

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ РАЗВИТИЯ БИОТЕХНОЛОГИЙ

О.П. Рыбак

В статье рассматриваются периоды развития биотехнологий и особенности их статистического отображения, предлагается новый период синтеза клетки, основывающийся на конвергенции NBIC-технологий. Выявлены принципиальные различия в организации развития биотехнологий в российской и зарубежной практике, даны соответствующие характеристики методологических подходов и принципов организации статистического наблюдения. Приводятся базовые методологические определения и стандарты, принятые в практике ОЭСР; рассматриваются международные принципы организации статистического мониторинга биотехнологий. Акцентируется внимание на ключевых проблемах статистики при разных организационных предпосылках развития биотехнологий в национальной и международной практике.

Ключевые слова: биотехнологии, периоды развития биотехнологий, технологическое планирование, подходы к организации развития биотехнологий, методология ОЭСР, NBIC-технологии.

JEL: O31, O32, O33.

На современном этапе экономического развития биотехнологии представляют одно из важнейших направлений технологического прогресса. В мировой экономике темпы развития биотехнологий являются одними из самых высоких. В отдельных сегментах развития биотехнологий годовой прирост исследований, разработок и производства достигает 30-40% в год.

С интенсивным развитием биотехнологий связаны революционные технологические преобразования практически во всех секторах развития экономики - фармацевтике и медицине, сельском хозяйстве, пищевой и легкой промышленности, добыче нефти и полезных ископаемых и др. Интегрированное развитие биотехнологий с другими большими технологиями (нано-, информационно-коммуникационными и когнитивными технологиями) создает предпосылки для формирования нового технологического уклада.

В российской экономике биотехнологии в настоящее время развиваются, скорее, с отрицательным трендом. Во времена СССР существовало осознание важности развития биотехнологий, равно как и других технологий будущего. На тот период страна по объемам производства биотехнологической продукции занимала второе место в мире (порядка 5% мирового производства). Комплексная программа научно-технического про-

гресса стран - членов СЭВ включала, наряду с робототехникой, информатикой, освоением мирового океана, также и развитие биотехнологий.

В 1985 г. было принято Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем развитии биологии и биотехнологии», в котором были определены пути развития и повышения уровня фундаментальных и прикладных исследований в биологии и указаны основные направления развития биотехнологий в 1988-1990 гг. Исходя из стратегической важности биотехнологий, была осуществлена реорганизация Главного управления микробиологической промышленности при Совете Министров СССР и Министерства медицинской промышленности в Министерство медицинской и микробиологической промышленности СССР. Однако существенных перемен за короткий период времени достичь не удалось. Продвижение биотехнологий в развитых странах осуществлялось гигантскими темпами, и отставание биотехнологического потенциала СССР становилось все ощутимее. К началу реформ производственный потенциал обеспечивал 1% мирового производства, сейчас он составляет 0,1%.

Современное состояние биотехнологического производства является следствием пренебрежительного отношения к развитию науки и производства, в результате которого на-

Рыбак Олег Павлович (niistat@hotmail.ru) - канд. экон. наук, директор НИИ статистики Росстата.

шей экономикой была пропущена целая технологическая волна научно-технического развития, а российский потребительский рынок практически по всему спектру продукции попал в условия жесткой зависимости от зарубежных производителей.

Для радикального исправления сложившегося положения была принята «Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года» (далее Программа) [1]. В этой Программе определены практические меры по интенсивному развитию ключевых направлений биотехнологий. В составе задач находится и создание информационно-аналитического обеспечения развития биотехнологий в соответствии с международными стандартами.

Для понимания особенностей становления биотехнологий как объекта статистического наблюдения остановимся на особенностях их развития и формирования соответствующего информационного обеспечения. Понятие «биотехнология» впервые было введено венгерским инженером Карлом Эреки в 1917 г. [2]. Научные исследования и опытное промышленное производство осуществлялись гораздо раньше. Например, петербургский академик К.С. Кирхгоф в 1814 г. открыл явление биологического катализа и пытался биокаталитическим путем получить сахар.

Существует множество классификаций и периодизаций этапов развития биотехнологий¹. В обобщенном виде выделяются четыре основных периода развития биотехнологий:

- *эмпирический*, или доисторический период, насчитывающий порядка 8000 лет. Содержание этого периода определяет интуитивное использование возможностей живых организмов для жизнеобеспечения. Речь идет о хлебопечении, получении уксуса, сыра, изготовлении пива, вина, кисломолочной продукции, заквасок, квашеной капусты и т. п. Микробиологические процессы в полной мере использовались в производственной практике в условиях отсутствия знаний о микробах. Производство продукции осуществлялось для внутреннего потребления с эволюцией к простым формам натурального обмена и товарного производства. Естественно, что это-

му периоду развития биотехнологий соответствовали самые простые формы хозяйственного учета;

- *этиологический* период развития биотехнологий, охватывающий вторую половину XIX века и первую треть XX века. В этот период была доказана индивидуальная природа микробов и осуществлено их выделение в виде чистых культур. Этот период практически полностью связан с выдающимися исследованиями Луи Пастера [3] - основоположника научной микробиологии. Открытия ученого столь велики по своей значимости, что развитие биотехнологий изначально может подразделяться на допастеровский (в нашем случае эмпирический) и послепастеровский периоды (1866-1933 гг.). В это время экспериментально было доказано, что каждый вид микроба мог быть размножен на питательных средах в целях воспроизводства соответствующих бродильных, окислительных и других процессов. В медицине были созданы научные основы вакцинопрофилактики и вакцинотерапии, открыты методы стерилизации (пастеризации). С учетом знаний о микробах стали развиваться и использоваться в промышленном производстве технологии получения прессованных дрожжей, ацетона, лимонной и молочной кислот, бутанола и др. Первые установки по микробиологической очистке сточных вод стали создаваться во Франции. Статистика реагировала на эти явления в той мере, в какой первые производства стали осваиваться промышленностью - на фоне интенсивной отраслевой диверсификации производства формировался учет произведенной и проданной продукции промышленными предприятиями;

- биотехнологический 40-летний период (1933-1972 гг.). Это период активного становления научно-технического потенциала развития биотехнологий. В 1933 г. были опубликованы работы А. Клейвера [4] и Л.Х.Ц. Перкина [5], в которых были описаны основные технические приемы и методы оценки полученных результатов при глубинном культивировании грибов. Научные результаты исследований способствовали внедрению в биотехнологию крупномасштабного герметизиро-

¹ На 3-м съезде биотехнологов в г. Мюнхене в 1984 г. голландцем Е. Хаувинком было сделано предложение о выделении пяти периодов развития биотехнологий: допастеровский; послепастеровский; антибиотиков (1941-1960 гг.); управляемого синтеза (1961-1975 гг.); новой биотехнологии - 1975 г. (достижения генетической и геномной инженерии). В модифицированном виде эта периодизация составила основу представленной системы классификации развития биотехнологии.

ванного оборудования по проведению производственных процессов в стерильных условиях. К числу главных технических достижений этого периода развития следует отнести конструирование биореактора. Среди научных достижений выделяется открытие антибиотиков (1941-1960 гг.), а также строения ДНК (1953 г.). Фундаментальное значение для развития биотехнологий представляет открытие управляемого биосинтеза. В 1961 г. была впервые открыта способность микроорганизмов к сверх синтезу аминокислот, витаминов и некоторых других веществ. Для этого периода характерно создание специализированных производств биотехнологической продукции и их обособленный учет в информационных статистических системах;

- *геннотехнологический*, или период новой биотехнологии, который базируется на достижениях генетической и клеточной инженерии и охватывает период с 1972 г., когда П. Берг [6] со своими коллегами создали первую рекомбинантную молекулу ДНК. Выяснение механизмов функционирования и регуляции ДНК, выделение и изучение специфичных ферментов заложили основу применения *стро-го научного, контролируемого подхода* в планировании и использовании генно-инженерных технологических разработок. Этот период развития биотехнологий можно в полной мере определить как постберговский (по аналогии с послепапастеровским). К знаковым производствам этого периода можно отнести выпуск в 1982 г. инсулина, выработанного кишечными палочками с искусственно встроенной генетической информацией о данном гормоне. В целом этот период характеризуется феерией научных открытий и новых производств, интенсивной диверсификацией направлений развития биотехнологий. Налаживание промышленного производства важнейших биотехнологических продуктов нашло соответствующее отражение в статистической практике учета и отчетности по методологии статистики промышленности. Наряду с промышленностью, статистическим наблюдением охватывался целый комплекс сопряженных производств и услуг: наука и патентная деятельность, мониторинг рынка биотехнологической продукции и технологий, наблюдение за развитием ассоциативных форм и развитием венчурного капитала и т. д.

Представляется, что в порядке постановки вопроса можно предложить и пятый период развития биотехнологий - их развитие в системе других больших технологий нано-, информационно-коммуникационных, а также когнитивных технологий. Этот технологический симбиоз не отрицает автономного прогрессивного развития биотехнологий, а сводится к созданию принципиально нового технологического базиса их развития, равно как и каждой другой из больших технологий, возникновению массы производных с новым качеством роста. Научное содержание пятого этапа развития биотехнологий состоит в создании принципиально нового технологического базиса для синтеза клетки. К числу знаковых явлений, на наш взгляд, следует отнести синтезирование смоделированного на компьютере генома бактерии в клетку микроорганизма, проведенное выдающимся ученым современности Крейгом Вентером [7], одним из основателей генной инженерии, под руководством которого был расшифрован геном человека. В результате на экспериментальной основе была получена бактерия с заданными свойствами. Синтез клетки, которую назвали «Синтией», раскрывает механизм создания искусственных форм жизни и означает переход к параметрическим биотехнологиям.

В научной литературе можно встретить множество других направлений классификаций и периодизации развития биотехнологий. Применительно к статистике это не столь принципиально. Важно отметить, что биотехнологии относятся к разряду эволюционно развивающихся технологий, а не являются некой субстанцией технологического прогресса последних лет. Собственно статистическое наблюдение в тех или иных формах осуществляется практически постоянно, но вне системности, без соответствующей эмпирической осмысленности. В российской практике в большинстве секторов экономики вследствие отрицательного тренда развития биотехнологии вышли за предел статистически значимого явления, в связи с чем статистика практически не учитывает и не отражает происходящие в них прогрессивные изменения. Как самостоятельный вид экономической деятельности биотехнологии не сформировались, и существует риск потери комплексной информации о феерическом развитии самого

быстро развивающегося научно-технологического сегмента экономики.

В настоящее время сформировались принципиально разные подходы к статистическому отображению биотехнологий у нас в стране и за рубежом.

В российской практике статистическое наблюдение за предприятиями биотехнологической сферы осуществляется в соответствии с традиционными методологическими подходами к промышленным и сельскохозяйственным предприятиям, а также научным организациям - это стандартный набор интегрированных и специализированных форм отчетности, переписи, а также выборочные обследования. Как таковых специальных наблюдений биотехнологического сегмента экономики практически не производится. Принципиальных различий между предприятиями и организациями биотехнологического профиля и другими единицами статнаблюдения, за исключением состава показателей, практически нет. Собственно система организации научно-производственных комплексов носит архаичный характер, базируется на *примате производства*, которое *модернизирует* свой производственный потенциал, на основе *инноваций* улучшает (обновляет) действующие технологии и производимую продукцию, а также маркетинг и управление. Технологические и продуктовые инновации учитываются как достижение самих производственных предприятий, их научных структурных подразделений (если таковые имеются). Собственно фундаментальные и прикладные научные исследования и разработки научных организаций по отношению к реализуемому технологическому прогрессу носят вторичный характер и в условиях отсутствия технологического планирования могут развиваться автономно, вне спроса, без ориентации на мировые достижения. Такого уж сложившееся состояние отечественной прикладной науки, находящейся в состоянии экономического выживания без отчетливых перспектив коммерциализации и превращения в драйвер научно-технологического прогресса.

Если обратиться к Программе, в которой даны базовые определения биотехнологий, то увидим, что в российской практике наука и производство представляют обособленные сферы биотехнологий: в сфере науки биотехнологии - это одно, а в сфере производства - другое. Интеграции же науки и производства,

составляющей основу современной биотехнологической сферы и ее суть, производных от этого симбиоза, определяющих вектор прогресса и революционных преобразований в технологиях будущего, нет. Согласно Программе, «биотехнология (технология живых систем) - это:

1) дисциплина, изучающая возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом генной инженерии;

2) производственное использование биологических структур для получения пищевых и промышленных продуктов и для осуществления целевых превращений. Биологические структуры в данном случае - это микроорганизмы, растительные и животные клетки, клеточные компоненты (мембраны клеток, рибосомы, митохондрии, хлоропласты, а также биологические макромолекулы: ДНК, РНК, белки - чаще всего ферменты)».

При этом одной из основных задач по достижению целей Программы является «появление мотивированного круга промышленных компаний в химической, нефтехимической промышленности, агропромышленном комплексе и лесопереработке, способных стать локомотивом внедрения новых технологий».

Строго говоря, ориентация на поиск инновационно активных предприятий и внедрение, как основу прогресса в биотехнологиях, - это практически тупиковый путь развития экономики, который «пережевывается» последние десятилетия и обеспечивает нулевой уровень инновационной активности. В результате реализации такого направления в лучшем случае может быть обеспечен выпуск относительно новой для национального рынка биотехнологической продукции в соответствии со сложившемся внутренним спросом. Достижение отмеченных в Программе лидерских позиций в мире в рамках системы внедрения маловероятно в силу предопределенного отставания отечественного производства от мирового технологического уровня. Научные и технологические нововведения предполагается осуществлять на внедренческой основе, для чего нужно их сначала найти, приобрести и «вмонтировать» в действующую

ющие технологии производства. Для этого нужны время, ресурсы и научная база с готовыми к внедрению конкурентоспособными исследованиями и разработками, база, которую еще необходимо создать.

Когда же наука выступает доминантой развития биотехнологий, в мировой практике использование потенциальных научных результатов просчитывается в прогнозных оценках: ожидаемые технологии; технологии в стадии развития; окончательно разработанные технологии, используемые для производства и коммерциализации продукции. При благоприятной экономической и внешней конъюнктуре процесс коммерциализации научных исследований и разработок сопровождается параллельной проработкой будущих технологий производства, просчитываются рынки, конкурентная среда и соответствующая финансовая составляющая. К началу выпуска новой биотехнологической продукции обеспечивается патентная чистота научных изобретений, осуществляется практически монопольный выпуск уникальной продукции мирового уровня.

Развитие биотехнологий как ориентированного на рынок сложного научно-производственного комплекса, в котором интегрирующая роль принадлежит науке, представляет другое направление реализации биотехнологической стратегии, предопределяющей решение иных, более сложных задач организации статистического наблюдения.

В биотехнологиях накопление знаний и их технологическое воплощение в производство происходят достаточно интенсивно, на каждый период развития история отводит все меньше и меньше времени. В этом отношении развитие биотехнологий представляет отличный пример, иллюстрирующий сжатие времени в рамках научно-технического прогресса. При этом наука в развитии биотехнологий послепастеровского периода является инициатором прогресса, интегратором научно-производственного цикла. Не случайно, понимая значимость науки, ее системообразующую роль в организации биотехнологий, ОЭСР (Organisation for Economic co-Operation and Development - OECD [8]) приравнивает соответствующие научные организации к производственным предприятиям биотехнологического профиля. Для статистики превращение науки в доминанту технологического раз-

вития предопределяет необходимость введения целого шлейфа взаимосвязанных направлений мониторинга ее полноценного развития - патентной статистики, направлений научной деятельности, форсайта научного и технологического развития и условий производства, разного рода альянсов, венчурного капитала и т. д.

Отмеченные различия в направлениях построения статистических мониторингов являются отражением различий не столько в уровне «продвинутой» статистических методологий или консервативности статистики, сколько в наличии принципиальных расхождений в определении базовых статистических дефиниций относительно биотехнологий, разного понимания их экономического содержания. Можно выделить два основных подхода к организации биотехнологий и их статистического мониторинга:

- «от производства», при котором доминантой развития производства становятся промышленные и сельскохозяйственные предприятия и организации;

- «от науки», когда драйвером и основой биотехнологического цикла выступает наука, интегрирующая вокруг себя не только производственную сферу, но и соответствующие товаропроводящие системы, рынки сбыта научной и производственной продукции.

Первое направление развития биотехнологий и их информационного мониторинга характерно для новейшей российской практики, второе - для стран с развитыми рыночными отношениями.

Представляется, что в связи с наличием расхождений в системах организации развития биотехнологий в странах ОЭСР и России простое копирование международной методологии статистического мониторинга и соответствующее ее использование в национальной практике достаточно проблематичны. Тем не менее по отдельным методическим эпизодам переход на методологию ОЭСР вполне допустим.

Программой развития биотехнологий в России до 2020 г. предусматривается организация статистического мониторинга в соответствии с методологией Организации экономического сотрудничества и развития. Рассмотрим основные методологические положения организации статистического мониторинга развития биотехнологий, реализуемо-

го в практике ОЭСР. В качестве основы для анализа особенностей построения методологии биотехнологий использованы материалы сборника ОЭСР «Биотехнологическая статистика 2009» (Biotechnology Statistics 2009) [9].

В 2002 г. ОЭСР разработала два определения биотехнологии: единое определение и списочное определение (list-based definition) различных типов биотехнологических методов. Определение, основанное на списке, было пересмотрено в 2005 г. ОЭСР рекомендует статистическим агентствам применять оба определения для опроса респондентов при сборе данных о биотехнологической деятельности.

Единое определение биотехнологии: «применение науки и технологии к живым организмам, а также к частям, продуктам и моделям живых организмов в целях изменения живых и неживых материалов для производства знаний, товаров и услуг».

Обратим внимание, что традиционное для нашей статистической практики «производство *продукции*, товаров и услуг» применительно к биотехнологиям выглядит как «производство *знаний*, товаров и услуг». Для биотехнологий знания приравниваются (если не замещают их!) к произведенной продукции. Да и в системе организации биотехнологий наука выполняет если не первичную по отношению к производству, то уж как минимум равнозначную роль. Это методическое положение носит принципиальный характер.

Единое определение включает в себя не только все современные биотехнологии, но также и многие традиционные и пограничные (сопряженные) технологии. Из-за этого ОЭСР всегда рекомендует сопровождать единое определение списочным определением, которое дает возможность производить конкретные измерения.

Основанное на списке (list-based definition) определение биотехнологических методов действует как руководство по интерпретации единого определения. В системном виде этот список определяет основные технологические направления развития биотехнологий, вводит понятия, методологические определения и раскрывает содержательные аспекты развития биотехнологий. Помимо выяснения степени соответствия применяемых на предприятиях технологий биотехнологическим, списочное определение может использовать-

ся и для уточнения «методологических пояснений». В Программе развития биотехнологий [1] содержится развернутый перечень базовых определений и основных направлений развития биотехнологий. Списочное определение предполагает совершенствование по мере того, как обновляются сведения и как развивается биотехнологическая деятельность. В 2008 г. страны - члены ОЭСР решили начать работу по пересмотру и обновлению списочного определения.

Списочное определение биотехнологических методов согласно методологии ОЭСР:

- ДНК/РНК: геномика, фармагеномика, генные исследования, генная инженерия, упорядочение/синтез/усиление синтеза ДНК/РНК, генное профилирование и использование антисенсорной технологии;

- протеины и другие молекулы: упорядочение/синтез/инженерия протеинов и пептидов (включая пептидные гормоны в больших молекулах); пластифицированные методы доставки для препаратов больших молекулярных размеров; протеомика, изоляция и очистка протеинов, идентификация клеточных рецепторов;

- культивация и инженерия клеток и тканей: культивация клеток/тканей, инженерия тканей (включая Скаффолд-технологии тканей и биомедицинскую инженерию), слияние клеток, вакцинные/иммунные стимуляторы, манипуляции на эмбриональном уровне;

- методы биотехнологических процессов: брожение с использованием биореакторов, биообработка, биовыщелачивание, биопревращение в мягкую массу, биоотбеливание, выведение атома серы из молекулы, биокоррекция, биофильтрация и фиторекоррекция;

- генные и РНК направления: генная терапия, переносчики вирусов;

- биоинформатика: конструирование баз данных по геномике, протеиновым последовательностям; моделирование сложных биологических процессов, включая биологию систем;

- нанобиотехнология: применяет инструменты и процессы нано/микрообработки при разработке устройств, необходимых для изучения биосистем и приложений в области доставки препаратов, в диагностике и т. д.

Списочное определение, по существу, представляет критериальную базу для отнесения предприятий к биотехнологическим не

по формальному признаку, а по фактически применяемым технологиям и их признакам.

Наряду с конкретизацией *объекта* статистического наблюдения и принципов отнесения предприятий и организаций к биотехнологическим, в общей системе методологических положений ОЭСР центральное значение отводится определению биотехнологического предприятия как *единицы* статистического наблюдения. Согласно методологии ОЭСР, *биотехнологическое предприятие* - БТП (Biotechnology firm) может быть определено как предприятие, использующее, по крайней мере, один биотехнологический метод (в смысле списочного определения биотехнологических методов, данного выше ОЭСР) для производства товаров или услуг и/или выполнения биотехнологических НИОКР.

Биотехнологические предприятия делятся на две подгруппы:

1. Специализированное биотехнологическое предприятие - СБТП (Dedicated biotechnology firm): определяется как биотехнологическое предприятие, преобладающая деятельность которого предполагает применение биотехнологических методов для производства товаров и услуг и/или для выполнения биотехнологических НИОКР;

2. Биотехнологическое научно-исследовательское предприятие - НИОКР-БТП (Biotechnology Research & Developments firm): определяется как предприятие, которое выполняет биотехнологические НИОКР. Специализированные биотехнологические научно-исследовательские предприятия - НИОКР-СБТП (Dedicated biotechnology R&D firm), являющиеся подмножеством этой группы, определяются как предприятия, 75% НИОКР которых являются биотехнологическими.

Такие определения дают основания для акцентирования внимания на то, что наука в биотехнологиях может быть представлена как специализированными биотехнологическими предприятиями, так и биотехнологическими научно-исследовательскими предприятиями.

При построении различных классификаций и группировок учитываются размеры БТП и СБТП по численности работников: менее 50 человек, от 50 до 249, 250 и более человек. Эта группировка биотехнологических предприятий представляет методологический стандарт. Тем не менее не исключается вве-

дение дополнительных групп предприятий по численности, принятых в конкретной национальной статистической практике.

Основной формой статистического наблюдения биотехнологических предприятий являются систематические НИОКР-опросы. Часть опросов используют национальную структуру НИОКР. Некоторые опросы применяют вторичные (административные) источники. Вторичные источники включают сведения об участниках промышленных ассоциаций, участниках правительственных программ поддержки биотехнологии, а также информацию фондового рынка, сведения о патентах, информацию, предоставленную предприятиями венчурного капитала, и прочие источники. При рассмотрении вопросов объективности данных ОЭСР обращает внимание на три обстоятельства, которые могут влиять на точность статистики: процент ответивших (Response Rate - RR); были ли учтены в результатах не ответившие и были ли результаты экстраполированы на общую численность, а также был ли опрос обязательным.

Для характеристики развития биотехнологических предприятий ОЭСР разработаны базовые структурные и динамические статистические показатели и средние величины, отражающие затраты и инвестиции, интенсивность и направленность исследований на биотехнологию, занятость и продажи биотехнологий.

Биотехнологии развиваются в различных сферах экономики, включая:

- здравоохранение и ветеринарию;
- сельское хозяйство;
- природные ресурсы;
- производство пищи и напитков;
- окружающую среду;
- промышленное производство;
- биоинформатику.

Кроме того, «прочие» категории часто включают биотехнологические платформы и второстепенные (незначительные) направления, не включенные в семь основных категорий. По данным направления ОЭСР рекомендует анализировать распределение предприятий (численности и затраты), занятости в БТП, продажи биотехнологий в БТП, средние инвестиции на НИОКР в расчете на одно предприятие.

Несомненным достоинством методологии ОЭСР является конкретизация сегментов биотехнологического развития в рамках каж-

дой из перечисленных сфер экономики. Это дает возможность конкретизировать объекты статистического наблюдения за реальными биотехнологическими кластерами по сферам экономики.

Например, в сельском хозяйстве существует достаточно много биотехнологических сегментов применения:

- диагностика;
- вакцины и терапия для животных;
- генетический фингерпринтинг для лечения групп животных и идентификации видов растений;
- использование маркировки при селекции, интрагенной и генной модификации (ГМ) для разработки улучшенных (пластифицированных) видов растений и животных. Данные по биотехнологическим направлениям в сельском хозяйстве, совместимые на международном уровне, ограничены сведениями о генно-модифицированных (ГМ) видах растений: площади, засеянные ГМ культурами, полевые испытания генно-модифицированных видов растений.

По каждому сегменту применения биотехнологий ОЭСР приводит подробное методологическое описание с учетом нормативно-правовых аспектов, стандартов и особенностей страноприменительной практики, а также сопровождает соответствующей системой статистических показателей.

Такой подход к статистическому отображению биотехнологий контрастирует с соблазном измерять развитие биотехнологий в сельском хозяйстве, равно как и в других сферах экономики, по упрощенной схеме в виде автоматической приставки к действующим классификациям (или классификаторам) типа «в том числе на основе биотехнологий». По мере развития знаний о биотехнологии будет происходить уточнение этих сегментов, совершенствоваться методология их статистического изучения.

Учитывая основополагающую роль науки в развитии биотехнологий, ОЭСР уделяет колоссальное значение развитию патентной статистики. Патенты на биотехнологии идентифицируются с помощью системы Междуна-

родной патентной классификации - МПК (International Patent Classification (IPC) system): к идентификатору патента в процессе проверки присоединяются один или несколько кодов. В методологических рекомендациях ОЭСР патенты на биотехнологии идентифицируются соответствующими кодами МПК (порядка 10 позиций).

Для характеристики патентной деятельности рекомендуется применять следующие показатели:

- доля биотехнологических патентов из числа всех патентов согласно Договору о патентной кооперации - ДПК (Patent Cooperation Treaty - PCT) [10];
- доля стран в биотехнологических патентах согласно ДПК (проценты).

Наряду с рассмотрением биотехнологий как самостоятельного и специфичного объекта статистического наблюдения, ОЭСР обращает внимание на целесообразность их рассмотрения в более широком смысле, в составе наук о жизни². Для этого исследуется венчурный капитал в области биотехнологий. Данные об инвестировании венчурного капитала в науки о жизни за 2007 г., например, разрабатывались для 25 стран - членов ОЭСР из нескольких ассоциаций венчурного капитала. Науки о жизни включают биотехнологию, фармацевтические препараты, медицинское обслуживание и медицинские устройства и оборудование³. Например, для США, Австралии, Объединенного Королевства, Германии и Канады средняя национальная доля инвестиций венчурного капитала в «биотехнологии» вне науки о жизни составляла за 2007 г. 47,5%.

Развитие биотехнологий как важнейшей составляющей науки о жизни представляет своеобразный внешний формат развития. Однако биотехнологии своим прогрессом в значительной мере обязаны колоссальным позитивным изменениям в сопряженных больших технологиях (БТ) - нанотехнологиях и информационно-коммуникационных технологиях, и интеграцией с ними. На современном этапе развития конвергенция биотехнологий с большими технологиями предопределяет их

² Науки о жизни охватывают области науки, включающие научное изучение живых организмов, таких, как микроорганизмы, растения, животные и люди, а также такие, относящиеся к ним вопросы, как биоэтика. В то время как биология остается основной частью науки о жизни, технологические достижения в молекулярной биологии и биотехнологии ведут к развитию специализаций и новых, часто междисциплинарных областей. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Life_sciences

³ То есть науки о жизни являются более широким понятием, чем биотехнологии.

внутренний формат развития, который также должен найти свое статистическое отражение как в контексте нового содержания биотехнологического развития, так и становления нового технологического уклада. Вероятно, организация мониторинга конвергированных технологий – проблема завтрашнего дня, но решение ее и понимание происходящих интеграционных процессов постепенно переходят в текущие вопросы. По существу, формируется обособленный комплекс конвергированных технологий, чью научную и производственную продукцию невозможно идентифицировать соответствующими кодами действующих классификаторов, сколь совершенны бы они ни были.

Рассмотренные материалы отражают принципы комплексного подхода к организации статистического мониторинга развития биотехнологий. Особенность методологических положений ОЭСР состоит в минимизации набора статистических показателей (а стало быть, и в минимизации информационной нагрузки на предприятие) для обобщения деятельности биотехнологических организаций. В этом отношении подход ОЭСР явно контрастирует с информационной нагрузкой на биотехнологические предприятия, которая потенциально будет характерна для российских предприятий, участвующих в реализации Программы. Тем не менее представляется целесообразным рассматривать приведенный состав индикаторов как минимальный, сосре-

доточив внимание на комплексной характеристике биотехнологических предприятий с учетом поиска традиционного для статистики оптимума в соотношении количества показателей, простоты заполнения и объективности данных.

По большинству направлений становления статистики биотехнологий понадобится унификация статистических подходов в направлении методологии ОЭСР. Представляется принципиально важным использовать практику ОЭСР в части статистики патентов, венчурного капитала, развития ассоциативных форм и альянсов.

Литература

1. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Правительством РФ от 24 апреля 2012 г. № 1853 п-П8).
2. Руденский О.В., Рыбак О.П. Инновационная цивилизация XXI века: конвергенция и синергия NBIC-технологий. Тенденции и прогнозы 2015-2030. Информационно-аналитический бюллетень № 3. Отпечатано в ЦИСН. ISSN 1819-2858.
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%C1%E8%EE%F2%E5%F5%ED%E8%EB%EE%E3%E8%FF>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80,%D0%9B%D1%83%D0%B8>
5. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/163369/%D0%9A%D0%BB%D1%8E%D0%B9%D0%B2%D0%B5%D1%80>
6. <http://www.pandia.ru/text/77/236/42058-2.php>
7. <http://www.nobeliat.ru/laureat.php?id=756>
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%C2%E5%ED%F2%E5%F0,%CA%F0%E5%E9%E3>
9. http://ru.wikipedia.org/wiki/%CE%F0%E3%E0%E D%E8%E 7%E0%F6%E8%FF_%FD%EA%EE%ED%E E%EC%E8%F7%E5%F1%EA%EE%E3%EE_%F1%EE%F2%F0%F3%E 4%ED%E8%F7%E5%F1%F2%E2%E0_%E8_%F0%E0%E7%E2%E8%F2%E8%FF
10. http://www.oecd.org/science/biotech/keybiotechnology_indicators.htm
11. http://www.copyright.ru/en/library/megdunarodnie_akti/industrial/dogovor_o_patentnoi_kooperatsii/

METHODOLOGICAL ISSUES OF STATISTICAL OBSERVATION ON THE DEVELOPMENT OF BIOTECHNOLOGY

Oleg Rybak

Author affiliation: Statistics Institute of Rosstat (Moscow, Russia). E-mail: niistat@hotmail.ru.

The article characterizes development stages of biotechnology and highlights features of its statistical mapping, is identified a new stage in biotechnology – synthesis of cells, based on convergence of the NBIC technologies. Fundamental differences in organizing development of biotechnology in Russia and largest economies are revealed, the corresponding characteristics of the relevant methodological approaches and organization principles of statistical observation are presented.

Basic methodological definitions and standards adopted by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) are reproduced, international principles governing statistical monitoring of biotechnology are considered. Special attention is paid to key issues of biotechnology statistics under different organizational preconditions for their development in the national and international practices.

Keywords: statistical observation, biotechnology, statistical monitoring, development stages of biotechnology, technological planning, approaches to organizing the development of biotechnology, OECD methodology for statistical measurement of the development of biotechnology, NBIC – technology.

JEL: O31, O32, O33.

References

1. Kompleksnaya programma razvitiya biotekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda (utv. Pravitel'stvom RF ot 24 aprelya 2012 g. N 1853 p-P8). [Comprehensive program of development of biotechnology in the Russian Federation for the period up to 2020 (approved by the Government of the Russian Federation from April 24, 2012 №1853 p-P8) (In Russ.)].
2. Rudenskiy O.V., Rybak O.P. Innovatsionnaya tsivilizatsiya XXI veka: konvergentsiya i sinergiya NBIC-tekhnologiy. Tendentsii i prognozy 2015-2030. Informatsionno-analiticheskiy byulleten' № 3. Otpechatano v TSISN. ISSN 1819-2858. [Rudenskiy O.V., Rybak O.P. Innovative civilization of the XXI century: convergence and synergy of the NBIC-technologies. Trends and Forecasts for 2015-2030. Information-analytical bulletin No. 3. Printed by CSRS. ISSN 1819-2858 (In Russ.)].