

ЮАР - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЛИДЕР АФРИКИ

Ю.С. СКУБКО

Кандидат экономических наук

Ключевые слова: ЮАР, наука, био- и нанотехнологии

Материало- и энергозатратные технологии индустриальной эпохи не могут уже обеспечить устойчивое (и не провоцирующее стихийные бедствия) развитие мировой экономики в условиях возрастающей нагрузки на планету хозяйственной деятельности человечества. Ответ на вызовы XXI века могут дать разрабатываемые и внедряемые сейчас, в первую очередь в развитых странах, миниатюрные, невраждебные природе, экологически чистые и энергосберегающие технологии, такие как био и нано.

Био- и нанотехнологии* рассматриваются в ЮАР как приоритетные в рамках активно направляемого и поддерживаемого государством инновационного преобразования экономики страны, обладающей сравнительно высоким уровнем промышленного развития и значительным научно-технологическим потенциалом.

«ОТ ФЕРМЕРА К ФАРМАЦИИ»

Этот переход на инновационный вектор развития осуществляется в целях повышения уровня и качества жизни населения страны (в первую очередь ранее дискриминированного черного большинства) и решения социальных проблем. Вот что говорит об этом 10-летний план модернизации страны «Через инновации к экономике знаний (2008-2018)», подготовленный министерством науки и технологий и утвержденный правительством ЮАР в 2007 г.: «Через инноваци-

онную цепочку «От фермера к фармации» (from farmer to pharma), усиливающую биоэкономику, Южная Африка станет одним из десяти мировых лидеров в биотехнологии и фармацевтике, опираясь на свои естественные ресурсы и расширяющуюся базу знаний»¹. Предусматривается концентрация сил и средств на развитии не только растениеводства и фармацевтики, но и всего биомедицинского и биотехнологического комплекса, включая создание неоднозначно оцениваемых мировым сообществом генномодифицированных продуктов.

По общему числу научных публикаций и по работам в сфере биологии (молекулярная биология, биохимия, генетика, микробиология и др.) и биотехнологий, так же как и по числу выдаваемых патентов в этих областях, ЮАР лидирует в Африке, отставая, вместе с тем, от высокоразвитых государств². На Южную Африку приходилось в 2007 г. около 90% общего числа зарегистрированных патентов африканских стран³.

Необходимость приоритетного развития биотехнологий - первый из 5 отмеченных в вышеупомянутом плане «больших вызовов» (остальные - это космические исследования и технологии, энергетическая безопасность, на-

уки о геоклиматических изменениях и развитие человеческого потенциала в социальной динамике).

На проведенной в 2008 г. в ЮАР международной конференции по бионаукам БИО-2008, а также на прошедших в 2007 и 2009 гг. в этой стране, соответственно, Всемирном наноэкономическом конгрессе и 3-й международной конференции по нанонаукам и нанотехнологиям были отмечены серьезные достижения Южной Африки в данных областях.

Рынок биотехнологий в ЮАР сравнительно небольшой, хотя и быстрорастущий, в 2007 г. он оценивался в 1 млрд рандов, или 140 млн долл. (для сравнения - в 2003 г. - 50 млн долл.)⁴. На первом месте - биотехнологии, применяемые в здравоохранении, на втором - в промышленности, затем - в сельском хозяйстве. Из 106 действовавших в отрасли компаний 22 осуществляли собственные НИОКР, и лишь 10 активно использовали новейшие, прорывные технологии⁵.

В ЮАР при Совете по научным и промышленным исследованиям (КСИР) в 2005 г. создан региональный (для Юга Африки) Центр бионаук и биотехнологий (САНБИО) с отделениями в 12 странах Южноафриканского сообщества развития (САДК). В 2007 г. в Кейптауне было открыто африканское отделение Международного центра геномной инженерии и биотехнологии (их всего три, два других - в Триесте, Италия и Дели, Индия).

Начав в 1996 г. применение методов геномной инженерии в сельском хозяйстве, ЮАР сейчас является лидером Африки и одним из мировых лидеров в производстве генномодифицирован-

* Биотехнологии - технологии использования живых организмов или их частей, материалов для преобразования живой и неживой материи в целях создания новых знаний и продуктов.

Нанотехнологии - это технологии микромасштаба, представляющие совокупность методов производства атомарных и молекулярных структур с заранее заданными свойствами в живой и неживой материи.



Ракета-носитель «Союз-2» с южноафриканским спутником на борту перед запуском 17.09.2009.

ных (ГМ) продуктов. К ним относится большая часть выращиваемых в ЮАР кукурузы, сои и хлопка (неизвестно, правда, насколько этому можно радоваться, но пока явного вреда ГМ-продуктов для здоровья населения страны существующий здесь строгий экологический контроль не выявил). ГМ-кукурузой, белой и желтой, устойчивой от засухи и к насекомым, засеяно 2,5 млн га, или 75% посевных площадей этой культуры в ЮАР. Рекордные и растущие урожаи кукурузы в стране (12-13 млн т в последние годы при внутренней потребности в 8-9 млн т) позволят в дальнейшем использовать ее не только в пищу людей и животных, но и как биотопливо⁶.

ЮАР - единственная страна Африки, применяющая биотехнологии и, в частности, генную инженерию, в широких агропромышленных масштабах. Успехи в решении продовольственной проблемы в стране и регионе (куку-

руза здесь - базовый пищевой и кормовой продукт) за счет производства ГМ-продуктов - один из немногих очевидных социальных результатов использования современных технологий в ЮАР. И правительство страны будет твердо придерживаться этого курса, несмотря на оппозицию экологических организаций и наметившуюся в богатых странах тенденцию отказа от потребления генномодифицированных продуктов.

Как отмечает-



Южноафриканский спутник «Сумбандиласат».

ся в 10-летней программе перехода к обществу знаний, нужно сосредоточить усилия на генетической модификации растений и животных, чтобы повысить эффективность производственного цикла, улучшить питание, усилить сопротивляемость вредителям и засухе. Это не только улучшит продовольственную безопасность и расширит участие в аграрной

экономике, но и поднимет на новый уровень производство необходимого сельхозсырья для промышленности и медицины»⁷.

СПИД В ЮАР - ВОВСЕ НЕ СПИД?

О проблеме ВИЧ-инфекции и СПИДа в ЮАР, от которого в стране уже умерли миллионы людей, нужно сказать особо. При населении почти 50 млн человек, здесь около 6 млн, или от четверти до трети всех ВИЧ-инфицированных или больных этим страшным недугом в мире (28-30% в 2008 г.)⁸. Основная группа зараженных в ЮАР, в отличие от других стран, - дети, получившие вирус от матери. Значительная часть заражений и смертей в стране с лучшей на континенте медициной была обусловлена ошибками администрации Табо Мбеки (президент страны в 1999-2008 гг.). Конкретно это относилось к отказу в течение ряда лет от применения антиретровирусных препаратов, которые позволяют заблокировать развитие вируса и, соответственно, продлить жизнь больного на длительное время, а также позволяют ВИЧ-инфицированным женщинам иметь здоровое потомство.

Как утверждают критики бывшего президента ЮАР, из-за вмешательства Мбеки (игнорировавшего позицию Совета по медицинским исследованиям ЮАР), считавшего эти препараты слишком дорогими и токсичными, что отчасти верно, а СПИД - следствием расовой дискриминации и нищеты, импорт и применение необходимых лекарств в ЮАР задержались на годы, причем самые критические для распространения эпидемии. В 2000 г. Т.Мбеки выступил на 13-й Всемирной конференции по СПИДу в Дурбане с сенсационным заявлением о недостоверности общепринятой теории ВИЧ/СПИД и об отказе от применения в ЮАР основного антиретровирусного препарата АЗТ.

Нужно сказать, что в научном мире действительно были разно-



**Центр ядерных исследований
в Пелиндабе.**

гласия относительно природы СПИДа и методов его лечения, однако практика показала, что в развитых странах, где широко применялись упомянутые препараты, удалось остановить эпидемию и превратить заболевание в хроническое. В ЮАР же министр здравоохранения в правительстве Мбеки даже получила прозвище «доктор свекла» за свою рекомендацию лечить СПИД свеклой и чесноком.

В результате подобного волюнтаризма политического руководства страны в 2007 г. необходимое лечение здесь получало лишь 28% нуждающихся, а общее число смертей в 1997-2006 гг. увеличилось с 317 до 607 тыс., в том числе в возрасте 25-49 лет с 29% до 41% (большая часть от СПИДа и сопутствующего туберкулеза). Средняя продолжительность жизни в стране, по сравнению с последними годами апартеида, упала с 64 до 43 лет⁹. В настоящее время в ЮАР за счет собственных ресурсов и при поддержке международных организаций созданы высокотехнологичные центры борьбы со СПИДом (в частности, при университетах Вит-

ватерсранда, Кейптауна и Претории), где значительное число ученых и врачей заняты не только лечением, но и разработкой и клинической апробацией лекарственных препаратов, полученных с применением био- и нанотехнологий (этот процесс, наконец, «пошел»), а также созданием вакцины. Однако время было упущено, и эпидемия превратилась в пандемию...

Совет по научным и промышленным исследованиям при содействии Совета по медицинским исследованиям и университетов Претории и Стелленбоша разрабатывает сейчас с помощью нанотехнологий новые противотуберкулезные препараты (эпидемия туберкулеза в ЮАР - вторая по серьезности после СПИДа, угроза здоровью нации) с пролонгированной и адресной «доставкой» в нужную точку организма.

ПЛОДЫ БИОТЕХНОЛОГИЙ...

Ключевым элементом реализации принятой в 2001 г. правительством ЮАР Национальной стратегии развития биотехнологий стало создание и развертывание в течение последнего десятилетия трех региональных (BioPAD, Cape Biotech, LifeLab) и одного общенационального

(PlantBio) биотехнологических инновационных центров и национальной системы биоинформатики. Она развернута на базе соответствующих факультетов 8 университетов, а также двух бизнес-инкубаторов (eGoli Bio Life Sciences и Acorn Technologies) для выращивания «начинающих» венчурных компаний (start-ups). Около 0,5 млрд рандов было выделено на развитие только региональных центров¹⁰.

Все эти поддерживаемые государством структуры перешли в настоящее время в ведение Агентства технологических инноваций, нацеленного на рост и повышение коммерческой эффективности южноафриканских технологических разработок.

Огромное значение в ЮАР, где источники пресной воды ограничены, придается био- и нанотехнологиям в области очистки воды - разрабатываются мембранные биореакторы, сенсоры-идентификаторы, энергоэффективные нанотехнологии сепарации и обогащения промышленной и бытовой воды.

Приоритетное развитие научных исследований и технологий в области биомедицины сложилось исторически (потребности большой переселенческой колонии), ему благоприятствует исключительное богатство южноафриканской природы. ЮАР - в ряду первых в мире стран по биоразнообразию и, согласно амбиционным планам построения экономики знаний в этой единственной готовой к подобному переходу африканской стране, она может к концу следующего десятилетия войти в число крупных по мировым масштабам производителей лекарственных препаратов и другой наукоемкой продукции.

Ведется работа по изучению и использованию традиционных средств и народной медицины. Так, у бушменов-сан, живущих в пустыне Калахари, распространен обычай жевать кактус *Hoodia gordonii* для подавления чувства голода и жажды. В 1996 г. ученые КСИР выделили из растения обеспечивающий подавление

чувства голода стероидный гликозид, известный как Р57 на фармацевтическом рынке, куда он поступил в 2003 г. после многолетних испытаний. Препарат запатентован, в частности, в США и Великобритании, где производится по лицензии, причем часть лицензионных выплат и прибылей от продаж в (6-8%) направляется на решение социальных проблем народа сан¹¹.

Создаются диагностикумы болезней и вакцины для скота и птицы. В Ветеринарном институте Ондерспорт при участии Университета Претории создан в последние годы ряд таких вакцин, впервые в Африке расшифрован геном болезнетворной для животных бактерии *Echlichia ruminantium*. С помощью специальных бактерий очищаются промышленное производство и окружающая среда (технология очистки сточных вод горнодобывающей промышленности, разработанная в Университете Родса), из отвалов горной породы добываются драгоценные металлы по технологии, разработанной учеными южноафриканского Совета по минеральным технологиям (МИНТЕК) и нашедшей применение также в Австралии и Китае.

Интересно, что все четыре южноафриканских Нобелевских лауреата в сфере науки (плюс наиболее известный в мире южноафриканский ученый Кристиан Барнард, осуществивший первые пересадки сердца) получили признание именно за достижения в области медицины и биотехнологий.

Приходится признать, что по таким магистральным направлениям научно-технического прогресса, как, например, компьютерные технологии, мировой рынок уже прочно монополизирован подчас всего одной-двумя великими державами с одной-двумя их ведущими (Майкрософт, например) компаниями в данной области, так что на долю большинства остальных остается в лучшем случае эффективное внедрение и адаптация чужого продукта. Компьютеры ЮАР импор-

тирует, недавно при КСИР создан мощный центр с американским и японским оборудованием, число пользователей Интернета в стране в 2010 г. достигло 6 млн. Куда разумнее на инновационном пути к обществу знаний «танцевать от печки» естественных преимуществ своей страны, в случае ЮАР - это богатейшие био- и минерально-сырьевые ресурсы.

... И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Нанотехнологии в Южной Африке уже определенное время (с 1980-х гг.) разрабатываются и внедряются, в частности, в горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, где микроорганизмы используются для создания нанофильтров и наномембран для наиболее полного извлечения ценных металлов из отработанных пород, очистки воды и воздуха. Следствием мирового лидерства страны в добыче и экспорте металлов платиновой группы является ведущая роль в производстве и экспорте большей части платиновых катализаторов (с напылением наночастиц) для очистки выхлопных газов в автомобилях.

Наиболее активные исследования в области разработки нанотехнологий в ЮАР в последние годы связаны с созданием сверхпрочных и сверхлегких композитных материалов на базе высокопрочных волокон из углеродных нанотрубок (нанотрубка - это молекула из более миллиона атомов углерода, представляющая собой трубку в 100 тыс. раз тоньше человеческого волоса). Производство таких материалов осваивается для последующего промышленного применения в автомобильной и военной промышленности, авиастроении.

Этим занимаются МИНТЕК, университеты Витватерсранда (здесь основной финансируемый государством исследовательский центр), Йоханнесбурга, Лимпопо, Технологический университет Тшване и др. В университетах Претории и Зулуленда ведутся исследования по созданию нанокристаллов, наноразмерных структур для полупроводников (на основе золота, серебра и селена), наномембран для опреснения воды и т.п. Появились успешные разработки в областях солнечной и водородной энергетики, наноаккумуляторы. В области медицины используют нанотехнологии для адресной доставки лекарственных препаратов в нужные органы и ткани при лечении туберкулеза и других заболеваний. Для получения материалов, совместимых с живой тканью, - как один из примеров, - на ускорителях разгоняются ионы углерода и при высоких энергиях «вбиваются» в поверхность титана.

В соответствии с принятой в 2006 г. Национальной стратегией развития нанотехнологий, в ЮАР в последующие три года были выделены 450 млн рандов на развитие нанотехнологий, в частности, двух «флагманских»

Исследовательская фармацевтическая лаборатория в г. Порт-Элизабет.



центров при КСИР и МИНТЕК, поощрения НИОКР и венчурного бизнеса в этой сфере.

АТОМНЫЕ РЕАКТОРЫ И УГОЛЬ

Конечно, в развитии приоритетных технологий в ЮАР имеются не только удаchi, далеко не все получается. Застопорилась в условиях экономического кризиса, например, реализация многозатратной (на нее уже ушло около 1 млрд долл.) программы производства разработанных в ЮАР компактных, простых и, по утверждению разработчиков, безопасных в эксплуатации модульных ядерных реакторов четвертого поколения (pebble-bed modular reactors), на которую возлагались большие надежды (это направление отмечено как одно из ведущих в 10-летней программе инновационного развития страны).

Пока в ЮАР действует только одна АЭС в Куберге близ Кейптауна, введенная в эксплуатацию еще в 1984 г. (два реактора). Опытный реактор по модульной технологии при содействии южноафриканских ученых построен в Китае, а в самой ЮАР работу по вводу новых АЭС пока приостановили из-за недостатка фи-

нансирования и технических недоработок. Вместе с тем, Центр ядерных исследований в Пелиндабе (исследовательский реактор Сафари-1), производивший ранее обогащенный (оружейный) уран для ядерной программы режима апартеида, сейчас - крупнейший в Африке и один из крупнейших в мире поставщиков радиоактивных изотопов для медицины, это, в частности, основной производитель молибдена-99, используемого в радиотерапии онкологических заболеваний¹².

Основой энергетики ЮАР остается уголь (6-е место в мире по запасам), дающий около 95% производства электроэнергии ЮАР и 60% - всей Африки. Помимо традиционного использования угля на теплоэлектростанциях и в металлургии, ЮАР производит около 30% необходимого стране жидкого топлива на заводах корпорации САСОЛ¹³.

Производство жидкого топлива из угля по усовершенствованной южноафриканскими учеными в 1950-е гг. германской технологии Фишер-Тропша - еще один пример успешных инноваций в ЮАР. Эта технология спасала экономику ЮАР в годы нефтяного эмбарго, а сейчас, когда в условиях высоких цен на нефть она стала рентабельной, САСОЛ строит заводы по производству жидкого топлива из угля в ряде стран Африки и Азии.

РАКЕТЫ И КОСМОС

Развитие ядерных и ракетно-космических технологий в ЮАР активно осуществлялось в 1960-е - 1980-е гг. в режиме «осажденной крепости» государства апартеида. Был освоен, под эгидой Управления (затем Корпорации) атомной энергии, процесс производства обогащенного урана, сооружена первая АЭС с помощью Франции. Ученые и инженеры построили 6 ядерных взрывных устройств (осуществлялось секретное сотрудничество с Израилем и Тайванем), впоследствии демонтированных перед ликвидацией режима белого меньшинства. В эпоху апартеида в ЮАР уже существовала секретная ракетно-космическая программа, имевшая целью создание ракет-носителей ядерного оружия и разведывательных мини-спутников: пик ее развития приходился на 1980-е гг., когда на военных полигонах (в частности, на полигоне Оверберг западнее Кейптауна) уже испытывались построенные с помощью Израиля ракеты (несколько модификаций RSA-3 на основе израильской ракеты «Иерихон», пусковое устройство типа «Шавит»). В программе было занято до 1,5 тыс. человек и свыше 50 компаний. К 1994 г. программа была свернута, дальнейшая судьба изготовленной техники неизвестна¹⁴.

В сфере науки и инноваций российско-южноафриканское сотрудничество пока довольно ограниченное. Роскосмос осуществил в сентябре 2009 г. запуск с космодрома Байконур низкоорбитального мини-спутника дистанционного зондирования Земли «Сумбандиласат» весом 81 кг. Это - второй южноафриканский спутник (первый был выведен на орбиту в 1999 г. американским космическим агентством НАСА).

Спутник предназначен для научных исследований, высокоточного метео- и хозяйственного наблюдения за земной поверхностью и низкоорбитальной связью. Он спроектирован и построен компанией «Санспейс», где рабо-

Испытание на добровольце опытного образца южноафриканской вакцины от СПИДа.



тают ученые и инженеры Стелленбошского университета, создавшие в 2000 г. на базе своего вуза малое инновационное предприятие (в последние годы этот коллектив, состоявший практически только из белых специалистов, стал пополняться черными южноафриканцами).

Можно отметить, что в условиях продолжающейся миниатюризации электронных и оптоэлектронных систем, значительно более дешевые для проектирования, производства и запуска мини-спутники («Сумбандиласат» обошелся в 4,7 млн долл., или 26 млн рандов) сегодня обладают техническими возможностями крупных космических аппаратов вчерашнего дня. Успех «Санспейс» - пример той роли, которую университеты страны могут сыграть в качестве катализаторов экономического роста (пока к этому вполне готовы лишь 5-6 ведущих из 23 университетов ЮАР).

Планируется производство и запуск с собственных полигонов геостационарных спутников, используемых для телекоммуникаций.

В целях развития космических исследований и технологий в ЮАР к 2011 г. будет создано Национальное космическое агентство (соответствующий закон уже принят). Страна становится региональным центром космических исследований. В Африке сотрудничество по этой линии осуществляется с Нигерией, Алжиром и Кенией¹⁵.

Следует отметить еще один важный фактор, обеспечивающий технологическое лидерство ЮАР в Африке, - это эффективная работа Южноафриканского бюро стандартов, одного из главных рычагов государственного воздействия на экономику в целях повышения ее эффективности. В ЮАР введены и действуют жесткие стандарты производства и качества продукции, аналогичные европейским, а иногда и более строгие. Южноафриканским компаниям и работающим здесь ТНК, чтобы иметь доступ на рынок, хочешь-не хочешь приходится



ся серьезно вкладываться в инновационное развитие производства и повышение качества товаров и услуг.

* * *

Развитие инновационных технологий в ЮАР, в целом довольно активно поддерживаемое государством в лице министерства науки и технологий, ряда агентств, полугосударственных и корпоративных научно-производственных комплексов, и для которого в стране есть необходимые материальные и интеллектуальные (прежде всего в университетах и научных советах) ресурсы, сейчас на некоем перепутье.

Научно-технический (технологический) потенциал эпохи апартеида, несмотря на определенные кадровые и финансовые потери 90-х гг., в частности, связанные с демилитаризацией науки, в целом удалось сохранить и даже в некоторых областях приумножить. Вместе с тем, положение в стране, особенно в последние два-три года, характеризуется определенным снижением отличавшей ЮАР социальной стабильности (это проявляется, в числе прочего, во вспышках насилия по отношению к мигрантам из соседних стран, связанных с безработицей, распространением ВИЧ/СПИДа, высоким уровнем преступности и «утечкой мозгов», прежде всего белых специалистов), неуверенностью в завтрашнем дне, что не может не отразиться на рассматриваемой сфере деятельности.

В компании «Санспейс» появились первые черные инженеры-конструкторы.

Дальнейшее будет зависеть как от состояния переживающей глубокий кризис мировой экономики, куда ЮАР в более высокой, чем другие страны континента, степени интегрирована, так и от компетентности и политической воли руководства страны, которое могло бы использовать развитие передовых технологий, в том числе, и как путь выхода из капкана кризиса.

¹ Innovation towards a knowledge-based economy. Ten-Year Plan for South Africa (2008-2018). Pretoria, 2008.

² Gastrow M. Great expectations: The state of biotechnology research in South Africa // African Journal of Biotechnology. Lagos. Vol. 7 (4), 2008.

³ www.universityworldnews.com

⁴ www.oaklandinstitute.org/voicesfromafrica//node/445

⁶ Ibidem.

⁷ www.fin24.com; www.scienceinfrica.co.za

⁸ Innovation towards a knowledge-based economy, p. 14.

⁹ www.avert.org/aidssouthafrica.htm

¹⁰ Statistics South Africa. Mortality and causes of death in South Africa in 2006. Pretoria, 2008.

¹¹ Gastrow M. Op. cit.

¹² Nature Biotechnology. December 2004. Supplement, p. DC38.

¹³ www.healthimaging.com

¹⁴ www.power-technology.com

¹⁵ www.astronautix.com/lvc/rsa3.htm