный, где субъектами выступают все акторы в исследуемой отрасли. Уровень продуктов и технологий, связанных функциональным единством («блок компетенций») [8, pp. 238, 239], охватывает субъектов системы различных отраслей экономики.

Чтобы разрешить вторую методологическую проблему – установление границ системы, – надо ответить на целый ряд вопросов. Например, что такое технология? Где границы исследуемой области знаний?

Границы систем меняются по мере эволюции технологий. Как учитывать такую динамику? Ведь при появлении новых технологий возникает необходимость их включения в систему.

Как узнать, принадлежит ли тот или иной субъект к исследуемой системе? Как выявить всех ее субъектов? Их идентификация затруднена в связи с использованием таких многоаспектных понятий, как «технологии» и «блоки компетенций». Возможен учет субъектов, оформившихся вокруг определенных патентов в виде целых классов компаний, однако такой метод применим не всегда. Альтернативой здесь может стать использование метода «снежного кома».

Б. Карлссон и Р. Станкевич [11, р. 3] подчеркивают сложность исследования динамики биоиндустрии в

терминах традиционных концепций «порождающих технологий», отраслей промышленности, секторов экономики. Они определяют биоиндустрию как чрезвычайно неоднородную область, охватывающую «все сектора, которые находятся в функциональной зависимости от создания и обработки биологических систем и материалов либо манипулирования ими. Сюда относятся здравоохранение и медицинские услуги, сельскохозяйственные, пищевые и экологические технологии, биоматериалы, крупные сектора химической технологии, часть энергетики и другие. Ранее эти области существовали независимо друг от друга в экономическом и технологическом плане... Современная ситуация отличается небывалым уровнем технологической конвергенции как внутри этих еще недавно самостоятельных систем, так и между ними».

В отличие от изучавшихся ранее технологических систем «как сформировавшихся и четко определенных отраслей промышленности в отдельных странах» (как, например, в случае с автоматизацией производства), биотехнологии представляют собой совершенно иной тип технологической системы. Это – основанная на достижениях науки технологическая инновационная система, сформировавшаяся (но еще не сложившаяся окончательно) как совокупность некоторых развивающихся гетерогенных секторов. К тому же, современные высокотехнологичные системы являются скорее международными, чем национальными, поэтому их следует анализировать именно с этих позиций [11, р. 3].

Концепция технологических инновационных систем применительно к биотехнологиям демонстрирует модели и направления инновационной активности. Границы и наполнение инновационной системы носят изменчивый, смешанный и междисциплинарный характер с точки зрения знаний, технологий и географии. Биотехнологические системы отличаются высокой степенью как регионализации (в отношении научных исследований и первичного использования их результатов), так и глобализации (в плане развития, распространения и маркетинга) [12].

Измерить результативность функционирования технологической системы достаточно трудно, поскольку входящие в нее субъекты разнородны: компании, организации, государственные структуры, венчурные фонды и т.д. Поэтому анализ всей системы в целом предполагает учет возникающих в ней взаимодействий. Поскольку рассматриваемые системы до сих пор не приобрели окончательную форму, то возникают серьезные проблемы измеримости результирующих показателей в условиях столь динамичного развития.

### Отраслевой подход

Отраслевой подход к изучению инновационных систем был впервые описан С. Бреша и Ф. Малерба [13] и получил дальнейшее развитие в работах последнего [7, 14]. Под отраслью он понимает «совокупность видов хозяйственной деятельности, объединенных по признакам производимого продукта, характера компаний, возникающего спроса и использующих общие базовые знания... Отраслевая система инноваций (и производства) состоит из агентов, вовлеченных в ры-

ночные и нерыночные взаимодействия в целях создания, производства и продажи продукта и характеризуется используемыми базой знаний, технологиями, ресурсами, а также существующим и потенциальным спросом. В роли агентов выступают физические лица и организации, находящиеся на различных уровнях агрегирования и отличающиеся спецификой процессов обучения, компетенций, организационной структуры, ожиданий, целей и поведения. Их взаимодействие происходит в ходе коммуникации, обмена, сотрудничества, конкуренции и управления: оно формируется соответствующими институтами» [14, pp. 9, 10].

Отраслевые инновационные системы имеют три составляющих: знания и технологии, субъекты и сети, институты. Именно такой подход Ф. Малерба применяет для анализа биотехнологий (наряду с другими отраслями, включая химическое производство, сектор телекоммуникаций, производство программного обеспечения, приборостроение). При этом он отмечает возможность достичь в этих рамках лучшего понимания структуры и границ отрасли; состава агентов и их взаимодействия; процессов обучения, инновационной деятельности и производства; трансформации факторов на основе различий в результативности деятельности работающих в ней компаний.

В силу «пересечения» отраслевой специализации и локального агломерирования при использовании отраслевого подхода важен учет географических границ: «...отраслевые системы чрезвычайно локализованы и зачастую определяют специализацию всего рассматриваемого региона» [7, р. 260]. В основе рассмотрения отраслевых систем лежит территориальный фактор, в то время как для технологических систем он не является определяющим.

Знания играют центральную роль в инновационном процессе: «вместе с технологиями они выдвигают на первый план вопрос об определении границ отраслевых систем, которые, как правило, подвижны и меняются во времени... Литература по эволюционной экономике полагает, что отраслевые и технологические системы существенно различаются в зависимости от лежащих в их основе знаний и связанных с инновациями процессов обучения» [15, р. 11]. Знания дифференцируются по секторам, в одних случаях они касаются конкретных технологий, образующих базу инновационной деятельности внутри отрасли, в других – связаны со сферой приложения, потребителями и спросом на соответствующие продукты.

Развитие экономики, основанной на знаниях, ведет к изменению существующих отраслевых границ, оказывает влияние на характер отношений между акторами, придает новые очертания инновационным процессам и модифицирует межотраслевые связи, а процесс накопления и распространения знаний приобретает скачкообразный характер. В некоторых отраслях источником технологического развития являются научные прорывы в университетах, в других – инновационные возможности определяются результатами собственных научных исследований и разработок, уровнем технической оснащенности. Необходимо отметить и решающую роль внешних источников знаний, како-

выми выступают поставщики либо потребители. При существующей значительной потребности в интеграции отрасль может быть сконцентрирована вокруг уже существующих крупных фирм и собственно сформирована ими. Используемая база знаний отражается на типах процессов обучения и на соответствующем потенциале компаний, необходимых для обеспечения конкурентоспособности и осуществления инновационной деятельности.

Биотехнологии представляют собой совокупность наукоемких технологий, которые являются одновременно результатом научно-технологической деятельности и продуктом (услугой), создаваемым в производстве. Тем самым определяется специфика биотехнологических инновационных систем, которые могут рассматриваться и в технологическом, и в отраслевом аспектах. Другими словами, определенные части биотехнологической инновационной системы лучше вписываются в рамки технологических систем, другие более подходят к отраслевым. Подобный парадокс находит отражение в трудностях, с которыми приходится сталкиваться при установлении границ рассматриваемых типов систем, и границы эти весьма размыты.

Если рассматривать область биотехнологий как технологии или «блоки компетенций», то субъекты ее неоднородны, а для научной базы характерны одновременно связанность, междисциплинарность, фрагментарность, комплексность, виртуальность, повсеместность. Основными игроками здесь являются ученые из университетов, государственных и частных исследовательских лабораторий. Различные виды производственной деятельности по созданию продуктов объединяются в сектора, которые, в свою очередь, имеют определенную территориальную локализацию. Исторически сложилось, что структура отрасли отличается географической концентрацией и кластеризацией, а в качестве основных акторов выступают фирмы.

#### Национальный и региональный подходы

Национальный и региональный подходы к изучению биотехнологических инновационных систем широко представлены в литературе. В основном они рассматривают определенные, свойственные тем или иным странам специфические факторы, влияющие на развитие отрасли и ее успехи.

Эмпирические исследования инновационной системы в сфере биотехнологий проводились как в национальном, так и в международном масштабе. Так, анализ инновационных систем в сфере биотехнологий четырех стран – США, Великобритании, Японии и Германии [16] – был нацелен на изучение характерных для каждой из них факторов развития этой индустрии. Была предложена концептуальная модель, в основе которой лежит рассмотрение 11 критических факторов, влияющих на запасы и потоки научного знания. Эти факторы были подразделены на две группы. Одну из них составляют восемь факторов, связанных со спецификой изучаемой страны и ее институциональной среды:

- традиции научного образования;
- система финансирования фундаментальных исследований;

- контакты с зарубежными научными организациями;
- степень коммерческой ориентации научного сообщества;
- мобильность рабочей силы;
- система венчурного капитала;
- национальная технологическая политика;
- освоение новых технологий в соответствующих отраслях.

Во вторую группу вошли факторы, отражающие особенности организации научных исследований и разработок в компаниях:

- сотрудничество с научными организациями;
- межфирменная кооперация в области научных исследований и разработок;
- использование зарубежных технологий.

Данная модель была использована для исследования биотехнологических инновационных систем в Сингапуре и Бразилии. Полученные эмпирическим путем данные показали, что в Бразилии к числу ключевых факторов, определяющих научный потенциал в этой сфере, относятся национальные традиции подготовки научных кадров и контакты с зарубежными исследовательскими центрами. При этом особо отмечается слабая вовлеченность научного сообщества в коммерческую деятельность [17].

В исследовании [12], посвященном биотехнологиям в Германии, число рассматриваемых факторов сокращено до пяти:

- регулирование;
- финансовая система;
- государственная политика в области технологий и инноваций;
- научная и образовательная системы;
- корпоративная активность.

В ходе эмпирического исследования биотехнологических систем в странах ЕС (Австрия, Франция, Германия, Греция, Ирландия, Нидерланды, Испания и Великобритания) [18] проводился анализ факторов, влияющих на инновации в сфере биотехнологий (в частности, в производстве фармацевтических препаратов, оборудования, сбыте), а также на возможности использования их в коммерческих целях. При этом рассматривались четыре группы таких факторов на уровне каждой страны:

- знания и навыки (образование и подготовка кадров, академические исследования и их финансирование, защита прав интеллектуальной собственности);
- спрос и социальная приемлемость, общественное регулирование;
- поставщики в отрасли (крупные и малые фирмы, предприятия розничной торговли и пищевой промышленности);
- финансы и промышленное развитие (агентства по промышленному развитию, фондовый рынок и частное финансирование).

Новаторским можно назвать исследование [9, р. 476], в котором с региональных позиций анализируются «способы взаимодействия различных секторов и даже кластеров как на уровне системы регионального

управления и инфраструктуры поддержки инноваций, так и на национальном и глобальном уровнях».

Согласно работе [19, р. 343], региональная инновационная система – это «географическая концентрация взаимодействующих организаций (инновационных фирм, исследовательских университетов, государственных лабораторий и венчурных фондов) с целью создания определенных технологий».

Причины региональной концентрации биотехнологических фирм разнообразны, и служат предметом непрекращающихся дискуссий.

### Основы анализа инновационных систем сферы биотехнологий

Итак, как показывает обзор литературы, в основе изучения инновационных систем в сфере биотехнологий лежит анализ трех ключевых компонентов: знаний и технологий, акторов и сетей, институциональных аспектов. Кроме того, потоки знаний и сети интегрируют всю систему в качестве механизма координации (рис.1).

#### Знания и технологии

Биотехнологии – одна из наиболее наукоемких форм деятельности в современной экономике. Основные достижения в этой области оказывают значительное влияние на экономику стран и регионов. Благодаря широкому распространению и использованию биотехнологических продуктов и процессов по своему потенциалу роста они стоят в одном ряду с информационными и нанотехнологиями, а также другими прикладными науками. В долгосрочной перспективе биотехнологии могут стать основой для создания новой технико-экономической парадигмы [20] в качестве технологий общего назначения, как это произошло в 1990-х годах с информационно-коммуникационными технологиями.

Сама природа биотехнологической отрасли, базирующейся на интенсивном использовании знаний, и связанный с этим спрос на результаты фундаментальных

исследований обуславливают непрерывность процессов подготовки кадров и финансирования научных исследований и технологических разработок. В то же время последовательная интеграция научного знания в коммерциализацию (инновации) и производство способствует взаимодействию компаний, образованию альянсов и сетей в целях реализации продуктов и услуг.

При анализе знаний и технологий выделяют следующие элементы:

- использование достижений фундаментальной науки: распространение знаний, обучение, подготовка кадров;
- уровень интеграции гетерогенного знания;
- исследование рынка биотехнологий – реального и потенциального (социальная приемлемость, регуляторные эффекты).

На рис. 2 и 3 представлен синтез элементов технологической и отраслевой инновационных систем в сфере биотехнологий.

#### Акторы и сети

Организационные структуры биотехнологической отрасли, как правило, формируются в локализованных агломерированных зонах и существуют в среде с открытой архитектурой взаимоотношений, взаимодействий и сетей. Такая модель кристаллизуется в кластерах и различных кооперационных соглашениях и альянсах, охватывающих пять ведущих игроков: университеты, предприятия фармацевтической промышленности, биотехнологические компании, государство (политика, регулирование), финансовые структуры (венчурный капитал, государственное и частное финансирование исследований и разработок).

Эффективность инновационной системы зависит от того, насколько хорошо налажена взаимосвязь между ее субъектами. Они функционируют в различных секторах экономики, где в той или иной степени присутствуют определенные виды деятельности в сфере биотехнологий (рис. 3).

Развитие отрасли биотехнологий в США и Европе (при всей их специфике) прогрессировало в рамках указанной композиции акторов и институциональных

Рис. 1. Основные компоненты анализа инновационной системы в сфере биотехнологий

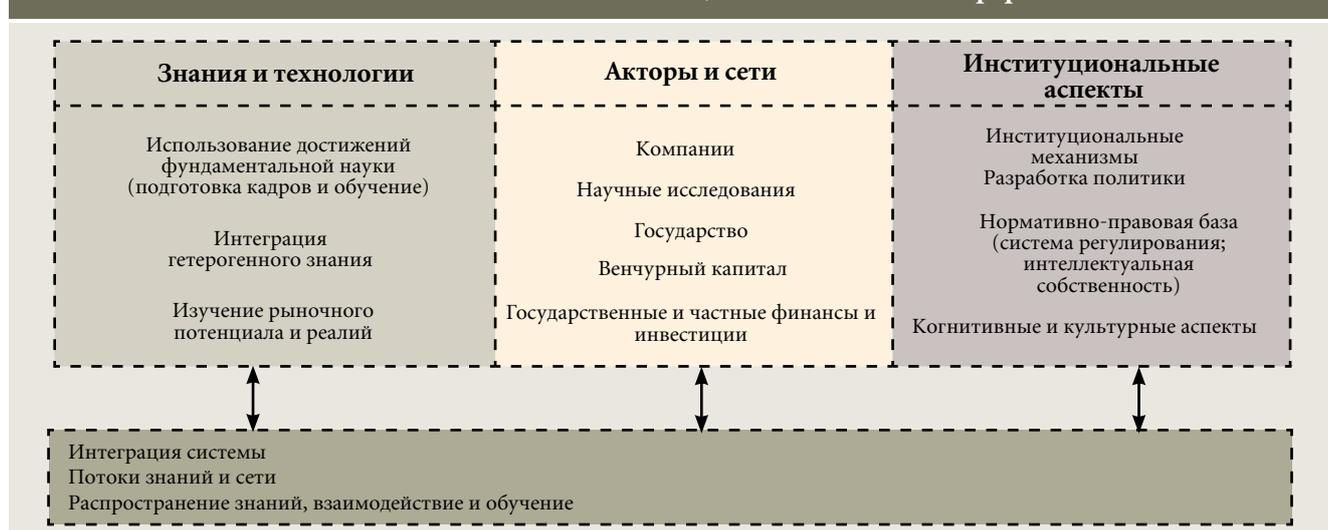


Рис. 2. Технологическая инновационная система



структур, отвечавших задачам создания, производства и инноваций биоиндустрии. Функция университетов заключается в проведении исследований, обучении и подготовке кадров. Специализированные малые и средние биотехнологические компании возникают как стартовые или спин-офф эффекты университетских исследований либо развития материнских компаний. Крупные компании, связанные с фармацевтикой или науками о жизни, осуществляют аутсорсинг знаний через университеты или малые и средние предприятия, интегрируя тем самым знания и технологии. Венчурные капиталисты дифференцируются по видам инвестиций (бизнес-ангелы, «посевные», промежуточные, паевые), что соответствует различным фазам жизненного цикла отрасли. С учетом социальной приемлемости, поддержки и спроса общества на продукты и услуги биотехнологического сектора правительство определяет государственную политику и разрабатывает программы, обеспечивающие продвижение, защиту, финансирование, координацию механизмов регулирования и правовую базу.

Комплементарность отношений, взаимодействие и идентичность интересов, когнитивные и культурные аспекты относятся к интегрирующим элементам биотехнологической инновационной системы. Промышленная структура отрасли развивалась на основе взаимодействия, взаимного спроса и обратных связей между вышеуказанными группами [21]. Несмотря на эти сложившиеся организационные принципы, модель биотехнологического бизнеса (особенно в его фармацевтическом сегменте) подвергается вызовам с позиций ее результативности, в частности в США, где она демонстрирует наибольший успех [22].

В рамках биотехнологической инновационной системы предприятия малого и среднего бизнеса в последнее десятилетие стали центральными элементами структурных изменений в отрасли [23]. В этих компаниях часто наблюдаются нехватка управленческих компетенций (поскольку в большинстве случаев их возглавляют ученые), трудности с финансированием проектов, коммерциализацией и маркетингом продуктов, а также с «встраиванием» в сложные регуляторные процессы и процедуры защиты прав интеллектуаль-

ной собственности. Малые и средние предприятия сектора биотехнологий являются естественными кандидатами для вхождения в такие организационные структуры, как инкубаторы, технопарки, агломераты и промышленные кластеры, локальные производственные альянсы. В этих условиях компании могут объединять свои комплементарные навыки, получать доступ к ресурсам, добывать информацию и обмениваться ею, взаимодействуя путем использования социального капитала, исследовательской кооперации и партнерства в новых проектах.

У крупных фармацевтических, химических и медико-биологических компаний, в свою очередь, существуют традиционно развитые связи с университетами, благодаря чему осуществляются получение и передача знаний. С появлением малых и средних предприятий в сфере биотехнологий крупные компании получили доступ к знаниям за счет партнерства в области научных исследований и разработок, передачи технологий, закупки лицензий, создания совместных предприятий либо приобретения других компаний.

Венчурный капитал – еще один важный фактор развития сектора. Венчурные предприятия появились в США в конце 1950-х годов как малые инвестиционные компании, став основой для создания первых венчурных фондов, в частности специализировавшихся на инвестициях в высокие технологии. Их значимость для биотехнологического сектора обусловлена потребностью в долгосрочном финансировании (в отличие от обычных коммерческих инвестиций). Вместе с тем для венчурных капиталистов важна та роль, которую они играют в предоставлении неискушенному малому и среднему бизнесу компетенций в сфере управления и стратегического планирования.

В литературе описаны несколько вариантов анализа внутренних и внешних организационных связей индустрии биотехнологий. Взаимозависимость, а часто и пересечение предлагаемых концепций являются следствием подвижности и «открытой архитектуры» рассматриваемой отрасли [24]. В различных институциональных условиях взаимосвязи субъектов в целях получения знания реализуются многими способами, которые подразделяются на три группы:

Рис. 3. Отраслевая инновационная система



- промышленное агломерирование, формирование кластеров (среда, способствующая распространению знаний и развитию социального капитала);
- сетевые отношения и сотрудничество;
- альянсы малого и среднего биотехнологического бизнеса с фармацевтическими и медико-биологическими компаниями.

Международный опыт свидетельствует, что агломерации и кластеры как формы организации отношений между субъектами обеспечивают благоприятную среду для реализации государственной политики, сотрудничества и формирования сетей. Более того, такие структуры в большей степени благоприятствуют предпринимательской и образовательной активности, инициативам по развитию компетенций и иным видам политики развития.

**Институциональные аспекты**

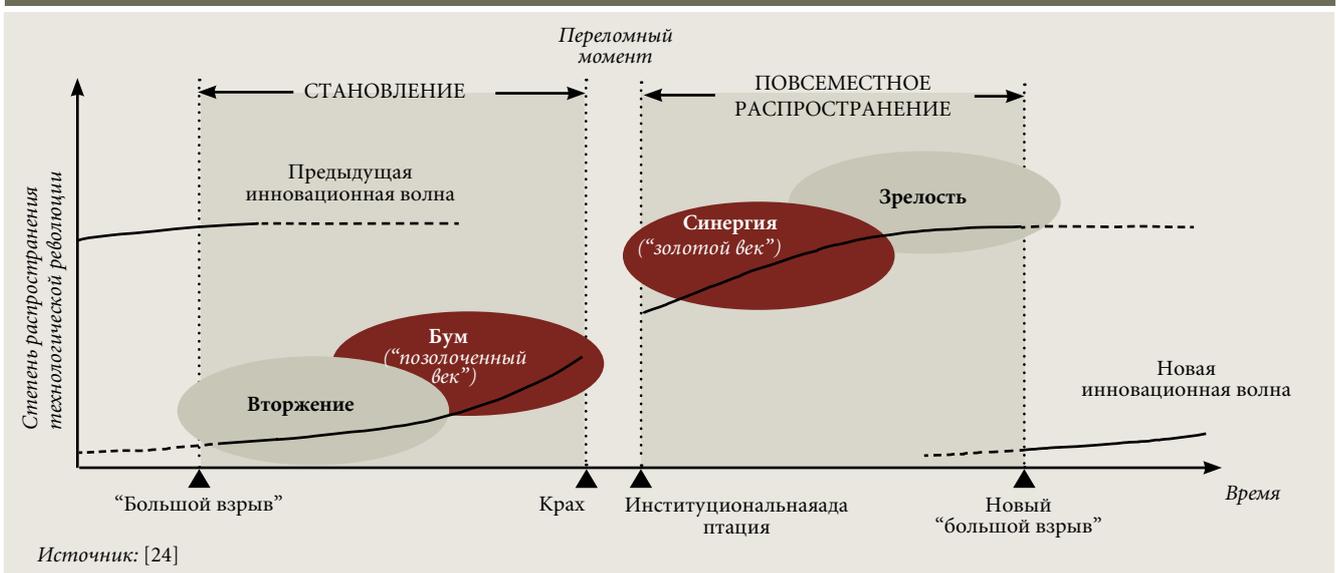
Институциональные аспекты охватывают широкий круг вопросов управления и нормативного регулирования, в частности, в отношении интеллектуальной собственности, а также общей культуры в сфере биотехнологий. Настоящее исследование затрагивает лишь инновационную политику.

В работе [25], посвященной международной политике в области биотехнологий, были рассмотрены семь кейсов – США, Великобритании, Германии, Канады, Израиля, Сингапура и Испании, – что позволило сделать вывод о существовании двух базовых моделей такой политики.

Первая модель (рис. 4) предполагает обязательное формирование организационной структуры и характерна для США, Великобритании, Канады, Израиля и Сингапура. Она четко сфокусирована на механизмах циклической технологической динамики, делая ставку на возможность перехода через критическую точку в развитии биотехнологий от стадии становления («вторжение» и «бум») к повсеместному распространению (синергия и зрелость).

Переломным моментом в развитии биотехнологий может стать перевод достижений геномики, протеомики, фармакогеномики и других дисциплин в фазу коммерческого применения в индивидуализированной медицине. Страны, где принята первая модель политики, приобретают стратегические, активные позиции в структурировании отрасли биотехнологий. Соответствующая первой модели государственная политика начала складываться в 1980–1990-е годы и получила заметное развитие в начале нового века. В ежегодных

Рис. 4. Стадии развития технологий: повторяющиеся фазы



Источник: [24]

американских обзорах [26] представлен прогресс, достигнутый в США: все штаты от Аляски до Техаса, от Арканзаса до Гавайев, Мичигана, Вашингтона и Калифорнии располагают соответствующими ресурсами и механизмами развития биотехнологий, а политика налоговых вычетов создает благоприятный климат для инвестиций и роста.

Вторая модель предполагает свободную структурную организацию биоиндустрии (организация со слабой связью). Для нее характерен низкий уровень стимулирования и малая доступность организованной информации и знаний. Из семи изученных стран только Испания придерживается данной модели. Причина – отсутствие четких разграничений между политикой в области биотехнологии и проводимой научно-технической и инновационной политикой.

Бразилия пересматривает свою систему регуляторов и правовую базу, что связано с потребностями развивающейся сферы биотехнологий. Например, в 1996 году был принят закон о патентах, совместимый с подписанным Бразилией соглашением ВТО по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности

(TRIPS). В стране с 1976 года действуют законы о регулировании рынка лекарств. К тому же в 1999 году было создано Национальное агентство по санитарному контролю (ANVISA), в цели которого входит контроль за лекарственными препаратами и медицинским оборудованием. Первый закон о биологической безопасности был ратифицирован в 1995 году и предполагал регулирование создания генетически модифицированных организмов. Однако он затрагивал не только вопросы биологической безопасности окружающей среды, но и более широкие аспекты, включая применение биотехнологий в здравоохранении. Так, был введен запрет на генетические манипуляции с зародышевыми клетками и любые действия с эмбрионами, что привело к жесткому ограничению биотехнологических исследований в области медицины. Министерство охраны окружающей среды Бразилии пересматривает законодательную базу в целях ослабления ограничений в сфере доступа к биоресурсам в интересах исследований по вопросам биоразнообразия. ■

*Продолжение в следующем номере журнала.*

1. BIOMINAS. Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia. Estudo preparado para o Ministério de Ciência e Tecnologia, MCT. Relatório final de pesquisa, dezembro 2001. [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/438.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/438.pdf).
2. Freeman C. Technology policy and economic performance: lessons from Japan. London: Francis Pinter, 1987.
3. Freeman C. The «National System of Innovation» in historical perspective. Cambridge Journal of Economics, v.19, №1, Special Issue on Technology and Innovation, 1995, pp. 5-25.
4. Lundvall B.A. (Ed.). National system of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning. Pinter: London, 1992.
5. Nelson R.R. (Ed.). National innovation systems. A comparative analysis. Oxford University Press, New York, 1993.
6. Lundvall B.A. National innovation systems – analytical concept and development tool. Industry and Innovation, v.14, № 1, February 2007, pp. 95-119.
7. Malerba F. Sectoral systems of innovation and production. Research Policy, v.31, № 2, 2002, pp. 247- 264.
8. Carlsson B., Jacobsson S., Holmér M., Rickne A. Innovation systems: analytical and methodological issues. Research Policy, v. 21, 2002, pp. 233-245.
9. Cooke P., Uranga M. G., Etxebarria G. Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions. Research Policy, v. 26, № 4/5, 1997, pp. 475–491.
10. Carlsson B., Stankiewicz R. On the nature, function and composition of technological systems. Evolutionary Economics, v.1, №. 2, 1991, pp. 93-118.
11. Carlsson B., Stankiewicz R. Introduction. In: Carlsson B. (Ed.) Technological systems in the bio industries. An international study. Norwell (MA): Kluwer Academic Publishers, 2002, pp. 1-8.
12. Kaiser R., Prange H. The reconfiguration of national systems – the example of German biotechnology. Research Policy, v.33, 2004, pp. 395-408.
13. Breschi S., Malerba F. Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and special boundaries. In: Edquist C. (Ed.) Systems of innovation: Technologies, Institutions and Organizations. Pinter: London, 1997, pp. 130-156.
14. Malerba F. Sectoral systems of innovation: basic concepts. In: Malerba F. Sectoral systems of innovation. Concepts, issues and analysis of six major sectors in Europe. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004, pp. 9-40.
15. Malerba F. Catch up in different sectoral systems: some introductory remarks. Globelics India 2006, Proceedings. Trivandrum, Kerala, 4-7 October, 2006.
16. Bartholomew S. The national systems of biotechnology innovation: complex interdependence in the global system. Journal of International Business Studies, v. 28, № 2, 1997, pp. 241-266.
17. Marques R., Goncalves Neto C. The Brazilian system of innovation in biotechnology: a preliminary study. Journal of Technology Management & Innovation 2007, v. 2, № 1, March 2007, pp. 55-63.
18. Senker J., Van Zwanenberg P. Final Report. European Biotechnology Innovation Systems, SPRU, Brighton, 2001. <http://www.sussex.ac.uk/spru/documents/ebisfinalreport.pdf>.
19. Niosi J., Banik M. The evolution and performance of biotechnology regional systems of innovation. Cambridge Journal of Economics, v. 29, 2005, pp. 343-357.
20. Gertler M.S., Levitte Y.M. Local nodes in global networks: the geography of knowledge flows in biotechnology innovation. Industry and Innovation, v. 12, № 4, December 2005, pp. 487-507.
21. Joly P.B. Introduction: Innovations and networks in biotechnology. International Journal of Biotechnology. International Journal of Biotechnology, v. 1, 1999, pp. 1-10.
22. Pisano G.P. Science business. The promise, the reality, and the future of biotech. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2006.
23. Audretsch D.B. The Role of Small Firms in the U.S. Biotechnology Clusters. Small Business Economics, Dordrecht, The Netherlands, v. 17, № 1/2, Aug./Sep. 2001, pp. 3-16.
24. Powell W.W. The Social Construction of an Organizational Field: The Case of Biotechnology. International Journal of Biotechnology, v. 1, 1999, pp. 42-66.
25. Judice V.M.M. Experiências internacionais de política de desenvolvimento da bioindústria. Relatório de Pesquisa. Belo Horizonte, 2004 (unpublished).
26. BATELLE Technology Partnerships Practice. Growing nations bioscience. Sector state bioscience initiatives, Batelle and Bio – Biotechnology Industry Organization, April, 2006.