Оценка технологического состояния предприятий

УДК 336.717

ПРОБЛЕМЫ ПРИОРИТЕЗАЦИИ И ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ МОДЕРНИЗАЦИИ

Т.Н. РЫЖИКОВА,
доктор экономических наук,
профессор кафедры экономики
и организации производства
E-mail: tnr411@yandex.ru

В.Г. БОРОВСКИЙ,
кандидат технических наук,
докторант кафедры экономики
и организации производства
E-mail: borovskiy@inatek.ru
Московский государственный
технический университет им. Н.Э. Баумана

Санкции, введенные некоторыми странами, призванные усложнить экономическую ситуацию в России, дали шанс отечественным предприятиям быстро и эффективно модернизировать промышленность. Достаточно актуальная тема модернизации машиностроения приобрела в последнее время еще большую актуальность. В статье рассмотрены элементы механизма приоритезации и оценки состояния предприятий при реализации проектов модернизации машиностроительных предприятий РФ на современном этапе, характерные для отечественного рынка. Целью исследования является рассмотрение проблем приоритезации и оценки технологического состояния предприятий при реализации проектов модернизации. С помощью эконометрических методов проанализированы различные аспекты модернизации машиностроительных предприятий, определены наиболее эффективные подходы к оценке состояния предприятий, проведен их бенчмаркинг. В результате исследования проведена оценка очередности проведения модернизации на основе анализа значимости предприятия для экономики России, всеобъемлющая техническая оценка ранее установленных систем и оборудования, а также существующих технологических процедур. Произведен выбор типа модернизации. Через сравнение с показателями мирового уровня оценен экономический потенциал модернизации, роста выпуска продукции и снижения себестоимости. Сделан вывод о том, что порядок проведения модернизации включает три основных стадии: предпроектную, проектную и постпроектную. Правильно проведенная приоритезация и оценка технологического состояния предприятий при реализации проектов модернизации позволят использовать государственные гарантии и сделают проект модернизации более жизнеспособным.

Ключевые слова: *модернизация, обрабатывающие производства, машиностроение, станкостроение*

Санкции, введенные некоторыми странами, призванные усложнить экономическую ситуацию в России, дали шанс отечественным предприятиям быстро и эффективно модернизировать промышленность. Актуальная многие годы тема модернизации машиностроения приобрела в последнее время еще большее значение. Руководители российских машиностроительных предприятий постоянно находились под давлением требований повышения эффективности, прибыльности и рентабельности своих производств, т.е. сделать их конкурентоспособными. А такая работа требует больших инвестиций, технологий и стратегической программы модернизации, единой для страны.

Рассматривая перспективы решения проблем в этой области как можно в более короткие сроки на основе внедрения самых передовых и высокотехнологичных разработок эффективно модернизировать промышленность, можно выделить как положительные, так и отрицательные тенденции, имеющие место в нашем машиностроении [7]. Эти тенденции уже были изложены и доказаны авторами в других статьях.

Понятие «модернизация» очень широкое, поэтому и масштабы модернизации предприятий в каждом отдельном случае разные. В российском машиностроении сложилась непростая ситуация, вызванная «боязнью» кооперации. Украинский кризис еще раз подчеркнул риски, с нею связанные. Ситуация заключается в том, что большинство отечественных предприятий имеют в своем составе практически все необходимые для производственной деятельности технологические переделы: заготовительные (литейный, кузнечно-прессовый и т.д.), механообрабатывающие, термообрабатывающие, гальванопокрытия и лакокрасочные, сборочные и др. [3]. Подобная структура предприятий сохранилась со времен СССР. Практически – это натуральное хозяйство. Такая структура очень сильно влияет на себестоимость, значительно ее повышая и делая продукцию предприятия неконкурентоспособной. В то же время каждый такой передел требует модернизации и доведения его до современного мирового уровня. Следовательно, потребность предприятий в модернизации очень разная – от проектов модернизации одного или нескольких станков, полной модернизации какого-то технологического передела основного производства, модернизации инструментального производства, как одного из важнейших, обеспечивающих механообработку, до полной модернизации предприятия или подготовки помещений для ее проведения.

Кроме того, на модернизацию не может не влиять состояние дел в производстве машин и оборудования. Установлено, что производство машин и оборудования в стране снизилось. Динамика производства металлообрабатывающего оборудования в РФ представлена на рис. 1.

В настоящее время идет процесс замены устаревшего оборудования, что подтверждается опережающим ростом доли импорта оборудования над его производством внутри страны [6, 17].

Темпы роста на многих предприятиях продолжают снижаться, однако интерес вызывает соотношение выработки на одного рабочего в месяц и заработной платы за тот же период (рис. 2).

Анализ данных рис. 2 свидетельствует, что наибольший разрыв между выработкой на одного рабочего и его заработной платой за месяц имеет предприятие ЗАО «Станкотех» (г. Коломна). Динамика выпуска товаров и услуг к соответствующему периоду 2012 г. составляет 100%, выпуск станков в стоимостном выражении – 112%, в натуральном выражении – 102%. Динамика выпуска станков с

Рис.1. Производство металлообрабатывающего оборудования в РФ в 2004–2013 гг.

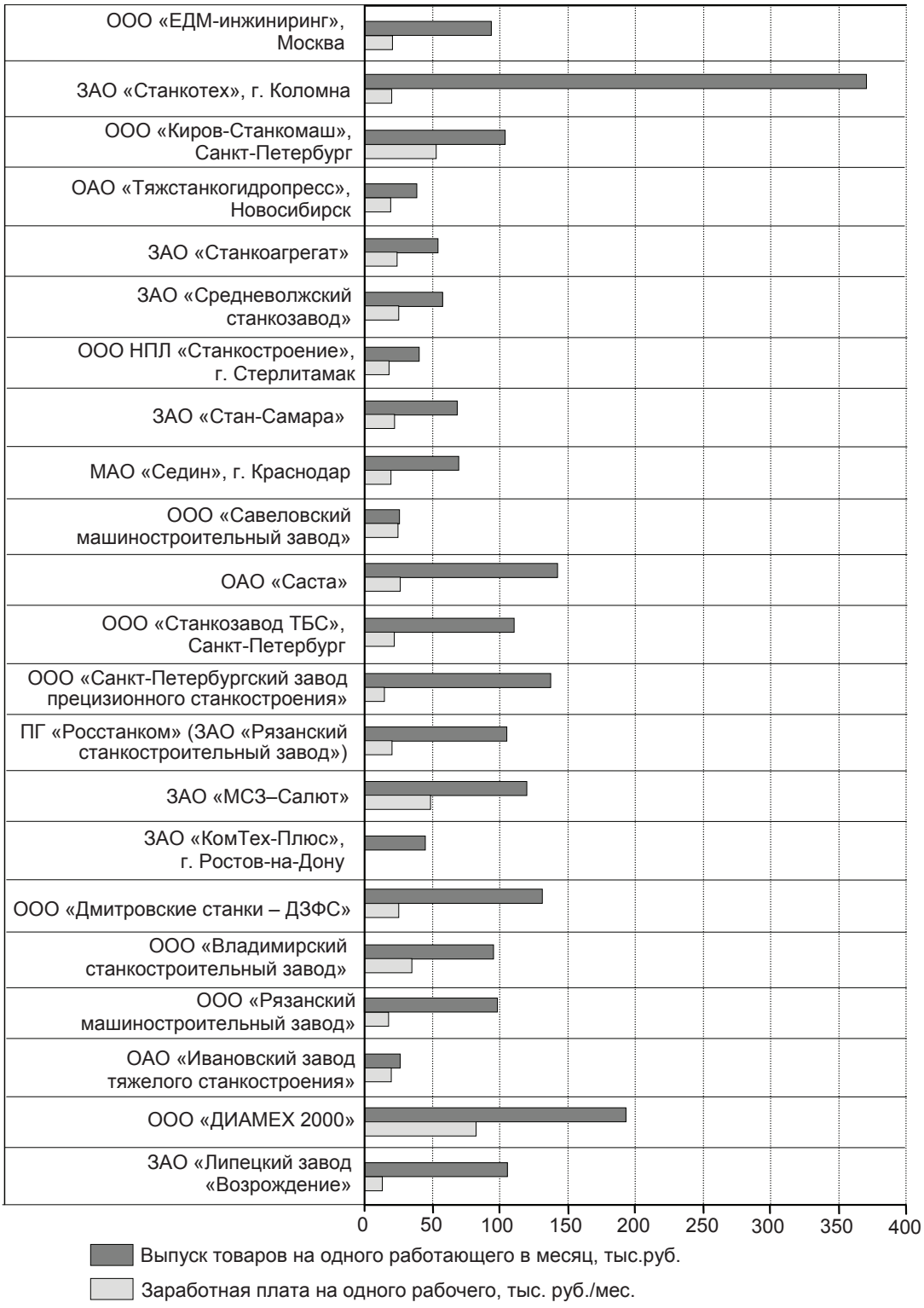

Рис. 2. Производственные показатели станкостроительных заводов Ассоциации «Станкоинструмент» по итогам 2013 г.

числовым программным управлением (ЧПУ) в стоимостном выражении – 122%, в натуральном – 95%. Численный состав работающих сократился на 11%. То есть наблюдается положительная динамика, что свидетельствует о востребованности оборудования с ЧПУ и подтверждается мнениями экспертов [1, 2], утверждающих, что в промышленности крайне низкий уровень спроса на инновации.

Одновременно имеется очень много примеров в разных областях станкостроения, где Россия уже потеряла или теряет свои позиции. Это не просто снижение производства. Многие виды оборудования в настоящее время перестали производиться на территории РФ, например:

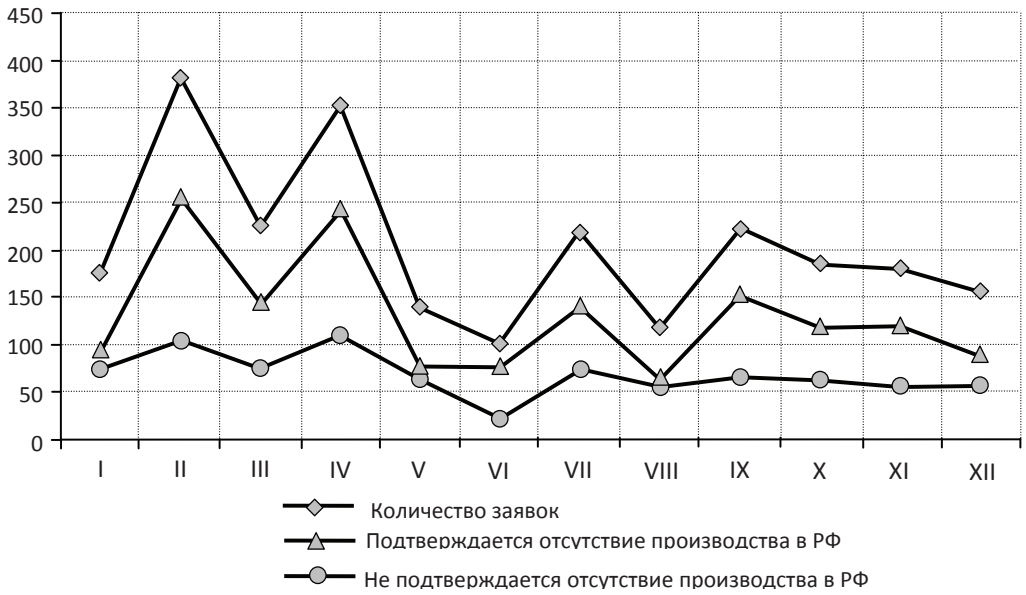

Рис. 3. Анализ количества заявок на импортное оборудование за 2013 г., ед.

– машины литейные, используемые в металлургии или литейном производстве;
– станки для обработки любых материалов путем удаления материала с помощью лазерного или другого светового или фотонного луча, ультразвуковых, электроразрядных, электрохимических, электронно-лучевых, ионно-лучевых или плазменно-дуговых процессов, водоструйные резательные машины;
– центры обрабатывающие, станки агрегатные однопозиционные и многопозиционные для обработки металла;
– станки токарные (включая станки токарные многоцелевые) металлорежущие;
– станки металлорежущие (включая агрегатные станки линейного построения) для сверления, растачивания, фрезерования, нарезания наружной или внутренней резьбы посредством удаления металла;
– станки обдирочно-шлифовальные, заточные, шлифовальные, хонинговальные, притирочные, полировальные и для выполнения других операций чистовой обработки металлов или металлокерамики при помощи шлифовальных камней, абразивов или полирующих средств;
– станки продольно-строгальные, поперечно-строгальные, долбежные, протяжные, зуборезные, зубошлифовальные или зубоотделочные, пильные, отрезные и другие станки для обработки металлов или металлокерамики посредством удаления материала;
– станки (включая прессы) для обработки металлов объемной штамповкой, ковкой или штамповкой, станки для обработки металлов (включая прессы) гибочные, кромкогибочные, правильные, отрезные, пробивные или вырубные, прессы для обработки металлов или карбидов металлов и др.

Поэтому необходимость закупок перечисленного оборудования должна обеспечиваться импортом (рис. 3).

Следует обратить внимание и на оценку как предприятий, так и проектов модернизации. Само обследование предприятий, т.е. их технологический аудит, затруднено ввиду отсутствия эффективных и оперативных инструментов. Применяемые в настоящее время методики основаны на оценке технического уровня по показателям (как правило, весовым коэффициентам), количество которых превышает 150. Эти показатели являются количественными, сложности вызывает не только сбор данных для их расчета, большие затраты труда и времени, но и достоверность получаемых результатов [4, 5]. По каждому объекту – производству, цеху, участку – собирается доступная информация и выполняется экспертная оценка. Объекты оцениваются в соответствии с объемом выпуска продукции с учетом возможности его наращивания. По каждому показателю также вводится ряд необходимых характеристик и определяется положение каждого объекта на матрице «качество / количество» [5]. При этом для каждого производства (цеха, участка) появляется

набор матриц [7, 20], которые затем суммируются с помощью соответствующего математического аппарата, и выявляется финальная характеристика «лидер – аутсайдер – середняк».

Полученные результаты могут привести к выводу производства из состава предприятия или организованному свертыванию производства, когда в течение некоторого времени производство будет работать с последующей передачей продукции в другие цехи или на специализированные предприятия [6], а то и к утрате таких производств на территории России. Часто это происходит без учета важности такого производства для страны.

Можно выделить некоторые проблемы, которые имеют предприятия, нуждающиеся в перевооружении:

– неуклонный рост доли не выполненных в срок заказов;
– высокий уровень изношенности основных фондов;
– крайне низкая доля станков с ЧПУ и многокоординатных обрабатывающих центров;
– устаревшие технологии изготовления;
– высокая доля ручного труда;
– острый кадровый дефицит, высокая текучесть кадров;
– территориальная разобщенность;
– низкая загрузка производственных мощностей;
– высокая доля оборудования со 100%-ным износом;
– недостаточное обеспечение компьютерной техникой;
– отсутствие внутреннего информационного обмена;
– ограниченные возможности ремонтно-механической службы.

Можно заключить, что назрела необходимость создания методологии управления комплексной модернизацией предприятий высокотехнологичных машиностроительных отраслей на всех этапах проектирования.

Проанализировав данные по ряду областей России, выделим следующие цели перевооружения предприятий. Предприятия нуждаются, судя по заявкам, в полном или частичном перевооружении. Таким образом, на основе таксономической классификации можно выделить пять основных типов модернизации:

1) полное перевооружение производства (плюс оптимизация производственных систем по направлениям производства мирового класса WCM (World Class Manufacturing);
2) внедрение передовых технологий и новой техники на отдельных переделах, особенно характерное для инструментальных производств;
3) механизация и автоматизация отдельных производственных участков;
4) модернизация и замена отдельного устаревшего и физически изношенного оборудования;
5) совершенствование общезаводского хозяйства и вспомогательных служб.

Главный тип модернизации – это полная модернизация в сумме с WCM, которая диктует необходимость комплексного подхода к организации модернизируемого производства. С точки зрения текущей прибыльности и капитализации предприятия WCM способен обеспечить максимальный эффект [8, 10–12, 18]. Каждый такой тип модернизации по-разному сфокусирован на стратегических и финансовых целях (рис. 4).

Компании, рассчитывающие на устойчивое конкурентное преимущество, стремятся к полной модернизации, но для этого у компаний может не быть средств. Поэтому четыре следующих вида модернизации могут осуществляться поэтапно, модульно, а могут и напоминать «Тришкин кафтан», что довольно часто и происходит. В настоящее время, когда промышленные предприятия находятся в частной собственности, перед государством стоит задача, с одной стороны, профинансировать модернизацию, с другой стороны, максимально оптимизировать этот процесс и сделать его прозрачным.

Первый шаг в выбранном направлении – это понимание, с одной стороны, какое место занимает в экономике страны каждое конкретное предприятие, нуждающееся в модернизации, по отношению к тем, управление которыми осуществляется наиболее эффективно. С другой стороны, насколько отрасль, в которую входит данное предприятие, имеет значение для развития экономики России. На основе трехмерной матрицы классификаций обрабатывающих отраслей (рис. 5), позволяющей рассчитать и описать рейтинг необходимости преобразований, и таксономической классификации проектов перевооружения, позволяющей выделить необходимую степень модернизации, можно упорядочить деятельность Правительства РФ по модернизации промышленности.

Если проведем классификацию отраслей, то сможем провести диагностику предприятий и со-

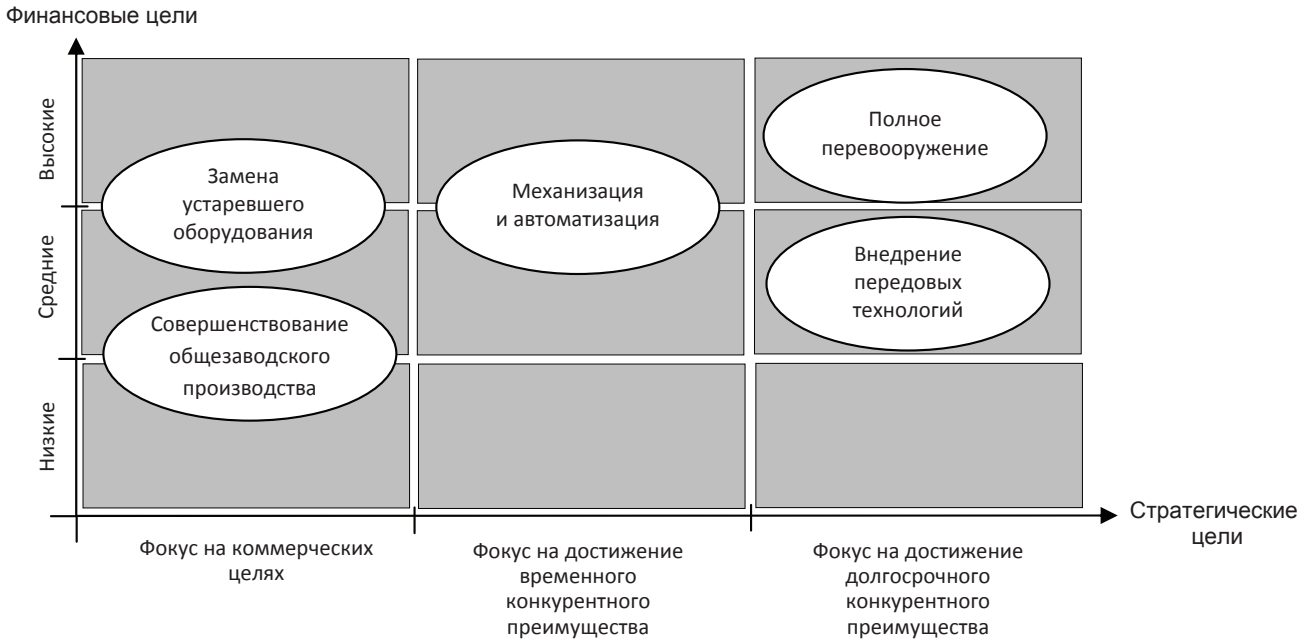

Рис. 4. Возможные типы проектов модернизации

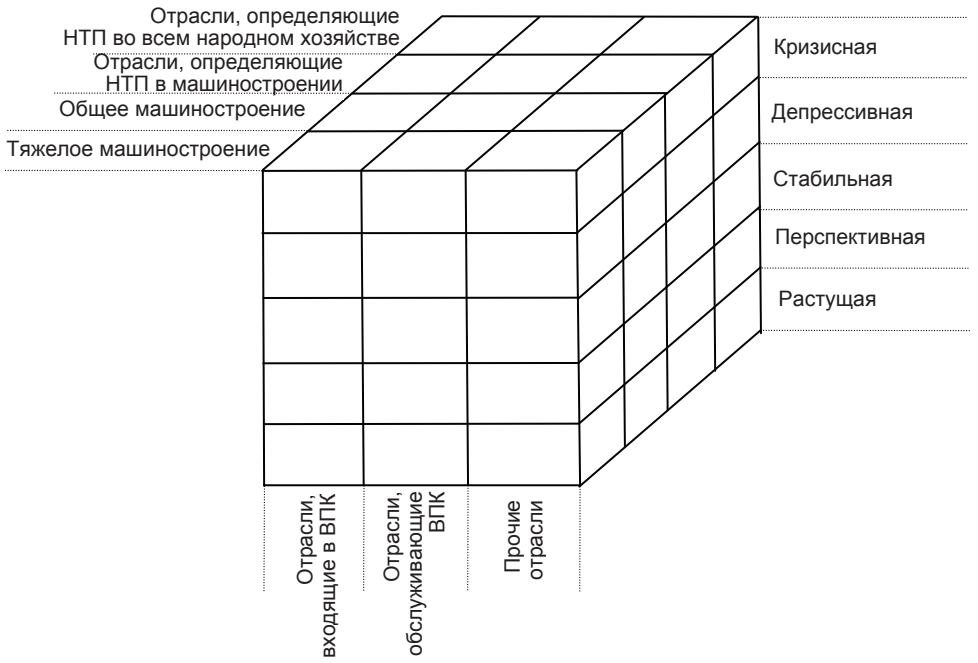

Рис. 5. Трехмерная матрица классификации отраслей

здать очередность необходимости реформирования через М-индекс, зависящий:

– от влияния отрасли на технический прогресс;
– от состояния развития отрасли;
– от влияния отрасли на безопасность страны.

Формула расчета М-индекса имеет следующий вид:

$$M\text{-индекс}=\sum_{i=1}^{N} w_i (R_{ij}^k F_{ij}^k V_{ij}^k)100,$$

где N – количество факторов, влияющих на очередность необходимости реформирования (в данном случае N =3);

R_{ij}^k – сила i-го фактора, получаемого k-й компанией (при j =1) с точки зрения влияния на технический прогресс, оцениваемая по шкале от 0 до 1;

F_{ij}^k – сила i-го фактора, получаемого k-й компанией (при j = 1) с точки зрения состояния развития отрасли, оцениваемая по шкале от 1 до 0;

V_{ij}^k – сила i-го фактора, получаемого k-й компанией (при j = 1) с точки зрения влияния отрасли на безопасность страны, оцениваемая по шкале от 0 до 1.

То есть, предприятия, имеющие M-индекс выше, необходимо модернизировать раньше других, используя государственное финансирование. Это позволяет выстроить систему, помогающую прогнозировать, обосновать и оптимизировать инвестиции в машиностроение (см. таблицу).

Часть обобщенных данных показателей производства (пример)

Компания	Продукция	Цель модернизации	Код по ОКВЭД	*М*-индекс
ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат»	Чугун, слябы, заготовки, горячекатаный и холоднокатаный прокат	Снизить затраты за счет повышения эффективности производства, уровня качества продукции и расширения продуктового сортамента	DJ	92
ЗАО «Индезит Интернэшнл»	Производство бытовой техники	Улучшить качество продукции, повысить класс энергосбережения, увеличить выпуск основной продукции	DL	34
ОАО «Энергия»	Производство химических источников тока (элементов и батарей)	Расширить номенклатуру	DG	76

Конкурентоспособность продукции машиностроения РФ ограничена следующими факторами:

– наличием многочисленных технологических переделов промышленных предприятий, существенно увеличивающих себестоимость и затрудняющих процесс модернизации;
– невысоким уровнем технологий и технологического оборудования промышленных предприятий, низкой конкурентоспособностью отраслей;
– зачастую отсутствием на предприятиях технологий электронного сопровождения продукции на всех этапах ее жизненного цикла (CALS, PLM);
– низким уровнем контроля за эффективностью реализации проектов модернизации;
– поверхностной оценкой барьеров сопротивления модернизации и связанными с ними рисками.

Каждый из этих факторов связан как с элементами процесса модернизации, так и с проблемами самих предприятий.

Во время запуска проекта модернизации предприятия возникают важные и сложные задачи, которые заключаются:

– в выявлении возможностей для достижения от будущей модернизации максимальной отдачи;
– в определении оптимальной стоимости проекта;
– в определении сроков модернизации.

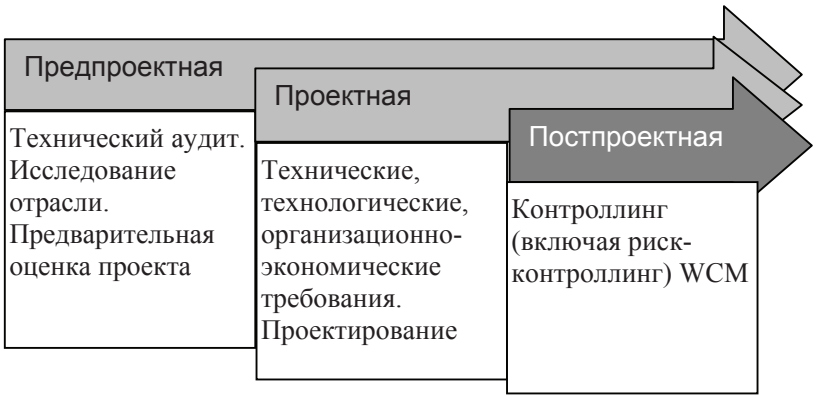

Рис. 6. Стадии процесса модернизации

Однако такой подход к модернизации кажется слишком упрощенным. В самом процессе, по мнению авторов, следует выделить три стадии: предпроектную, проектную и постпроектную (рис. 6).

Возможен такой начальный путь: выбрать область поиска исходя из личного опыта специалиста-эксперта, и в этой области выполнить первоначальный поиск. После этого производится конкретный технико-экономический аудит [4, 9, 16] для оценки имеющегося потенциала для модернизации. После сбора информации с помощью анкет следует провести анализ полученных данных, чтобы подготовить отчет по результатам аудита, подготовить рекомендации по улучшению управления технологией и составить план действий с тем, чтобы повысить эффективность использования результатов. Взаимодействие сбора информации, ее анализа и планирования действий для модернизации предприятия представлено на рис. 7.

При проведении технико-экономического аудита часто определяются и критерии оценки эффективности проектов модернизации [1, 3, 19, 20]. В ходе оценки технических характеристик производится тщательный анализ всего фронта автоматизации производственного процесса. При этом определяются наиболее существенные моменты, подлежащие дальнейшему, более углубленному анализу при последующей инженерной проработке. При оценке учитываются применяемая технология и ее использование, рабочие процедуры, а также затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание [13–15, 17]. Используется большое количество критериев, в основном количественных. Последние носят название индикаторов показателей производства.

Главная идея – найти для проекта модернизации новое, как в облас-

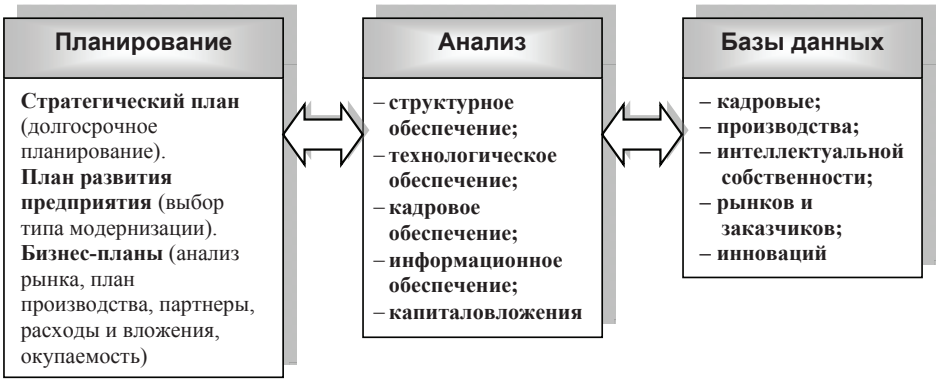

Рис. 7. Схема взаимодействия в технологическом аудите

тях знаний, так и среди функций и компонентов. Были определены четыре уровня масштабирования индикаторов**:**

- мировой уровень (уровень 1);
- лучший страновой уровень (уровень 2);
- средний страновой уровень (уровень 3);
- посредственные показатели, нуждающиеся в существенном улучшении (уровень 4).

Показателем конкурентоспособности можно считать индекс отставания, который определяется по формуле

$$\textit{Индекс отставания} = \frac{\textit{Доля от мирового уровня},\%}{\textit{Доля от отраслевого уровня},\%}100\%.$$

Этот индекс показывает конкурентные возможности отрасли, позволяющие или не позволяющие предприятию занять на рынке нужное положение.

Отбор информации для целей модернизации производится с применением программных средств и практического опыта их использования. Рамки такого отбора ограничены, и ограничены уровнем модернизации.

Во-первых, проводится оценка очередности проведения модернизации.

Во-вторых, производится всеобъемлющая техническая оценка ранее установленных систем и оборудования, а также существующих технологических процедур.

В-третьих, производится выбор типа модернизации. *В-четвертых*, через сравнение с показателями мирового уровня оценивается экономический потенциал модернизации в смысле роста выпуска продукции и снижения себестоимости.

Список литературы

1. *Борисов В.Н., Почукаева О.В.* Инновационно-технологическое развитие машиностроения как фактор инновационного совершенствования обрабатывающей промышленности // Проблемы прогнозирования. 2009. № 4. С. 37–45.

2. *Борисов В.Н., Почукаева О.В.* Инновационное развитие машиностроения // Проблемы прогнозирования. 2013. № 1. С 38–51.

3. *Боровский Г.В.* Развитие машиностроения в России на основе технологического перевооружения. М.: ИТО, 2009. 216 с.

4. *Кролл А., Симон Ф., Чивер Г., Пильбакка Т., Стэниер Д.* Поле для модернизации. О выявлении сдерживающих факторов в обрабатывающей промышленности // АББ Ревю. 2007. № 1. С. 56–61.

5. *Пильнов Г., Тарасова О., Яновский А.* Как проводить технологический аудит. URL: http://www.innovbusiness.ru/content/file.asp?r={5EB621C4-CC24-4C1D-8D02-96581CF016B2}.

6. *Рыжикова Т.Н., Боровский В.Г.* Проблемы модернизации машиностроительных предприятий России на современном этапе // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 17. С. 23–29.

7. *Сайфиева С.Н., Ермилина Д.А.* Российское машиностроение: состояние и тенденции // Экономист. 2012. № 2. С. 32–43.

8. *Стрельникова И.А., Хрусталев Е.Ю.* Особенности и оценка реализуемости инвестиционных проектов создания наукоемкой инновационной продукции // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 21. С. 40–50.

9. Технологический аудит и модернизация машиностроительных предприятий. URL: http://www.mirprom.ru/public/tehnologicheskiy-audit-i-modernizaciya-mashinostroitelnyh-predpriyatiy.html.

10. *Хрусталев Е.Ю.* Механизмы реформирования и инновационно-технологического развития наукоемкого производственного комплекса // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 9. С. 2–10.

11. *Хрусталев Е.Ю., Соколов Н.А., Хрусталев О.Е.* Концепция оценки и управления риском при реализации инновационных проектов создания интеллектуальной продукции // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 44. С. 2–13.

12. *Хрусталев Е.Ю., Хрусталев О.Е.* Методология и инструментарий комплексной оценки, реструктуризации и интеграции наукоемких промышленных предприятий // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 1. С. 2–17.

13. *Blackler F., McDonald S.* Power, mastery and organizational learning // Journal of Management Studies. 2000. № 37. P. 833–852.

14. *Brown J.S., Duguid P.* Organizational learning and communities-of-practice: Toward a unified view of working, learning, and innovation // Organization Science. 1991. № 2. P. 40–57.

15. *Chesborough H.* Towards a Dynamics of Modularity. A Cyclical Model of Technical Advance, in The Business of Systems Integration, In Prencipe A., Hobday M. and Davies A. (Eds). Oxford: Oxford University Press, 2002. C. 174–200.

16. *Lin N.* Building a network theory of social capital. In Social capital: Theory and research, Lin N., Cook K., Burt R.S. (Eds). New York: Aldine de Gruyter, 2000. P. 3–30.

17. *Ryzhikova T.N., Borovsky V.G.* The paradigm of modernization of machine building enterprises of the Russian Federation at the modern stage / Controlling in SMEs – Beyond Numbers Prague, April 25, 2014, University of Finance and Administration Prague Proceedings of The International Conference // Vysoká škola finanční a správní, o.p.s. 2014. P. 364–371.

18. *Sabel C.* Learning by Monitoring: The Institutions of Economic Development. The Handbook of Economic Sociology, Neil J. Smelser and Richard Swedberg (Eds). Princeton: Princeton University Press, 1994. P. 137–165.

19. The Facts About Modern Manufacturing / 7th Edition / The Manufacturing Institute/ 2007. URL: http://www.themanufacturinginstitute.org/~/media/18B13F9A6C784172817973D16AF2AC94/2005_Facts_About_Modern_Manufacturing.pdf.

20. The Facts About Modern Manufacturing /8th Edition / The Manufacturing Institute / 2009. URL: http://www.nam.org/~/media/0F91A0FBEA1847D087E719EAAB4D4AD8.ashx.

Economic Analysis: Theory and Practice
ISSN 2311-8725 (Online)
ISSN 2073-039X (Print)

PRIORITIZATION AND EVALUATION OF TECHNOLOGICAL CONDITION OF ENTERPRISES WHEN IMPLEMENTING MODERNIZATION PROJECTS

Tamara N. RYZHIKOVA,
Vladislav G. BOROVSKII

Abstract

Importance The sanctions imposed by some countries, designed to complicate the economic situation in Russia, give the chance to domestic businesses quickly and effectively upgrade the industry. The article deals with the elements of prioritization and assessment of the condition of enterprises in projects of modernization of the machine-building enterprises of the Russian Federation at the present stage, typical of the domestic market.

Objectives The aim of the study is to examine the issues of prioritization and evaluation of technological condition of the enterprises when implementing modernization projects.

Methods Using econometric methods, the authors analyze various aspects of the modernization of the machine-building enterprises; identify the most effective approaches to the assessment of enterprises, and exercise their benchmarking analysis.

Results The study assessed the modernization priority based on the analysis of the significance of the enterprise for the Russian economy. The authors conduct a comprehensive technical evaluation of the previously installed systems and equipment, as well as the existing technological procedures. They selected the type of upgrade. Through comparison with the world activities indicators, the authors estimate the economic potential of modernization, production growth and cost reduction.

Conclusions and Relevance The authors conclude that the procedure of modernization consists of three main phases: pre-project, project, and post-project. The correct prioritization and evaluation of technological condition of the enterprises when implementing modernization projects will help using State guarantees and will make the project more viable upgrade.

Keywords: modernization, manufacturing, enterprises, machine building, machine-tool construction

References

1. Borisov V.N., Pochukaeva O.V. Innovatsionno-tekhnologicheskoe razvitie mashinostroeniya kak faktor innovatsionnogo sovershenstvovaniya obrabatyvayushchei promyshlennosti [Innovative-technological development of mechanical engineering as a factor of innovation perfection of the manufacturing industry]. *Problemy prognozirovaniya = Studies on Russian Economic Development*, 2009, no. 4, pp. 37–45.

2. Borisov V.N., Pochukaeva O.V. Innovatsionnoe razvitie mashinostroeniya [Innovation development of mechani-

cal engineering]. *Problemy prognozirovaniya = Studies on Russian Economic Development*, 2013, no. 1, pp. 38–51.

3. Borovskii G.V. *Razvitie mashinostroeniya v Rossii na osnove tekhnologicheskogo perevooruzheniya* [Development of the mechanical engineering in Russia on the basis of technological re-equipment]. Moscow, ITO Publ., 2009, 216 p.

4. Kroll A., Simon F., Chiver G., Pilbakka T., Stanier D. Pole dlya modernizatsii. O vyyavlenii sderzhivayushchikh faktorov v obrabatyvayushchei promyshlennosti [Room for improvement. Identifying the limiting factors in processing industries]. *ABB Revyu = ABB Review*, 2007, no. 1, pp. 56–61.

5. Pil'nov G., Tarasova O., Yanovskii A. *Kak provodit' tekhnologicheskii audit?* [How to conduct technological audit?]. Available at: http://www.innovbusiness.ru/content/file.asp?r={5EB621C4-CC24-4C1D-8D02-96581 CF016B2}. (In Russ.)

6. Ryzhikova T.N., Borovskii V.G. Problemy modernizatsii mashinostroitel'nykh predpriyatii Rossii na sovremennom etape [The modernization problems of the Russian machine-building enterprises at the present stage]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2014, no. 17, pp. 23–29.

7. Saifieva S.N., Ermilina D.A. Rossiiskoe mashinostroenie: sostoyanie i tendentsii [The Russian mechanical engineering: the condition and tendencies]. *Ekonomist = Economist*, 2012, no. 2, pp. 32–43.

8. Strel'nikova I.A., Khrustalev E.Yu. Osobennosti i otsenka realizuemosti investitsionnykh proektov sozdaniya naukoemkoi innovatsionnoi produktsii [Knowledge-based innovation products: investment projects' feasibility evaluation]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2014, no. 21, pp. 40–50.

9. *Tekhnologicheskii audit i modernizatsiya mashinostroitel'nykh predpriyatii* [Technological audit and the modernization of machine-building enterprises]. Available at: http://www.mirprom.ru/public/tehnologicheskiy-audit-i-modernizaciya-mashinostroitelnyh-predpriyatiy.html. (In Russ.)

10. Khrustalev E.Yu. Mekhanizmy reformirovaniya i innovatsionno-tekhnologicheskogo razvitiya naukoemkogo proizvodstvennogo kompleksa [Mechanisms of reformation and innovation-and-technology development of the high-tech industrial complex]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2014, no. 9, pp. 2–10.

11. Khrustalev E.Yu., Sokolov N.A., Khrustalev O.E. Kontseptsiya otsenki i upravleniya riskom pri realizatsii innovatsionnykh proektov sozdaniya intellektual'noi produktsii [A concept of risk assessment and management in the implementation of innovation projects to create intelligent products]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 44, pp. 2–13.

12. Khrustalev E.Yu., Khrustalev O.E. Metodologiya i instrumentarii kompleksnoi otsenki, restrukturizatsii i integratsii naukoemkikh promyshlennykh predpriyatii [A methodology and tools of integrated assessment, restructuring and integration of knowledge-based industries]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2014, no. 1, pp. 2–17.

13. Blackler F., McDonald S. Power, mastery and organizational learning. *Journal of Management Studies*, 2000, no. 37, pp. 833–852.

14. Brown J.S., Duguid P. Organizational learning and communities-of-practice: Toward a unified view of working, learning, and innovation. *Organization Science*, 1991, no. 2, pp. 40–57.

15. Chesborough H. Towards a Dynamics of Modularity. A Cyclical Model of Technical Advance. In: The Business of Systems Integration. In Prencipe A., Hobday M. and Davies A. (Eds). Oxford, Oxford University Press, 2002, pp. 174–200.

16. Lin N. Building a Network Theory of Social Capital. In: Social Capital: Theory and Research. Lin N., Cook K., Burt R.S. (Eds). New York, Aldine de Gruyter, 2000, pp. 3–30.

17. Ryzhikova T.N., Borovsky V.G. The paradigm of modernization of machine building enterprises of the Russian Federation at the modern stage. Controlling in SMEs – Beyond Numbers. University of Finance and Administration Prague Proceedings of the International Conference. Prague, April 25, 2014, pp. 364–371.

18. Sabel C. Learning by Monitoring: The Institutions of Economic Development. The Handbook of Economic Sociology. Neil J. Smelser and Richard Swedberg (Eds). Princeton, Princeton University Press, 1994, pp. 137–165.

19. The Facts about Modern Manufacturing. 7th Edition. The Manufacturing Institute, 2007. Available at: http://www.themanufacturinginstitute.org/~/media/18B13F9A6C784172817973D16AF2AC94/2005_Facts_About_Modern_Manufacturing.pdf.

20. The Facts about Modern Manufacturing. 8th Edition. The Manufacturing Institute, 2009. Available at: http://www.nam.org/~/media/0F91A0FBEA1847D087E719EAAB4D4AD8.ashx.

Tamara N. RYZHIKOVA
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation
tnr411@yandex.ru

Vladislav G. BOROVSKII
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation
borovskiy@inatek.ru