

**В. А. Дронченко\***

кандидат технических наук, старший преподаватель

**О. В. Голубева\***

кандидат физико-математических наук, первый проректор

**В. А. Струк\***

старший преподаватель

\* Полоцкий государственный университет

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПОИСКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОХРАНОЙ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

На примере термической утилизации нефтесодержащих отходов, представлен алгоритм поиска оптимального технологического процесса, основанный на применении теории графов, который включает два этапа: поиск длины кратчайшего пути и построение кратчайшего пути, а также компьютерная программа, автоматизирующая данный процесс.

**Ключевые слова:** охрана труда, защита окружающей среды, поиск оптимального технического решения, динамическое программирование.

Организация производства требует разработки специалистами и принятия руководителями системы технических решений по достижению целей производства с реализацией этих решений в составе планирования и управления предприятием. В этой системе различают ограничения и параметры оптимизации. Нормативное качество продукции с необходимой производительностью, безопасный труд (отсутствие случаев травмирования рабочих или ухудшения их здоровья) и работа предприятия без загрязнения окружающей среды являются ограничениями, т.е. показателями, которые должны быть обеспечены неукоснительно. Расход производственных ресурсов (материалов, энергии и труда) при этом служит параметром оптимизации, значение которого стремятся минимизировать.

Выбор безопасного и эффективного технологического процесса (устройства) основан на представлении различных сочетаний операций (механизмов), составляющих этот процесс (устройство), с поиском оптимального варианта с помощью процедур математического программирования. Оценочный критерий (параметр оптимизации) технического решения – сумма затрат на подготовку процесса или создание устройства и затрат на их текущее обеспечение, отнесенных к выпуску единицы продукции, или оказание одной услуги.

Постановка задачи структурного синтеза технического решения – из числа существенных его признаков образовать структуру, обеспечивающую безопасное выполнение заданной технологической функции с наименьшими приведенными затратами.

Модели технических решений разрабатываются в виде графов (рисунок) с последующей их оптимизацией. Здесь новизну решений определяет «морфологический анализ» [1], рассматривающий на графах сотни или тысячи сочетаний составляющих операций или механизмов, среди которых обнаруживаются патентоохраняемые решения. Эффективность решений обуславливает применение динамического программирования.

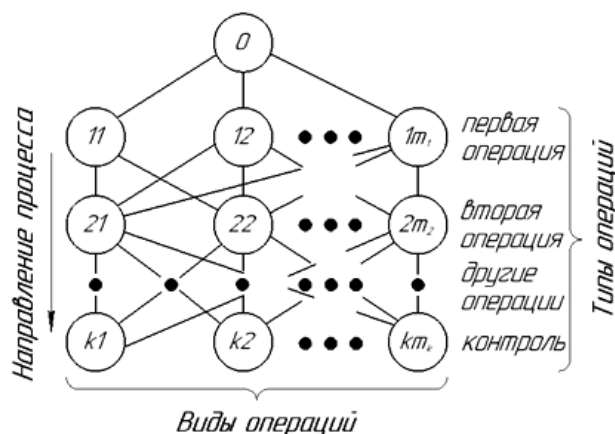


Рис. Граф вариантов безопасного технологического процесса:

1, 2, ..., k – типы операций;  $m_1, m_2, \dots, m_k$  – количество видов операций каждого типа

Для автоматизации процесса поиска оптимального технического решения был разработано программное средство, использующее алгоритм Дейкстры – алгоритм нахождения кратчайшего пути. Данная программа реализована с использованием объектно-ориентированного языка программирования C#. Все вершины, дуги, узлы

и другие элементы графа отображены с помощью среды разработки Unity. Весь граф прорисовывался с использованием метода Awake [2].

#### **Библиографический список**

1. *Иванов В. П.* Охрана труда рабочих и защита окружающей среды от вредного влияния нефтесодержащих отходов: науч. изд. / В. П. Иванов, В. А. Дронченко. Новополоцк: ПГУ, 2016. 248 с.
2. *Дронченко В. А.* Программа поиска оптимального технологического процесса термической утилизации нефтесодержащих отходов с обеспечением требований охраны труда / В. А. Дронченко, Т. С. Струк, О. В. Голубева // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. 2021. № 11. С. 73–78.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

---



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ  
В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОМ  
ПРОИЗВОДСТВЕ – 2021

Международный форум  
10–11 ноября 2021 г.

Сборник докладов

УДК 519.7  
ББК 22.18  
М34

М34            Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве – 2021:  
Междунар. форум (СПб., 10–11 ноября 2021 г.): сб. докл. – СПб.: ГУАП, 2021. – 328 с.  
ISBN 978-5-8088-1682-4

В сборнике представлены доклады участников Международного форума «Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве – 2021», проведенного в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения как сателлитное мероприятие XXIX Международного конгресса математиков (Санкт-Петербург, июль 2022 г.). Представленные работы отражают все многообразие существующих математических методов и моделей и их актуальность.

Предназначен для научных работников, аспирантов, докторантов и студентов образовательных организаций высшего образования, научно-исследовательских институтов и высокотехнологичных предприятий.

### ***Оргкомитет форума***

#### *Председатель оргкомитета:*

Ю. А. Антохина – доктор экономических наук, профессор, ректор ГУАП

#### *Сопредседатель оргкомитета:*

Е. А. Фролова – доктор технических наук, доцент

#### *Заместитель председателя оргкомитета:*

А. О. Смирнов – доктор физико-математических наук, доцент

#### *Члены оргкомитета:*

А. А. Оводенко – доктор технических наук, профессор (г. Санкт-Петербург)

В. Герджиков – доктор физико-математических наук, профессор (г. София, Болгария)

С. Г. Ехилевский – доктор технических наук (г. Новополоцк, Республика Беларусь)

О. В. Голубева – кандидат физико-математических наук (г. Новополоцк, Республика Беларусь)

В. Г. Фарафонов – доктор физико-математических наук, профессор (г. Санкт-Петербург)

А. В. Копыльцов – доктор технических наук, профессор (г. Санкт-Петербург)

УДК 519.7  
ББК 22.18

ISBN 978-5-8088-1682-4

© Санкт-Петербургский государственный  
университет аэрокосмического  
приборостроения, 2021