

Министерство образования и науки Российской Федерации

Сибирский федеральный университет

А. П. Прокопьев, Р. Т. Емельянов, В. И. Иванчура

**МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ
СТРОИТЕЛЬСТВА
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

Монография

2-е издание, переработанное и дополненное

Красноярск
СФУ
2012

УДК 625.066
ББК 39.311-044
П805

Рецензенты: С. В. Ченцов, д-р техн. наук проф., зав. кафедрой «Системы автоматики, автоматизированное управление и проектирование» ИКИТ (СФУ);

И. О. Богульский, д-р физ.-мат. наук проф. кафедры «Сопротивление материалов и теоретическая механика» ИУИС (КрасГАУ)

Прокопьев, А. П.

П805 Методы управления технологическими процессами строительства асфальтобетонных покрытий : монография / А. П. Прокопьев, Р. Т. Емельянов, В. И. Иванчура. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. – 256 с.
ISBN 978-5-7638-2585-5

Монография посвящена исследованию и разработке методов адаптивного управления процессами укладки и уплотнения асфальтобетонных смесей на основе математического аппарата методов идентификации динамических объектов и искусственного интеллекта. Рассмотрены методы управления технологическими процессами строительства асфальтобетонных покрытий. Представлены модели и методики моделирования технологических процессов, используемые в качестве объектов управления при разработке алгоритмов автоматического управления режимами.

На основе анализа результатов исследований предложены новые технические решения систем автоматического управления. Представлены алгоритмы функционирования адаптивных регуляторов и результаты моделирования процессов управления.

Предназначена для научных и инженерно-технических работников, занимающихся разработкой и исследованием систем автоматического управления, а также студентов, обучающихся по специальности 270113.65 «Механизация и автоматизация строительства».

**УДК 625.066
ББК 39.311-044**

ISBN 978-5-7638-2585-5

© Сибирский федеральный
университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОБЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	7
1.1. Анализ технологических процессов строительства асфальтобетонных покрытий.....	8
1.2. Системы нивелирования для асфальтоукладчиков.....	26
1.3. Асфальтовые дорожные катки.....	37
1.3.1. Дорожные катки для уплотнения асфальтобетонной смеси.....	37
1.3.2. Определение уплотняющей способности асфальтовых вибрационных катков.....	47
1.4. Системы автоматического управления дорожных катков.....	59
1.4.1. Текущее состояние автоматизации катков.....	59
1.4.2. Теория и приборы автоматических систем управления дорожных катков.....	61
1.4.3. Критерии, используемые в системах управления дорожных катков.....	69
1.5. Адаптивные системы управления на основе интеллектуальных технологий.....	76
1.5.1. АСУ с применением искусственных нейронных сетей.....	79
1.5.2. АСУ с применением нечеткой логики.....	81
1.6. Теоретические положения процесса уплотнения асфальтобетонной смеси	83
2. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПЛОТНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ.....	89
2.1. Идентификация динамической системы уплотнения смеси дорожными катками.....	90
2.1.1. Имитационная динамическая модель уплотнения.....	90
2.1.2. Результаты имитационного моделирования.....	100
2.2. Моделирование систем управления машинами дорожно-строительного комплекса.....	104
2.3. Имитационное моделирование автоматической системы управления рабочим органом асфальтоукладчика.....	114
2.3.1. Результаты имитационного моделирования	116
2.3.2. Структурно-параметрическая оптимизация. Выбор регулятора.....	130
2.3.3. Исследование абсолютной устойчивости системы.....	135
2.4. Моделирование систем адаптивного управления укладкой и уплотнением асфальтобетонных покрытий.....	138
2.4.1. Управление уплотнением смеси с применением тензометрических преобразователей.....	138

2.4.2. Пользовательский интерфейс программы моделирования.....	144
2.4.3. Моделирование динамического уплотнения при увеличении контактного давления на смесь.....	145
2.4.4. Моделирование регулятора частоты вращения вала гидродвигателя.....	147
3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	150
3.1. Исследование уплотнения смеси по ширине укладки.....	150
3.2. Постановка задачи исследования.....	152
3.3. Методика исследования.....	153
3.4. Результаты исследования.....	157
4. ПОСТРОЕНИЕ АДАПТИВНЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	161
4.1. Следящая система автоматического управления процессом укладки асфальтобетонной смеси на основе нечеткой логики.....	161
4.2. Модель системы автоматического управления дорожным катком на основе нечеткой логики.....	174
4.3. Управление машинами дорожно-строительного комплекса с применением нейросетевого контроллера.....	187
5. РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	198
5.1. Система автоматического управления положением выглаживающей плиты асфальтоукладчика.....	199
5.2. Система автоматического управления рабочим органом асфальтоукладчика.....	201
5.3. Устройство автоматического управления процессом уплотнения смеси.....	202
5.4. Система автоматического управления рабочим органом асфальтоукладчика.....	206
5.5. Система автоматического управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси катком.....	208
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	211
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	213
Приложение 1. Уплотняющая способность конкретных виброкатков разных фирм и стран	234
Приложение 2. Исходный код пользовательского интерфейса.....	243
Приложение 3. Исходный код программы моделирования системы автоматического регулирования.....	250