

УДК 65.011.56

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ КАРТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

© 2020 Ю.В. Полянсков, А.И. Сидорова, О.В. Железнов, М.Н. Ярдаева

Ульяновский государственный университет

Статья поступила в редакцию 06.04.2020

В статье описано автоматизированное решение для повышения качества планирования производства и расчета необходимых производственных мощностей предприятия на примере машиностроительного предприятия. Определены основные параметры для автоматизированного формирования нормативной карты, которые участвуют в формировании производственных планов. Разработан алгоритм получения плановой пооперационной трудоемкости изготовления деталей на основе проектирования и нормирования электронных технологических процессов.

*Ключевые слова:* электронный технологический процесс, автоматизация технологической подготовки производства, нормативная карта изготовления деталей, цифровое производство.

DOI: 10.37313/1990-5378-2020-22-2-142-147

### ВВЕДЕНИЕ

Для любого современного машиностроительного предприятия одной из важных задач для изготовления изделий «точно в срок» является повышение качества планирования производства за счет более точного расчета необходимых производственных мощностей в рассматриваемом плановом периоде для выполнения заказов в установленные сроки. Для выполнения данной задачи необходима автоматизация процесса предоставления входных данных для расчета мощностей из систем ERP и САПР ТП предприятия. В качестве ERP и САПР ТП рассмотрен функционал автоматизированной системы управления производственными ресурсами (АСУ ПР) и системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) «ТеМП2» соответственно. На данный момент БД САПР ТП «ТеМП2» и БД АСУ ПР не взаимосвязаны.

Одной из задач подсистемы «Планирование потребности в мощностях» в ERP-системе АСУ ПР является расчет плановой пооперационной трудоемкости изготовления деталей. При проектировании и нормировании электронных технологических процессов в САПР

ТП данные плановой пооперационной трудоемкости можно использовать для формирования нормативной карты.

Для проектирования и нормирования электронных технологических процессов в САПР ТП «ТеМП2» было разработано информационное обеспечение, которое улучшило качество разработки технологических процессов за счет корректного и точного автоматизированного расчета нормативов времени на выполнение операций. При исследовании рассматриваемого процесса было установлено, что сотрудники БТЗ (бюро труда и заработной платы) заносили всю информацию о нормативной трудоемкости каждой операции технологического процесса вручную, что существенно замедляло разработку технологического процесса, а неполнота данных влияла на качество сформированных в АСУ ПР планов.

В связи с этим, была поставлена задача разработать интеграционный программный модуль для передачи пооперационной трудоемкости из системы «ТеМП2» в АСУ ПР для автоматизированного формирования нормативной карты изготовления деталей, используемой для построения производственных планов.

Актуальность темы обусловлена тем, что в настоящее время проектирование и нормирование технологических процессов на многих предприятиях осуществляется преимущественно вручную, что существенно повышает временные издержки на разработку технологического процесса, снижает качество полного комплекта технологической документации и расчета необходимых производственных мощностей.

Основные этапы разработки технологического процесса без применения САПР ТП представлены на рисунке 1.

*Полянсков Юрий Вячеславович, доктор технических наук, профессор. E-mail: polyanskoyuv@gmail.com*

*Сидорова Алена Игоревна, заведующий лабораторией МОТС, ассистент кафедры математического моделирования технических систем. E-mail: alena280194@mail.ru*

*Железнов Олег Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры математического моделирования технических систем. E-mail: olegulsu@mail.ru*

*Ярдаева Маргарита Николаевна, старший преподаватель кафедры математического моделирования технических систем. E-mail: yardaeva@mail.ru*

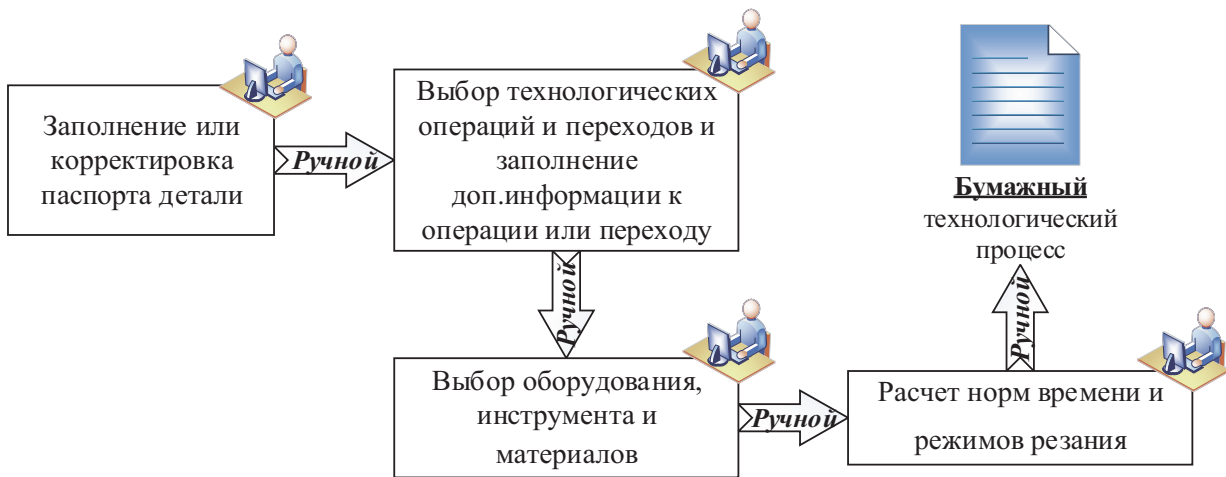


Рис. 1. Основные этапы разработки технологического процесса без САПР ТП

Основные этапы разработки технологического процесса с применением САПР ТП представлены на рисунке 2.

При использовании САПР ТП заполнение исходных данных детали, оборудования, инструмента, материалов осуществляется путем выбора значений из БД НСИ. Расчет норм времени и режимов резания происходит автоматически. В итоге формируется электронный ТП на деталь. На рисунке 1 ТП написан вручную и данные о трудоемкости его операций в систему планирования также подвержены ручному вводу.

Для начала разработки электронных технологических процессов в САПР ТП «ТеМП2» необходимо было разработать информационное обеспечение, которое позволило бы автоматизировано проектировать и нормировать технологические операции и переходы. Этапы разработки информационного обеспечения включают в себя не только анализ структуры технологического процесса и самого производства, но также изучение языков программирования инженера-технолога (ЯПРИТ) и инженера-нормировщика (ЯПРИН). С применением данных языков программирования были раз-

работаны модели технологических операций и переходов в редакторе технологических процессов «REditMOD».

Информационная среда САПР ТП «ТеМП2» включает в себя [1]:

- база данных моделей элементов производственной системы;

- база данных нормализованных и стандартизованных изделий, которые применяются в конструкции самолета;

- комплексные технологические модули (КТМ) и базовые технологические модули (БТМ), которые отвечают за формирование технологических операций и переходов.

На рисунке 3 представлена последовательность разработки информационного обеспечения в САПР ТП «ТеМП2».

После разработки всех моделей нормирования сравнительный анализ формирования нормативной карты «как есть» и «как будет» с применением модуля автоматизированного получения пооперационной трудоемкости для нормативной карты на основе использования данных разработанного электронного технологического процесса в САПР ТП.

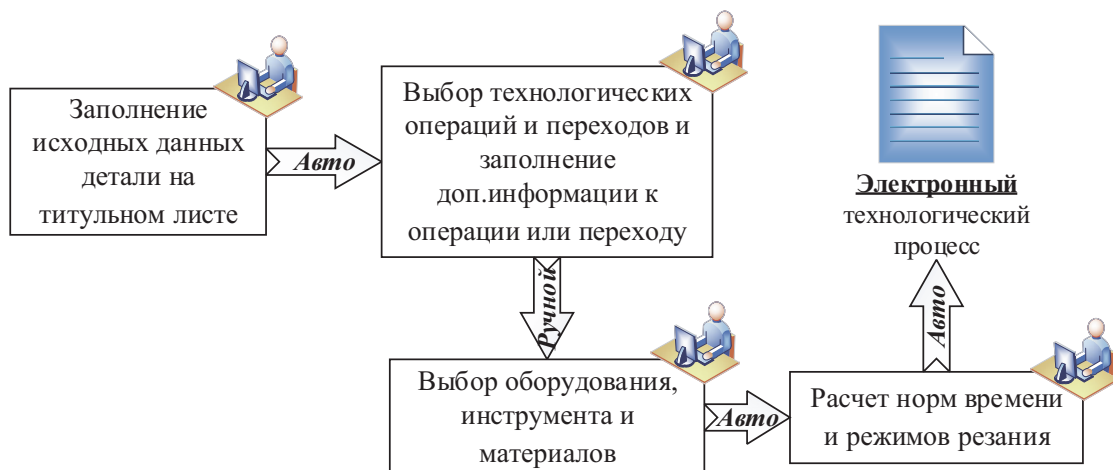


Рис. 2. Основные этапы разработки технологического процесса с применением САПР ТП

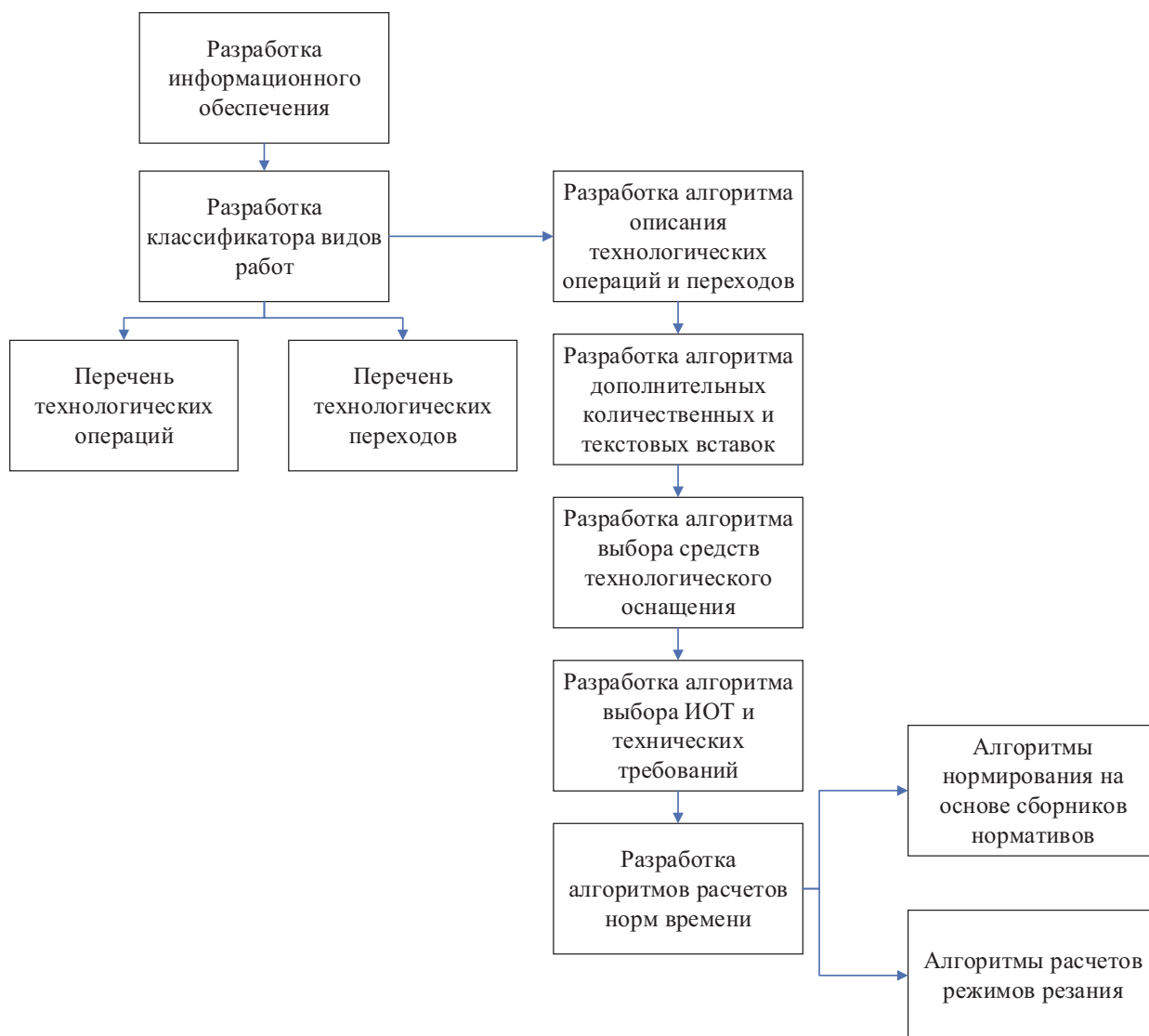


Рис. 3. Последовательность разработки информационного обеспечения

Разработка нормативной карты в БТЗ в основном осуществляется в специальном программном модуле «АС», который позволяет сотруднику формировать нормативную карту путем ручного ввода данных в форму «Нормативная карта», корректировать и выводить на печать через данную систему. Хранение нормативной карты осуществляется также в этой системе.

Нормативная карта включает в себя следующие данные: номер нормативной карты, код цеха, группа мастера, обозначение детали, код комплексной нормы, вид работы, номер операции, наименование операции, код оборудования, размер партии, вид нормы, тарифная сетка, разряд работ, ТПЗ на партию, штучное время, коэффициент освоения, код условий труда, единица измерения, трудоемкость оплатная. Этапы формирования нормативной карты в настоящее время («как есть») представлены на рисунке 4.

С применением разработанного модуля по автоматизированному формированию нормативной карты повысится качество планирова-

ния за счет получения точной пооперационной трудоемкости изготовления деталей из электронного технологического процесса, который хранится в САПР ТП. Основные этапы разработки нормативной карты с применением разработанного модуля («как будет») представлены на рисунке 5.

За счет автоматизированного формирования нормативной карты следующие параметры будут занесены автоматически из электронного технологического процесса: код цеха, обозначение детали, вид работы, номер операции, наименование операции, код оборудования, размер партии, разряд работ, ТПЗ на партию, штучное время, код условий труда. Все остальные параметры заполняются либо вручную сотрудником БТЗ, либо система автоматически ставит по умолчанию установленные параметры.

Благодаря данному модулю сотрудники БТЗ и сотрудники управления труда и заработной платы (УТиЗ) смогут вносить изменения в нормативную карту сразу же через разработанную

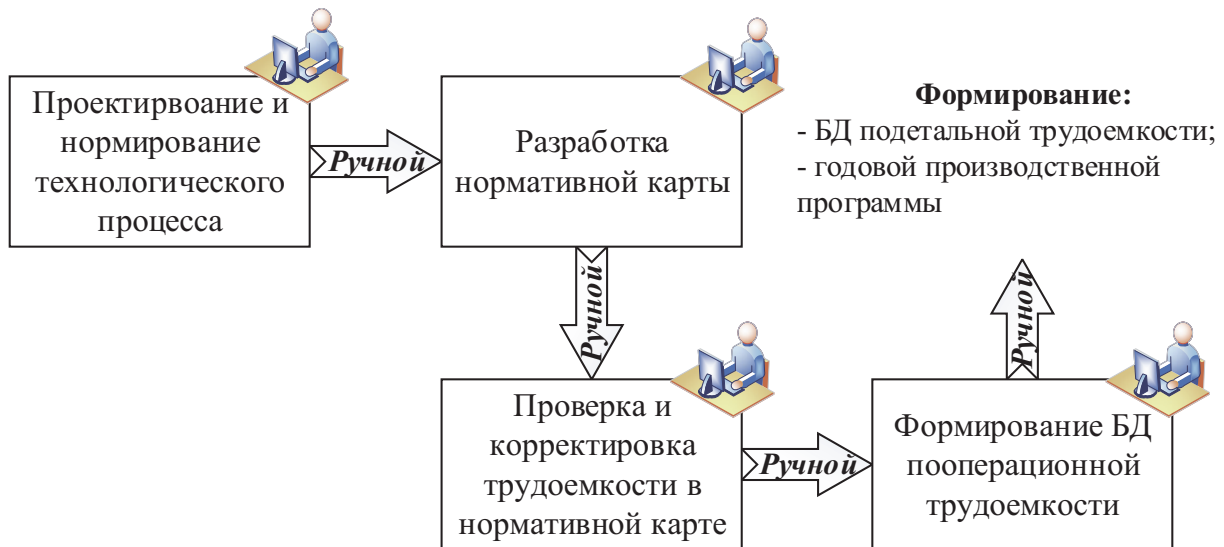


Рис. 4. Основные этапы разработки нормативной карты «как есть»

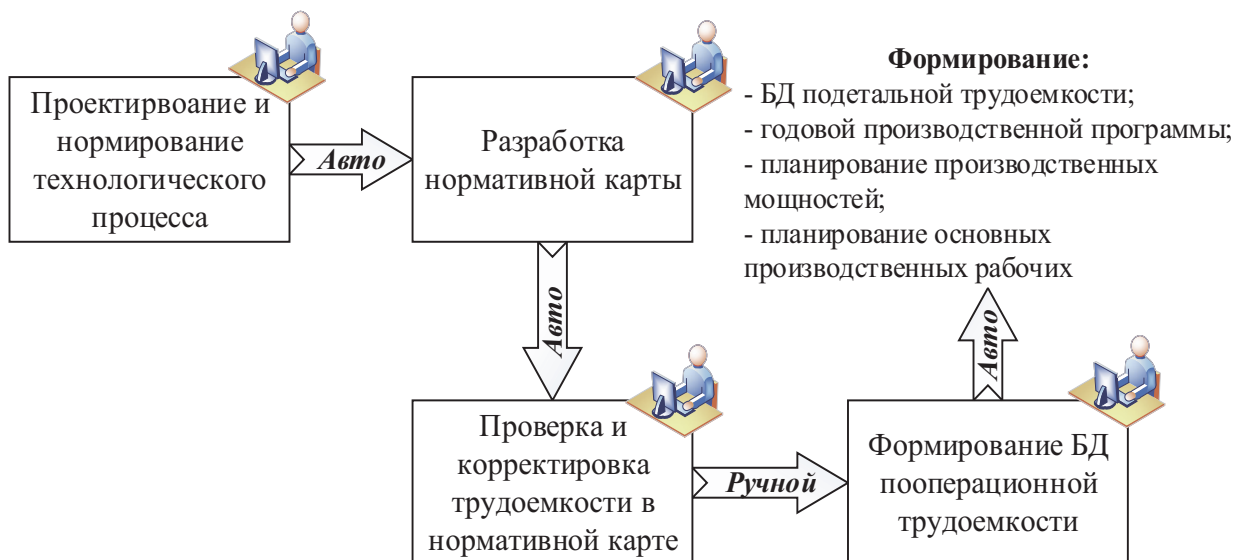


Рис. 5. Основные этапы разработки нормативной карты «как будет»

форму в САПР ТП «ТеМП2». При этом, после согласования нормативной карты в УТИЗ, УИТ не потребуется вручную переносить данные из одной системы в другую. За счет автоматизированного нормирования и формирования нормативной карты происходит минимизация временных издержек при ведении базы данных (БД) пооперационной трудоемкости на изготовление деталей в АСУ ПР, а также повышение точности расчета плановой пооперационной трудоемкости.

#### АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦИИ РАССМАТРИВАЕМОГО ПРОЦЕССА

Для получения пооперационной трудоемкости изготовления деталей из электронного технологического процесса разработан алгоритм и программный модуль автоматизированного получения данных.

При вводе на титульном листе технологического процесса номер детали и номер цеха из таблицы **table\_i** БД системы «ТеМП2» по полю **tj\_1** получаем номер технологического процесса. После проектирования и нормирования технологического процесса все данные об операции хранятся в таблице «Переходы технологического процесса» **table\_j**. Благодаря найденному номеру технологического процесса по полю **tj\_1** из **table\_i** находим в таблице **table\_j** номер операции **tj\_1**, текст операции **tj\_2** и **tj\_3**, код вида работ **tj\_4**, факторы нормирования **tj\_5**, группа факторов (штучное время, разряд работ, количество рабочих) **tj\_6**, подготовительно-заключительное время **tj\_7**. Из факторов нормирования мы получаем количество деталей в партии (КОД) и условие труда (УТ). Из поля «Группа факторов» получаем штучное время (ТШ) и разряд работ (РЗ).

При проектировании технологического перехода в каждую операцию добавляются ресурсы

(оборудование, инструмент, вспомогательные материалы). У каждого вида СТО есть свой признак, т.е. принадлежность к тому или иному виду средств оснащения. Для получения кода оборудования из таблицы **table\_j** была взята ведомость оснащения **tj\_8**, из ведомости оснащения в таблице **table\_k** по уникальному идентификатору определен признак всего представленного в поле СТО (есть ли оборудование или нет). Если оборудование найдено, то по уникальному идентификатору в таблице «Связь пользовательских папок» по полю **td\_1** находится код оборудования **td\_2**. Если же оборудования нет в операции, то по умолчанию в нормативную карту будет выводиться пятизначный код «99999».

После получения необходимой информации из электронного технологического процесса все данные выводятся на разработанную форму нормативной карты через систему «ТеМП2». Те параметры, которых нет в технологическом процессе, нормировщик вводит вручную и обновляет таблицу норм времени. Затем все данные переносятся в соответствующие поля таблицы

пооперационной трудоемкости на изготовленные детали **table\_TR** в АСУ ПР.

Номер цеха **ti\_2** записывается в поле **TR\_1**, номер операции **tj\_1**, текст операции **tj\_2** и текст операции **tj\_3** – в поле **TR\_2**, код вида работ **tj\_4** – в поле **TR\_3**, разряд работ **tj\_6** – в поле **TR\_4**, штучное время **tj\_6** – в поле **TR\_5**, подготовительно-заключительное время **tj\_7** – в поле **TR\_6**, условия труда и количество деталей в партии **tj\_5** – в поля **TR\_7** и **TR\_8**, код оборудования **td\_2** – в поле **TR\_9**.

Схема информационных потоков данных получения информации из таблиц БД системы «ТеМП2» в таблицу пооперационной трудоемкости изготовления детали системы АСУ ПР представлена на рисунке 6.

За счет разработки алгоритма и программного модуля для получения пооперационной трудоемкости из электронного технологического процесса, автоматизирован процесс формирования нормативной карты для использования ее данных при планировании производства и расчета необходимых мощностей.

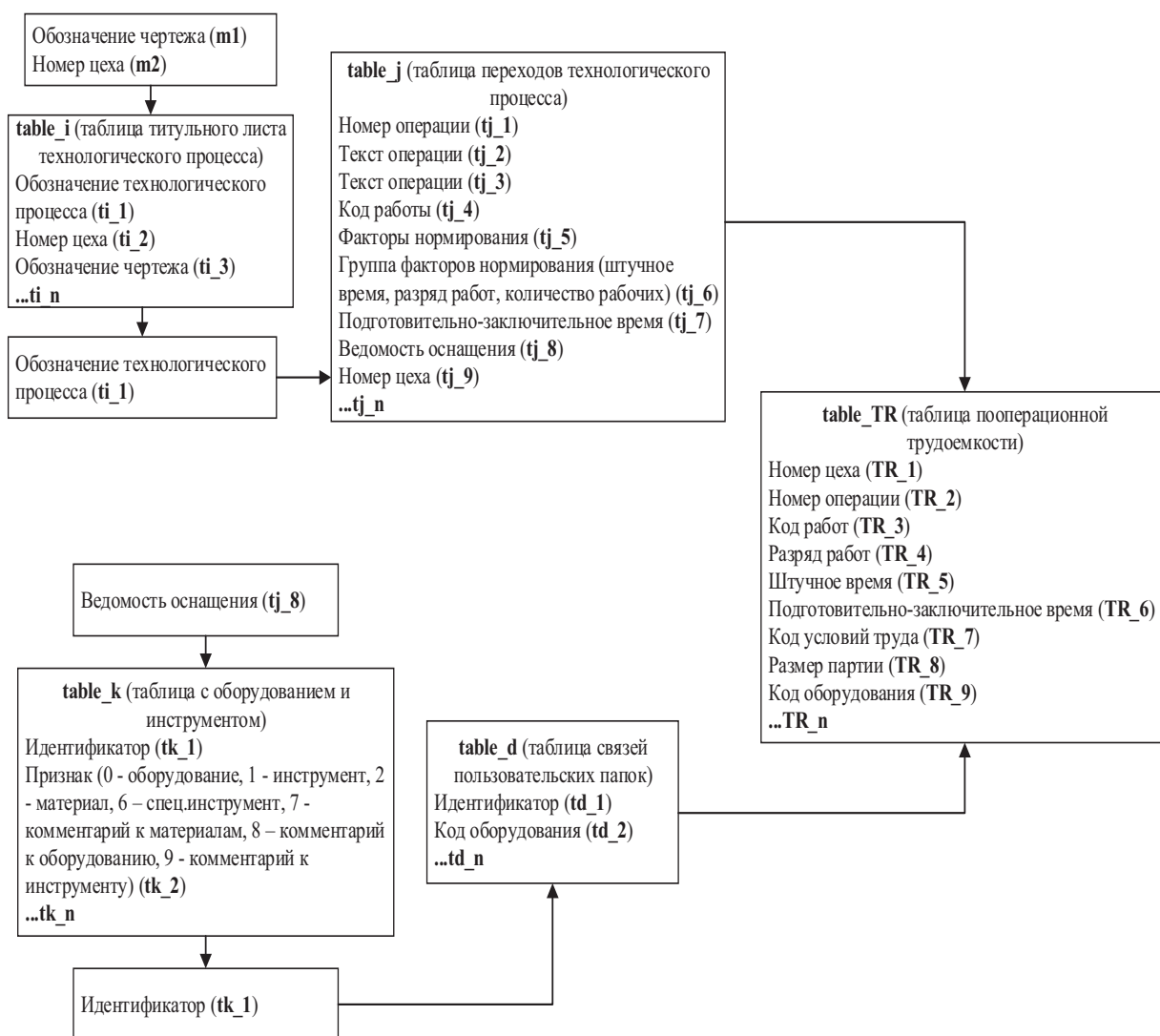


Рис. 6. Получение данных пооперационной трудоемкости



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирование и нормирование ЭТП в САПР ТП одна из ключевых задач, которую необходимо решать на любом предприятии, чтобы обеспечить актуальной информацией систему планирования. На основе качественно составленного плана производства будут получены более точные расчеты по необходимым мощностям предприятия, и сгенерированы на их основе планы обеспечения материальными и трудовыми ресурсами.

Таким образом, наличие электронного технологического процесса позволяет не только минимизировать временные издержки технологической подготовки производства, но также

повлиять на корректность и точность планирования производственных ресурсов. А интеграция внутренних систем предприятия по получению, формированию и хранению всей необходимой информации для планирования поможет сотрудникам оперативно выполнять поставленные задачи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самсонов О.С. Разработка информационного обеспечения для проектирования и моделирования технологических процессов сборки изделий авиационной техники / О.С. Самсонов, М.О. Шенаев, М.Е. Саутенков, Д.С. Воронцов, А.Н. Петрина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. - № 1(5). – С.1602.

## AUTOMATED FORMATION OF A NORMATIVE CARD FOR MANUFACTURING PARTS BASED ON ELECTRONIC TECHNOLOGICAL PROCESSES

© 2020 Yu.V. Polyanskov, A.I. Sidorova, O.V. Zheleznov, M.N. Yardaeva

Ulyanovsk State University

The article describes an automated solution for improving the quality of production planning and calculating the necessary production capacities of an enterprise using the example of a machine-building enterprise. The main parameters for the automated formation of a normative card that are involved in the formation of production plans are determined. An algorithm for obtaining the planned operational complexity of manufacturing parts based on the design and rationing of electronic technological processes has been developed.

*Keywords:* electronic technological process, automation of technological preparation of production, normative card of parts manufacturing, digital production.

DOI: 10.37313/1990-5378-2020-22-2-142-147

---

*Yuri Polyanskov, Doctor of Technical Sciences, Professor.  
E-mail: polyanskovyuv@gmail.com*

*Alena Sidorova, Head of the MOTS Laboratory, Assistant  
of the Department of Mathematical Modeling of Technical  
Systems. E-mail: alena280194@mail.ru*

*Oleg Zheleznov, Candidate of Technical Sciences, Associate  
Professor of the Department of Mathematical Modeling of  
Technical Systems. E-mail: olegusu@mail.ru*

*Margarita Yardaeva, Senior Lecturer, Department of  
Mathematical Modeling of Technical Systems.  
E-mail: yardaeva@mail.ru*