

ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ТАКИХ КАК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

В.А. Карпычев, К.А. Сергеев

miitums@mail.ru

**Московский институт инженеров транспорта (МИИТ)
127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9,
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Ключевые слова: Железнодорожный подвижной состав; производство, ремонт и техническое обслуживание; технологическое проектирование; оптимизационные методы; математическая модель технологического процесса; информационные технологии; автоматизированное проектирование.

Аннотация: В статье предлагается методика построения моделей технологических процессов производства, ремонта и технического обслуживания железнодорожного подвижного состава, которая служит основой для разработки информационного, математического и методического обеспечения системы САПР ТП. Применение ЭВМ для решения задач технологического проектирования дало толчок к разработке оптимизационных методов проектирования, что в последнее время получает все более интенсивное развитие. Результаты исследований показали эффективность оптимизационного подхода к решению технологических задач ремонтной базы. Автоматизация проектирования и корректировки технологических процессов на основе использования информационных технологий позволит сократить сроки внедрения в производство новых технических средств и технологий, повысить эффективность производства, ремонта и технического обслуживания железнодорожного подвижного состава.

В настоящее время предприятия, выполняющие техническое обслуживание (ТО) и ремонт железнодорожного подвижного состава (ПС) проектируют новые и актуализируют действующие технологические процессы без оценки их количественных показателей. Это объясняется тем, что проектирование ведется либо без использования ЭВМ, либо автоматизируются лишь некоторые операции проектировщика.

Применение ЭВМ для решения задач технологического проектирования дало толчок к разработке оптимизационных методов проектирования, что в последнее время получает все более интенсивное развитие. Результаты исследований показали эффективность оптимизационного подхода к решению технологических задач ремонтной базы.

Что касается решения задачи оптимизации ремонтных процессов, то необходимо:

- выбрать критерий оптимизации;
- разработать математическую модель оптимизируемой системы;
- разработать методы и алгоритмы решения поставленной задачи.

Общая схема формирования математической модели технологического процесса ремонта ПС или его узла приведена на рис.1.

Технологический процесс (см. рис.2), можно представить как:

$$S(T) = \{Idn^T, Prp^T, Atr^T, X^T, Y^T, Q^T, C^T, Str^T, \}, \quad (1)$$

где Idn^T - идентификатор системы технологического процесса ремонта;

Prp^T - цели процесса;

Atr^T - общесистемные атрибуты;

$X^T = \{x_1^T, x_2^T, \dots, x_n^T\}$ - входные параметры технологического процесса, к которым прежде всего относятся: вид ремонта, модель ремонтируемого ПС или его узла, его техническое состояние, требования нормативных документов к отремонтированному ПС;

$Y^T = \{y_1^T, y_2^T, \dots, y_m^T\}$ - выходные характеристики технологического процесса, такие как: трудоемкость, продолжительность, расход материалов, запчастей энергетических ресурсов, себестоимость выполнения операций;

$Q^T = \{q_1^T, q_2^T, \dots, q_k^T\}$ - воздействия внешней среды, в том числе: изменения требований правил ремонта, появление новых технологий, оборудования и оснастки, постановка в ремонт новых конструкций ПС или его узлов;

$C^T = \{c_1^T, c_2^T, \dots, c_h^T\}$ - внутренние свойства технологического процесса, такие как: состав средств технологического оснащения, количество и квалификация исполнителей работ, цех, участок, рабочее место выполнения операций;

$Str^T = \{T, R^T\}$ - структура технологического процесса;

T - элементы процесса, к которым относятся все операции и переходы;

R^T - связи между элементами технологического процесса.

Идентификатор системы (Idn^T) представляет собой совокупность двух полей: <обозначение технологического процесса> и <наименование технологического процесса>, например:

$$(Idn) = <10.00001.00017> <Разборка тележки> \quad (2)$$

К основным задачам совершенствования технологических процессов на ремонтных и эксплуатационных предприятиях относятся:

- общее повышение эффективности работы предприятия;
- повышение качества ремонта и технического обслуживания ПС;
- снижение трудоемкости и себестоимости ремонта;
- сокращение длительности технологического цикла.

Функциональное назначение технологических процессов ремонтного и эксплуатационного предприятия состоит в преобразовании значений параметров, характеризующих техническое состояние ПС, поступающего в ремонт или ТО.

В качестве *входов* технологического процесса следует рассматривать, прежде всего, совокупность значений параметров, характеризующих техническое состояние ПС, поступающих в ремонт или ТО, а в качестве *выходов* - совокупность значений параметров, характеризующих техническое состояние ПС, выходящего из ремонта или ТО.

Воздействия внешней среды на технологический процесс могут иметь случайный характер и проявляться в изменении материальных, энергетических и

информационных процессов взаимодействия. Для технологических систем ремонтных и эксплуатационных предприятий внешними воздействиями могут быть:

- изменения производственной программы;
- состояние ПС и его узлов, поступающих в ремонт или ТО;
- новые технологии и средства технологического оснащения;
- изменения правил ремонта и технического обслуживания;
- состояние технологического оборудования.

Внутренние свойства (C^T) и структура (Str^T) системы на самом общем уровне моделирования описываются перечислением элементов, их свойств и связей.

Технологический процесс следует рассматривать как систему, состоящую из двух уровней - технологическая операция и технологический переход.

В общем случае к свойствам элементов системы любого уровня следует относить множество значений параметров технологических процессов, операций и переходов таких как:

- средства технологического оснащения (оборудование, приспособления, инструмент);
- профессиональный состав и количество исполнителей работ;
- основное, вспомогательное и подготовительно-заключительное время;
- расход материалов и запчастей;
- место проведения работ (цех, участок, рабочее место), а также условия труда;
- контролируемые параметры;
- режимы обработки ремонтируемых изделий.

На рис.3 представлена обобщенная структурная схема технологического процесса ремонтного или эксплуатационного предприятия, состоящая из двух уровней:

$$T = \{ T_1, T_2 \} \quad (3)$$

где T - множество элементов технологического процесса;

T_1 = элементы 1-го уровня (операции технологического процесса);

T_2 = элементы 2-го уровня (переходы операций технологического процесса),

M_1 - количество элементов 1-го уровня.

M_2 - количество элементов 2-го уровня.

Обозначим связи между элементами системы через R^T , при этом:

$$R^T = \{ R_1^T, R_2^T \} \quad (4)$$

где R^T - связи между элементами системы;

R_1^T = межуровневые связи элементов на 1-ом уровне;

R_2^T = межуровневые связи элементов на 2-ом уровне.

S_1 - количество межуровневых связей элементов на 1-ом уровне;

S_2 - количество межуровневых связей элементов на 2-ом уровне.

Математическая модель структуры технологического процесса (реляционная система) может быть представлена в виде:

$$Str^T = \langle T, R^T \rangle \quad (5)$$

где T - элементы системы (носитель модели);

R^T - связи между элементами системы (сигнатура модели), то есть последовательность операций и переходов.



Рис. 1. Общая схема формирования математической модели системы

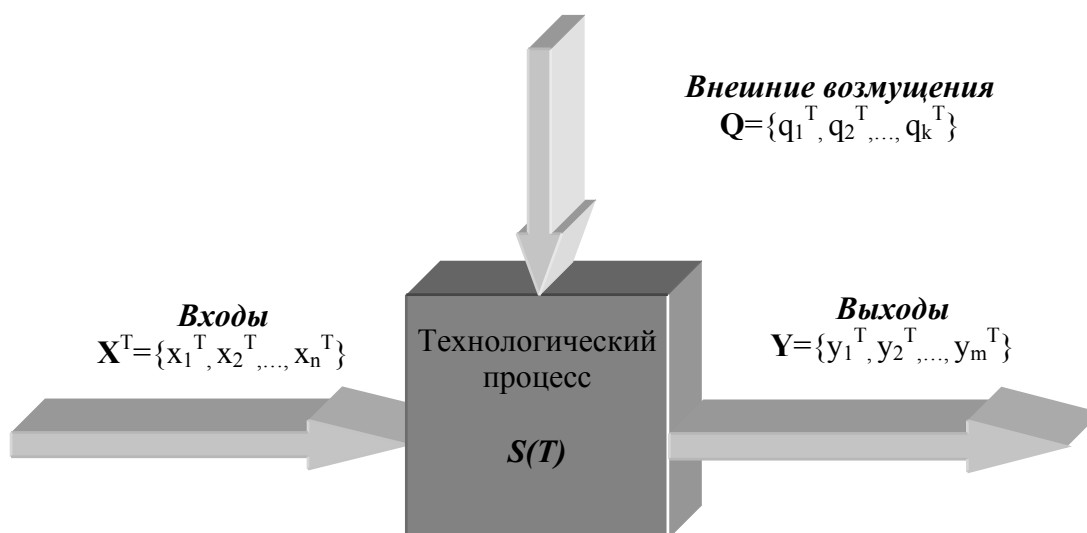


Рис.2. Обобщенная принципиальная схема технологического процесса

Выводы

Для сокращения сроков внедрения в ремонтное производство новых технических средств и технологий, повышения качества ремонта и технического обслуживания ПС необходимо существенно повысить производительность труда технологов и качество технологической документации, определяющей параметры всех операций, выполняемых на производственных участках. Решить эту задачу можно за счет автоматизации проектирования новых и корректировки действующих технологических процессов на основе использования информационных технологий.

Предлагаемая методика построения моделей технологических процессов ремонта и технического обслуживания ПС служит основой для разработки информационного, математического и методического обеспечения разрабатываемой системы САПР ТП ремонтного производства.

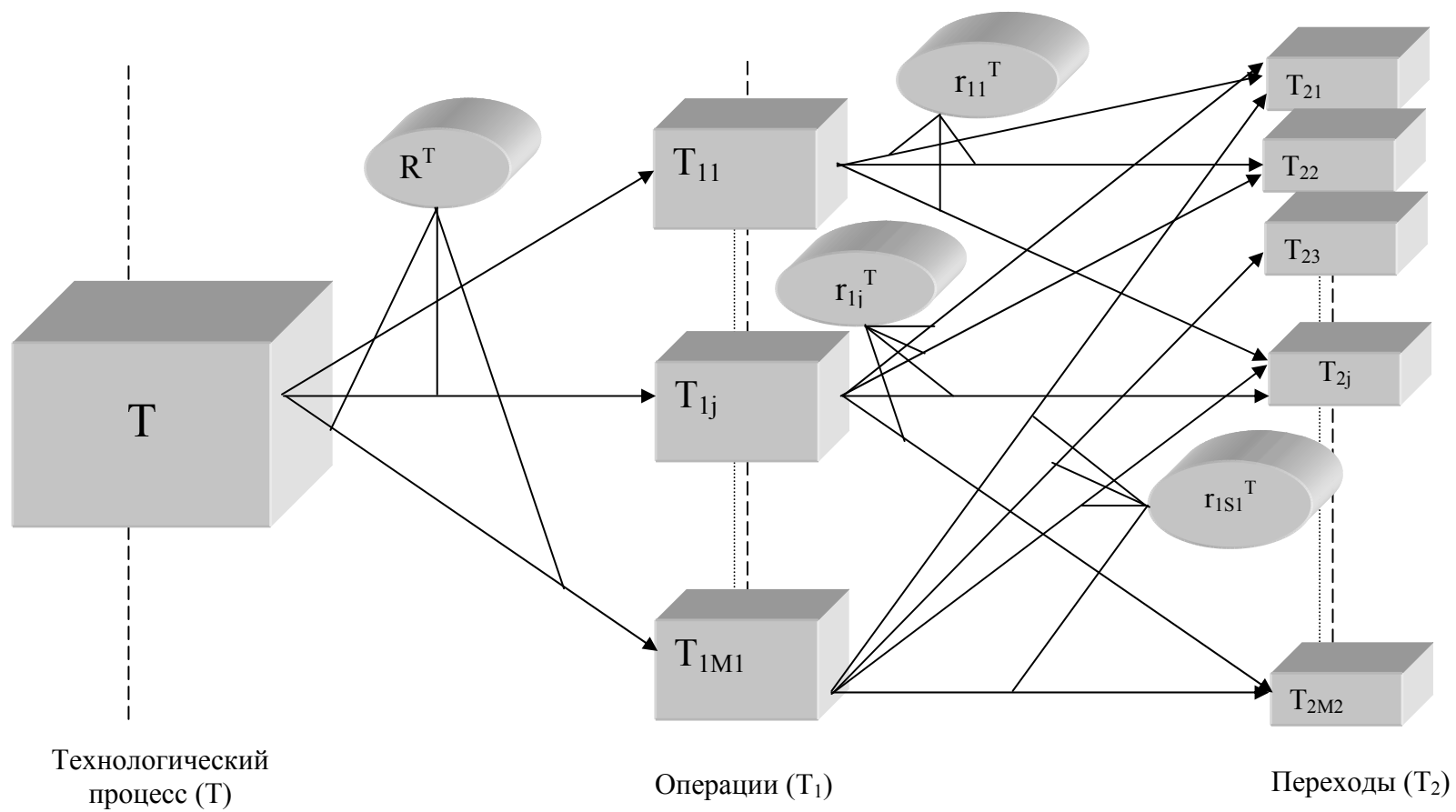


Рис. 3. Обобщенная структурная схема технологического процесса

**OPTIMISATION RESEARCH METHODS OF PROCESSES
AFFECTING TECHNICAL CONDITION OF ENGINEERING OBJECTS
SUCH AS RAILWAY ROLLING STOCK**

V.A. Karpychev, K.A. Sergeev

miitums@mail.ru

Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

127994, Moscow, 9b9 Obrazcova Street

RUSSIAN FEDERATION

Key words: *Railway rolling stock; production, repair and maintenance; technological design; optimization methods; mathematical model of the process; Information Technology; computer-aided design.*

Abstract: The article contains a method for constructing models of technological processes of production, repair and maintenance of railway rolling stock, which serves as the basis for the development of information, mathematical and methodological support for the technological process CAD system. The use of computers to solve the problems of technological design has given impetus to the development of optimization methods of design, which has recently received more and more intensive development. The research results showed the effectiveness of the optimization approach to solving technological problems of the repair base. Automating the design and adjustment of technological processes based on the use of information technologies will reduce the time to introduce new technical means and technologies into production, improve the efficiency of production, repair and maintenance of railway rolling stock.