

Промышленность

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЫТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ю. Л. МАСЛЕННИКОВА
А. Е. БРОМ

Статья посвящена изложению подходов к оценке эффективности опытного производства. За меру оценки эффективности производственного процесса авторы принимают время производственного цикла. Рассмотрены основные резервы и направления сокращения производственного цикла; приведены способы оценки экономического эффекта и эффективности от уменьшения продолжительности производственного цикла на крупносерийных и массовых производствах; обоснована необходимость использования иных способов оценки для опытного производства, что связано с его спецификой. Представлены также подходы к такой оценке, учитывающие факторы ускорения освоения производства и уменьшения объема дефектов.

В связи с тем, что опытное производство характеризуется связыванием большого объема оборотных средств в незавершенном производстве, предложен подход к оценке эффекта от высвобождения оборотных средств в условиях сокращения времени производственного цикла. В заключении описаны потенциальные преимущества и недостатки поддержания высокого уровня запасов на опытном производстве.

Ключевые слова: опытное производство, экономический эффект, экономическая эффективность, производственный цикл, незавершенное производство, оборотные средства.

JEL: L23, C13, D24.

Введение

Организация производственного процесса во времени выражается в длительности и структуре производственного цикла. Под производственным циклом принято понимать календарный период времени от момента запуска сырья и материалов в производство до полного изготовления готовой продукции.

Время производственного цикла — один из важнейших технико-экономических показателей, фактор, выступающий мерой оценки эффективности производственного процесса. Сокращение длительности производственного цикла обеспечивает улучшение использования основных фондов, рост производительности труда, уменьшение объема незавершенного производства, снижение себестоимости продукции. Производственная мощность предприятия или цеха прямо зависит от длительности

производственного цикла. Кроме этого уменьшение длительности производственного цикла повышает гибкость производственной структуры и создает предпосылки для своевременного реагирования на изменение конъюнктуры рынка.

Основные направления сокращения длительности производственного цикла [3; 4; 7]:

- 1) упрощение его структуры и уменьшение длительности отдельных процессов;
- 2) совершенствование производственной структуры;
- 3) экономическое стимулирование и контроль за ходом протекания производственного процесса.

Эти направления реализуются через выявление резервов сокращения длительности производственного цикла [5; 11; 12]:

- 1) *конструктивных*, связанных с упрощением конструкции изделий;

Масленникова Юлия Леонидовна, ассистент кафедры «Промышленная логистика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», канд. техн. наук (Москва), e-mail: Maslennikova.yuliya@yandex.ru; *Бром Алла Ефимовна*, профессор кафедры «Промышленная логистика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», д-р. техн. наук (Москва), e-mail: abrom@yandex.ru

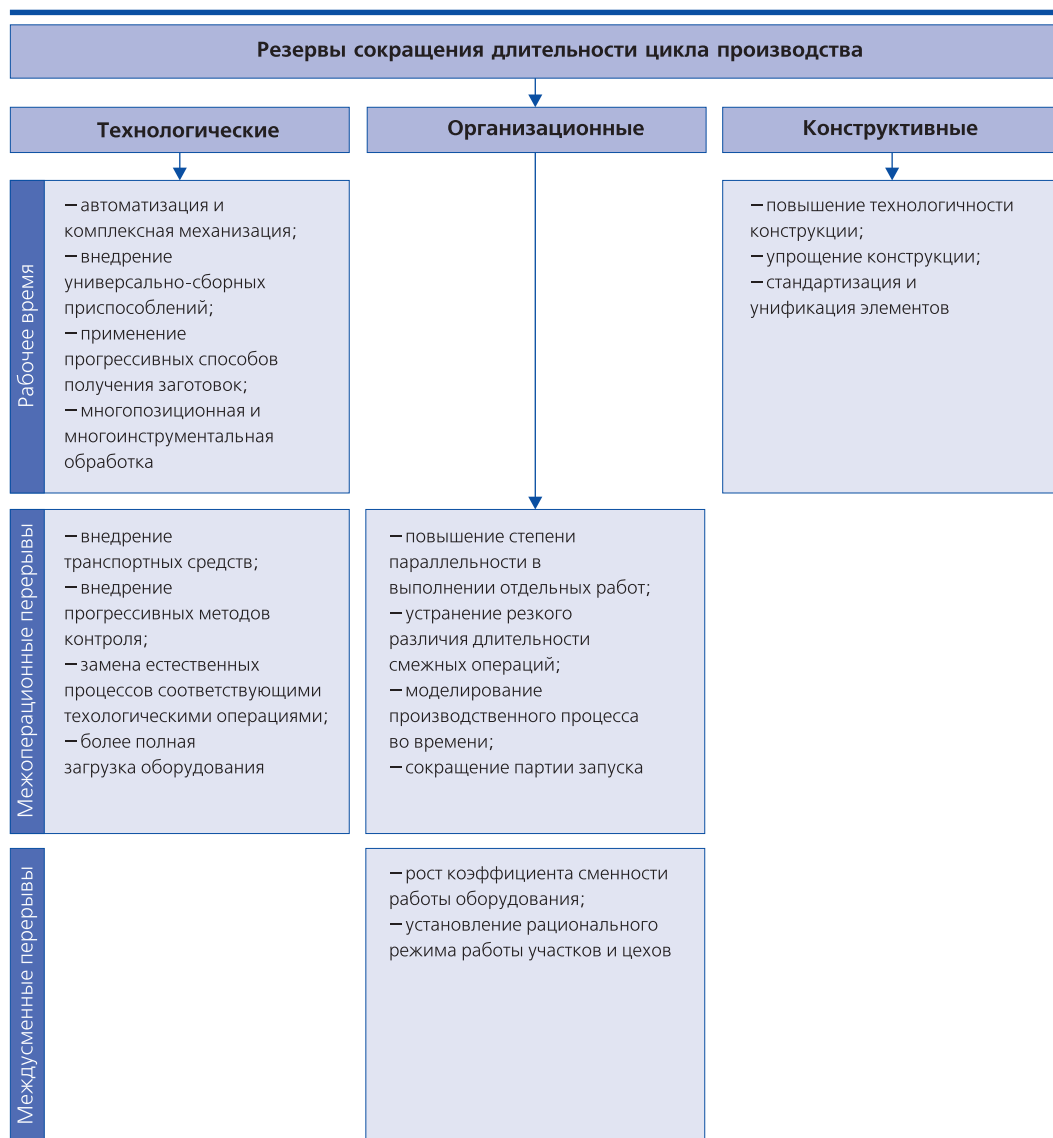
2) *технологических*, связанных с логистическим совершенствованием маршрутов и переходов и интенсификацией технологического процесса;

3) *организационных*, связанных с организацией оперативного планирования производства.

На рисунке представлены способы сокращения длительности производственного цикла, состоящего из разных временных составляющих – времени рабочего процесса и времени перерывов.

Таким образом, время технологического цикла возможно сократить за счет использо-

Резервы сокращения длительности производственного цикла



Источник: составлено авторами.

вания прогрессивных материалов и инструментов, автоматизации обработки деталей, повышения технологичности конструкции.

Сокращение длительности межоперационных перерывов обеспечивается повышением специализации рабочих мест за счет использования типовых и групповых технологических процессов, сокращением подготовительно-заключительного времени, сокращением времени наладки и переналадки оборудования, концентрацией операций путем перехода от последовательного вида движения предметов труда к последовательно-параллельному и параллельному видам движения, уменьшением партии запуска, устранением «узкого горлышка» (под «узким горлышком» авторы понимают оборудование или производственный участок, производительность или пропускная способность которых ограничена). Междусменные перерывы значительно сокращаются при увеличении сменности работы оборудования; на наиболее ответственных и трудоемких операциях целесообразно введение круглосуточного режима работы. Уменьшение текучести кадров также приведет к сокращению времени простоев.

Рациональное проектирование производственного процесса и снижение временных потерь в организационном аспекте обеспечиваются за счет организации оперативного планирования производства и привлечения для этого квалифицированных управленческих кадров, использования современных методических и программных средств с целью моделирования производственного процесса во времени.

Подходы к оценке экономического эффекта от сокращения длительности производственного цикла на крупносерийных и массовых производствах

Для массового, серийного и единичного типов производства в общем виде внешний эффект от сокращения продолжительности производственного цикла $\Delta T_{\text{пц}}$ выражается через при-

рост использования реализуемой продукции $\Delta Q_{\text{рп}}$ в данном производственном процессе:

$$\Delta Q_{\text{рп}} = \Delta T_{\text{пц}} B,$$

где B – среднесуточная реализация по данному производственному процессу, руб., с приростом годового эффекта $\Delta \mathcal{E}_r$.

Оценка размера экономии по частным мероприятиям от сокращения длительности производственного цикла может быть следующей:

1. Экономический эффект от сокращения потерь рабочего времени – $\mathcal{E}_{\text{пр}}$ [8]:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = \Phi_{\text{п}} B_{\text{гн}} \frac{y_p}{100},$$

где $\Phi_{\text{п}}$ – подлежащие сокращению потери рабочего времени – внутрисменные и целосменные простои, ч; $B_{\text{гн}}$ – среднегодовая выработка на одного рабочего, исчисленная по себестоимости продукции, руб.; y_p – плановый уровень рентабельности, в %.

2. Экономический эффект от полной загрузки оборудования – $\mathcal{E}_{3,0}$ [2]:

$$\mathcal{E}_{3,0} = (\Phi_{\text{нл}} N_{\text{нл}} + \Phi_{\text{ф}} N_{\text{ф}}) f_{\text{вп}} \frac{y_p}{100},$$

где $\Phi_{\text{нл}}, \Phi_{\text{ф}}$ – соответственно плановый и фактический фонд времени работы единицы оборудования, ч; $N_{\text{нл}}, N_{\text{ф}}$ – число единиц оборудования, соответственно работавшего фактически и намеченного к загрузке по плану; $f_{\text{вп}}$ – выпуск продукции за 1 ч работы единицы оборудования, руб.

3. Экономический эффект от сокращения времени на наладку и переналадку оборудования – $\mathcal{E}_{\text{н,о}}$ [8]:

$$\mathcal{E}_{\text{н,о}} = (t'_{\text{н,о}} - t''_{\text{н,о}}) Z_T + (t'_{\text{н,о}} - t''_{\text{н,о}}) f_{\text{вп}} \frac{y_p}{100},$$

где $t'_{\text{н,о}}, t''_{\text{н,о}}$ – затраты времени соответственно на наладку или переналадку оборудования за определенный период времени; Z_T – часовая тарифная ставка наладчика, руб.

4. Эффективность производственной системы, зависящая от уровня организации про-

цессов на производстве, — U_{opr} , который, в свою очередь, зависит от нескольких параметров:

$$U_{opr} = f(R, O_{cnp}, Y_{kb}),$$

где R — ресурсы, их взаимодействие, потребление, обмен и распределение; O_{cnp} — организационная структура предприятия; Y_{kb} — уровень квалификации персонала, задействованного в производстве и управлении.

Однако получить количественную оценку уровня развития организации процессов на производстве проблематично в связи с качественными характеристиками некоторых параметров. Поэтому возможно подойти к оценке эффективности с точки зрения длительности производственных процессов: длительности производственного цикла — для массового и серийного типов производства и длительности выполнения заказов — для единичного типа.

5. Сокращение производственного цикла, которое обуславливает появление экономического эффекта в результате уменьшения условно-постоянной части издержек на одно изделие, — \mathcal{E}_s :

$$\mathcal{E}_s = C_{yn} \left(1 - \frac{T''}{T'}\right),$$

где C_{yn} — условно-постоянные издержки при продолжительности производственного цикла T' , руб.; T' , T'' — продолжительность производственного цикла соответственно до и после организационных мероприятий, дней.

6. В свою очередь, себестоимость продукции при сокращении длительности производственного цикла снижается и за счет роста производительности труда. Возможное повышение производительности в результате ликвидации внутрисменных потерь рабочего времени — $\Delta\Pi$ (в %) выглядит следующим образом [1]:

$$\Delta\Pi = \frac{T_{n,p} - T_{om} + T_{n,n}}{T_{cn}} 100,$$

где $T_{n,p}$ — общая сумма потерь рабочего времени в течение дня, зависящих от рабочего

времени, мин; T_{om} — продолжительность регламентированных перерывов на отдых и личные надобности, мин; $T_{n,n}$ — сумма времени перерывов в течение рабочего дня, связанных с недостатками в организации труда и производства, мин; T_{cn} — сумма оперативного времени по нормативному балансу времени рабочего дня, мин.

Подходы к оценке экономического эффекта от сокращения длительности производственного цикла на опытном производстве

Вместе с тем большинство подходов направлено на оценку эффективности массовых и крупносерийных производств и слабо применимо для опытного производства (ОП). ОП имеет особую специфику: оно нацелено на отработку конструкций и технологий изделий и их серийное освоение [6; 10]. Сокращение производственного цикла на ОП ведет к ускорению освоения производства на серийных предприятиях — таким образом на них обеспечивается экономический эффект от увеличения выпуска изделий — $\mathcal{E}_{y.b}$ в результате более раннего освоения новой продукции:

$$\mathcal{E}_{y.b} = E_n C_{yn} \frac{N_2 - N_1}{N_1},$$

где E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности; C_{yn} — годовая сумма условно-постоянных расходов по смете, руб.; N_1 , N_2 — годовой выпуск изделий соответственно по плану и с учетом более раннего освоения новой продукции, шт.

Для ОП характерны сравнительно низкая производительность труда, частые переналадки оборудования, малый коэффициент загрузки оборудования, поэтому оценка экономического эффекта от сокращения производственного цикла ОП с помощью вышеприведенных способов не представляется целесообразной.

Длительность производственного цикла ОП, включающая в себя этапы научно-исследовательских работ, проектирования, испытаний и производства, зависит от количества

циклов отработок конструкций/технологий. При появлении дефекта на производстве или после неудачных испытаний происходит возвратное движение предметов труда на стадию доработки конструкторской или технологической документации. Количество физических испытаний возможно сократить, например, за счет проведения ряда испытаний в цифровой среде. Поэтому предлагается оценить экономический эффект при сокращении потерь от внутривыпускных дефектов – \mathcal{E}_{gef} [9]:

$$\mathcal{E}_{gef} = (K'_{gef} - K''_{gef})P_{gef}$$

где K'_{gef} – количество дефектных изделий в базовом периоде, шт.; K''_{gef} – количество дефектных изделий в расчетном периоде после проведения организационных мероприятий, шт.; P_{gef} – стоимость дефектных деталей, руб.

При возвращении заказов с этапа доработки в производство возникают внеплановые производственные заказы. Их приоритетная обработка ведет к пролеживанию незавершенного производства по плановым заказам.

Экономическое значение сокращения длительности производственного цикла заключается в том, что его продолжительность определяет размер незавершенного производства, стоимость которого является одной из наиболее весомых частей оборотных средств предприятия. Так, на серийных предприятиях машиностроения незавершенное производство составляет 30–50% оборотных средств в запасах товарно-материальных ценностей предприятий. На предприятиях ОП в незавершенном производстве находится 60–80% оборотных средств.

Эффект от высвобождения оборотных средств в условиях сокращения производственного цикла – $\mathcal{E}\phi_{обор}$ предлагается оценивать следующим образом:

$$\mathcal{E}\phi_{обор} = (T' - T'')SNK_{н.з.}$$

где T' , T'' – длительность производственного цикла соответственно до и после организаци-

онных мероприятий; S – себестоимость изделия, руб.; N – количество изделий, шт.; $K_{н.з.}$ – коэффициент нарастания затрат, рассчитываемый следующим образом:

$$K_{н.з.} = (S_e - 0,5S_n)/(S_e + S_n),$$

где S_e – затраты, производимые одновременно в начале процесса производства; S_n – последующие затраты до окончания производства. ОП характеризуется продолжительным циклом производства, во время которого происходит рост затрат, связанный с высокой трудоемкостью и с высокой стоимостью процессов, поэтому в формуле вводится поправка на коэффициент нарастания затрат. Коэффициент 0,5 учитывает постепенность нарастания затрат.

Сокращение длительности производственного цикла приводит к уменьшению потребности в оборотных средствах, так как чем выше длительность цикла, тем больше оборотных средств требуется предприятию, тем длительнее период их оборота, тем на больший срок они «омертвляются» в производстве, т.е. остаются без движения.

Потери от связывания оборотных средств в незавершенном производстве в ситуации относительно короткой длительности производственного цикла всегда будут меньше, чем в ситуации более длительного цикла обработки: $T''SK_{н.з.} < T'SK_{н.з.}$. В результате рост скорости оборачиваемости положительно сказывается на сокращении себестоимости опытного образца, отражаясь на эффективности и конкурентоспособности серийного предприятия.

Время однократного оборота средств в незавершенном производстве всегда будет короче в случае меньшей длительности производственного цикла: $T''K_{н.з.} < T'K_{н.з.}$, когда

$$\tau = TK_{н.з.}$$

где τ – время однократного оборота средств в незавершенном производстве; T – длительность производственного цикла.

Заключение

Высвобождение связанных оборотных средств в незавершенном производстве возможно обеспечить за счет сокращения длительности цикла «проектирование—производство—испытания» путем внедрения автоматизированных комплексов, цифровых систем, использования прогрессивных методов планирования процессов ОП. Кроме того, сокращение длительности производственного цикла ведет к уменьшению складских площадей, необходимых для хранения незавершенного производства плановых заказов, запасов сырья и материалов, а также способствует улучшению использования основных фондов.

С другой стороны, поддержание высокого уровня запасов снижает дефицит комплектующих и издержки, обусловливаемые их нехваткой. Закупка в больших количествах сырья,

материалов, комплектующих, необходимых для создания продукции, во многих случаях сводит к минимуму потери от простоев оборудования, весьма вероятных сегодня в ситуации задержек поставок, а также сокращает логистические издержки снабжения (возможны прогрессивные скидки от поставщиков при покупке больших партий товара). Однако эти потенциальные преимущества перекрываются дополнительными издержками типа расходов на хранение, перегрузку, выплату процентов, затрат на страхование, потерь от порчи, воровства и дополнительных налогов. Более того, как показано выше, в такой ситуации происходит связывание оборотных средств избыточными запасами в незавершенном производстве и на складах, что препятствует вложению капитала в приносящие прибыль акции, облигации или банковские депозиты. ■

Литература

1. Богатырева И.В. Повышение производительности труда на основе эффективного использования рабочего времени: методические основы и практика применения // Экономика труда. 2019. Т. 6. № 1. С. 407–418.
2. Голов Р., Мильник А., Агарков А. Организация производства, экономика и управление в промышленности // Litres. 2022.
3. Карданская Н. Принятие управленческого решения // Litres. 2022.
4. Козырев А.Е. Сокращение производственного цикла как этап развития технологического сегмента производства // Управление качеством. 2020. № 7. С. 18–21.
5. Константинов И.А., Шавелкин Д.С., Масленников Е.С. Влияние потери целостности конфигурации на длительность производственного цикла современного летательного аппарата // Наука и бизнес: пути развития. 2020. № 5. С. 56–63.
6. Масленникова Ю.Л. Экономические аспекты управления внеплановыми заказами опытного производства // Инновации в менеджменте. 2021. № 4 (30). С. 30–35.
7. Новиков Н.И., Новиков В.Н. К вопросу применения избыточности технологических процессов изготовления деталей для регулирования длительности производственного цикла изготовления деталей // Инновационная наука. 2022. № 7 (1). С. 12–15.
8. Сайфидинов Б., Лопатин А.В. Некоторые особенности оценки экономической эффективности организации труда // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 71 (3). С. 50–54.
9. Стрельцова Д.А. Алгоритм оценки экономического эффекта и эффективности реализации инновационных мероприятий на промышленных предприятиях // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 3. С. 248–253.
10. Шибиков В.Г., Зайниев Т.Р. Управление запасами на гибких и опытных производствах // Проектирование и исследование технических систем: межвузовский научный сборник / Министерство образования и науки РФ, ГОУ ВПО «Камский государственный политехнический институт». Набережные Челны, 2003. С. 159–164.
11. Chybiriak Y., Konoplianchenko I., Marchenko A. Технологические закономерности и математические модели синтеза рациональной последовательности сборки изделий // Computer-integrated Technologies: Education, Science, Production, 2020. № 39. С. 110–116.
12. Maslennikova Y., Brom A. Methodology of Quantitative and Qualitative Evaluation of an Industrial Enterprise Digital Potential on the Example of Evaluation of the «Personnel Resources» Component // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021. Vol. 666. № 6. DOI:10.1088/1755-1315/666/6/062100

References

1. Bogatyreva I.V. Increase of labor productivity on the basis of effective use of working time: methodical basis and practice of application // Labour Economics. 2019. Vol. 6. No. 1. Pp. 407–418.
2. Golov R., Mylnik A., Agarkov A. Production organization, economics and management in industry // Litres. 2022.
3. Kardanskaya N. Making a management decision // Litres. 2022.
4. Kozyrev A.E. Reducing the production cycle as a stage in the development of the technological segment of production // Quality Management. 2020. No. 7. Pp. 18–21.
5. Konstantinov I.A., Shavelkin D.S., Maslennikov E.S. The Impact of configuration integrity loss on modern aircraft product cycle duration // Science and Business: Development Ways. 2020. No. 5. Pp. 56–63.
6. Maslennikova Yu.L. Economic aspects of managing unscheduled orders of pilot production // Innovations in Management. 2021. No. 4 (30). Pp. 30–35.
7. Novikov N.I., Novikov V.N. The use of redundancy of technological processes of manufacturing parts for enhancing the sustainability of production systems // Innovation Science. 2022. No. 7 (1). Pp. 12–15.
8. Saifidinov B., Lopatin A.V. Certain features of assessing the economic efficiency of the organization of labor // Trends in the Development of Science and Education. 2021. No. 71 (3). Pp. 50–54.
9. Streltsova D.A. Algorithm of evaluating of the economic effect and efficiency of implementing innovative measures at the industrial enterprises // Business. Education. Law. 2020. No. 3. Pp. 248–253.
10. Shibakov V.G., Zainiev T.R. Inventory management on flexible and pilot production // Design and research of technical systems: Interuniversity scientific collection / Ministry of Education and Science of the Russian Federation, GOU VPO Kama State Polytechnic Institute. Naberezhnye Chelny, 2003. Pp. 159–164.
11. Chybirak Y., Konoplianchenko I., Marchenko A. Technological regularities and mathematical models of the synthesis of a rational sequence of product assembly // Computer-integrated Technologies: Education, Science, Production. 2020. No. 39. Pp. 110–116.
12. Maslennikova Y., Brom A. Methodology of Quantitative and Qualitative Evaluation of an Industrial Enterprise Digital Potential on the Example of Evaluation of the «Personnel Resources» Component // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021. Vol. 666. № 6. 062100 c. DOI:10.1088/1755-1315/666/6/062100

Assessing the Efficiency of Pilot Production in Industry

Yuliya L. Maslennikova – Assistant Professor in the Department of Industrial Logistics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University», Candidate of Technical Sciences (Moscow, Russia). E-mail: Maslennikova.yuliya@yandex.ru

Alla E. Brom – Professor in the Department of Industrial Logistics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University», Doctor of Technical Sciences (Moscow, Russia). E-mail: abrom@yandex.ru

The paper is devoted to outlining approaches to assessing the efficiency of pilot production. The authors take production cycle time as a measure of production process efficiency. The paper considers the main reserves and areas of the production cycle reduction; it gives the ways of estimating the economic effect and efficiency of shortening the duration of the production cycle at large-scale and mass productions; the necessity of using other evaluation methods for pilot-scale production is substantiated, which is connected with its specifics. The article presents approaches to estimation which take into account factors of accelerated development of production and reduction of defects.

Due to the fact that pilot production is characterized by binding of a large volume of floating assets in unfinished production, the approach to estimation of the effect of release of floating assets under the conditions of reduction of production cycle is proposed. Finally, the potential advantages and disadvantages of maintaining a high inventory level in pilot production are described.

Key words: pilot production, economic effects, economic efficiencies, production cycle, work in progress, working capital.

JEL-codes: L23, C13, D24.