

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Санкт-Петербургский филиал  
Научно-исследовательского центра  
«МашиноСтроение»**



Орловский государственный аграрный университет

Рыбинский государственный авиационный технический университет  
им. П.А. Соловьева

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Кыргызский национальный университет им. Жусупа Баласагына

**ISSN 2618-6810**

# **МАШИНОСТРОЕНИЕ: ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ**

**Материалы международной  
научно-практической конференции**

**№1**

Санкт-Петербург, 2018

УДК 62 : 001.8895

ББК 34.41

М38

**М38            Машиностроение: инновационные аспекты развития:**  
Материалы международной научно-практической конференции.  
– Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2018. – №1. – 136 с.

Представлены материалы I международной научно-практической конференции «Машиностроение: инновационные аспекты развития». Направления работы конференции: 1) Машиноведение; 2) Тяжелое машиностроение; 3) Общее машиностроение; 4) Среднее машиностроение; 5) Точное машиностроение; 6) Ремонт машин и оборудования; 7) Смежные вопросы развития машиностроения; 8) Современные проблемы инженерного образования.

Материалы могут быть полезными для научных и инженерно-технических работников, докторантов, аспирантов и студентов, занятых исследованием машин и механизмов различного технологического назначения.

Учредитель: *Жукова Елена Валерьевна.*

Главный редактор:

*Жуков Иван Алексеевич* – директор НИЦ «МашиноСтроение», заместитель заведующего кафедрой механики и машиностроения СибГИУ, д.т.н., доцент.

Редакционная коллегия:

*Малинин Владислав Георгиевич* – профессор кафедры инженерной графики и механики Орловского ГАУ, д.ф.-м.н., профессор;

*Надеждин Игорь Валентинович* – заведующий кафедрой основ конструирования машин РГАТУ им. П.А. Соловьева, д.т.н., профессор;

*Палочкин Сергей Владимирович* – профессор кафедры основ конструирования машин МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н., профессор;

*Каракеев Таалайбек Тултемирович* – профессор кафедры информационных технологий и программирования КНУ, д.ф.-м.н., профессор.

Полные тексты статей доступны на сайте <http://elibrary.ru>.

ISSN 2618-6810

© Авторы, 2018

© СПбФ НИЦ МС, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Машиноведение

- Бохонский А.И.** Оптимальное перемещение упругого объекта в полярных координатах ..... 6
- Алексеев В.И., Палочкин С.В.** Демпфирование продольных колебаний приводных цепных передач вследствие контактных деформаций в шарнирах их цепей ..... 8
- Иванюк А.К.** Диагностика состояния адаптивных движителей мобильной робототехнической платформы..... 11
- Гараников В.В.** Расчет процессов сложного нагружения материала по спиральным траекториям в пространстве деформаций..... 14
- Попов В.В., Ивановская А.В.** Разработка лабораторной установки для исследования гидравлического привода, чувствительного к изменению нагружения ..... 16
- Алисин В.В.** Трибологические свойства легированных наноструктурированных кристаллов диоксида циркония..... 20

Тяжелое машиностроение

- Князев А.С., Дворников Л.Т.** Разработка метода структурного синтеза механизмов с подвижными приводами на примере секций механизированных крепей..... 23
- Жуков И.А., Смоляницкий Б.Н., Тимонин В.В., Примычкин А.Ю., Шахторин И.О.** Повышение производительности погружных пневмоударных машин для бурения шпуров и скважин в горной породе..... 27
- Фатхутдинова Р.М., Лихачева Е.А.** Российское машиностроение – нефтегазовому комплексу Сибири..... 32

Общее машиностроение

- Королёв В.А., Киев А.В., Воротынцев Б.Н.** Расчёт динамических параметров пневмопривода ..... 34
- Посметьев В.И., Никонов В.О.** Разработка схемы и конструкции шестикамерного электрогидравлического насоса с внешним источником питания для гидроприводов транспортных машин..... 37

<b>Астраханский А.Ю., Кожевников В.А.</b> Обеспечение надёжных эксплуатационных свойств рабочих поверхностей эвольвентных червячных колес.....	41
<b>Горленко А.О., Шевцов М.Ю.</b> Технологическое оборудование для комбинированной электромеханической обработки .....	43
<b>Пушков Р.Л.</b> Применение специализированного набора функций для управления многоканальной обработкой.....	46
<b>Плотников С.М., Колмаков О.В.</b> Анализ натяжения лент прессы непрерывного действия для изготовления древесных плит.....	49
<b>Бровман М.Я., Цветков И.В.</b> Инновационные технологии создания магистральных трубопроводов нефти и газа .....	53
<b>Евстафиева С.В.</b> Разработка конфигурируемых экранов станочных циклов для терминала СЧПУ .....	59

### Среднее машиностроение

<b>Надеждин И.В.</b> Механические захватные устройства промышленных роботов с высокой точностью позиционирования рабочих элементов .....	63
<b>Кабалдин Ю.Г., Колчин П.В., Шатагин Д.А., Киселев А.В.</b> Интеллектуальное управление гибридной технологией, включающей 3D печать и механообработку на станках с ЧПУ в условиях цифровых производств .....	73
<b>Малкина И.В., Крестьянсков А.А.</b> Автоматизация сборочного процесса изделий авиационной техники.....	81
<b>Ли Сюеянь, Галиновский А.Л., Зарубина О.В.</b> Разработка технологии изготовления и ультраструйной диагностики биметаллического режущего инструмента для утилизации композиционных материалов аэрокосмической техники .....	84
<b>Переверзев П.П., Алсигар М.К.</b> Управление процессом формообразования на круглошлифовальных станках с осевой подачей .....	86
<b>Крылова Н.А., Шуваев В.Г.</b> Формирование параметров качества поверхностей деталей с применением ультразвукового инструмента.....	89

### Точное машиностроение

<b>Рощин М.Н., Богачев В.А., Щербаков С.П.</b> Исследование работоспособности пар трения в вакууме .....	92
--	----

- Брюханов М.А., Цветков Н.В., Фисунов В.С., Виноградова А.А.**  
Исследование принципов работы различных видов уровнемеров..... 96
- Николаев П.А.** Анализ и исследование технологии нарезания зубчатых венцов с применением гидроабразивного оборудования..... 100

### *Ремонт машин и оборудования*

- Яковлева А.П.** Повышение ресурса работы пар трения металлорежущего оборудования..... 102
- Жуков А.А., Навоев А.П.** Применение цементации в области температур полиморфного превращения для энергосберегающего поверхностного упрочнения при восстановлении деталей машин..... 106
- Смирнова И.С., Дежаткин М.Е.** К вопросу о ремонте машин и оборудования..... 109

### *Смежные вопросы развития машиностроения*

- Стородубцева Т.Н.** Возможность использования композиционного материала в изделиях транспортного строительства..... 111
- Овчинников Н.А.** Технический аудит насосного парка компании, как инструмент корпоративной программы импортозамещения..... 114
- Сафин Э.В., Малышева С.П.** Квалиметрическая оценка качества материалов с различной структурой на примере титанового сплава ВТ6.... 122

### *Современные проблемы инженерного образования*

- Надеждин И.В.** Проблемы повышения конструкторской подготовки бакалавров и специалистов для авиадвигателестроения..... 124
- Трусов В.В.** Принцип «двухканальности» для надежности проектных расчетов в курсовом проектировании по «Деталям машин и основам конструирования» ..... 127
- Чигиринская Н.В., Андреева М.И., Горелик Р.Е., Чесноков О.К.**  
Разрешение проблемы обеспечения качества инженерного образования на основе комплексной оценки освоения предметной области..... 132
- Графский О.А., Сливак Е.Р.** Некоторые аспекты геометрической подготовки студентов в техническом вузе..... 134

головки, закрепляемой в резцедержателе, и средств коммутации, позволяет использовать технологию ИКЭМО мобильно в совокупности с любым токарным станком, что даёт возможность её применения на машиностроительных предприятиях в качестве высокоэффективного способа обеспечения и повышения эксплуатационных показателей деталей машин на стадии их изготовления.

#### Список литературы

1. Горленко А.О. Давыдов С.В. Технология имплантации материалов на основе карбида вольфрама с целью повышения износостойкости поверхностей трения // Научно-технические достижения в машиностроении. – 2016. – № 9(36). – С. 3-9.
2. Суслов А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей. – М.: Машиностроение, 1987. – 208 с.
3. Горленко А.О., Повышение износостойкости деталей машин имплантацией материалов на основе карбида вольфрама / А.О. Горленко, М.Ю. Шевцов // Молодежь и системная модернизация страны: Сб. науч. статей 2-й Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых в 4 т. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017. – Т. 4. – 385 с. – С. 129-134.

#### Сведения об авторах:

*Горленко Александр Олегович* – академик академии проблем качества, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Автомобильный транспорт» БГТУ;  
*Шевцов Михаил Юрьевич* – аспирант БГТУ.

УДК 621.735.016.2

## ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАБОРА ФУНКЦИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ОБРАБОТКОЙ

*Пушков Р.Л.*

*Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,  
г.Москва*

**Ключевые слова:** система ЧПУ, управляющая программа, многоканальная обработка, синхронизация каналов, обрабатывающие центры, автоматические линии.

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы применения специализированного набора функций языка высокого уровня систем ЧПУ для управления многоканальной обработкой.

Поддержка системой ЧПУ многоканальной обработки [1] помогает решать не только задачи, связанные с оптимизацией технологического процесса обработки детали на одном отдельно взятом многокоординатном обрабатывающем центре [2], но, также, предоставляет возможность управления автоматизированными линиями и устройствами по перемещению заготовок (манипуляторы).

Однако, для работы с многоканальностью недостаточно иметь поддержку одной только функциональности. Необходимо дать возможность оператору управлять выполнением управляющих программ в разных каналах. Функции языка высокого уровня для управления выполнением управляющей программы можно разделить на несколько групп (рисунок 1).

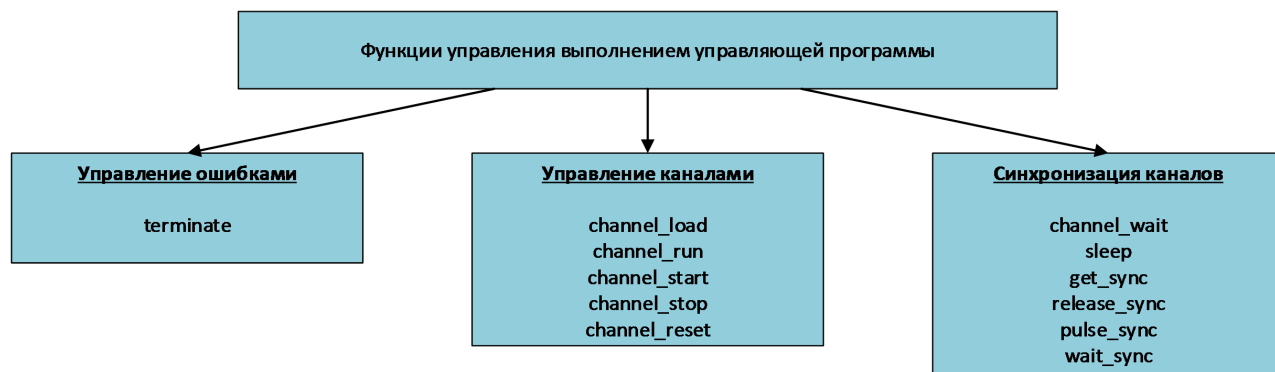


Рис. 1. Группы функций управления выполнением управляющей программы

К группе функций управления ошибками относятся функции, позволяющие прервать управление программы с выдачей сообщения об ошибке (*terminate*). Такая функциональность необходима, например, при написании собственных станочных циклов, где при проверке правильности вводимых параметров выявляются ошибки. Программа должна быть остановлена, а пользователь получает сообщение об ошибке.

К группе функций управления каналами относятся функции, позволяющие загрузить программу в канал (*channel\_load*), запустить программу в канале (*channel\_run*), приостановить или возобновить программу в канале (*channel\_stop* / *channel\_start*) или сбросить программу в канале (*channel\_reset*). В общем случае оператор может самостоятельно переключать каналы при помощи терминала оператора и запускать программы на этих каналах, однако, для повышения автоматизации процесса предлагается возможность по управлению каналами обработки непосредственно из управляющей программы.

При параллельной работе нескольких каналов возникают ситуации, когда один из каналов готов продолжить обработку, но ему необходимо дождаться пока другой канал завершит обработку заготовки. Диаграмма последовательностей такого процесса показана на рисунке 2.

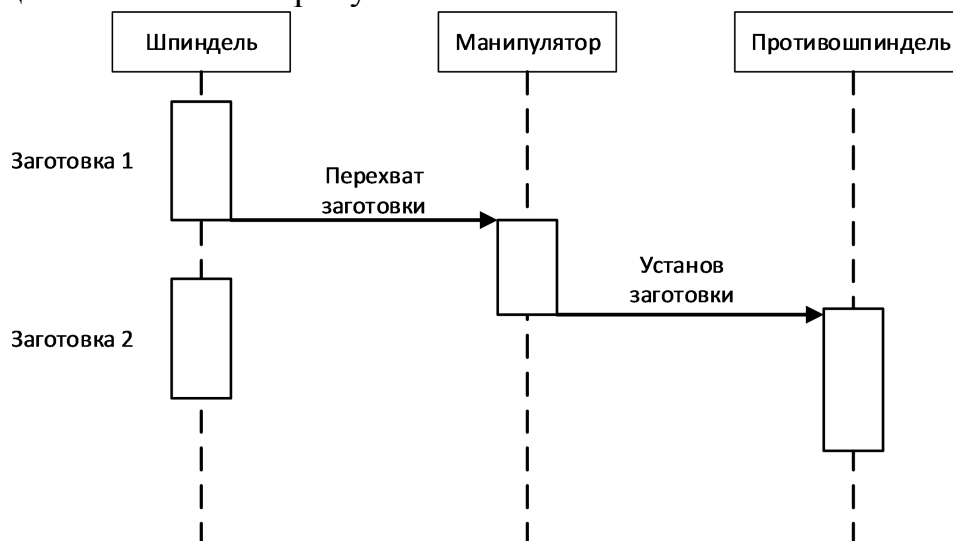


Рис. 2. Диаграмма последовательностей при многоканальной обработке

Станок имеет шпиндель, противопиндель и набор осей, позволяющий обрабатывать заготовки одновременно в двух шпинделях. На первом этапе заготовка обрабатывается в главном шпинделе. После обработки манипулятор

перехватывает заготовку и производится ее установка в противошпиндель. Заготовка начинает обрабатываться в противошпинделе, одновременно с этим новая заготовка начинает обработку в главном шпинделе.

Подобное совмещение задач обработки невозможно при отсутствии механизмов определить в какой момент безопасно установить заготовку 2 в главный шпиндель или начать обработку в противошпинделе. В задачи синхронизации входит решение таких проблем.

Задачи синхронизации [3] каналов решаются набором функций синхронизации. Основными функциями являются ожидание завершения программы в другом канале (`channel_wait`), временная приостановка выполнения программ (`sleep`), синхронизация по событию (`wait_sync` приостанавливает выполнение программы до тех пор, пока в другом канале не будет вызвана `pulse_sync`), синхронизация по доступу (`get_sync` приостанавливает выполнение программы до вызова `release_sync` в другом канале, если там предварительно была вызвана `get_sync`).

В многоканальной обработке существует два основных подхода к организации набора управляющих программ. Первый подход (рисунок 2) состоит в том, что каждый канал выполняет свою автономную задачу и осуществляет синхронизацию с другими каналами. Возможен другой вариант управления с мастер-каналом (рисунок 3). При этом в отдельном канале запускается специальная программа, которая управляет запуском программ в остальных каналах и их синхронизацией.

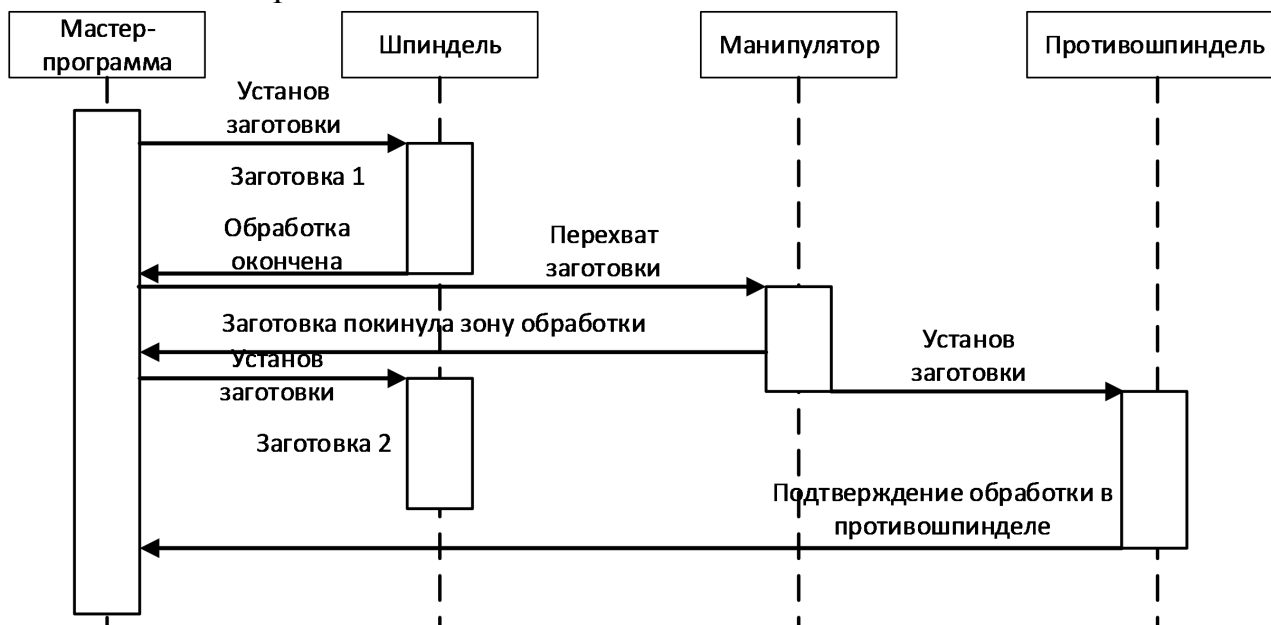


Рис. 3. Диаграмма последовательностей при многоканальной обработке с мастер-каналом

Несмотря на кажущуюся сложность второго подхода, он позволяет более гибко управлять выполнением программы.

Применение языка высокого уровня с набором специальных функций для управления исполнением программ на разных каналах позволяет достичь прироста производительности в процессе обработки деталей на станках, обрабатывающих центрах и автоматических линиях.



### Список литературы

1. Мартинов Г.М., Пушков Р.Л., Евстафиева С.В. Основы построения однокомпьютерной системы ЧПУ с программно реализованным ядром и открытой модульной архитектурой // Вестник МГТУ "Станкин". 2008. №4. С.82-93.
2. Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л., Евстафиева С.В., Мартинова Л.И. Построение специализированной системы ЧПУ для многокоординатных токарно-фрезерных обрабатывающих центров // Автоматизация в промышленности. 2014. №6. С. 25-28.
3. Мартинова Л.И., Пушков Р.Л., Козак Н.В., Трофимов Е.С. Решение задач синхронизации и точного позиционирования осей в системе ЧПУ // Автоматизация в промышленности. 2011. №05. С. 30-35.

### Сведения об авторе:

*Пушков Роман Львович* – старший преподаватель МГТУ «СТАНКИН».

УДК 647.815-41

## АНАЛИЗ НАТЯЖЕНИЯ ЛЕНТ ПРЕССА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

*Плотников С.М., Колмаков О.В.*

*Красноярский институт железнодорожного транспорта, г. Красноярск*

**Ключевые слова:** пресс непрерывного действия, межвалковое пространство.

**Аннотация.** Рассмотрено изменение натяжения лент пресса непрерывного действия и его влияние на послойную структуру прессуемого материала.

Предварительное уплотнение стружечного ковра (подпрессовка) является важным этапом производства древесных плит. В современных линиях подпрессовка осуществляется в прессах непрерывного действия, в которых через ленты, натянутые с определенным усилием, давление передается на прессуемый материал. Если деформация сжатия является полезной, то деформация сдвига нежелательна, т.к. основной сдвиг стружечного ковра происходит в узком слое, и при больших сдвигах возможно нарушение целостности ковра [1].

Лента формирующего транспортера выполняется, как правило, из транссиллона, а ленты пресса для подпрессовки стружечного ковра – из резины с каркасом из стальной сетки или из тонкого стального листа. Прессующая лента, независимо от ее жесткости и усилия натяжения, не в состоянии оказать на обрабатываемый стружечный ковер давление, равноценное давлению прессующих валков. В связи с этим лента получает прогиб под действием упругих сил сжатого материала. Верхняя и нижняя ленты могут иметь различную толщину и жесткость в результате того, что транспортная лента накладывается на нижнюю прессующую ленту. Поэтому величины прогибов лент пресса неодинаковы, что при равной скорости движения лент приводит к различию горизонтальных составляющих их скоростей в рабочей зоне пресса, происходит продольный сдвиг слоев ковра, который характеризуется погрешностью послойной плотности  $\Delta\mu$ .

Относительная погрешность натяжения лент пресса

Научное периодическое издание

# **Машиностроение: инновационные аспекты развития:**

**Материалы международной  
научно-практической конференции**

№1

Верстка и корректура: Жуков И.А.

Подписано в печать 16.03.18г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага офисная. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 8,04. Уч.-изд. л. 8,56. Тираж 300 экз. Заказ №18-5.

*Учредитель:* Жукова Елена Валерьевна (ИП Жукова Е.В.,  
ИНН 422802805198, ОГРНИП 318420500009778, г.Новокузнецк).

*Главный редактор:* Жуков Иван Алексеевич.

*Редакция, издатель:* Санкт-Петербургский филиал  
Научно-исследовательского центра «МашиноСтроение»,  
197349, г. Санкт-Петербург, пр. Королёва, д. 27, корп. 1, оф. 171.

<http://srcms.ru/spbf/>

E-mail: [spbf@srcms.ru](mailto:spbf@srcms.ru)