

## УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСНЫМ ПЛАНИРОВАНИЕМ ПРОЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ СОСТАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РАСПИСАНИЯ

В. Г. Матвейкин<sup>1</sup>, В. А. Немтинов<sup>2</sup>, Б. С. Дмитриевский<sup>1</sup>,  
М. В. Лемкина<sup>1</sup>, А. А. Терехова<sup>1</sup>, П. К. Правин<sup>2</sup>

*Кафедры: «Информационные процессы и управление» (1),  
«Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» (2),  
terehova.aa@mail.tstu.ru; ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия*

**Ключевые слова:** информационные потоки; календарное планирование; проект; управление; функционально-информационная модель; цифровые технологии.

**Аннотация:** Проанализировано технико-экономическое состояние промышленного предприятия как объекта управления. Выявлена обобщенная структура и функциональные задачи подразделений. Обозначены возможности цифровизации календарного планирования во всех участвующих подразделениях. Сформулирована задача управления и рассмотрены вопросы интеграции разрабатываемой системы календарного планирования в корпоративную систему. Выявлены требования к системе по перечню решаемых задач. Проанализирована взаимосвязь между подразделениями и возникающими в процессе планирования потоками данных и документооборотом. Обоснованы преимущества системы управления календарным планированием. В рамках разработки системы рассмотрена функционально-информационная модель планирования производственного расписания.

---

### Введение

В связи с переходом промышленных предприятий на новый уровень цифрового управления [1 – 6], в частности при цифровизации цехов, создается единая корпоративная система управления ресурсным планированием проектов [7 – 9].

Научно обоснованные календарно-плановые нормативы (КПН) являются основой качественного составления производственного расписания, служат исходной базой для составления взаимосвязанных планов, обеспечивающих равномерную работу рабочих мест, участков, цехов и эффективное использование основных фондов, материальных и трудовых ресурсов, облегчают оперативный контроль за ходом производства и регулирование производственного процесса.

Состав КПН различен в зависимости от типа производства и других факторов. Основными КПН являются размеры и ритмы партий деталей, сборочных единиц и изделий; длительность производственных циклов обработки партий деталей, сборки сборочных единиц и изделий; опережения запуска и выпуска партий деталей и сборочных единиц; размеры заделов.

В реальных условиях производства компетентно составленный календарный план позволяет существенно повысить его эффективность, сократить издержки, что в конечном итоге влияет на результат финансовой деятельности предприятия.

Разработка и реализация календарного плана проходит длительный путь от построения календарного графика, определяющего моменты начала и окончания каждой операции, до этапа производства. В условиях рынка производственный цикл необходимо уменьшать, не снижая при этом качества выпускаемой продукции. Необходимо динамично реагировать на изменения ситуации на занимаемом секторе рынка, чтобы быть конкурентоспособным. Такая работа требует хранения большого количества информации и сложных математических моделей. Поэтому для повышения эффективности работы предприятия необходима цифровизация составления производственного расписания [10, 11].

### **Определение функционально-информационных связей промышленного предприятия**

На промышленном предприятии, как правило, организована централизованная система управления, где все начальники отделов и подразделений непосредственно подчиняются директору или его заместителям. Система состоит из трех управленческих уровней, где первый уровень – директор, второй – заместители директора, третий – начальники отделов и подразделений.

В структуре предприятия выделяются следующие службы: техническая, производственная, экономическая, снабженческо-сбытовая (маркетинга), кадров и пр.

Техническая служба состоит из следующих отделов: конструкторско-технологического, главного механика, главного энергетика, охраны труда и техники безопасности, стандартизации и технического контроля, эксплуатационно-ремонтного.

Технические службы обеспечивают техническое развитие производства, бесперебойную работу оборудования, совершенствуют технику и технологию производства, выполняют мероприятия по охране окружающей среды и обеспечению пожарной безопасности предприятия.

Эксплуатационно-ремонтный отдел отвечает за своевременное и высококачественное восстановление изделий, выпущенных предприятием, в эксплуатирующихся организациях, отдел технического контроля – за выпуск продукции, соответствующей требованиям стандартов.

Производственная служба состоит из производственного отдела и производства (цехов). Она получает материально-технические ресурсы, производит готовую продукцию, передает продукцию на склад, составляет отчет по производственной деятельности.

Экономическая служба состоит из следующих отделов: планово-экономического, организации труда и заработной платы, бухгалтерии, финансового. Данные подразделения руководят методически и координируют деятельность всех подразделений предприятия по разработке перспективных и текущих планов, а также мероприятий по совершенствованию хозяйственного механизма, выполняют работы по совершенствованию планирования экономических и финансовых показателей деятельности предприятия по созданию нормативов трудовых затрат. Обеспечивают соблюдение режима экономии материальных, трудовых и финансовых ресурсов на всех участках хозяйственной деятельности предприятия. Организуют работу по рациональной плановой и учетно-отчетной документации, занимаются сбором первичной информации, ее автоматизированной обработкой.

Снабженческо-сбытовая служба состоит из следующих отделов: материально-технического обеспечения, комплектации и кооперации, маркетинга и сбыта. Данные службы обеспечивают производство необходимыми материалами и комплектующими изделиями, собирают информацию о рынке, структуре и динамике спроса и цен, принимают готовые изделия на ответственное хранение и реализуют готовую продукцию потребителям.

Служба кадров состоит из следующих отделов: кадров и технического обучения, охраны, группы информационно-аналитической работы. К функциям данной службы относятся: учет личного состава предприятия; комплектование предприятия кадрами с учетом состава работающих (прием, увольнение, обучение) с изучением движения кадров, причин текучести кадров и принятием мер по трудоустройству высвобождаемых работников; организация контроля за состоянием трудовой дисциплины в подразделениях предприятия и соблюдение работающими правил внутреннего трудового распорядка; организация режима работы предприятия, бюро пропусков, военизированной охраны; сохранности материальных ценностей, охраны и обороны объекта в процессе деятельности предприятия.

К прочим службам предприятия относятся: юридическое бюро, задачи которого заключаются в соблюдении законности в деятельности предприятия, защите его правовых интересов; административно-хозяйственный отдел – обеспечение содержания в надлежащем техническом, санитарном и противопожарном состоянии закрепленных зданий и помещений, прилегающих к ним территорий, текущих и капремонтов; штаб гражданской обороны – организация обеспечения работников предприятия индивидуальными средствами защиты и защитными сооружениями, а также проведение мероприятий по повышению устойчивости работы объекта в чрезвычайных ситуациях; оснащение и поддержание в постоянной готовности формирований гражданской обороны; обучение личного состава.

### **Формулировка задачи управления и исследование информационных потоков**

Целью функционирования промышленного предприятия является объединение экономических интересов, материальных, трудовых и финансовых ресурсов для удовлетворения потребностей в продукции, услугах предприятия и извлечения прибыли.

Непременным условием эффективного функционирования предприятия является его техническая оснащенность: наличие достаточного количества зданий, сооружений, то есть помещений, необходимых для осуществления производственной и управленческой деятельности; оборудование, с помощью которого будут проводиться исследования и непосредственно оборудование для производства разработанных продуктов; необходимо использовать новые технологии проектирования производственной деятельности, управления информационными потоками на предприятии. Для реализации данных задач требуются определенные ресурсы.

Для внедрения новых технологий, производства более совершенной продукции необходимы инвестиции. Перед предприятием стоит задача управления всей этой деятельностью: управление экономической информацией, производственными процессами, документооборотом, системой безопасности. Назначение корпоративной системы – управление проектами на уровне корпорации.

Основными требованиями к системе управления являются:

1. Система должна быть функциональной и адаптивной к изменяющимся условиям ее функционирования. Она должна включать в себя возможность изменять ее структуру с течением времени, добавлять новые функции, обеспечивать бесперебойное функционирование, устойчивость к возникновению ошибок.

2. Система должна обеспечивать разделенный доступ к данным, каждый пользователь имеет доступ только к определенной группе данных, с которой он работает, система должна включать в себя возможность распределения способа доступа к ее частям различным пользователям.

С внешними организациями система связана посредством отдела маркетинга, из которого поступают заказы на определенные виды продукции, производимой предприятием. Отдел маркетинга поставляет в систему информацию о количестве заказов и их ассортименте, количестве каждого вида продукции, сроках выполне-

ния и предъявляемых требований по качеству. Эта информация является наиболее критической, так как в конечном итоге формирует конечный портфель заказов. Все остальные связи строятся между подразделениями во внутренней среде и не имеют прямых выходов во внешнюю.

Система взаимодействует со складами. Со склада сырья и материалов поступает информация о наличии необходимого сырья на планируемый период, а уходят распоряжения о транспортировке этого сырья в цеха. Со склада готовой продукции поступает информация о наличии резерва готовой продукции. Взаимодействие со складом готовой продукции позволяет организовать своевременный ее отток из цехов на склад.

Состав производственных мощностей – количество станков, нормы их производительности, порядок обеспечения работ. При детализации календарного плана составляются по дневные (посменные) загрузки единиц оборудования.

Техническая служба разрабатывает технологию производства продукции, количество отдельных этапов, то есть производственную программу и технические процессы, которые в дальнейшем в системе станут этапами производственного цикла.

Еще один вид взаимосвязи между подразделениями обуславливается движением продукции в течение всего производственного цикла от одного цеха к другому. Такие взаимосвязи регламентируются отчетами о фактических остатках деталей в заделах.

Необходимо сформировать календарные планы потребностей продаж и производства для обеспечения заказов. Таким образом, планируется изменение остатков на складе готовой продукции на планируемый период. Составляется готовый к исполнению календарный план производства и обеспечения продаж. Со складов в систему поступают данные о номенклатуре оставшихся товаров, а обратно отправляются планируемые остатки в новом периоде. План производства координируется незаконченными в прошлом плановом периоде работами и проектами, которые возникают из-за попадания одного и того же производственного процесса в разные временные этапы.

Таким образом, динамический календарный план потребностей производства постоянно оперирует с данными складов о наличии сырья и количестве готовой продукции, а также с отделом маркетинга по вопросам обеспечения новых заказов и выполнения, находящихся на стадии производства.

Отдел маркетинга поставляет в систему следующие данные о новом заказе на производство продукции: номер заказа, ассортимент, количество продукции каждого вида, сроки поставки, требования по качеству.

В технической службе разрабатывается технология производства и поступают следующие данные: количество операций при производстве продукта и их последовательность, продолжительность каждой операции, оборудование, необходимое для проведения и выполнения операции, и время его подготовки; информация о составе производственных мощностей: расположение оборудования по цехам, количество групп однородного оборудования, количество оборудования в каждой группе, отчет о выполнении плана за прошлый период.

Со склада сырья поступает информация о наличии отдельных видов сырья и материалов, а также их количестве. Со склада готовой продукции – ассортимент резервов готовой продукции, количество резервов готовой продукции.

Одновременно в самой системе хранится информация о незавершенном в прошлом плановом периоде производстве, которая будет входной для создания нового календарного плана на текущий период.

Результулирующими документами являются диаграммы оперативно календарного планирования и сводные отчеты:

- отображения критического пути, расчетных и фактических дат начала и окончания работ, длительности, резервов работ, многоуровневости детализации задач, возможности задания различных типов сетевой диаграммы, ручное и автоматическое размещения работ и связей, определения дополнительной информации;

- по состоянию выполнения расписания;
- по ресурсам и их назначению;
- профилей загрузки ресурсов;
- по затратам (могут включать стоимости: запланированную и фактическую);
- отдельных задач; ресурса по задачам; детализацию стоимости задач по ресурсам);
- по денежным потокам;
- для анализа фактического состояния выполнения задач проекта и сравнения с запланированным.

### Функционально-информационная модель производственного расписания

Представим работу системы управления планированием производственного расписания в виде функционально-информационной модели (рис. 1). На рисунке 2 представлен первый уровень детализации функционально-информационной модели производственного расписания.

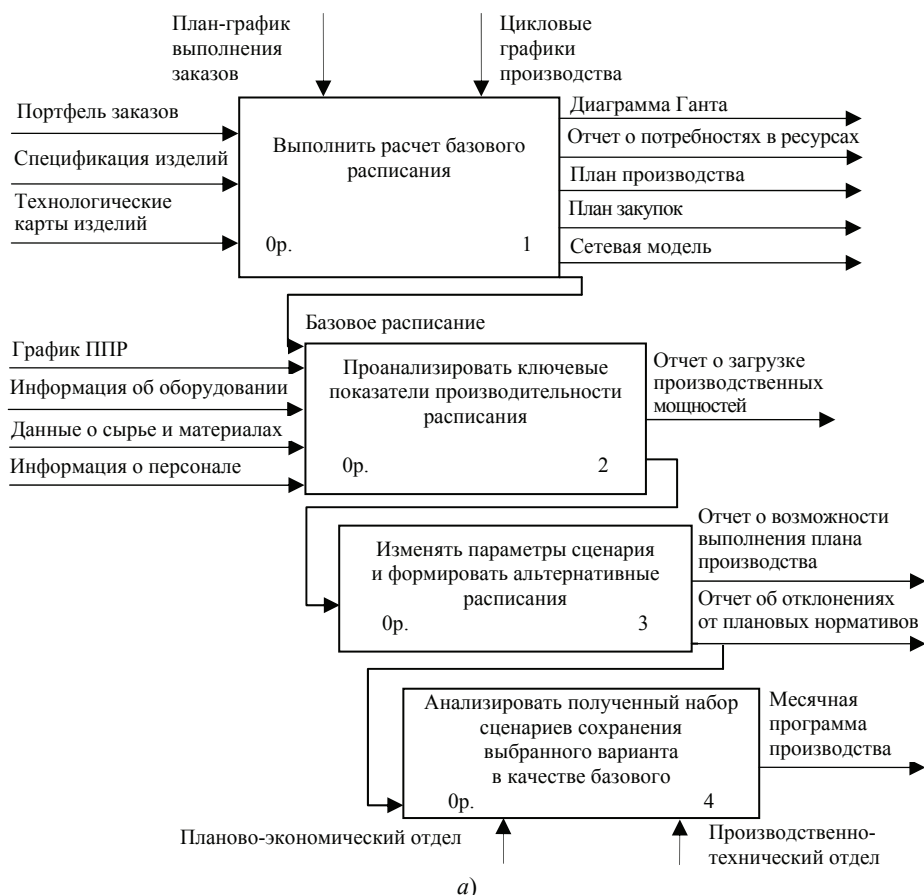
В условиях применения цифровых технологий и создания автоматизированных рабочих мест пользователей практически вся работа специалистов планово-экономического и производственно-технического отдела сводится к введению в компьютер исходной и получению результативной информации, а все расчеты проводятся автоматически на компьютере с учетом настроек расчетов, выбранных специалистами.

Для проведения расчетов системе необходимо получить исходную информацию, которая делится на условно-постоянную и условно-переменную или оперативную.

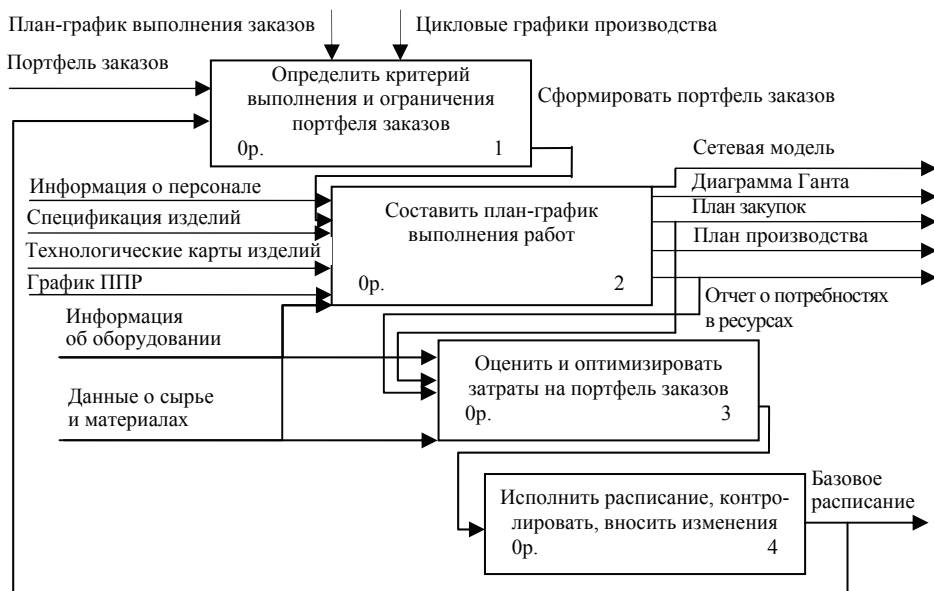
С введением цифровизации изменится принципиальный подход к хранению информации. Все результаты можно будет получить из системы в едином стиле оформления документов. Применение цифровых технологий для решения указанных выше



Рис. 1. Функционально-информационная модель производственного расписания

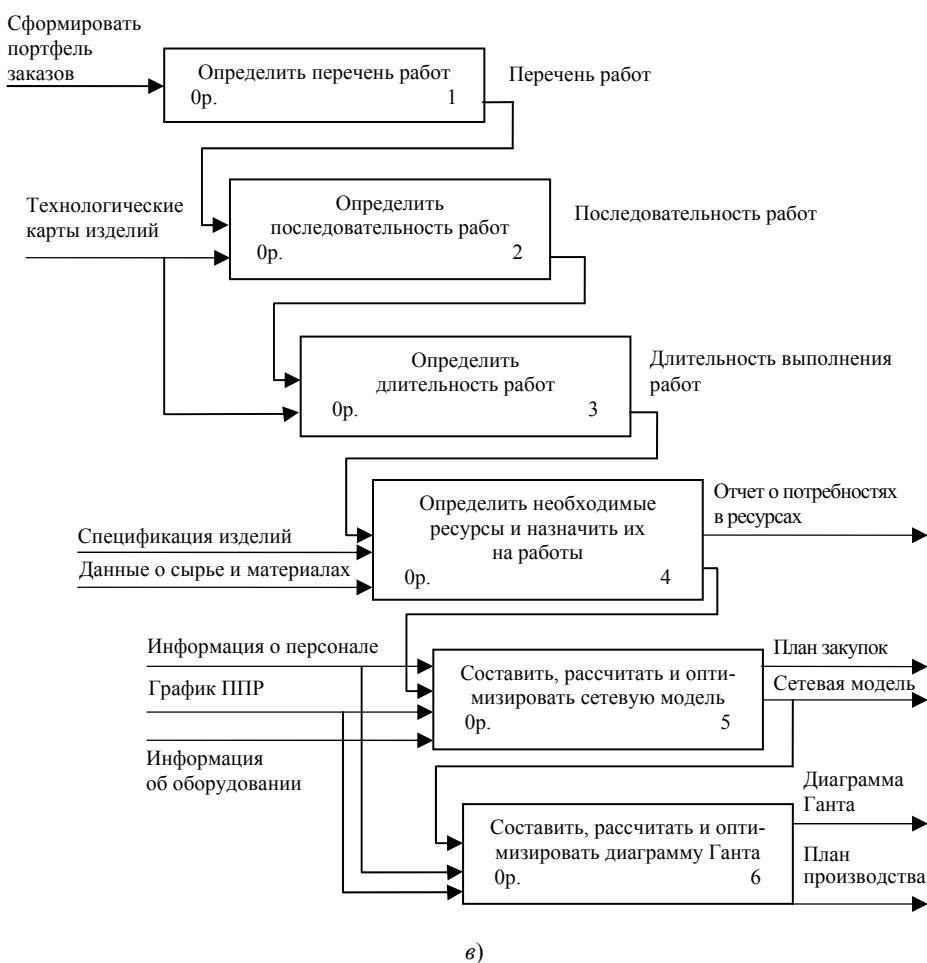


а)



б)

**Рис. 2. Первый уровень детализации функционально-информационной модели производственного расписания процессов (начало):**  
 а – «Составить производственное расписание»; б – «Выполнить расчет базового расписания»



в)

**Рис. 2. Окончание:**

в – «Составить план-график выполнения работ»

задач не потребует внесения изменений в управляющие или исполнительные органы, изменения затронут только содержимого труда работников промышленного предприятия.

### Заключение

Для крупного производства с разветвленным технологическим процессом нерациональное распределение ресурсов может привести к длинным очередям работ на отдельных участках, а в это время другое оборудование будет простаивать, что, в конечном итоге, исключит возможность выполнения в срок некоторых заказов. Это наиболее актуально при выпуске сложных изделий, состоящих из большого количества деталей, узлов, сборок, из-за чего невозможно точно спланировать во времени выпуск всех компонентов изделия и срок выполнения заказа. Поэтому качество разработки планов в современных условиях возможно только на основе цифрового управления.

Применение цифровых технологий существенно изменяет характер деятельности управленческого персонала предприятия и роль лица, принимающего



решение. Практика принятия решений показывает, что большинство ответственных решений принимается не по классической схеме, а в результате диалога. Для этой цели служат интерактивные процедуры, позволяющие лицу, принимающему решение, активно воздействовать на подготовку и выбор управленческих решений, а также проводить имитацию реальных экономических и производственных процессов при различных вариантах решений.

Использование цифрового управления позволит автоматизировать процесс составления производственного расписания, сделает его менее трудоемким и предоставит возможность прогнозировать и адекватно принимать решения, снизить ошибки при планировании, долю материальных запасов, текущие издержки производства и увеличить оперативность действий персонала.

Разработанная цифровая система управления позволяет повысить эффективность функционирования технологического процесса за счет своевременного принятия управленческих решений.

#### *Список литературы*

1. Битюков, В. К. Качественный анализ функционирования сетевой системы управления с конкурирующим методом доступа / В. К. Битюков, А. Е. Емельянов // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2012. – Т. 18, № 1. – С. 38 – 46.

2. Битюков, В. К. Обобщенная математическая модель сетевой системы управления с конкурирующим методом доступа / В. К. Битюков, А. Е. Емельянов // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2012. – Т. 18, № 2. – С. 319 – 326.

3. Метод моделирования многосвязной цифровой системы управления процессом синтеза аммиака / В. С. Кудряшов, С. Г. Тихомиров, С. В. Рязанцев [и др.] // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2017. – Т. 23, № 4. – С. 572 – 580. doi: 10.17277/vestnik.2017.04.pp.572-580

4. Попов, Н. С. К методике конструирования экспертной системы оценки промышленной безопасности / Н. С. Попов, Н. В. Лузгачева, М. Т. Чан // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2013. – Т. 19, № 1. – С. 43 – 51.

5. Серов, А. Ю. Действующая компьютерная модель производственного предприятия / А. Ю. Серов, А. В. Сморгонский // Экономика и математические методы. – 2009. – Т. 45, № 3. – С. 40 – 47.

6. Еремеев, А. П. Прототип интеллектуальной системы поддержки принятия решений для управления энергообъектом / А. П. Еремеев, Л. С. Денисенко // Программные продукты и системы. – 2002. – № 3. – С. 38 – 42.

7. Мазур, И. И. Управление проектами / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге. – 3-е изд. – М. : Омега-Л, 2006. – 657 с.

8. Matveykin, V. G. Designing of Management System of Innovative-Production System / V. G. Matveykin, B. S. Dmitrievsky, I. S. Panchenko // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 289 – 296.

9. Дмитриевский, Б. С. Автоматизированные информационные системы управления инновационным наукоемким предприятием / Б. С. Дмитриевский. – М. : Машиностроение-1, 2006. – 156 с.

10. Системы диспетчеризации и управления : учеб. пособие / В. Г. Матвейкин, Б. С. Дмитриевский, И. С. Панченко, М. В. Кокорева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 96 с.

11. Дмитриевский, Б. С. Бизнес-модель управления планированием на наукоемком предприятии / Б. С. Дмитриевский // Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика. – 2007. – № 5. – С. 66 – 67.



## Resource Planning of Projects Using the Example of Industrial Project Scheduling

V. G. Matveykin<sup>1</sup>, V. A. Nemtinov<sup>2</sup>, B. S. Dmitrievsky<sup>1</sup>,  
M. V. Lemkina<sup>1</sup>, A. A. Terekhova<sup>1</sup>, P. K. Pravin<sup>2</sup>

*Departments of Information Processes and Management (1),  
Computer-Integrated Systems in Mechanical Engineering (2),  
terekhova.aa@mail.tstu.ru; TSTU, Tambov, Russia*

**Keywords:** information flows; scheduling project; control; functional information model; digital technology.

**Abstract:** The technical and economic state of an industrial enterprise as an object of management is analyzed. The generalized structure and functional tasks of the units are revealed; the possibilities of digital-vision of scheduling in all participating units are indicated. The management task is formulated and issues of integration of the developed calendar planning system into the corporate system are considered. The requirements for the system are identified according to the list of tasks to be solved, the relationship between the departments and the resulting data flows and document flow are analyzed. The advantages of the scheduling management system are substantiated. As part of the development of the system, a functional-informational model for planning production schedules is considered.

### References

1. Bituykov V.K., Yemel'yanov A.Ye. [Qualitative analysis of the functioning of a network control system with a competing access method], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2012, vol. 18, no. 1, pp. 38-46. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Bituykov V.K., Yemel'yanov A.Ye. [A generalized mathematical model of a network control system with a competing access method], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2012, vol. 18, no. 2, pp. 319-326. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Kudryashov V.S., Tikhomirov S.G., Ryazantsev S.V., Ivanov A.V., Kozenko I.A. [Simulation method of a multiply-connected digital system for controlling ammonia synthesis], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2017, vol. 23, no. 4, pp. 572-580, doi: 10.17277/vestnik.2017.04.pp.572-580 (In Russ., abstract in Eng.)
4. Popov N.S., Luzgacheva N.V., Chan M.T. [On the methodology of designing an expert system for assessing industrial safety], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2013, vol. 19, no. 1, pp. 43-51. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Serov A.Yu., Smorgonskiy A.V. [The current computer model of a manufacturing enterprise], *Ekonomika i matematicheskiye metody* [Economics and Mathematical Methods], 2009, vol. 45, no. 3, pp. 40-47. (In Russ.)
6. Yeremeyev A.P., Denisenko L.S. [Prototype of an intelligent decision support system for managing an energy facility], *Programmnyye produkty i sistemy* [Software products and systems], 2002, no. 3, pp. 38-42. (In Russ.)
7. Mazur I.I., Shapiro V.D., Ol'derogge N.G. *Upravleniye proyektami* [Project Management], Moscow: Omega-L, 2006, 657 p. (In Russ.)
8. Matveykin V.G., Dmitrievsky B.S., Panchenko I.S. Designing of Management System of Innovative-Production System, *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2011, vol. 17, no. 2, pp. 289-296. (In Eng., abstract in Russ.)
9. Dmitriyevskiy B.S. *Avtomatizirovannyye informatsionnyye sistemy upravleniya innovatsionnym naukoymkim predpriyatiyem* [Automated information systems for managing innovative high-tech enterprise], Moscow: Mashinostroyeniye-1, 2006, 156 p. (In Russ.)

10. Matveykin V.G., Dmitriyevskiy B.S., Panchenko I.S., Kokoreva M.V. *Sistemy dispatcherizatsii i upravleniya: uchebnoye posobiye* [Sys-topics of dispatching and control: a training manual], Tambov: Izdatel'stvo FGBOU VPO «TGTU», 2013, 96 p. (In Russ.)

11. Dmitriyevskiy B.S. [The business model of planning management in a science-intensive enterprise], *Pribory i Sistemy. Upravleniye, Kontrol', Diagnostika* [Devices and Systems. Management, Control, Diagnostics], 2007, no. 5, pp. 66-67. (In Russ., abstract in Eng.)

---

### **Verwaltung der Projektressourcenplanung am Beispiel der Erstellung des Produktionszeitplans**

**Zusammenfassung:** Es ist der technische und wirtschaftliche Zustand des Industrieunternehmens als Managementobjekt analysiert. Die verallgemeinerte Struktur und die funktionalen Aufgaben der Einheiten sind festgestellt, die Möglichkeiten der Digitalisierung der Terminplanung in allen teilnehmenden Einheiten sind aufgezeigt. Die Verwaltungsaufgabe ist formuliert und die Fragen der Integration des entwickelten Kalenderplanungssystems in das korporative System sind betrachtet. Die Anforderungen an das System sind anhand der Liste der zu lösenden Aufgaben ermittelt, der Zusammenhang zwischen den Abteilungen und den daraus resultierenden Datenflüssen und der Dokumentendurchlauf sind analysiert. Die Vorteile des Kalenderplanungsmanagementsystems sind begründet. Im Rahmen der Entwicklung des Systems ist ein funktional-informatives Modell zur Planung der Produktionspläne betrachtet.

---

### **Gestion de la planification de ressources des projets à l'exemple de la conception du calendrier de la production**

**Résumé:** Est analysée la situation technico-économique de l'entreprise industrielle en tant qu'objet de la gestion. Est montrée la structure globale et les tâches fonctionnelles des unités; sont fixées les possibilités de la numérisation de la planification du calendrier dans toutes les unités participantes. Est définie la tâche de la gestion et sont envisagés les questions relatives à l'intégration du système de la planification du calendrier dans le système corporatif. Sont formulés les besoins du système d'après la liste des tâches à accomplir; est analysée l'interaction entre les services et les flux de données et de documents qui en résultent. Sont justifiés les avantages du système de la gestion de la planification du calendrier. Dans le cadre de la conception du système est examiné le modèle fonctionnel et informatif de la planification des horaires de la production.

---

**Авторы:** *Матвейкин Валерий Григорьевич* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные процессы и управление»; *Немтинов Владимир Алексеевич* – доктор технических наук, профессор кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении»; *Дмитриевский Борис Сергеевич* – доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные процессы и управление»; *Лемкина Мария Владимировна* – аспирант кафедры «Информационные процессы и управление»; *Терехова Анастасия Андреевна* – старший лаборант кафедры «Информационные процессы и управление»; *Правин Правин Кумар* – магистрант, ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия.

**Рецензент:** *Мокрозуб Владимир Григорьевич* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов, Россия.

---