

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Умирзокова Шахноза Давронжон кизи

Старший преподаватель кафедры «Философия», ТГЭУ

Назарова Рано Рустамовна

Д.э.н., профессор кафедры «Экономика отраслей» ТГЭУ

АННОТАЦИЯ

В статье изучен иностранный опыт деятельности химической промышленности. Деятельность предприятий химической промышленности в развитых странах мира основана на высоких стандартах качества, инновационных подходах и устойчивом развитии.

Ключевые слова: *Эффективность производства, химические предприятия, химическая промышленность, рынок.*

ABSTRACT

The article examines foreign experience in the chemical industry. The activities of chemical industry enterprises in developed countries are based on high quality standards, innovative approaches and sustainable development.

Keywords: *Production efficiency, chemical enterprises, chemical industry, market.*

ВВЕДЕНИЕ

Зарубежный опыт совершенствования деятельности предприятий химической промышленности может быть ценным для Узбекистана. Во многих странах мира были предприняты шаги для модернизации и развития этой отрасли, что привело к повышению эффективности производства, снижению негативного воздействия на окружающую среду и расширению номенклатуры продукции.

Германия известна своими технологическими инновациями и высокими стандартами в области химической промышленности. У этой страны стабильная и прогрессивная база химических предприятий, которые активно внедряют новейшие разработки и современные методы производства. Особое внимание в Германии уделяется экологической устойчивости и безопасности процессов производства, а также разработке продукции с низким уровнем вредных веществ.

Однако, несмотря на это, немецкие химические предприятия в настоящее время сталкиваются со все возрастающим конкурентным давлением на своем рынке. Одними из факторов такого усиления конкурентного давления являются глобализация производственно-сбытовых цепочек¹.

Германия является одной из ведущих стран в области химической промышленности и имеет богатый опыт в совершенствовании деятельности предприятий в этой сфере. Вот несколько примеров практик, применяемых в Германии, которые могут быть полезны для предприятий химической промышленности.

Правительство Германии вкладывает значительные ресурсы в научные исследования и разработки в области химии. Многие предприятия сотрудничают с университетами и научно-исследовательскими институтами для разработки новых технологий, материалов и процессов производства.

В ФРГ активно привлекается внимание к устойчивости и экологической ответственности. На многих предприятиях отрасли используются инновационные и энергосберегающие технологии. Более эффективное использование ресурсов и сокращение выбросов становятся все более важными аспектами работы предприятий².

В Германии уделяется особое внимание обучению и развитию персонала в сфере химической промышленности. Учитывая большое количество внедряемых инноваций, отрасли требуется персонал с широким набором специальных навыков, а также желанием и способностью к обучению. Предприятия организуют обучающие программы и стажировки, чтобы обеспечить высокую квалификацию сотрудников и развить их профессиональные навыки.

Помимо профессиональных знаний (полученных в результате профессиональной или академической подготовки), знания клиентов и рынка в сочетании с налаженной отраслевой сетью, являются важнейшими факторами для сотрудников, занимающихся развитием новых бизнес- операций.

Важное значение в развитии немецкой химической промышленности имеет научное и техническое сотрудничество с университетами и исследовательскими институтами. Это позволяет компаниям быстро внедрять новейшие технологии и инновации. Данная особенность также находит

¹ Bergman T., Frank N. On the current practice of New Business Development in the German chemical industry https://www.researchgate.net/publication/325270109_On_the_current_practice_of_New_Business_Development_in_the_German_chemical_industry

² Chemical Industry in Germany: <https://www.researchgermany.com/chemical-industry-in-germany-our-industry-report/>

отражение в немецком изобретении химических парков, где производство может быть высокоэффективным благодаря синергии и комплексному эффекту. Планируется, что к 2030 году в немецкой химической промышленности будет использоваться 30% возобновляемого сырья³.

В Германии широко распространены химические кластеры, которые расположены в Саксонии и Баварии.

В Нидерландах химическая промышленность опирается на передовые научные исследования. Существует передовая исследовательская среда с надежным партнерством между государственным и частным секторами в области НИОКР, которые поддерживают внутрифирменные и государственно-частные исследования, проводимые такими компаниями, как DSM, SABIC, AkzoNobel, Shell, Avantium, Corbion и Arlanxco.

В химической промышленности Нидерландов активно используется кластерный подход. Благодаря эффективному использованию кластерного подхода, устойчивому развитию, инновациям, циркулярной экономике и развитию рабочей силы, Нидерланды создали благоприятную среду для развития предприятий химической промышленности и сохранения их конкурентоспособности.

Четыре из шести кластеров расположены недалеко от морского порта, все кластеры имеют железнодорожное сообщение, до всех кластеров можно добраться по шоссе, а до пяти можно добраться по водному пути. Интегрированные химические объекты в Нидерландах, занимают общую площадь около 3700 гектаров, из которых 1190 гектаров в настоящее время доступны для новой застройки.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках концепции устойчивого развития, химическим предприятиям стран ЕС необходимо снижать выбросы углекислого газа в атмосферу (проводить декарбонизацию производства), как по соображениям соответствия требованиям, так и для удовлетворения потребностей своих клиентов.

Меры декарбонизации химического производства в странах ЕС приведены на рис.1.3.

³ Chemical Industry in Germany: <https://www.researchgermany.com/chemical-industry-in-germany-our-industry-report/>



Рисунок 1.3 – Методы декарбонизации химического производства в странах ЕС⁴

Химическая промышленность Франции является ключевым компонентом экономики страны. По данным на 2023 год, «добавленная стоимость химической промышленности страны оценивалась в 18,5 млрд евро, что составляло более 8 % добавленной стоимости во французской обрабатывающей промышленности, где химическая индустрия занимает третье место после пищевой промышленности и металлургии»⁵.

Стратегическая роль химической промышленности, обозначенная правительством Франции, заключается в обеспечении устойчивого роста экономики.

Химическая промышленность Великобритании - это разносторонняя и далеко идущая организация, активно работающая в различных ключевых секторах. Эта отрасль охватывает широкий спектр отраслей, от базовых химических веществ, таких как неорганические вещества, нефтехимия и полимеры, до производства таких товаров, как краски, моющие средства и средства личной гигиены. Это касается даже более специализированных областей, таких как клеи, ароматизаторы и различные промышленные продукты, такие как смазочные материалы, присадки к топливу, строительные материалы и катализаторы.

⁴ Разработано автором

⁵ Deleuze R. Sustained growth of the French chemical industry
https://www.researchgate.net/publication/294447958_Sustained_growth_of_the_French_chemical_industry

Химическая промышленность неизменно демонстрирует устойчивость, даже перед лицом постоянных сбоях, и продолжает оставаться краеугольным камнем экономики Великобритании. Для обеспечения того, чтобы она продолжала опираться на разнообразный и инклюзивный кадровый резерв, что имеет решающее значение для сохранения ее ключевой роли, крайне важно представлять отрасль как привлекательную и динамичную сферу, в которой люди могут построить полноценную карьеру. Существует настоятельная необходимость предпринять упреждающие шаги по привлечению будущей рабочей силы с конечной целью обеспечения отрасли постоянным притоком высококвалифицированных специалистов.

Химическая промышленность Великобритании сталкивается с серьезными проблемами, но ее устойчивость, инновации и экономическое значение делают ее краеугольным камнем национальной экономики.

США также имеют сильную химическую промышленность, которая базируется на развитии новых материалов, высокочистых технологий и прогрессивных методик исследований. В США широко применяются автоматизированные системы управления, что позволяет повысить эффективность производства и гарантировать высокое качество продукции.

С начала 2021 года химическая промышленность США пережила значительное восстановление после пандемии, и в 2022 году достигла допандемийных объемов производства. Несмотря на некоторые ограничения в цепочке поставок, несмотря на это, химическая промышленность США развивается хорошо, и ожидается, что в дальнейшем она также продемонстрирует высокие показатели в 2022 году. Преимущества этой отрасли включают устойчивый спрос со стороны многочисленных секторов конечного потребления, восстановление запасов и конкурентные преимущества.

Химическая промышленность США продолжает оставаться одним из крупнейших производителей в мире со значительным отрывом от конкурентов с положительным сальдо торгового баланса, превышающим 20 миллиардов долларов. Это крупный игрок, вносящий 21% ВВП в экономику США⁶.

В химической отрасли США широко применяется концепция устойчивого развития (ESG). Устойчивое развитие стало императивом бизнеса и ключевым показателем эффективности, определяющим будущее дистрибуции. По мере того, как все больше компаний определяют свои цели ESG в соответствии с

⁶ Global Chemical Industry Trends in 2023//www.univarsolutions.com/blog/chemical-manufacturing-articles/global-chemical-industry-trends

экологической политикой и ставят задачи по сокращению выбросов углерода, крупные корпорации отрасли находятся на переднем крае внедрения инновационных материалов и технологий для поддержки экономики замкнутого цикла и помогает контролировать загрязнение пластиком с помощью решений для ответственного повторного использования и переупаковки⁷.

Химические корпорации США придерживаются строгого кодекса поведения, запрещающего поддерживать производителей, использующих недобросовестную трудовую практику, или покупать их у них.

На пути цифровой трансформации в течение последних четырех лет химические корпорации США внедряли цифровую стратегию, которая ставит клиента в центр всего производственного и логистического процесса. На самом базовом уровне предприятия рассматривают, как можно упростить прием заказов, доставку и выставление счетов. На консультативном уровне сотрудники химических предприятий ищут способы помочь клиентам разобраться в новых решениях, преодолеть препятствия со стороны регулирующих органов и реагировать на новые тенденции рынка⁸.

Применение расширенной аналитики с поддержкой искусственного интеллекта помогает предприятиям химической промышленности отслеживать и анализировать выбор клиентов, моделировать и прогнозировать потребительский спрос, выявлять логистические проблемы и прогнозировать нехватку продукции.

Достижения в химической промышленности в первую очередь направлены на цифровизацию, обезуглероживание и автоматизацию. Например, IoT (интернет вещей) способствует расширению возможностей подключения между различными устройствами для улучшения качества материалов, производительности активов и безопасности работников.

Химическая промышленность Канады постоянно развивается, появляются новые технологии и процессы, отвечающие требованиям быстро меняющегося мира. В рамках Канадской промышленной программы энергосбережения химическая промышленность стремится использовать энергию более эффективно, хотя бы для того, чтобы быть более конкурентоспособной на

⁷ Hoffman A.J. Institutional Evolution and Change: Environmentalism and the U.S. Chemical Industry https://www.researchgate.net/publication/265239904_Institutional_Evolution_and_Change_Environmentalism_and_the_US_Chemical_Industry

⁸ American Chemistry Council (ACC): <https://www.americanchemistry.com/chemistry-in-america/news-trends/press-release/2022/industry-outlook-competitive-edge-and-sensible-regulations-key-to-weathering-recession-for-us-chemical-producers>

мировых рынках. К 2022 году химическая промышленность Канады сократила потребление энергии на единицу продукции примерно на 35% по сравнению с базовым 2010 годом. Выбросы углекислого газа в процентах от постоянной долларовой стоимости промышленных продаж сократились на 10% в период с 2012 по 2022 год.

Правительство Канады осуществляет борьбу с неблагоприятным воздействием химических предприятий на окружающую среду. Например, было прекращено производство фторуглеродов, которые когда-то широко использовались в качестве хладагентов, пенообразователей и пропеллентов для аэрозолей. Научные исследования показали, что фторуглероды поднимаются в стратосферу и разрушают озон, который защищает жизнь на Земле от ультрафиолетового излучения солнца.

В Канаде широко используются принципы «зеленой химии», которая выражается в следующем:

- химические процессы организуются таким образом, чтобы использовать возобновляемое сырье, сократить использование растворителей и других вспомогательных веществ и повысить атомную экономию. Это может привести к значительному сокращению отходов и выбросов, а также к снижению энергопотребления и затрат;
- сокращение использования опасных химических веществ, разработку продуктов, которые разлагаются до нетоксичных веществ, и сведение к минимуму риска аварий и выбросов химических веществ. Это может помочь защитить работников и окружающую среду, а также снизить затраты, связанные с несчастными случаями и очисткой окружающей среды⁹.

Использование принципов «зеленой химии» включает сокращение использования невозобновляемых ресурсов, увеличение использования возобновляемой энергии и минимизацию воздействия производственных процессов на окружающую среду. Внедряя эти методы, компании могут сократить свой углеродный след, сберечь ресурсы и создать более устойчивую бизнес-модель.

Химические предприятия Канады занимаются разработкой и выпуском инновационных химических веществ и материалов, разработка которых требует значительных инвестиций и специалистов высокой квалификации.

Использование инновационных материалов в химическом производстве имеет потенциал для преобразования отрасли за счет создания новых

⁹ The Latest Trends in Chemical Manufacturing Technology <https://www.deskera.com/blog/the-latest-trends-in-chemical-manufacturing-technology/>

материалов и производственных процессов, которые являются более устойчивыми, эффективными и рентабельными. Внедряя эти инновационные материалы, производители могут снизить воздействие на окружающую среду, создавать новые продукты с уникальными свойствами и получить конкурентное преимущество на рынке.

Одним из примеров передового производства в химическом производстве Канады является использование автоматизации для повышения эффективности и снижения затрат на рабочую силу. Автоматизация может использоваться для контроля различных аспектов производственного процесса, от обработки сырья до упаковки и распределения. Автоматизируя повторяющиеся задачи, производители могут снизить риск человеческих ошибок, повысить производительность и снизить трудозатраты¹⁰.

Заслуживает внимания применение робототехники в химической промышленности Канады. Робототехника используется для обращения с опасными материалами, выполнения точных задач, (например, смешивание или дозирование, проведения контрольных проверок качества). Использование робототехники повышает эффективность производства, снижает риск несчастных случаев, улучшает качество производимой продукции.

Китай, одна из мировых лидеров в области химической промышленности, также обладает значительным опытом совершенствования своих предприятий. Основные принципы развития отрасли в Китае – это масштабность, низкая стоимость производства, постоянные инвестиции в исследования и технологическое развитие. Благодаря этому, Китай стал крупнейшим в мире экспортером химической продукции.

КНР обладает огромными масштабами химического производства. В 2022 году на долю Китая приходилось 44% мирового химического производства и 46 % капиталовложений¹¹. Многие предприятия в стране осуществляют массовую производственную деятельность и обеспечивают большие объемы продукции для внутреннего и зарубежного рынков.

В последние годы Китай сделал значительные усилия для развития исследований и разработок в химической промышленности. Китай является не только крупнейшим в мире производителем химикатов, но и мировым рынком сбыта, который, как ожидается, будет расти по мере расширения китайского

¹⁰ The Latest Trends in Chemical Manufacturing Technology <https://www.deskera.com/blog/the-latest-trends-in-chemical-manufacturing-technology>

¹¹ Hoffman A.J. Institutional Evolution and Change: Environmentalism and the U.S. Chemical Industry https://www.researchgate.net/publication/265239904_Institutional_Evolution_and_Change_Environmentalism_and_the_US_Chemical_Industry

производства автомобилей, аккумуляторов и других химически активных продуктов.

Одним из преимуществ Китая является то, что химический сектор связан с определенными секторами, такими как автомобили, электроника, возобновляемые источники энергии и т.д. Поскольку китайское производство многих из этих продуктов такое большое и растет такими быстрыми темпами, местные химические компании имеют преимущество, находясь рядом со своими потребителями.

Китай активно внедряет новейшие технологии в химическую промышленность, включая использование автоматизации, искусственного интеллекта, больших данных и цифровизации производства. Это позволяет повысить эффективность и качество производства, а также обеспечить лучший контроль и управление процессами.

Китай также инвестирует значительные суммы в возможности университетов в области химических исследований, что уже окупилось с точки зрения количества подготовленных ими научных работ. Фактически, Китай обогнал Соединенные Штаты в качестве основного источника научных работ в этой области. Однако эксперты утверждают, что ограничения на количество квалифицированных китайских руководителей в области исследований и разработок сдерживают инновации.

Правительство Китая сосредоточено на оказании помощи фирмам в разработке химических веществ, отвечающих экологическим требованиям и более безвредных для окружающей среды. Это включает материалы для покрытия транспортного оборудования, биоразлагаемые материалы и материалы для батарей.

В целом, опыт деятельности предприятий химической промышленности в Китае связан с масштабностью производства, инвестициями в исследования и разработки, экологической ответственностью, технологическим прогрессом и глобальным сотрудничеством. Эти факторы делают Китай одним из ведущих игроков в сфере химической промышленности и открывают перспективы для будущего развития отрасли в стране.

План правительства Китая по нулевому уровню выбросов описывает всеобъемлющую стратегию сокращения выбросов парниковых газов и перехода к более устойчивой и низкоуглеродной экономике. Данный План охватывает различные секторы, включая химическую промышленность, которая играет важную роль в профиле выбросов углекислого газа в Китае.

В японской химической промышленности доминирует группа крупных корпораций. Большинство из них высоко диверсифицированы и имеют большое количество дочерних компаний. Как и во многих других отраслях Японии, сильными сторонами химической промышленности являются инновации и качество продукции.

Япония внедрила большое количество передовых зарубежных технологий, завершила предварительное усовершенствование отечественного оборудования, а затем использовала иностранные инвестиции для создания тяжелого оборудования для химической промышленности, инвестиции в оборудование в различных подразделениях быстро росли¹².

По состоянию на 2023 год четыре японские компании входят в число 20 крупнейших специализированных химических компаний по доле рынка. Все больше японских компаний могут последовать этой тенденции, изменив свои портфели, сосредоточившись на специализированных продуктах; мировые химические компании часто предлагают решения, адаптированные к потребностям клиентов, и сложные решения, совместно созданные с учетом специфики потребностей клиентов.

Чтобы сохранить прочные позиции в нынешних условиях, японские компании начинают осваивать новые рынки с помощью инноваций в бизнес-моделях и улучшении взаимодействия с клиентами, что становится все более важным изменением в отрасли.

Инновационные решения требуют комплексного подхода и четко установленных приоритетов. Таким образом, японские химические компании планируют реструктурировать свои продуктовые портфели, переключившись на области с высокими темпами роста и менее циклическими производствами конечного потребления, такими как автомобилестроение и электроника, которые в основном потребляют специальные химикаты, такие как катализаторы и специальные полимеры. Для лучшего продвижения этих продуктов маркетинг, в том числе цифровой, имеет ключевое значение.

Химические компании Южной Кореи имели прочную основу во всем мире на протяжении десятилетий. Они добились хороших результатов благодаря высокому уровню операционной деятельности, преимуществам высокого регионального спроса и конгломератной структуре, которая предоставляла возможности для роста.

¹² Ohashi M. Japan's chemical industry: Current state and outlook
https://www.researchgate.net/publication/294412726_Japan's_chemical_industry_Current_state_and_outlook

Химическая промышленность Кореи - обширная отрасль, которая занимает 5-е место по объему поставок и может похвастаться объемом около 158 миллиардов долларов, занимая 4,0% мирового рынка¹³. Химическая промышленность Южной Кореи является мировым лидером в области цифровизации производства и внедрения передовых систем управления технологическими процессами.

Учитывая, что в Корее есть крупные высокотехнологичные отрасли, такие как производство полупроводников и дисплеев, электротехника и электроника, автомобилестроение, вторичные аккумуляторы и водород, ведущие компании страны, ведущие мировые тенденции, являются важными заказчиками для глобальных химических компаний, которые поставляют различные основные материалы, необходимые для производства готовой продукции. В частности, в связи с тем, что в глобальной цепочке поставок акцент смещается с эффективности на стабильность, несколько мировых компаний химической промышленности и материалов выразили готовность управлять производственными базами и научно-исследовательскими центрами¹⁴.

Южная Корея активно внедряет четвертую промышленную революцию, чтобы воссоздать свою производственную мощь для будущего.

Химическая промышленность Австралии является важнейшим фактором занятости, повышения уровня жизни и экономики Австралии. Из 114 отраслей промышленности Австралии 108 зависят от химического сектора в обеспечении необходимыми материалами, продуктами, технологиями, инновациями и персоналом¹⁵.

В Австралии в химической промышленности используется методика исследовательского партнерства: поставщики промышленной химии тесно сотрудничают с исследовательскими институтами, университетами и промышленными предприятиями для разработки передовых материалов и решений. Такой совместный подход ускоряет научные открытия и расширяет границы возможного.

Приверженность Австралии устойчивому развитию поддерживается поставщиками промышленных химикатов, которые предлагают экологически чистые альтернативы. Их роль в развитии зеленых технологий, таких как

¹³ South Korea - Specialty Chemicals <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/south-korea-specialty-chemicals>

¹⁴ Moon I. The Chemical Industry of South Korea: Progress and Challenges https://www.researchgate.net/publication/298024415_The_Chemical_Industry_of_South_Korea_Progress_and_Challenges

¹⁵ Ananda J. A roadmap to a green chemical industry in Australia https://www.researchgate.net/publication/225326359_A_roadmap_to_a_green_chemical_industry_in_Australia

материалы на биологической основе и решения из возобновляемых источников энергии, способствует более устойчивому будущему.

Ряд австралийских химических предприятий активно работают над снижением воздействия своей деятельности на окружающую среду и внедряют экологически чистые технологии производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ.

Таким образом, деятельность предприятий химической промышленности в развитых странах мира основана на высоких стандартах качества, инновационных подходах и устойчивом развитии. Вот некоторые особенности этой деятельности в развитых странах:

- использование инновационных и энергосберегающих технологий;
- организация обучающих программ для персонала для повышения его квалификации;
- сотрудничество с университетами и научно-исследовательскими институтами для разработки инновационных технологий и продуктов;
- наличие химических кластеров с удобной логистикой;
- применение концепции устойчивого развития (ESG), сберегающих природу технологий «зеленой химии»
- использование достижений автоматизации и цифровизации производства для более комфортной и безопасной работы сотрудников предприятий;
- проведение декарбонизации выбросов химических предприятий;
- возможность реструктуризации продуктовых портфелей.

Узбекистан может изучать и адаптировать положительный зарубежный опыт совершенствования химической промышленности, чтобы улучшения функционирования химической отрасли. Для этого рекомендуется привлечь иностранных инвесторов, внедрить инновационные технологии производства, развить сотрудничество с зарубежными партнерами, улучшить экологическую устойчивость производства. Такие шаги помогут Узбекистану стать конкурентоспособным игроком на международной арене химической промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bergman T., Frank N. On the current practice of New Business Development in the German chemical industry https://www.researchgate.net/publication/325270109_On_the_current_practice_of_New_Business_Development_in_the_German_chemical_industry

2. Chemical Industry in Germany: <https://www.researchgermany.com/chemical-industry-in-germany-our-industry-report/>
3. Deleuze R. Sustained growth of the French chemical industry [https://www.researchgate.net/publication/294447958 Sustained growth of the French chemical industry](https://www.researchgate.net/publication/294447958_Sustained_growth_of_the_French_chemical_industry)
4. Global Chemical Industry Trends in 2023//www.univarsolutions.com/blog/chemical-manufacturing-articles/global-chemical-industry-trends
5. Hoffman A.J. Institutional Evolution and Change: Environmentalism and the U.S. Chemical Industry
6. American Chemistry Council (ACC): <https://www.americanchemistry.com/chemistry-in-america/news-trends/press-release/2022/industry-outlook-competitive-edge-and-sensible-regulations-key-to-weathering-recession-for-us-chemical-producers>
7. The Latest Trends in Chemical Manufacturing Technology <https://www.deskera.com/blog/the-latest-trends-in-chemical-manufacturing-technology/>
8. Ohashi M. Japan's chemical industry: Current state and outlook [https://www.researchgate.net/publication/294412726 Japan's chemical industry Current state and outlook](https://www.researchgate.net/publication/294412726_Japan's_chemical_industry_Current_state_and_outlook)
9. South Korea - Specialty Chemicals <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/south-korea-specialty-chemicals>
10. Moon I. The Chemical Industry of South Korea: Progress and Challenges [https://www.researchgate.net/publication/298024415 The Chemical Industry of South Korea Progress and Challenges](https://www.researchgate.net/publication/298024415_The_Chemical_Industry_of_South_Korea_Progress_and_Challenges)
11. Ananda J. A roadmap to a green chemical industry in Australia https://www.researchgate.net/publication/225326359_A_roadmap_to_a_green_chemical_industry_in_Australia