

УДК 338.312

## **МЕТОДИКА ПОДАЧИ, РАССМОТРЕНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ СЕБЕСТОИМОСТИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

**Скоробогатов А.С.**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
E-mail: skorobogатов.andrei@yandex.ru

С усилением глобализации мировой экономики конкуренция в рыночной среде для машиностроительных предприятий приобретает все более агрессивный характер. Аналоги российских товаров и услуг, поставляемые в нашу страну в основной массе из таких стран, как Китай и Южная Корея, требуют от отечественных машиностроительных предприятий нестандартных подходов для обеспечения конкурентоспособности. Условия современной рыночной среды требуют от машиностроительных предприятий применения методов по снижению затрат для завоевания новых рынков и развития уже имеющихся. Вне зависимости от видов рынка (мировой, локальный или региональный) без применения методов, позволяющих снизить стоимость продукции, добиться положительных результатов становится практически невозможно. Размер себестоимости имеет прямую зависимость с размером сбытовой наценки и объемами продаж. Предприятию при реализации продукции приходится ориентироваться на среднерыночный уровень цен. Цена на продукцию в настоящее время не может формироваться методом прибавления к производственной себестоимости, требуемой для нее сбытовой наценки. При этом метод и методики по снижению себестоимости должны иметь на машиностроительном предприятии системный характер. В статье рассматривается вопрос по снижению себестоимости продукции в одном из направлений машиностроительного предприятия, это снижение себестоимости при проведении конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП). Также работа по снижению себестоимости выпускаемой продукции может быть проведена и в других направлениях деятельности предприятия: изменения численности персонала; оптимизации логистических потоков; снижения расходов на электроэнергию; реструктуризации предприятия; снижения брака; размещение свободных денежных средств. Конструкторско-технологические предложения по снижению себестоимости выпускаемой продукции в своей основе базируются на двух принципах – это улучшение уже существующих конструкций изделий и технологических процессов и разработка принципиально новых конструктивных и технологических решений. В работе представлена разработанная автором методика управления подачей, рассмотрения и внедрения таких предложений на машиностроительном предприятии. Актуальность данного исследования заключается в повышении рентабельности производства с учетом работы машиностроительного предприятия в агрессивной рыночной среде, а также стремление к инновациям и гибкости. Цель исследования: разработать методику подачи, рассмотрения и внедрения конструкторско-технологических предложений по снижению себестоимости на машиностроительном предприятии с учетом работы предприятия в условиях агрессивной рыночной среды. Исследования и апробация методики проводились на ведущих машиностроительных предприятиях г. Санкт-Петербурга. Статья представляет интерес для специалистов в области управления конструкторско-технологической подготовкой производства, машиностроительным предприятием, экономикой на предприятии и имеет научное прикладное значение в области экономики и управления.

*Ключевые слова:* конструкторско-технологическая подготовка производства, машиностроение, себестоимость, экономическая эффективность, управление предприятием.

## THE METHOD OF APPLICATION, REVIEW AND IMPLEMENTATION OF ENGINEERING PROPOSALS FOR COST REDUCTION AT AN ENGINEERING COMPANY

**Skorobogatov A.S.**

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

E-mail: skorobogatov.andrei@yandex.ru

With the increasing globalization of the world economy, competition in the market environment for machine-building enterprises is becoming increasingly aggressive. Analogues of Russian goods and services supplied to our country in the bulk of countries such as China and South Korea require domestic engineering enterprises non-standard approaches to ensure competitiveness. The conditions of the modern market environment require machine-building enterprises, the use of methods to reduce costs to gain new markets and the development of existing ones. Regardless of the type of market (global, local or regional), without the use of methods to reduce the cost of production to achieve positive results becomes almost impossible. The size of the cost price has a direct relationship with the size of the mark-up and sales volumes. When selling products, the company has to focus on the average market price level. At present, the price of products cannot be formed by the method of adding to the production cost, the required sales margin for it. At the same time, the method and methods to reduce the cost should be systematic at the machine-building enterprise. The article deals with the issue of reducing the cost of production in one of the areas of machine-building enterprises, is to reduce the cost during the design and technological preparation of production. Also, work on reducing the cost of production can be carried out in other areas of the enterprise: changes in the number of personnel; optimization of logistics flows; reduction of energy costs; restructuring of the enterprise; reduction of marriage; placement of available funds. Design and technological proposals to reduce the cost of products, based on two principles – is to improve existing product designs and processes and the development of fundamentally new design and technological solutions. The paper presents the developed by the author method of management of submission, consideration and implementation of such proposals in the machine-building enterprise. The relevance of this study is to increase the profitability of production, taking into account the work of machine-building enterprises in an aggressive market environment, as well as the desire for innovation and flexibility. The purpose of the study: to develop a method of submission, consideration and implementation of design and technological proposals to reduce the cost of the machine-building enterprise, taking into account the work of the enterprise in an aggressive market environment. Researches and approbation of a technique were carried out at the leading machine-building enterprises of the city of St. Petersburg. The article is of interest to specialists in the field of management of design and technological preparation of production, machine-building enterprise, the economy of the enterprise and has a scientific applied value in the field of Economics and management.

*Keywords:* design and technological preparation of production, engineering, cost, economic efficiency, enterprise management.

### ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение России имеет 300-летнюю историю, у истоков которой стоят промышленные реформы, проведенные Петром I Великим [22]. В 1701 г. была сформирована первая инженерная школа в Москве. В эпоху «стали и пара» промышленность России имела свое собственное развитие, базировавшееся на развитии железных дорог, строительстве пароходов, применении новых технологий того времени в мануфактурной промыш-

ленности, приобретающей все формы индустрии [14]. В дореволюционную эпоху такими учеными, как И.И. Сикорский [8] (авиаконструктор, создатель четырехмоторного самолета «Русский Витязь»), А.Н. Крылов [7] (ученый, создатель русских линкоров), Д.С. Рождественский [1] (академик, физик, организовавший производство стекла на Императорском фарфоровом и стекольном заводе) и др., были сформированы новые научные школы того времени. Впоследствии после 1917 г. особенно в период репрессий 1937–1938 гг., вследствие гонения на интеллигенцию как приближенный слой общества к царской власти были потеряны направления собственного развития России, вместе с тем была потеряна львиная доля ученых, инженеров и промышленников того времени [11].

После революции 1917 г. Россия становится на новый путь развития общества и науки. В развитии тогдашней советской науки есть как свои сильные, так и слабые стороны. Сильные стороны были отражением тогдашнего коммунистического строя, который способствовал созданию крупных проектов, таких как ядерный проект, проект по созданию авиационной техники, военной техники [21]. Стоит отметить, что в этих направлениях до настоящего времени у такой страны, являющейся одним из лидеров в машиностроении, как Германия, нет своих отраслей [18–20]. Слабыми сторонами, по мнению автора, являются формы управления на машиностроительных предприятиях, не способствующих формированию промышленников, которые являлись драйвером развития предприятия, могли сформировать критическую массу специалистов из различных направлений науки на так называемом междисциплинарном уровне и внедряли инновации. И до настоящего времени на российских машиностроительных предприятиях частично сохраняется эффект колеи, доставшийся нам в наследство от советских времен, который не позволяет в условиях агрессивной рыночной среды эффективно внедрять инновации и управлять машиностроительными предприятиями, подстраиваться под существующие реалии и брошенные условиями рыночной экономики вызовами [10].

В условиях ограниченности ресурсов и активном повсеместном внедрении цифровых технологий появляется как потребность, так и возможность у машиностроительных предприятий снижать затраты более прозрачно и эффективно [6, 15].

Одним из направлений для изучения на машиностроительном предприятии является конструкторско-технологическая подготовка производства (КТПП), способы подачи, рассмотрения и внедрения предложений по снижению себестоимости изделий. Интерес к этому направлению вызван из-за возможности внедрять через данные предложения инновации, формировать промышленников нового поколения, способных решать стоящие перед предприятием вопросы на междисциплинарном уровне.

### **1. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПЕРСОНАЛА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КТПП**

Производство изделия современного машиностроительного предприятия, начиная от идеи и заканчивая передачей конечному потребителю, в своей основе это коллективный труд многих людей, направленный на про-

изводство самого изделия, а также опосредованный труд, связанный с производством и пусконаладкой технологического оборудования, созданием условий производства (помещений, отопления, освещения и т. п.), подготовкой кадров [17].

Каждый сотрудник задействованный в этой цепочке создания ценности, имеет возможность оказывать на нее как положительное, так и отрицательное влияние [2]. Исходя из этого каждый сотрудник машиностроительного предприятия, участвующий в КТПП (конструктор, технолог и др.), может вносить предложения, влияющие на себестоимость выпускаемой продукции. Участвуя в производственном процессе и зная желания потребителя, сотрудник предприятия может вносить предложения во всевозможных направлениях как конструктивного улучшения продукции, так и технологического обеспечения [4, 5, 12, 13].

Иностранные концепции, активно внедряемые последние 15 лет на машиностроительных предприятиях России, такие как «Lean Manufacturing» (Япония), в основе которых лежат такие известные принципы по управлению потерями и синхронизации всех процессов с желаниями потребителя, как «Jidoka», «Рока-юке», «5S», «JIT» и др., показали хорошие результаты на предприятиях, ориентированных на массовый и крупносерийный тип производства [3, 9, 16]. Но с учетом развития малого бизнеса и малых предприятий, ориентированных на разовые заказы, данные системы показали свою несостоятельность, в связи с чем требуются новые подходы по решению вопросов снижения себестоимости и сокращению потерь, в частности для предприятий с единичным и мелкосерийным типом производства. Отдельным инструментом может быть внедрение на машиностроительном предприятии системы подачи, рассмотрения и внедрения предложений по снижению себестоимости.

## 2. АЛГОРИТМ МЕТОДИКИ

Система подачи предложений может быть использована на машиностроительном предприятии для вовлечения сотрудников в процесс снижения себестоимости (рис. 1).

Процесс подачи предложений должен иметь системный характер на предприятии.

Предложения могут касаться повышения уровня безопасности труда; снижения издержек производства; экономии ресурсов; улучшения качества выпускаемой продукции; технологического процесса; качества выполняемых работ.

Автором разработана и представлена на рис. 1 блок-схема «Порядок предложения, рассмотрения и внедрения предложений по снижению себестоимости на машиностроительном предприятии».

Внедрение предложений – это приоритет руководителя подразделения и инициация предложений, а также побуждение сотрудников происходит ими лично.

Рассматривать предложения сформированная приказом заводская комиссия, в состав которой входят руководители (менеджеры) структурных подразделений по различным направлениям деятельности.



Рис. 1. Блок-схема «Порядок предложения, рассмотрения и внедрения предложений по снижению себестоимости на машиностроительном предприятии» (разработана автором)

Для расчета фактического экономического эффекта от внедрения конструкторско-технологических предложений применяется формула 1.

$$Q = (S_1 - S_2) \cdot V, \quad (1)$$

где  $S_1$  – переменные затраты до внедрения конструкторско-технологических предложений, руб.;  $S_2$  – переменные затраты после внедрения конструкторско-технологических предложений, руб.;  $V$  – товарная продукция в планируемом периоде, шт.

Система подачи предложений актуальна как с позиции внедрения инноваций, так и с позиции ориентации деятельности машиностроительного предприятия на потребности рынка. Особенно это актуально с учетом желаний потребителя, которые должен предварительно обработать каждый сотрудник службы КТПП и соответственно внести предложения.

Этапы системы, которые проходит предложение, представлены на рис. 2.

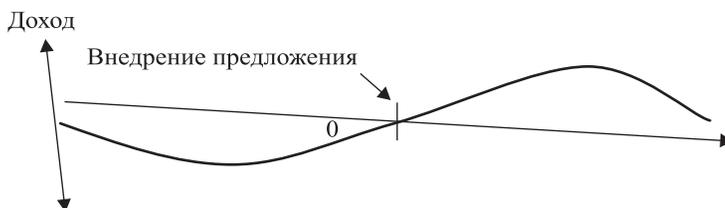


Рис. 2. Этапы системы, которые проходит предложение КТПП

Точка 0, обозначенная на графике (рис. 2), – это этап внедрения предложения. Она является точкой перехода между первым этапом инвестирования и последующим этапом дохода от внедрения предложения. Каждый этап также имеет свой временной интервал ( $t$ ).

### 3. АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ

По результатам исследования стоит отметить, что в практическом применении сотрудники КТПП неохотно проявляют инициативу самостоятельно, по внедрению предложений. Это связано с дополнительными трудовыми и временными затратами, результат которых, как и в любой инновационной деятельности, связан с риском и не всегда бывает оправдан. В связи с этим целесообразно стимулировать данную деятельность, назначая поощрения с учетом суммы полученного эффекта.

В ходе апробации исследования и применения на практике разработанной методики на одном из машиностроительных предприятий Санкт-Петербурга были реализованы предложения.

Предложения касались:

- перевода деталей массового типа производства на единичный с применением современного оборудования и технологий, в качестве примера: детали, изготавливаемые из тонкого листа (изготавливаемые методом холодного штампования), были изготовлены при помощи технологии лазерной резки;

**Реализация предложений по внедрению**

| № | Наименование предложения   | Вид изменения   | Затраты до внедрения предложения, руб.      |                    | Затраты после внедрения предложения, руб. |                    | Объем товарной продукции в планируемом периоде, шт. | Фактический экономический эффект, руб., % |
|---|--|---|---|--------------------|---|--------------------|---|---|
|   |  |   | постоянные затраты                          | переменные затраты | постоянные затраты                        | переменные затраты |   |   |
| 1 | Перевод деталей массового производства в единичное (исходя из требуемых объемов выпуска) | Изменение технологии изготовления и применения оборудования           | 1 500 000 (изготовление штамповой оснастки) | 12 800             | Оснастка не требуется                     | 22 800             | 40  | 1 100 000 (45 %)                          |
| 2 | Изменение обжима РВД   | Изменение технологии изготовления, применения оборудования и оснастки | 1 750 000 (изготовление оснастки)           | 74 000             | 1 170 000 (изготовление оснастки)         | 30 400             | 40  | 2 324 000 (49 %)                          |
| 3 | Замена обивочного материала сидений  | Замена материала  |   | 570                |   | 380                | 40  | 7600 (33 %)                               |

– изменения технологии и оснастки для обжима рукавов высокого давления (РВД), что позволило уйти от низкопроизводительного оборудования;

– замены обивочного материала сидений на выпускаемых изделиях, тем самым повышения комфорта и качества.

Все предложения по внедрению поступали от работников предприятия, участвующих в КТПП, и нашли свое применение при реализации (см. таблицу).

Машиностроительное предприятие, работая в агрессивной рыночной среде, должно постоянно находиться в стадии оптимизации. Оптимизировать необходимо производственные затраты, трудовые ресурсы, технологические процессы, конструкцию изделий, оснастку, оборудование и имеющиеся в распоряжении предприятия фонды.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных научных работ разработана методика подачи рассмотрения и внедрения конструкторско-технологических предложений по снижению себестоимости на машиностроительном предприятии. Проведены исследования и апробация системы на машиностроительном предприятии Санкт-Петербурга, получены положительные результаты работы системы.

Внедренные конструкторско-технологические предложения снизили затраты предприятия на 30–50 % по отдельным позициям и способствовали улучшению качества выпускаемой продукции, в целом повысилась конкурентоспособность предприятия.

Разработанная методика носит прикладной характер и может быть внедрена как в работу машиностроительных предприятий, так и в учебный процесс подготовки специалистов по управлению КТПП.

## Литература

1. *Баумгарт К.К.* Дмитрий Сергеевич Рождественский. Успехи физических наук. 1941.
2. *Вумек Дж.П., Джонс Д.Т.* Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. 473 с.
3. *Джордж Л.М.* Бережливое производство + шесть сигм: Комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 360 с.
4. *Кобзев В.В., Измайлов М.К.* Состояние машиностроительного комплекса, проблемы и особенности воспроизводства основных фондов // Организатор производства. 2017. № 1 (25). С. 69–83.
5. *Кобзев В.В., Радаев А.Е.* Инструментарий управления высокотехнологичным производством промышленных предприятий на основе имитационного моделирования // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2013. № 6-2 (185). С. 138–144.
6. *Крейнина М.Н.* Анализ финансовой деятельности предприятия для совершенствования бизнеса: учебник. М., 2013. 104 с.
7. *Крылов А.Н.* Мои воспоминания / 9-е изд., перераб. и доп. СПб.: Политехника, 2003. 510 с.
8. *Михеев В.Р.* Игорь Иванович Сикорский // Природа. 1998. № 9. С. 71–86.
9. *Оно Т.* Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005. 192 с.
10. *Радаев А.Е., Кобзев В.В.* Система показателей для выбора и реализации управленческих решений в высокотехнологичном производстве предприятия машиностроения // Теория и инструментарий развития инновационной экономики в период глобальной рецессии: коллективная монография; под ред. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. С. 681–711.
11. *Сапрыкин Д.Л.* Образовательный потенциал Российской империи. М.: ИИЕТ РАН, 2009. 176 с.
12. *Скоробогатов А.С., Кобзев В.В., Радаев А.Е.* Проблемы обоснования эффективности конструкторско-технологических изменений на предприятиях машиностроения // Новая экономическая реальность, кластерные инициативы и развитие промышленности (ИНПРОМ-2016): тр. междунар. науч.-практ. конф. 19–26 мая 2016 / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. С. 384–389.
13. *Скоробогатов А.С., Кобзев В.В.* Подход к решению задачи обоснования технологии изготовления готовой продукции промышленного предприятия // Цифровая экономика и «Индустрия 4.0»: проблемы и перспективы: труды научно-практической конференции с международным участием / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. С. 662–667.
14. *Тимошенко С.П.* Инженерное образование в России. Люберцы: Изд-во ВИНТИ, 1996.
15. Цифровая экономика и «Индустрия 4.0»: проблемы и перспективы (industry-2017) Труды научно-практической конференции с международным участием / ред. А.В. Бабкин; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. СПб., 2017. 685 с.
16. *Шонбергер Р.* Японские методы управления производством: (девять простых уроков) / сокр. пер. с англ.; науч. ред. и авт. предисл. Л.А. Конарева. М.: Экономика, 1988. 251 с.
17. Экономика инновационного развития. Управленческие основы экономической теории: монография / М.В. Величко, В.А. Ефимов, В.М. Зазнобин; изд. 2-е, испр. и доп. М.: Концептуал, 2018. 584 с.

18. *Ahlstrom G.* Engineers and Industrial Growth: Higher technical education and the engineering profession during the nineteenth and early twentieth centuries: France, Germany, Sweden, and England. London: Croom Helm, 1982.
19. *Byrkjeflot H.* Management models and technical education systems: Germany and the United States 1870–1930 // *The Expansion of Management Knowledge: Carriers, Ideas and Sources.* Palo Alto: Stanford University Press, 2002.
20. *Ringer F.* Education and Society in Modern Europe. Bloomington and London: Indiana University Press, 1979.
21. *Дубынин П.А., Клешина И.А.* Сравнительный анализ инженерного образования Советского Союза и Российской Федерации // *Решетневские чтения.* 2016. № 20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-inzhenernogo-obrazovaniya-sovetskogo-soyuza-i-rossiyskoj-federatsii> (дата обращения: 02.02.2019).
22. *Сапрыкин Д.Л.* Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы // *Высшее образование в России.* 2012. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inzhenernoe-obrazovanie-v-rossii-istoriya-kontseptsiya-perspektivy> (дата обращения: 02.02.2019).

### Bibliography

1. *Baumgart K.K.* Dmitrij Sergeevich Rozhdestvenskij. *Uspehi fizicheskikh nauk.* 1941.
2. *Vumek Dzh.P., Dzhons D.T.* Berezhlivoe proizvodstvo: Kak izbavit'sja ot poter' i dobit'sja процветания вашей компании / per. s angl. M.: Al'pina Biznes Buks, 2004. 473 p.
3. *Dzhordzh L.M.* Berezhlivoe proizvodstvo + shest' sigm: Kombiniruj kachestvo shesti sigm so skorost'ju berezhlivogo proizvodstva / per. s angl. M.: Al'pina Biznes Buks, 2005. 360 p.
4. *Kobzev V.V., Izmajlov M.K.* Sostojanie mashinostroitel'nogo kompleksa, problemy i osobennosti vosproizvodstva osnovnyh fondov // *Organizator proizvodstva.* 2017. № 1 (25). P. 69–83.
5. *Kobzev V.V., Radaev A.E.* Instrumentarij upravlenija vysokotekhnologichnym proizvodstvom promyshlennyh predpriyatij na osnove imitacionnogo modelirovanija // *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPBGPU. Jekonomicheskie nauki.* 2013. № 6-2 (185). P. 138–144.
6. *Krejnina M.N.* Analiz finansovoj dejatel'nosti predpriyatija dlja sovershenstvovanija biznesa: uchebnik. M.: 2013. 104 p.
7. *Krylov A.N.* Moi vospominanija / 9-e izd., pererab. i dop. SPb.: Politehnika, 2003. 510 p.
8. *Miheev V.R.* Igor' Ivanovich Sikorskij // *Priroda.* 1998. № 9. P. 71–86.
9. *Ono T.* Proizvodstvennaja sistema Tojoty. Uhodja ot massovogo proizvodstva / per. s angl. M.: Institut kompleksnyh strategicheskikh issledovanij, 2005. 192 p.
10. *Radaev A.E., Kobzev V.V.* Sistema pokazatelej dlja vybora i realizacii upravlencheskih reshenij v vysokotekhnologichnom proizvodstve predpriyatija mashinostroenija // *Teorija i instrumentarij razvitiya innovacionnoj jekonomiki v period global'noj recessii: kollektivnaja monografija; pod red. A.V. Babkina.* SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2011. P. 681–711.
11. *Saprykin D.L.* Obrazovatel'nyj potencial Rossijskoj imperii. M.: IIET RAN, 2009. 176 p.
12. *Skorobogatov A.S., Kobzev V.V., Radaev A.E.* Problemy obosnovanija jeffektivnosti konstruktorsko-tehnologicheskikh izmenenij na predpriyatijah mashinostroenija // *Novaja jekonomicheskaja real'nost', klasternye iniciativy i razvitie promyshlennosti (INPROM-2016): tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 19–26 maja 2016 / pod red. d-ra jekon. nauk, prof. A.V. Babkina.* SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2016. P. 384–389.
13. *Skorobogatov A.S., Kobzev V.V.* Podhod k resheniju zadachi obosnovanija tehnologii izgotovlenija gotovoj produkcii promyshlennogo predpriyatija // *Cifrovaja jekonomika i «Industrija 4.0»: problemy i perspektivy: trudy nauchno-prakticheskoi konferencii*

- s mezhdunarodnym uchastiem / pod red. d-ra jekon. nauk, prof. A.V. Babkina. SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2017. P. 662–667.
14. *Timoshenko S.P.* Inzhenernoe obrazovanie v Rossii. Ljubercy: Izd-vo VINITI, 1996.
  15. Cifrovaja jekonomika i «Industrija 4.0»: problemy i perspektivy (industry-2017) Trudy nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem / red. A.V. Babkin; Sankt-Peterburgskij politehnicheskij universitet Petra Velikogo. SPb., 2017. 685 p.
  16. *Shonberger R.* Japonskie metody upravlenija proizvodstvom: (devjat' prostyh urokov) / sokr. per. s angl.; nauch. red. i avt. predisl. L.A. Konareva. M.: Jekonomika, 1988. 251 p.
  17. Jekonomika innovacionnogo razvitija. Upravlencheskie osnovy jekonomicheskoy teorii: monografija / M. V. Velichko, V. A. Efimov, V. M. Zaznobin; izd. 2-e, ispr. i dop. M.: Konceptual, 2018. 584 p.
  18. *Ahlstrom G.* Engineers and Industrial Growth: Higher technical education and the engineering profession during the nineteenth and early twentieth centuries: France, Germany, Sweden, and England. London: Croom Helm, 1982.
  19. *Byrkjeflot H.* Management models and technical education systems: Germany and the United States 1870–1930 // The Expansion of Management Knowledge: Carriers, Ideas and Sources. Palo Alto: Stanford University Press, 2002.
  20. *Ringer F.* Education and Society in Modern Europe. Bloomington and London: Indiana University Press, 1979.
  21. *Dubynin P.A., Kleshnina I.A.* Sravnitel'nyj analiz inzhenernogo obrazovanija Sovetskogo Sojuza i Rossijskoj Federacii // Reshetnevskie chtenija. 2016. № 20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-inzhenernogo-obrazovaniya-sovetskogo-soyuza-i-rossijskoj-federatsii> (data obrashhenija: 02.02.2019).
  22. *Saprykin D.L.* Inzhenernoe obrazovanie v Rossii: istorija, koncepcija, perspektivy // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2012. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inzhenernoe-obrazovanie-v-rossii-istoriya-kontsepsiya-perspektivy> (data obrashhenija: 02.02.2019).