

УДК 621.926

Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ КАК ОСНОВА ПЕРЕДОВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

UDC 621.926

L. A. Sivachenko, T. L. Sivachenko

TECHNOLOGICAL MACHINE-BUILDING AS THE BASIS FOR ADVANCED INDUSTRIAL TECHNOLOGIES

Аннотация

Изложены основные подходы и направления развития передовых промышленных технологий (ППТ) на примере США и ФРГ и дана оценка их уровня в отечественной экономике. Показана особая роль технологического машиностроения в практической реализации ППТ. Обоснована необходимость инновационной модернизации промышленно-технологической сферы на базе технического перевооружения и оптимизации управления.

Ключевые слова:

технологическое машиностроение, передовые промышленные технологии, энерготехнологическая концепция, энергосбережение, промышленно-технологическая сфера, реиндустриализация, промышленная революция, плановая экономика, индустриальная революция.

Abstract

The paper presents the main approaches and directions in the development of advanced industrial technologies (AIT) based on the examples of the USA and Germany, and assesses their level in the domestic economy. The special role of the technological machine building in practical implementation of AIT is shown. The paper substantiates the necessity of innovative modernization of the industrial and technological sphere on the basis of technical re-equipment of production and optimization of management.

Key words:

technological machine-building, advanced industrial technologies, energotechnological concept, energy saving, industrial and technological sphere, re-industrialization, industrial revolution, planned economy.

Введение

Мировая экономика основана на международном разделении труда и развивается путем внедрения новейшей техники и эффективных технологий во все отрасли промышленного производства. Учитывая, что орудия производства и многоплановость современных промышленных технологий определяют общий уровень человеческого общества, представляет не только научный, но и практический интерес оценка роли и места ППТ в составе обобщенной стратегии устойчивого развития на дол-

госрочный период.

Уровень развития технологической структуры, называемой технологическим укладом и характеризующейся периодической сменой различных способов производства, определяет место Республики Беларусь в мировом разделении труда. Кинетику этого процесса хорошо иллюстрирует приведенная на рис. 1 графическая модель смены технологических укладов (ТУ) [1]. В идеале Беларуси необходимо из разряда отсталых стран стремиться перейти в категорию развитых, с высоким уровнем

жизни народа. Достигнуть этого можно только на основе поиска резервов и концентрации всех сил на их реализацию. Это длительный и трудный путь

инноваций и модернизации, требующий продуманной стратегии и ее неукоснительного осуществления.

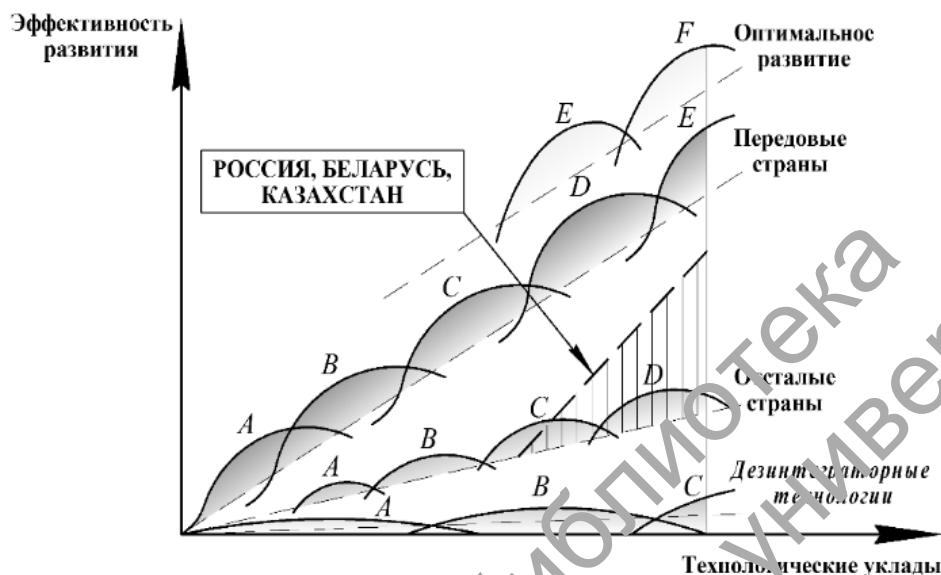


Рис. 1. Графическая модель смены технологических укладов

Приведенная графическая модель является достаточно условной и не раскрывает количественных показателей функционирования технологической сферы. Это можно сделать путем межотраслевого анализа потенциала экономического роста и современных тенденций развития ППТ.

Современные тенденции развития ППТ

С учетом поставленных задач заслуживает внимания оценка современной политики ведущих стран, прежде всего США и ФРГ, по развитию так называемых ППТ. Так, в [2] сделан вывод о переходе всех ведущих стран к более активному стимулированию ППТ как важному фактору не только выхода из глобальной рецессии, но и обеспечению долгосрочного устойчивого развития. Анализ формирования ППТ небезынтересен потому, что это направление технологического развития является прообразом отрасли технологического маши-

ностроения.

Имеется ряд ограничений и даже препятствий в развитии ППТ, но наиболее многоплановым из них является конвергентная составляющая, диктующая необходимость одновременного развития различных институтов национальных инновационных систем и диверсифицированной долгосрочной государственной политики. Базой ППТ должны выступать смежные отрасли экономики (техники), разнообразные группы технологий и информационные системы. Учитывая, что еще в 1990–2000-е гг. наметился своего рода водораздел между двумя основными моделями не только инновационного, но и экономического развития передовых стран и обеспечивающими их механизмами государственной политики, важной является оценка их базовых отличительных особенностей и сравнение между собой, прежде всего, с позиций долгосрочного прогнозирова-

ния. Наиболее яркие представители этих моделей – США и ФРГ.

Определенный «откат» от политики деиндустриализации и практический интерес к политике реиндустриализации обоснованы в [3], где на примере США фиксировалось отмирание целых сегментов инновационной промышленности: производство полупроводниковой продукции, электроники, машиностроения и др., а также падение уровня жизни по причине более низкой заработной платы в сфере услуг, рост торговых дефицитов и потеря кадрового потенциала. Результатом деиндустриализации является угроза снижения инновационной активности США и других ведущих развитых стран за счет следующих факторов [4, 5]:

- географического разрыва между промышленными НИОКР, инжинирингом и производствами, снижающими способность к созданию новой инновационной продукции;

- снижения внутреннего спроса на B2B-продукции и услуги, ведущего к отмиранию сегментов малого и среднего технологического бизнеса в значительной степени определяющего устойчивость и конкурентоспособность национальных инновационных систем;

- роста промышленно-технологических компетенций со стороны стран – производителей «хабов», что также снижает конкурентоспособность производственной и инновационной деятельности ведущих развитых стран.

Острота возникающих экологических проблем наиболее развитых стран, поиск ими новых секторов роста в совокупности с переоценкой реальных возможностей «зеленой энергетики» как фактора переформатирования экономики стимулировали вектор внимания правящих элит к вопросам реиндустриализации и передовых производственных технологий. Этому способствовали достижения науки в части разработки новых ППТ – аддитивных технологий, передовых материалов, различных видов робототехни-

ки, интеллектуальных систем [6], которые являются фундаментальной основой формирования новой ступени индустриального развития, так называемой «четвертой промышленной революции» [7].

На этом фоне ведущие развитые страны активизировали свои действия в области промышленной и промышленно-технологической политики, отдавая ей стратегический приоритет. Вместе с тем, основываясь на разработанной энерготехнологической концепции (ЭТК) устойчивого развития [8], раскрывающей неиспользованный ранее потенциал энергосбережения и создания новых секторов эффективного роста производства, представляется актуальной задача встраивания ЭТК в общую схему современной системы экономического развития и обоснования путей ее практической реализации.

В Соединенных Штатах главные направления, приоритеты и инструменты новой политики реиндустриализации и ее базовой составляющей ППТ были сформулированы только к середине 2012 г. [9]. Ее основой стала группа «зонтичных» национальных инициатив, из которых наибольшую известность получили мероприятия Национального управления программ в сфере передового производства (AMNPO), а также Национальной сети по развитию производственных инноваций (NNMI) [10] – системы инновационно-технологических институтов по отдельным, самым важным направлениям ППТ.

Эти институты представляют собой сетевые структуры, координирующие и управляющие всеми видами деятельности по инициированию создания эффективных ППТ, выводу на рынок соответствующей продукции и формированию кластеров и производственных цепочек. Из планируемых 15 институтов первоначально созданы четыре по следующим тематикам: адаптивные производства; цифровое производство и промышленный дизайн; производство легких и современных металлов; сило-

вая электроника нового поколения.

В сферу координации AMNPO включены отдельные мероприятия уже осуществляемых национальных инициатив и программы создания новых центров НИОКР, а также ряд других. На ведомственном уровне они дополнились набором технологических и организационных мероприятий Минэнерго, Минобороны, Минторга и Минсельхоза США и некоторых других национальных ведомств. И это неокончательный перечень мероприятий по стимулированию развития промышленно-технологических кластеров и всей технологической структуры, что говорит о преодолении США возникших трудностей и вхождению в цикл реиндустриализации с хорошей стратегией и ресурсами для практических действий.

В отличие от США промышленно-технологическая политика Германии являлась константой общегерманской политики, хотя зачастую проводилась выборочно и преимущественно косвенными средствами, основанными на стимулировании достаточно простыми, но эффективными методами, в том числе путем облегчения доступа к финансированию и поддержки промышленно-технологических кластеров. При этом важнейшим звеном выступает поддержка НИР и НИОКР в части промышленных технологий. Выделены материаловедение, микроэлектроника и «инженерные» направления, имеющие прогрессивное финансирование по линии Германского научного фонда. Профильные НИОКР активно проводятся в других ведомствах и в кооперации с промышленностью.

Новое поколение ППТ в Германии активно разрабатывается с 2000-х гг. Приоритет в их создании отводится группе передовых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в сфере «Интернета вещей» (IoT). IoT представляет собой набор технологий межмашинной коммуникации, а по сути – многоплановую мехатронику. Позволяет создавать киберфизические системы

(КФС), способные интегрировать виртуальные и физические модели всех происходящих процессов, и может рассматриваться как новый этап информационной революции [2].

Именно технологии КФС – базовые центры интересов правительства ФРГ, которое рассматривает как важную доминанту «интеллектуальные» автоматические фабрики и предприятия в качестве основы роста конкурентоспособности немецкой индустрии на длительную перспективу и источника принципиально новой инновационной продукции. Масштабная работа по линии КФС началась в 2010 г. с утверждения национальной программы «Индустрия-4,0», которая является первой из десяти «проектов будущего», реализующихся в рамках Стратегии в сфере высоких технологий ФРГ. Цель этого проекта – создание технологий «умного предприятия». В нем большое внимание уделено НИОКР, организационно задействован широкий спектр дополнительных возможностей, в том числе программы сотрудничества с бизнесом и университетами, научными обществами ФРГ и др.

Экономика Германии решает масштабные задачи реиндустриализации с хорошей динамикой и практическими перспективами, которые дают возможность стране занимать одно из лидирующих мест в мировом технологическом развитии. Этому способствует объединённый технологический потенциал стран ЕС, который во многом замыкается на немецкую экономическую структуру. Сравнительный анализ сущности промышленно-технологической политики в США и ФРГ позволяет сделать вывод о формировании новой фазы инновационного «революционного» старта технологических, экономических и политических процессов в мире при их многоуровневой конвергенции с одновременной жесткой конкуренцией между странами, объединениями и транснациональными компаниями.

Опираение ряда передовых стран на ППТ означает начало процесса «балансировки» их экономик, что связано с очередным этапом функционального расширения мирового рынка товаров, включением в него изделий нового технологического уклада, т. е. комплексного производства и поставок продукции и экономическим отлучением из этой сферы стран с более низким уровнем развития. Это хорошо продуманная стратегия и она будет активно реализовываться упомянутыми государствами вплоть до следующего интеллектуального прорыва в человеческой цивилизации.

Для «сервисных» экономик, к которым относятся США и Великобритания, имеется реальная возможность реиндустриализации формированием новых сегментов машиностроения и производства товаров потребительского спроса. Для «промышленных» держав, например ФРГ, Японии и Франции, логично движение в сторону ИКТ-сектора, связанного с IoT и B2B-решениями, которые сейчас уже активно развиваются и в США.

В своей совокупности эти направления содействуют развитию ряда других приоритетных инновационных отраслей и направлений: промышленной биотехники, нанотехнологий, возобновляемой энергетики, медицинского аппаратустроения, военной техники, автоматизированного проектирования и др. Это связано с мобильностью и способностью хорошо организованной научно-производственной инфраструктуры крупных развитых стран воплощать в себе важнейшие научные достижения и использовать их в промышленных масштабах.

Технологический реверс глобальной мировой экономики в сторону реиндустриализации доказывает иллюзорность, которую в последние годы связывали с постиндустриальным обществом. Здесь уместен экскурс в историю XX в., когда миром овладевали революции и догмы как всеобщей мировой ре-

волюции, так и возможности победы социализма в отдельно взятой стране. Есть фундаментальные основы развития и они устойчивы к любым внешним условиям и изменениям. Отсюда следует заключение, что человеческое общество всегда будет индустриальным с той разницей, что на разных этапах его развития меняются структура, состав и уровень производственной базы, определяющей технологическое содержание производимой продукции. При этом степень инновационности зависит от достижений науки и их воплощения на практике. В связи с поставленными задачами рассмотрим роль и место новой отрасли промышленности – технологического машиностроения в структуре мировой экономики.

1. *Материаловедение.* Это изучение свойств природных и техногенных материалов, поиск путей их эффективной переработки, анализ потенциала использования и синтез принципиально новых продуктов и изделий. Здесь неизбежны революционные прорывы и достижения, что потребует создания соответствующего технологического оборудования.

2. *Ресурсообеспеченность.* Важность этого направления естественным образом вытекает из неуклонного роста народонаселения и ограниченности природных ресурсов. В нынешних условиях при существующей демографии здесь должен доминировать основной принцип – рациональная добыча, эффективная переработка и экономное использование всех этих ресурсов, что невозможно без коренной модернизации соответствующей производственной инфраструктуры и технологического оборудования.

3. *Энергообеспеченность.* Энергетические ресурсы включают в себя различные виды топлива и источников энергии, выработки, преобразования и применения соответствующих видов энергии. Энергообеспеченность будет тем выше, чем меньше потребление

энергии, и во многом зависит от использования энергоэффективных технологий, машин и комплексов, особенно в крупнотоннажных производствах, где велик потенциал энергосбережения.

4. *Производство продуктов питания.* Широкий спектр пищевой продукции и развитая сеть технологий их переработки в сочетании с дефицитом первичного качественного сырья (плодов, зерна, мяса, молока и др.) вынуждает производителей использовать другие материалы, как правило, с меньшей пищевой ценностью. Этот процесс идет параллельно с развитием оборудования, которое отличается большим конструктивным многообразием и требует постоянной модернизации.

5. *Экология.* Экологическая безопасность и рациональное природопользование – важный фактор устойчивого развития. В этой сфере множество актуальных задач: защита окружающей среды, комплексная переработка промышленных и бытовых отходов, создание безотходных технологий, обеспечение безопасных условий труда, получение чистых продуктов питания и ряд других. Они должны базироваться на применении соответствующего оборудования и требуемых показателей в части устранения негативных воздействий.

Управление формированием ППТ в отечественной промышленности

Оценка возможных направлений инновационного развития производственных систем складывается из ряда базовых компонентов, однако важнейшим и определяющим из них является организационно-управленческий. Особенно актуально такое положение для Республики Беларусь. Президент А. Г. Лукашенко в своем обращении с ежегодным Посланием к белорусскому народу и Национальному собранию отметил: «у нас в Беларуси высшие должностные лица Правительства, губернаторы и прочие руководители не могут сформировать нормальный портфель

проектов под эти инновации! Но это отдельный разговор.» [12].

Сложившаяся ситуация требует поиска действенных механизмов управления крупными проектами инновационного развития. В качестве аргументов для обоснования правильного выбора управленческих решений остановимся на двух моделях, которые способны логически и статистически оправдать выбор конкретного плана действий. Первая из них – система плановой экономики развития отечественной промышленности, вторая – это модель организованного управления различного рода процессами.

Заслуживает внимания плановая система управления народным хозяйством. Четкий ответ с ее жизнеспособности в прошлом и перспективности в будущем дает график изменения индекса промышленного производства в РСФСР / России и США в период с 1960 г. по 2014 г. [14], который показывает, что уход от планового управления производством привел к резкому спаду производства и не позволяет в настоящее время успешно конкурировать с США (рис. 2).

Пояснением закономерностей управления сложными системами может служить модель организованного преобразования объекта. Первоначально такая модель разрабатывалась для анализа процессов смесеобразования, тепло- и массообмена. Сейчас она предлагается для объяснения поведения и управления сложными системами при долгосрочном планировании. За главную целевую функцию изменения свойств объекта условно примем поверхность взаимодействия между его составляющими – темными и светлыми компонентами. Кинетика и энергетика таких взаимодействий и есть искомая функция, определяющая поведение исследуемой системы.

Рассмотрим это на графических моделях. На рис. 3 приведен алгоритм организованного преобразования объек-

та. Исходная задача – организовать процесс с минимумом издержек. Издержки – дополнительные финансовые и энергетические затраты, увеличение времени проведения процесса, перерас-

ход сырья и материалов и т. д. Их можно минимизировать путем условного максимального обновления поверхности за каждый единичный акт совершаемых событий.

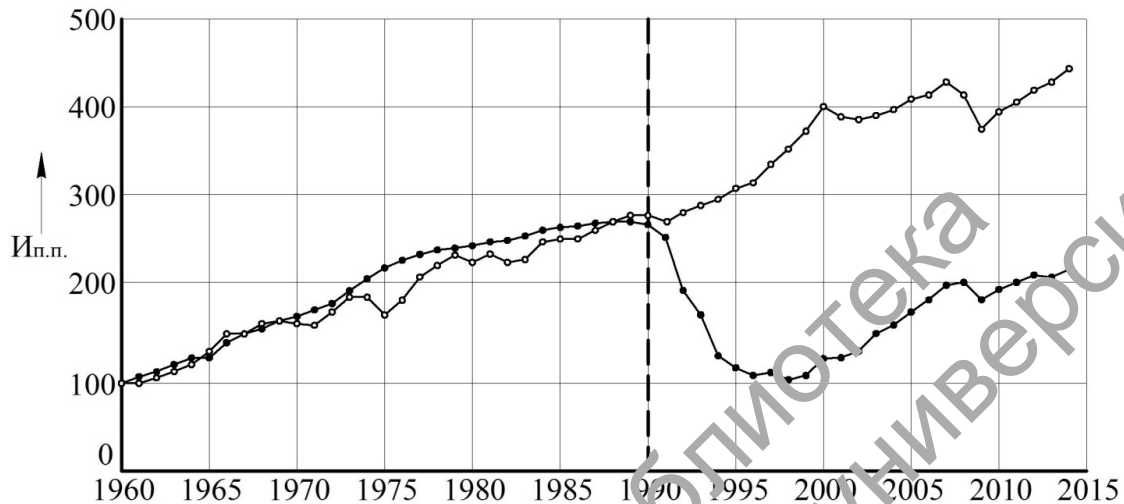


Рис. 2. Индекс промышленного производства в России и США, 1960–2014 гг.: 1960 г. = 100; —●— РСФСР; —○— США

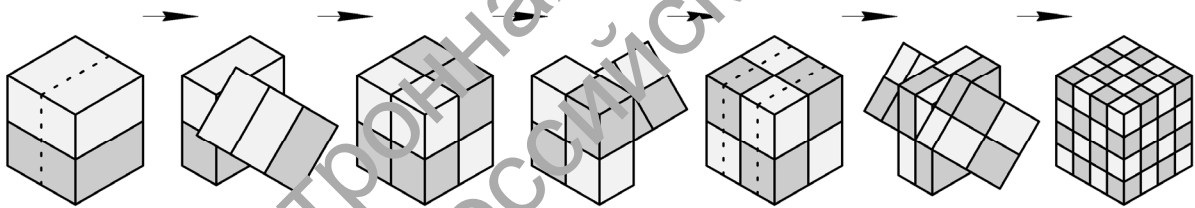


Рис. 3. Алгоритм организованного преобразования объекта

Достигается это тем, что развитие системы производится по закону минимальных объемов (рис. 4), когда за каждый цикл управляемых действий вновь образованные соседние объемы различных компонентов становятся геометрически подобными исходным. По сути данный механизм прямо противоположен тому, который выполняется в популярном кубике Рубика. Более подробно со всеми пояснениями это описано в [13]. На основе приведенных механизмов управления разработана кинематическая модель функционирования сложной системы (рис. 5). Главным ее

следствием является то, что организованный по целевому алгоритму процесс управления значительно более эффективен по сравнению со стохастическим, как это сейчас происходит в реальной экономике.

Сложившаяся система инновационного развития Беларуси, предметно описанная в [15], показывает, что серьезный прорыв здесь возможен при соблюдении ряда условий, в том числе поиске точек эффективного роста экономики, создании венчурных механизмов финансирования и консолидации научных исследователей и производ-

ственников для формирования мощных научно-производственных структур по типу, например, института электросвар-

ки им. Е. О. Патона, конструкторского бюро А. Н. Туполева, ОАО «Сормово» или концерна «Сименс».

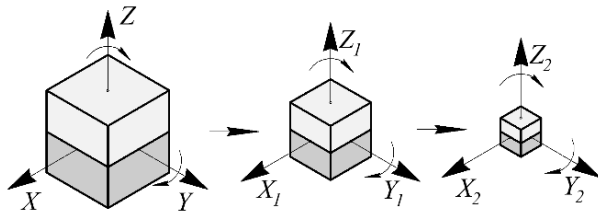


Рис. 4. Структурный алгоритм преобразования

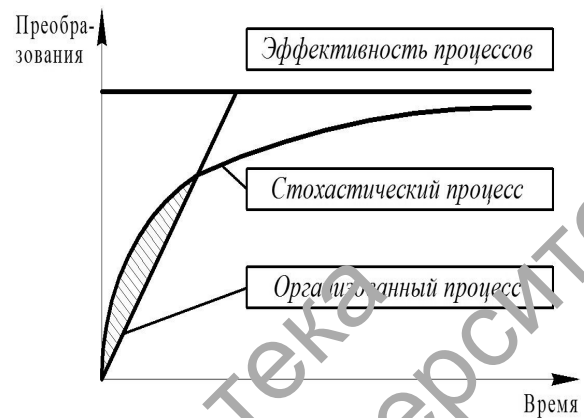


Рис. 5. Кинетическая модель функционирования различных процессов

Технологическое машиностроение как основа ППТ

Исторически свершенная индустриализация производственной сферы привела к созданию крупных промышленных технологий и комплексов: цементных, силикатных и керамических заводов, горнодобывающих предприятий, химических комбинатов, комплексов по производству металла, удобрений, продуктов питания, боеприпасов и т. д. Все они базируются на многостадийной обработке материалов, состоят из набора сложного и крупного оборудования, которое отличается низкой эффективностью и имеет большой потенциал модернизации. Сейчас эта сфера производства самая архаичная из всех используемых человеком и поэтому ее следует рассматривать как наиболее перспективную для решения глобальных проблем энерго- и ресурсосбережения, снижения капитальных затрат, удешевления производства, а в итоге – улучшения базовых показателей ВВП. Применяемое здесь оборудование является наиболее крупным и сложным из всего созданного в мире.

Обобщение информации в части

стоящих приоритетных задач показывает, что их решение основывается на соответствующих машинах и технологическом оборудовании. По своей функциональной структуре, особым условиям проектирования, изготовления и ввода в эксплуатацию их следует выделить в самостоятельную группу, которая может служить базой формирования новой отрасли – технологического машиностроения. Такой организационный путь представляется не только реально возможным, но, с учетом долгосрочной перспективы, и наиболее перспективным и экономически выгодным. Аргументация выдвинутого предложения сводится к следующему.

1. Технологическое оборудование необходимо проектировать как «умные» машины, что требует большого объема не только специфических, но и фундаментальных знаний, в том числе в области материаловедения.

2. Технологические комплексы состоят из большого числа различных машин и агрегатов, образующих сложные вариативно функционирующие технологические цепи, и для их создания нужны научно-технологические центры с хорошей исследовательской и

испытательной базой.

3. Производственные мощности для выпуска технологического оборудования должны иметь быстро переналаживаемый станочный парк и большой спектр технологий машиностроительного профиля.

4. Профессиональная подготовка специалистов в области технологического машиностроения требует особых компетенций и дополнительной вузовской подготовки.

5. Действующая практика производства технологического оборудования не отвечает условиям его эффективной эксплуатации и новым задачам в части эволюционного развития.

Современная реиндустриализация может быть результатом действия ряда факторов [3], причем удорожание труда в странах с формируемым новым рынком не является определяющим условием, т. к. производство для минимизации издержек можно перенести на территории более бедных, но достаточно стабильных стран. Реиндустриализация представляет собой не возвращение традиционных производств в развитые страны, а создание новых отраслей промышленности, характерной чертой которых становится относительное снижение доли труда и издержек и рост значимости таких факторов, как близость исследовательской базы, что связано с повышением доли R&D и основного потребительского спроса.

Важными факторами реиндустриализации можно считать неизбежную трансформацию рынка энергоресурсов, близость рынка сбыта продукции и наличие квалифицированного персонала. Именно по этой причине анализ новых отраслей представляет собой особый интерес с точки зрения выявления перспективных технологических секторов, которые станут источниками экономического роста в обозримой практике [10]. В этих условиях новое содержание должна получить промышленная политика, целью которой следует считать создание инсти-

туциональных условий, благоприятных для развития новых секторов экономики.

Складывающаяся тенденция свидетельствует о том, что технологическое машиностроение, в том числе как база для создания «умных» машин и комплексов, является важнейшим трендом развития мировой экономики на ближайшие десятилетия. На этом основании следует дать комплексную оценку потенциала модернизации технологической структуры, создать банк потенциально эффективных машин, технологий и комплексов, сформировать национальную стратегию инноваций и разработать план её реализации. А самое главное – приступить к практическим действиям.

Неутиченный потенциал повышения эффективности технологической сферы промышленного производства составляет не менее 15...20 % экономии электроэнергии и до 8...10 % других энергоресурсов и складывается из анализа следующих основных компонентов: первичной переработки, дезинтеграционных технологий, тепловых переделов, технологического энергоснабжения, технологического транспорта, технологического электропривода и ряда других. Эти направления являются главными практическими приложениями отрасли технологического машиностроения [13, 17].

Обоснованием необходимости ускоренного становления технологического машиностроения можно считать прогноз глобального мирового развития многих авторов, например, Ф. А. Шамрая [18]. Главным выводом из представленных им циклограмм как 40-летних, так и 100-летних технологических циклов является тот факт, что в 2015–2050 гг. в экономике будут доминировать материалы, в 2040–2100 гг. – машины, а неоспоримым лидером будет Китай.

Таким образом, можно сделать заключение, что отрасль технологического машиностроения органически

вписывается в концепцию создания передовых производственных технологий и индустриализации промышленности, а ее неизбежное формирование и выделение в самостоятельную отрасль может произойти в ближайшее десятилетие.

Заключение

Передовые промышленные технологии являются объектом экономической политики ведущих стран и активно ими развиваются на основе современных тенденций научно-технического прогресса и конвергентных взаимодействий с соседними отраслями и различными институтами национальных инновационных институтов. Это реально проявляется в повышении наукоемкости ВВП, реиндустриализации ряда отраслей производства и формировании новой кластерной среды.

Осуществляется переход не только на производство высокотехнологичной продукции, но и освоение выпуска систем машин в их итоговом назначении – передовых промышленных технологий. Мировые лидеры, прежде всего США и ФРГ, в очередной раз пытаются уйти в технологический отрыв, но делают это различными политическими методами. Неблагоприятное состояние экономики Беларуси требует реальной оценки сложившейся ситуации и поиска прагма-

тичных, но эффективных направлений развития отечественной промышленности на основе создания конкурентоспособных направлений, прежде всего, в области передовых промышленных технологий.

Для Беларуси ключевой отраслью промышленности является машиностроение. Результатом его развития, частичной реструктуризации и дополнения мощной научно-исследовательской базы может быть создание отрасли технологического машиностроения, формирование которой можно отнести к «четвертой индустриальной революции». При этом важно, что в нанотехнологиях республика догоняет, а в макротехнологиях переработки сырья и материалов, которые пока находятся на низком технологическом уровне, имеются реальные возможности, создавая собственные ППТ, совершить инновационный рывок и в части направлений выйти в лидеры.

Работа выполнена в рамках проекта «Разработка энерготехнологической концепции национальной безопасности Казахстана на основе неучтенных резервов энергосбережения и повышения эффективности промышленности», финансируемого МОН РК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сиваченко, Л. А. Технологическое машиностроение – основа создания энергоэффективных технологий, машин и комплексов / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко // Энергоэффективность. – 2016. – № 6. – С. 28–32.
2. Данилин, И. Новая промышленно-технологическая политика развитых стран: ждет ли нас IV индустриальная революция? / И. Данилин // Год планеты. Ежегодник. Экономика, политика, безопасность. – 2014. – С. 65–76.
3. Atkinson, R. D. Innovation Economics / R. D. Atkinson, S. J. Azell // Yale University Press, 2012.
4. Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing. Executive Office of the President. President's Council of Advisors on Science and Technology. June 2011.
5. Report of the MIT Taskforce on Innovation and Production. Massachusetts Institute of Technology. – 2013. – P. 10.
6. Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing. Institute for Defense Analyses. IDA Paper P-4603. March 2012.
7. Industrial Revolution. Manufacturing and Innovation. Special Report // The Economists. Apr. 21, 2012.
8. Сиваченко, Л. А. Энерготехнологическая концепция национальной безопасности / Л. А. Сиваченко, Б. А. Унаспеков // Энергоэффективность, 2013. – № 5. – С. 28–31.

9. A Blueprint for an America Built to Last. Jan. 2012. The White House.
10. National Network for Manufacturing Innovation: A Preliminary Design. Executive Office of the President. National Science and Technology Council. Advanced Manufacturing National Program Office. January 2013.
11. **Май, В.** Глобальный кризис и тенденции экономического развития / В. Май, А. Улюкаев // Вопросы экономики. – 2014. – № 11. – С. 4–24.
12. От уверенного старта – к успеху нового поколения. Выступление Президента Александра Лукашенко при обращении с ежегодным Посланием к белорусскому народу и Национальному собранию / СБ Беларусь сегодня. – 2016. – 22 апр. – С. 2–6.
13. **Сиваченко, Л. А.** Современное технологическое машиностроение: основные положения / Л. А. Сиваченко // Инженер-механик. – 2010. – № 4. – С. 10–20.
14. **Смирнов, С.** Экономический рост и экономические кризисы в России : конец 2010-х г. – 2014 г. / С. Смирнов // Вопросы экономики. – 2015. – № 5. – С. 28–47.
15. **Шимов, В. Н.** Инновационное развитие экономики Беларуси: движущие силы и национальные приоритеты / В. Н. Шимов, Л. М. Крюков. – Минск : БГЭУ, 2014. – 199 с.
16. Технологические пределы с максимальным потенциалом энергосбережения / Л. А. Сиваченко, У. К. Кусебаев, И. А. Реутский, А. М. Ровский // Энергоэффективность. – 2015. – № 10. – С. 24–30.
17. **Сиваченко, Л. А.** Технологическое машиностроение – основа создания энергоэффективных технологий, машин и комплексов / Л. А. Сиваченко, Т. Л. Сиваченко // Энергоэффективность. – 2016. – № 6. – С. 28–32.
18. **Шамрай, Ф. А.** Модернизация в России / Ф. А. Шамрай // Строительные и дорожные машины. – 2012. – С. 2–7.

Статья содана в редакцию 7 сентября 2016 года

Леонид Александрович Сиваченко, д-р техн. наук, проф., Белорусско-Российский университет. E-mail: 228011@mail.ru.

Татьяна Леонидовна Сиваченко, зам. директора по научной работе, УЧПП КБ «Промышленные технологии и комплексы». E-mail: tatsianamail.86@gmail.com.

Leonid Aleksandrovich Sivachenko, DSc (Engineering) Prof., Belarusian-Russian University. E-mail: 228011@mail.ru.

Tatiana Leonidovna Sivachenko, Deputy Director for R&D, Design Office «Industrial technologies and complexes». E-mail: tatsianamail.86@gmail.com.