

УДК 334.716.4; 658.56

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (физико-математические науки, экономические науки)

МЕХАНИЗМ ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА В СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Бобков Александр Николаевич
аспирант
SPIN: 5286-6562;
ORCID: 0009-0006-3492-0675
e-mail: alex290698@yandex.ru
МГТУ им. Н.Э.Баумана, г. Москва, Россия

Славянов Андрей Станиславович
д.э.н., доцент кафедры
SPIN-код: 9534-6825;
ORCID: 0000-0001-9177-6215
e-mail: aslavianov@mail.ru
МГТУ им. Н.Э.Баумана, г. Москва, Россия

Хрусталеv Евгений Юрьевич
д.э.н., профессор, главный научный сотрудник
SPIN-код: 1618-1843;
ORCID: 0000-0002-3267-104X
e-mail: stalev777@yandex.ru
Центральный экономико-математический институт РАН, г. Москва, Россия

Целью работы является выработка подходов к проектированию модернизации и адаптации инструментальной инфраструктуры предприятия к условиям внешней нестабильности. Проведен анализ инструментария машиностроительного предприятия, на основе которого выявлены факторы, отрицательно влияющие на его нормальное функционирование, в число которых входят внешние логистические и финансовые ограничения, вынужденная замена соответствующих технологическому процессу материалов и инструментов. Определены и систематизированы основные функции инструментального хозяйства, раскрыт механизм его функционирования. Построена структурно-функциональная модель процесса инструментального обеспечения производства, на основе которой определены основные информационные потоки, циркулирующие в системе инструментария и подразделения ее механизма. На основе построенной модели определен состав и структура механизма инструментария предприятия. Предложено объединить подразделения предприятия, участвующие в обеспечении производственного процесса инструментом и оснасткой, в единый

UDC 334.716.4; 658.56

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

THE MECHANISM OF PRODUCTION INSTRUMENTATION IN THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL OF THE ENTERPRISE

Bobkov Alexander Nikolaevich
Postgraduate student
RSCI SPIN-code: 5286-6562; ORCID: 0009-0006-3492-0675
e-mail: alex290698@yandex.ru
Moscow State Technical University named after N.E. Bauman, Moscow, Russia

Slavyanov Andrey Stanislavovich
Doctor of Economics, associate Professor
RSCI SPIN-code: 9534-6825 ORCID: 0000-0001-9177-6215
e-mail: aslavianov@mail.ru
Moscow State Technical University named after N.E. Bauman, Moscow, Russia

Khrustalev Evgeny Yurievich
Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher
RSCI SPIN-code: 1618-1843; ORCID: 0000-0002-3267-104X
e-mail: stalev777@yandex.ru
Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The aim of the work is to develop approaches to the design of modernization and adaptation of the instrumental infrastructure of the enterprise to the conditions of external instability. The analysis of the tool supply of a machine-building enterprise was carried out, on the basis of which factors were identified that negatively affect its normal functioning, including external logistical and financial constraints, forced replacement of materials and tools corresponding to the technological process. The main functions of the instrumental economy are defined and systematized, the mechanism of its functioning is revealed. A structural and functional model of the process of instrumental support of production is constructed, on the basis of which the main information flows circulating in the tool supply system and the subdivisions of its mechanism are determined. Based on the constructed model, the composition and structure of the enterprise's instrument support mechanism are determined. It is proposed to combine the divisions of the enterprise involved in providing the production process with tools and equipment into a single mechanism of the tool supply system. The results of the study can be

механизм системы инструментообеспечения. Результаты исследования могут применяться при проектировании изменений организационной структуры машиностроительных предприятий

used in the design of changes in the organizational structure of machine-building enterprises

Ключевые слова: ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЕ, СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД, СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ, ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ, ПЛАНИРОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС

Keywords: INSTRUMENTATION, SYSTEM APPROACH, STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL, COST OPTIMIZATION, PLANNING, PRODUCTION PROCESS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-197-017>

Введение

Нестабильная внешняя среда, в которой последнее десятилетие функционирует отечественная экономика, заставляет предприятия не только значительно увеличивать выпуск продукции различного назначения, но и оперативно менять ее номенклатуру. Для стабильного выпуска высококачественной продукции, основному производству предприятия необходима поддержка комплекса вспомогательных подразделений и служб [1], среди которых особое место занимает инструментальное хозяйство, которое обеспечивает производственный процесс средствами труда. Мероприятия по повышению производительности и обновлению продукции требуют соответствующей технологической поддержки [2], которые включают обеспечение производства инструментом и специальной техоснасткой.

От организации инструментообеспечения напрямую зависит эффективность основного производства, в связи с чем затраты на закупку и изготовление инструмента и техоснастки колеблется в пределах от 15 до 40% оборотных средств предприятия машиностроительной отрасли, а расходы на технологическую оснастку могут достигать 30% стоимости основного технологического оборудования [3]. Несогласованность структурных подразделений, обеспечивающих технологический процесс инструментом и оснасткой, дублирование функций, излишний

<http://ej.kubagro.ru/2024/03/pdf/17.pdf>

документооборот и другие проблемы существенно снижают эффективность производства и качество выпускаемой продукции, что делает актуальной проблему совершенствования механизма инструментального обеспечения. Актуальность модернизации этого важного механизма вызвана также современной нестабильностью в зарубежных поставках материалов и инструментов, а также необходимостью оперативно обновлять выпускаемую продукцию и технологию [4].

Мероприятия по совершенствованию инструментального хозяйства должны быть увязаны с планами обновления продукции, увеличением ее выпуска и другими факторами, что дает основание рассматривать процесс адаптации инструментального обеспечения производства к новым угрозам и вызовам, как проект.

Целью работы является выработка подходов к проектированию модернизации и адаптации инструментальной инфраструктуры предприятия к условиям внешней нестабильности.

Методология и методы

Для достижения цели были использованы методы структурного анализа и проектирования SADT/IDEF0, которые предусматривают построение иерархической модели функций исследуемого объекта. Данная методология предусматривает построение функциональной модели и ее последующий анализ, на базе которого проектируются информационные потоки и механизмы управления объектом.

Модели SADT (Structured Analysis And Design Technique) [5] описывают систему, как иерархию функций и объектов, в которых используется подход нисходящей декомпозиции. Методология IDEF0 (Integrated DEFINITION) используется для создания функциональной модели сложных систем. Модели в методологии SADT/IDEF0 могут применяться для анализа производственных процессов в промышленных системах.

Иерархические уровни системы инструментообеспечения.

Инструментальное хозяйство представляет собой комплекс специальных подразделений предприятия, в функции которого входит обеспечение производственного процесса технологической оснасткой и инструментом [6].

Для построения функциональной SADT-модели необходимо определить иерархию функций системы. На машиностроительном предприятии можно выделить четыре иерархических уровня системы инструментообеспечения производственного процесса: планирование; реализация; распределение и эксплуатация (табл. 1).

Таблица 1

**Иерархия уровней управления инструментообеспечения
машиностроительного предприятия**

Уровень управления		Функции	Структурные подразделения предприятия
№	Уровень		
1	Планирования	Оценка потребности, определение номенклатуры	ОГИ, ИО, ОГТ, ЭО, ФО.
2	Реализации	Изготовление, ремонт, закупка	Инструментальный цех, коммерческий отдел
3	Распределение	Хранение, комплектация, формирование запасов, распределение инструмента	ЦИС, ИРК
4	Эксплуатация	Эксплуатация техоснастки и инструмента	Рабочее место

На первом уровне проводится увязка планов производства по выпуску продукции и оценивается потребность в инструментах и технологической оснастке. Определяется номенклатура инструмента и техоснастки, подлежащей закупке у поставщиков и изготовлению собственными силами. Исходя из производственных возможностей

инструментального цеха разрабатываются планы по изготовлению, ремонту и восстановлению инструмента и технологической оснастки, а также выдается задание коммерческим службам предприятия по поиску соответствующих поставщиков и заключению контрактов. В разработке планов инструментального обеспечения наряду с экономическим отделом предприятия, участвуют службы главного технолога (отдел главного технолога ОГТ) и главного инженера (отдел главного инженера ОГИ) в чье подчинение входят инструментальный отдел (ИО) и инструментальный цех (ИЦ). Отдел снабжения коммерческой службы совместно с финансовым отделом (ФО) составляют планы закупок инструмента на предприятия из внешних источников – производителей и специализированных фирм-поставщиков [7].

На втором уровне управления реализуются планы инструментального обеспечения, сформированные на уровне планирования. В инструментальном цехе изготавливается и ремонтируется технологическая оснастка инструмент, исполняются контракты по поставкам, которые затем направляются на третий уровень - в центральный инструментальный склад (ЦИС), где формируется страховой запас, инструмент комплектуются и распределяются по цехам в инструментально раздаточные кладовые (ИРК). Из ИРК инструмент и оснастка выдается на рабочие места (четвертый уровень).

Структурно-функциональная модель

В целях совершенствования управления инструментальным обеспечением был проведен функциональный анализ системы обеспечения инструментом и технологической оснасткой на машиностроительном предприятии. Для построения структурно-функциональной модели были использованы методы структурного анализа и проектирования SADT/IDEF. Отметим, что методология IDEF используется для создания функциональных моделей сложных систем:

- DEF0 – методология создания функциональной модели производственной среды или системы;
- IDEF1 – применяется для создания информационных моделей производственной среды или системы;
- IDEF2 – может использоваться для создания динамических моделей сложных систем [8].

Модели в методология SADT/IDEF0 являются концептуальными, не имеют численных значений и служат для для анализа производственных процессов в промышленных системах. Модель представляет собой систему связанных между собой функциональных блоков, которые преобразуют входы в выходы, расположенные слева и справа соответственно (рис. 1).

Каждый блок модели имеет свой индекс (инструментообеспечению в нашей модели присваивается индекс И0) и название, в нашем случае – обеспечение производственного процесса инструментом и технологической оснасткой. Входом являются производственные планы по выпуску продукции и обеспечение их выполнения финансированием. Выходом считаем поставки инструмента и оснастки на рабочие места и отчеты по их использованию.

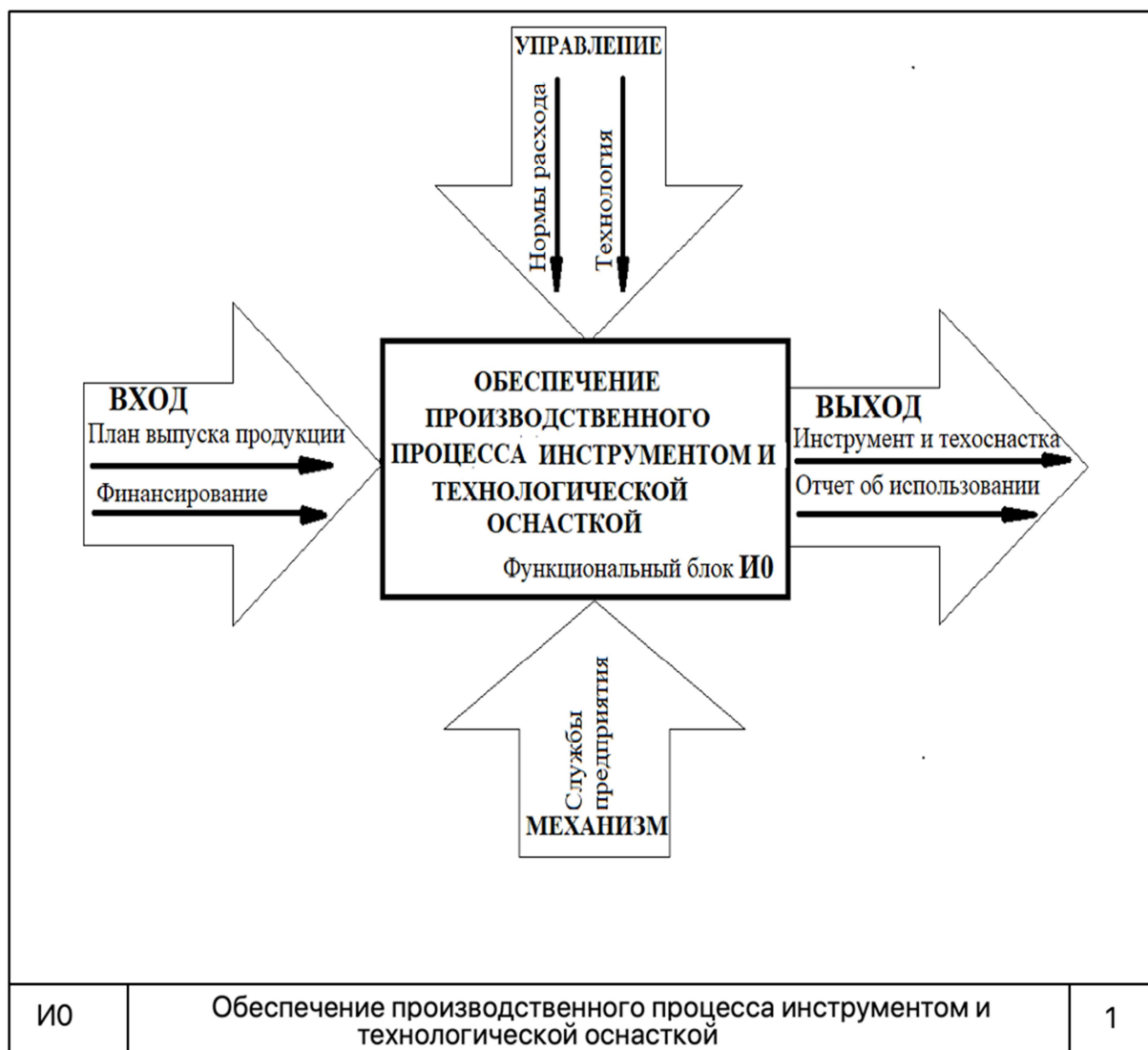


Рисунок 1. Базовая функциональная модель обеспечения инструментом и техоснасткой производственного процесса

Управление функциональным блоком осуществляется по двум направлениям – ограничение по ресурсам (нормы расхода) и определение порядка инструментального обеспечения по номенклатуре и количеству инструмента в соответствии с технологической документацией.

Механизмы модели показывают, какие подразделения предприятия непосредственно участвуют в инструментальном обеспечении производственного процесса. Обычно на предприятиях машиностроения, обеспечение инструментом и технологической оснасткой входит в сферу ответственности главного технолога. Авторами разработан механизм

инструментообеспечения, в который состоит из двух групп подразделений и служб предприятия:

- функциональные отделы, входящие в орбиту руководства предприятия – отдел главного технолога, экономический отдел, отделы главного инженера и материально-технического снабжения (УМТС);

- специализированные подразделения, входящие в систему организации и управления инструментальным хозяйством (СОУИХ), которая состоит из двух подсистем: планирования инструментального обеспечения (ППИО) и управления складским инструментальным хозяйством (ПУСИХ).

Подразделения механизма инструментального обеспечения

Подразделения, входящие в механизм инструментального обеспечения, представлены на рис. 2.

В подсистеме планирования ППИО формируются следующие подразделения:

- бюро планирования производства технологической оснастки (БПТО), в котором определяются потребности инструмента и оцениваются возможности производственного потенциала инструментального цеха, составляются графики его работы;

- бюро планирования закупок и инструментального обеспечения (БПЗИО), где определяются поставщики и объемы закупок инструмента;

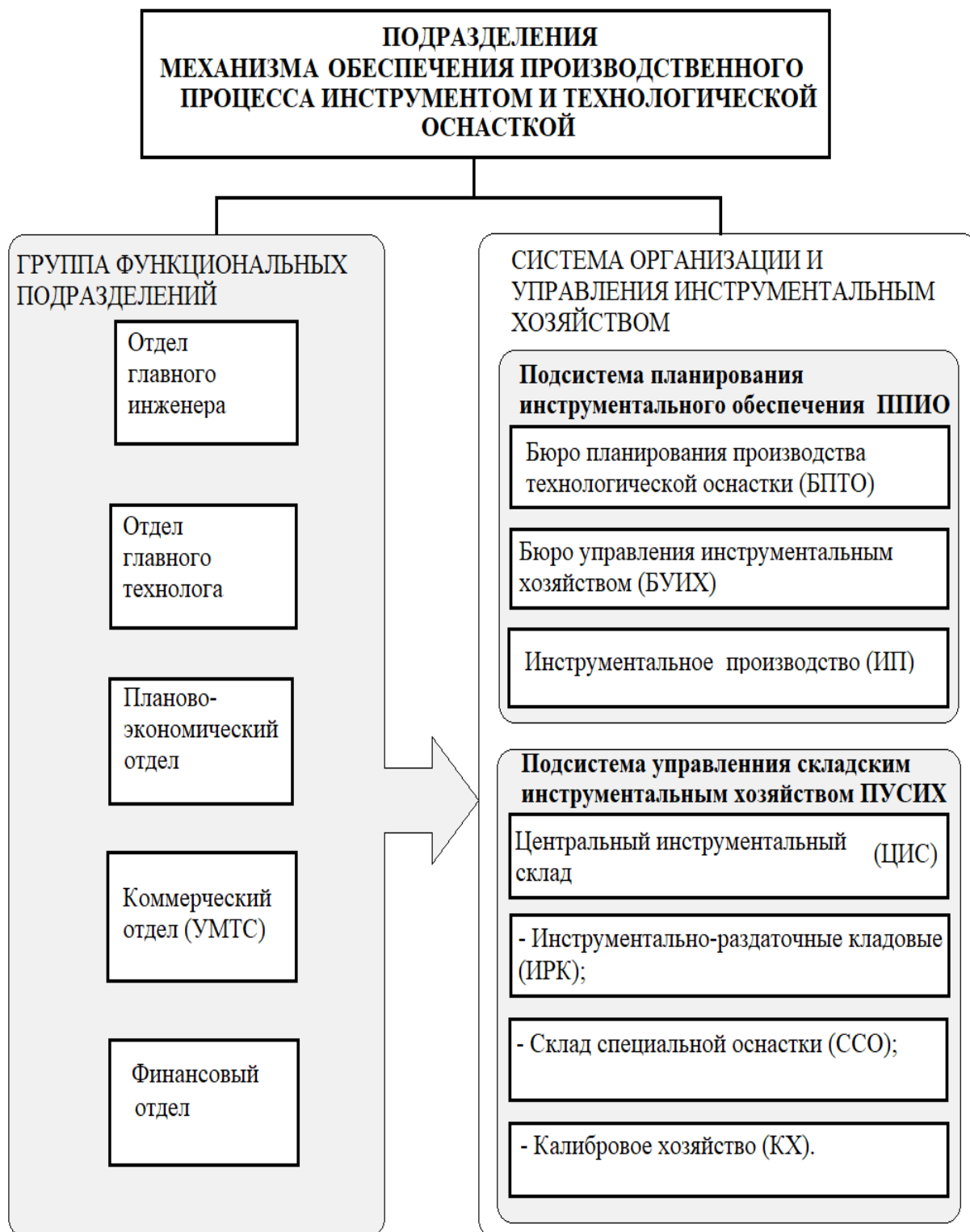


Рисунок 2. Подразделения механизма инструментального обеспечения предприятия

- бюро управления инструментальным хозяйством (БУИХ), в котором согласовываются поставки инструмента с потребностями

производства, анализируется возможность использования технологической оснастки на основе ее жизненного цикла;

- инструментальное производство (ИП), состоящее из цехов и участков изготовления, ремонта и утилизации различных типов инструмента.

Подсистема управления складским инструментальным хозяйством (ПУСИХ) включает в себя следующие подразделения:

- центральный инструментальный склад (ЦИС);
- инструментально-раздаточные кладовые (ИРК);
- склад специальной оснастки (ССО);
- калибровое хозяйство (КХ).

Подразделения механизма инструментаобеспечения предприятия должны быть встроены в систему обеспечения инструментом и техоснасткой производственного процесса.

Структурно-функциональная модель процесса инструментального обеспечения

Структурно-функциональная модель процесса (рис. 3) представляет собой декомпозицию базовой модели (рис. 1), в которой анализируются функции, соответствующие иерархии уровней управления инструментаобеспечения машиностроительного предприятия (табл. 1). На уровне планирования проводится оценка потребности в инструменте и техоснастке (И1), на уровне реализации планов изготавливается и/или закупается инструмент и технологическая оснастка (И2; И3). На уровне распределения (И4) одна часть закупленного или восстановленного инструмента и оснастки распределяется по цехам и участкам предприятия, другая часть учитывается как резерв и хранится на складе. На уровне эксплуатации инструмент и техоснастка используются в технологическом процессе на соответствующих рабочих местах (И5). Изношенный инструмент направляется на восстановительный ремонт или утилизацию,

отчеты об использовании инструмента на рабочих местах служат базой для формирования планов инструментального обеспечения производственного процесса.

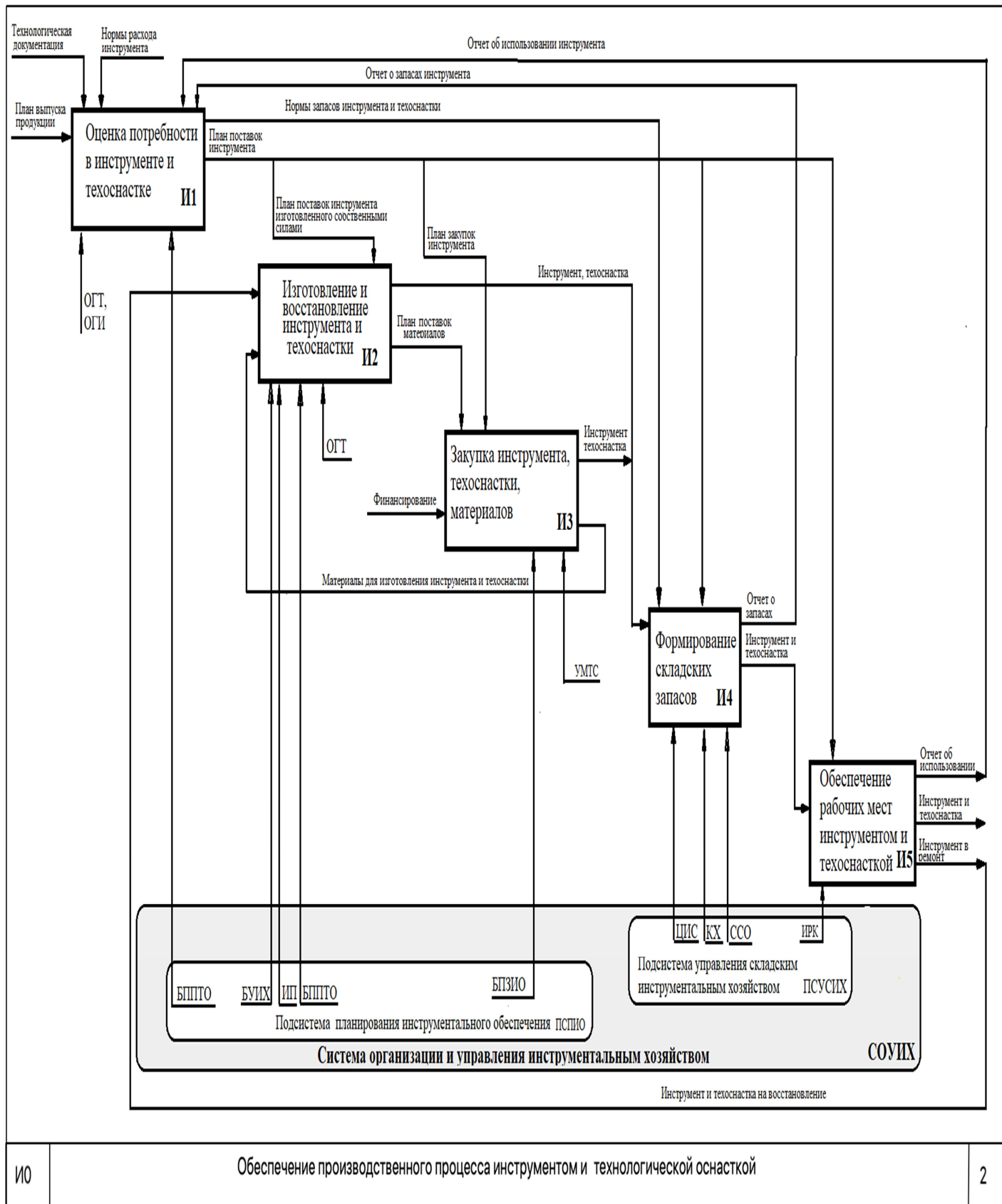


Рисунок 3. Структурно-функциональная модель процесса инструментального обеспечения производственного процесса по методологии SADT/IDEFO

Структурно-функциональная модель процесса инструментального обеспечения производственного процесса (рис. 3) может служить базой для построения элементов автоматизированной системы управления предприятием в условиях высоких рисков логистической и финансовой неопределенности. С целью снижения влияния человеческого фактора в управлении инструментальным обеспечением рассматривается возможность применения искусственного интеллекта в планировании и управлении складским инструментальным хозяйством. Искусственному интеллекту целесообразно передать функции оценки потребности в инструменте и оснастке, исходя из применяемых на предприятии технологиях и планах производства. Так, в случае снижения объемов выпуска продукции определенной номенклатуры, не имеет смысл закупать дорогой быстрорежущий инструмент, обеспечивающий высокую производительность. В этом случае искусственный интеллект может рекомендовать автоматизированной системе управления предприятием более доступный инструмент, который можно изготовить собственными силами или выбрать подходящий на складе предприятия.

Заключение

Проведенные исследования показали, что потеря качества выпускаемой продукции наблюдается на тех участках, где не налажен учет инструмента, который используется в технологическом процессе [9]. В результате инструмент вырабатывает свой ресурс, что приводит к его поломке, производственному браку и простоям оборудования. Замена рекомендованного технологией инструмента на произвольный аналог может существенно повлиять на качество обработки и производительность.

Результаты функционального анализа позволили выявить и оптимизировать критические информационные потоки, которые влияют на протекание технологического процесса и разработать подходы по

совершенствованию механизма инструментального обеспечения предприятия. Предложение авторов о выделении подразделений предприятия, обеспечивающих инструментом и техоснасткой производство, в систему организации и управления инструментального хозяйства, позволяет упорядочить структуру инструментального обеспечения и повысить ее устойчивость к воздействию внешних факторов за счет более четкого взаимодействия между элементами системы.

Предлагаемые подходы к модернизации механизма инструментального обеспечения позволяют получить экономический эффект за счет более рационального использования инструмента, повышения качества продукции, сокращения простоев, вызванных задержками с поставками инструмента и другими факторами.

Построенная структурно-функциональная модель процесса инструментального обеспечения производства определяет концепцию развития системы, на базе которой могут быть разработаны математические модели, позволяющие получить численные значения различных производственных показателей.

Исследовательские результаты позволяют снизить затраты на обеспечение производства средствами труда, снизить риски логистических сбоев, сократить время организационно-технических простоев, что существенно повысит эффективность производства за счет более четкого взаимодействия между подразделениями системы.

Список литературы

1. Фалько С.Г. Наука об организации производства: история современность, перспективы. – М.: Общество «Знание» РСФСР, 1990. – 56 с.
2. Фалько С.Г., Иванова Н.Ю. Управление нововведениями на высокотехнологичных предприятиях. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 256 с.
3. Лазарев А.Ю., Лисицин В.Н., Трушин Н.Н. Принципы эффективного управления инструментальным обеспечением станочного парка машиностроительного предприятия // Известия ТулГУ. Технические науки. 2022. Вып. 6. С. 215-223.
4. Славянов А.С. Подходы к оценке ущерба от простоев, вызванных сбоями в логистических цепочках // Инновации в менеджменте. 2023. № 1 (35). С. 58–64.

5. Марка Д.А., Клемент Л., МакГоуэн М. Методология структурного анализа и проектирования. – М.: "Мета Технология", 1993. - 240 с.
6. Довгань А.С. Экономическая роль инструментального хозяйства на предприятии // Менеджер, ГОУ ВПО «ДонАУиГС». 2020. № 3 (93). С. 43-48.
7. Бобков А.Н., Славянов А.С., Хрусталеv Е.Ю. Подходы к организации инструментальной инфраструктуры на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения в условиях нестабильности // Научный журнал КубГАУ. 2023. № 191 (07). С. 296–301.
8. Бахтизин В.В., Глухова Л.А. Методология функционального проектирования IDEF0: Учеб. пособие по курсу «Технология разработки программного обеспечения» для студ. спец. 40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий дневной формы обучения». – Мн.: БГУИР, 2003. – 24 с.
9. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Божко В.П. и др. Регулирование развития базовых высокотехнологичных отраслей / под редакцией А.М. Батьковского, В.П. Божко. – М.: МЭСИ, 2014. – 400 с.

References

1. Fal'ko S.G. Nauka ob organizacii proizvodstva: istorija sovremennost', perspektivy. – М.: Obshhestvo «Znanie» RSFSR, 1990. – 56 с.
2. Fal'ko S.G., Ivanova N.Ju. Upravlenie novovvedenijami na vysokotehnologichnyh predpriyatijah. – М.: MGTU im. N.Je. Baumana, 2007. – 256 с.
3. Lazarev A.Ju., Lisicin V.N., Trushin N.N. Principy jeffektivnogo upravlenija instrumental'nym obespecheniem stanocnogo parka mashinostroitel'nogo predprijatija // Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki. 2022. Vyp. 6. S. 215-223.
4. Slavjanov A.S. Podhody k ocenke ushherba ot prostoev, vyzvannyh sbojami v logisticheskikh cepochkah // Innovacii v menedzhmente. 2023. № 1 (35). S. 58–64.
5. Марка Д.А., Клемент Л., МакГовен М. Методология структурного анализа и проектирования. – М.: "Мета Технология", 1993. - 240 с.
6. Довгань А.С. Экономическая роль инструментального хозяйства на предприятии // Менеджер, ГОУ ВПО «ДонАУиГС». 2020. № 3 (93). С. 43-48.
7. Бобков А.Н., Славянов А.С., Хрусталеv Е.Ю. Подходы к организации инструментальной инфраструктуры на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения в условиях нестабильности // Научный журнал КубГАУ. 2023. № 191 (07). С. 296–301.
8. Бахтизин В.В., Глухова Л.А. Методология функционального проектирования IDEF0: Учеб. пособие по курсу «Технология разработки программного обеспечения» для студ. спец. 40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий дневной формы обучения». – Мн.: БГУИР, 2003. – 24 с.
9. Батьковский А.М., Батьковский М.А., Божко В.П. и др. Регулирование развития базовых высокотехнологичных отраслей / под редакцией А.М. Батьковского, В.П. Божко. – М.: МЭСИ, 2014. – 400 с.