

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

«Сибирский государственный индустриальный университет»

**Кузбасский научный центр Сибирского отделения
Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова**

Кемеровское региональное отделение САН ВШ

ООО «Объединённая компания Сибшахтострой»

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ
И ПРОИЗВОДСТВЕ
AS' 2019**

**ТРУДЫ XII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

(с международным участием)

**Новокузнецк
2019**

УДК 658.011.56
С 409

Редакционная коллегия

д.т.н., профессор С.М. Кулаков,
д.т.н., профессор Л.П. Мышляев

С 409 Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019: труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) / Мин-во науки и высшего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т [и др.]; под общ. ред.: С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. - 376 с.: ил.

ISBN 978-5-7806-0536-2

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам автоматизации управления технологическими процессами и предприятиями, социально-экономическими системами, образованием и исследованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ОК «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк),
ООО «АТЭСКО Сибирь» (г. Новосибирск),
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
(г. Новокузнецк)

ISBN 978-5-7806-0536-2

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЯ «МЕТОД ПЧЕЛИНОЙ КОЛОНИИ» УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА «МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ. МЕТОДЫ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА» ПРИ ПОИСКЕ ГЛОБАЛЬНОГО МИНИМУМА ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ

Лаптев В.В.¹

Научный руководитель: к.т.н. Михайлова О.В.²

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

²*Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия*

В настоящее время теория оптимизации, успешному применению которой способствует бурный прогресс в развитии средств вычислительной техники, вносит заметный вклад в ускорение научно-технического прогресса. Трудно назвать такую отрасль инженерной деятельности, где бы ни возникали задачи оптимизационного характера. Это, например, задачи определения наиболее эффективного режима работы различных технических систем, задачи организации производства, дающего возможную наибольшую прибыль при заданных ограниченных ресурсах, транспортные задачи и многие другие [1].

В наиболее общем смысле теория оптимизации представляет собой совокупность фундаментальных математических результатов и численных методов, ориентированных на нахождение и идентификацию наилучших вариантов из множества альтернатив и позволяющих избежать полного перебора и оценивания возможных вариантов.

Особенная необходимость в методах оптимизации возникает из-за сложности математического моделирования процессов, протекающих в той или иной сфере. Не существует одного универсального метода для эффективного решения всех задач оптимизации, поэтому важно уметь применять тот или иной метод в зависимости от ситуации или уметь комбинировать различные алгоритмы оптимизации для достижения поставленной цели. Использование в образовательном процессе учебного комплекса поможет организовать работу студентов и познакомить их с методами оптимизации.

Метаэвристические методы оптимизации. Метаэвристика - это высокоуровневая проблемно-независимая алгоритмическая структура, которая предоставляет набор рекомендаций или стратегий для разработки алгоритмов эвристической оптимизации.

Эвристические методы основаны на подсознательном мышлении и характеризуются неосознанным (интуитивным) способом действий для достижения осознанных целей. Эвристические методы еще называют методами инженерного (изобретательного) творчества.

Эвристический алгоритм - это алгоритм решения задачи, правильность которого для всех возможных случаев не доказана, но про который известно, что он даёт достаточно хорошее решение в большинстве случаев. В действительности может быть даже известно (то есть доказано) то, что эвристический алгоритм формально неверен. Его всё равно можно применять, если при этом он даёт неверный результат только в отдельных, достаточно редких и хорошо выделяемых случаях или же даёт неточный, но всё же приемлемый результат [2].

Проще говоря, эвристика - это не полностью математически обоснованный (или даже «не совсем корректный»), но при этом практически полезный алгоритм.

Методы роевого интеллекта. Методы «роевого» интеллекта имитируют процессы поведения живых организмов (роя). Основная идея состоит в моделировании поведения роя при поиске пищи (минимума функции). Каждый член роя рассматривается как частица в многомерном пространстве, которая имеет положение и присущие ему признаки (скорость, и т.п.). Члены роя сообщают друг другу информацию о хороших позициях друг друга и используют ее для корректировки своего положения и скорости на каждой итерации.

К данной группе методов относятся:

- метод частиц в стае;
- метод муравьиных колоний;

- метод имитации поведения бактерий;
- методы пчелиных колоний;
- метод, имитирующий поведение рыб в стае;
- метод, имитирующий поведение летучих мышей;
- метод, имитирующий поведение светлячков;
- метод, имитирующий поведение лягушек.

Метод пчелиной колонии. Метод пчелиной колонии относится к алгоритмам поиска, основанном на поведении пчелиного роя при поиске нектара (наибольшая концентрация цветов). Первый шаг в реализации метода пчелиной колонии (или роя пчел МРП) – это выбор параметров, которые необходимо оптимизировать. Далее идет определение допустимого интервала, который используется для поиска оптимальных значений. Затем в допустимой области случайным образом располагают пчёл (агентов), а также задают векторы и скорости их движения. Затем каждая пчела (частица) должна перемещаться через пространство решений, имитируя пчелу в рое. Алгоритм действует на каждую пчелу (частицу) отдельно, перемещая ее на небольшую величину, при этом циклично двигая ее через весь рой.

Следующие шаги применяются к каждой частице:

Шаг 1. Оценка пригодности для частицы, сравнение с ПНП и ГНП. Функция пригодности с помощью координат частицы в пространстве решений возвращает значение пригодности для текущей позиции. Если это значение больше, чем значение ПНП, соответствующее этой частице, или больше значения ГНП, тогда соответствующие позиции заменяются текущей позицией.

Шаг 2. Корректировка скорости частицы. Манипуляции со скоростью частицы - основной элемент всей оптимизационной задачи. Точное понимание уравнения, используемого для определения скорости - есть ключ к пониманию всего процесса оптимизации. Скорость частицы изменяется в соответствии с взаимным расположением позиций ГНП и ПНП. Она стремится в направлении этих позиций наибольшей пригодности в соответствии со следующим уравнением:

$$v_n^{i+1} = w * v_n^i + c_1 rand() * (p_n - x_n) + c_2 rand() * (g_n - x_n), \quad (1)$$

где v_n^{i+1} - это скорость частицы в n-том измерении на предыдущем шаге,

x_n - это координата частицы в n-том измерении,

p_n - персональная наилучшая позиция частицы,

g_n - глобальная наилучшая позиция частиц роя.

Расчет производится для каждого из N. Из данного уравнения видно, что новая скорость получается из старой путем простого масштабирования на w, и прибавления направления ПНП и ГНП для этого конкретного направления. c_1 и c_2 — это масштабные коэффициенты, определяющие то, насколько частица равноудалена к ПНП и ГНП.

Здесь c_1 — это коэффициент, определяющий какое влияние на частицу оказывает ее память о ПНП, а c_2 — коэффициент, определяющий какое влияние на частицу оказывают остальные пчёлы (члены роя). Увеличение c_1 предполагает исследование пространства решений путем движения каждой частицы в направлении своего ПНП. Увеличение c_2 предполагает исследование предполагаемого глобального минимума. Функция $rand()$ – генератор случайных чисел, возвращает число, находящееся в интервале между -1 и 1. Большинство реализаций используют две независимые случайные величины для стохастического изменения относительного притяжения ПНП и ГНП. Введение случайного элемента в оптимизацию предназначено для моделирования малого непредсказуемого компонента реального поведения роя пчёл. W называют «инерционным весом», и это число (выбранное в интервале между 0 и 1) отражает в какой мере частица остается верной своему первоначальному курсу, не подвергнувшись влиянию ПНП и ГНП [3].

Описание терминологии:

- Частица или агент – каждая пчела в рое рассматривается как частица или агент.

Все частицы роя действуют индивидуально в соответствии с одним управляющим принципом: ускоряются в направлении наилучшей персональной и наилучшей общей позиции, и постоянно проверяют значение текущей позиции.

- Позиция – аналогично местоположению пчелы на поле представляется координатами на плоскости. Однако, в общем случае, можно расширить эту идею в любое N-мерное пространство в соответствии с поставленной задачей. Это N-мерное пространство является областью решений для оптимизируемой задачи, где каждый набор координат представляет решение.

- Пригодность – по аналогии с примером пчелиного роя функция пригодности будет плотностью цветов: чем больше плотность - тем лучше позиция. Функция пригодности служит средством связи между физической проблемой и алгоритмом оптимизации.

- Персональная наилучшая позиция – по аналогии с пчелиным роем, каждая пчела помнит позицию, где она сама обнаружила наибольшее количество цветов. Эта позиция с наибольшим значением пригодности, обнаруженная пчелой, известна как персональная наилучшая позиция (ПНП). Каждая пчела имеет собственную ПНП, определяемую путем, который она пролетела. В каждой точке, вдоль пути движения, пчела сравнивает значение пригодности текущей позиции со значением ПНП. Если текущая позиция имеет значение пригодности выше, то значение ПНП заменяется на значение текущей позиции.

- Глобальная наилучшая позиция – каждая пчела также каким-то образом узнает область наибольшей концентрации цветов, которая определяется всем роем. Эта позиция наибольшей пригодности известна как глобальная наилучшая позиция (ГНП). Для всего роя существует одна ГНП, к ней и стремится каждая пчела (агент). В каждой точке на протяжении всего пути каждая пчела сравнивает пригодность ее текущей позиции с ГНП. В случае, если какая-либо пчела обнаружит позицию с более высокой пригодностью, ГНП заменяется текущей позицией этой пчелы.

Типовой алгоритм метода пчелиного роя представлен на рисунке 1.

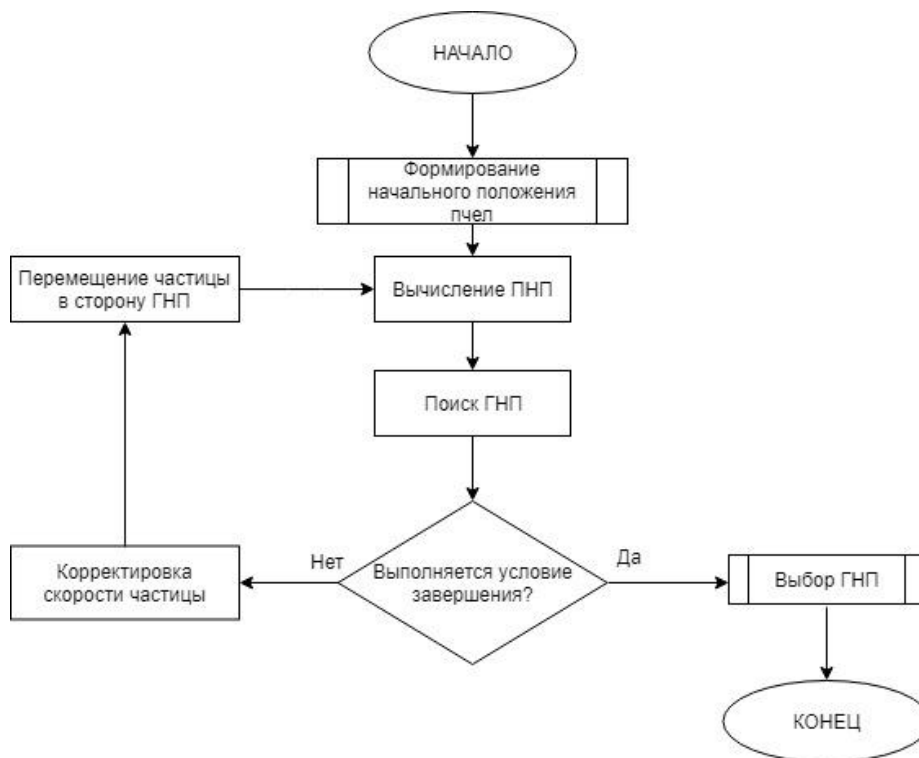


Рисунок 2 – Блок-схема классического метода пчелиного роя

Программный модуль. Программный модуль "Метод пчелиной колонии" учебно-исследовательского комплекса "Метаэвристические методы оптимизации. Метод роевого интеллекта" позволяет наглядно увидеть работу метода пчелиной колонии при поиске глобального минимума целевой функции. При этом пользователь может изменять входные значения:

- целевая функция;
- размерность задачи;
- количество частиц;
- коэффициент начальной скорости;
- приближение (точность нахождения решения).

Исследование. В ходе тестирования работы алгоритма был проведен анализ и построена закономерность. На рисунке 2 представлен график зависимости время работы алгоритма от количества частиц. Целевая функция для тестирования – функция Швепеля.

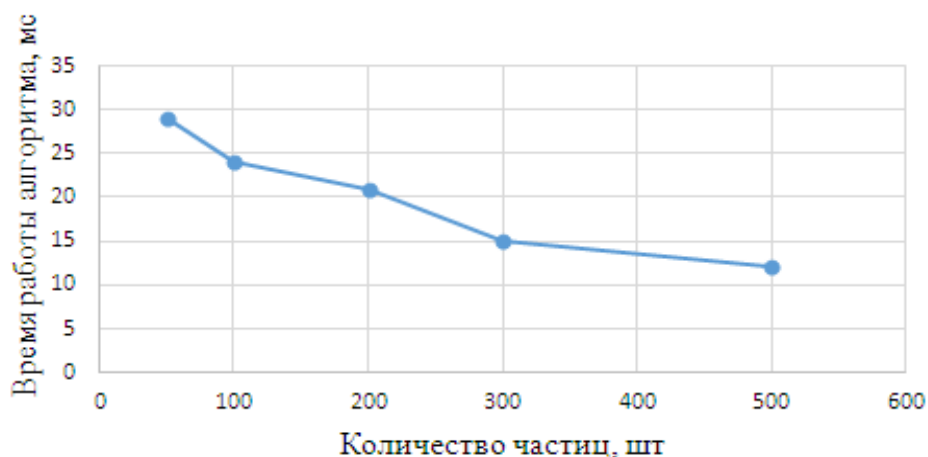


Рисунок 3 - График зависимости времени работы алгоритма от количества частиц

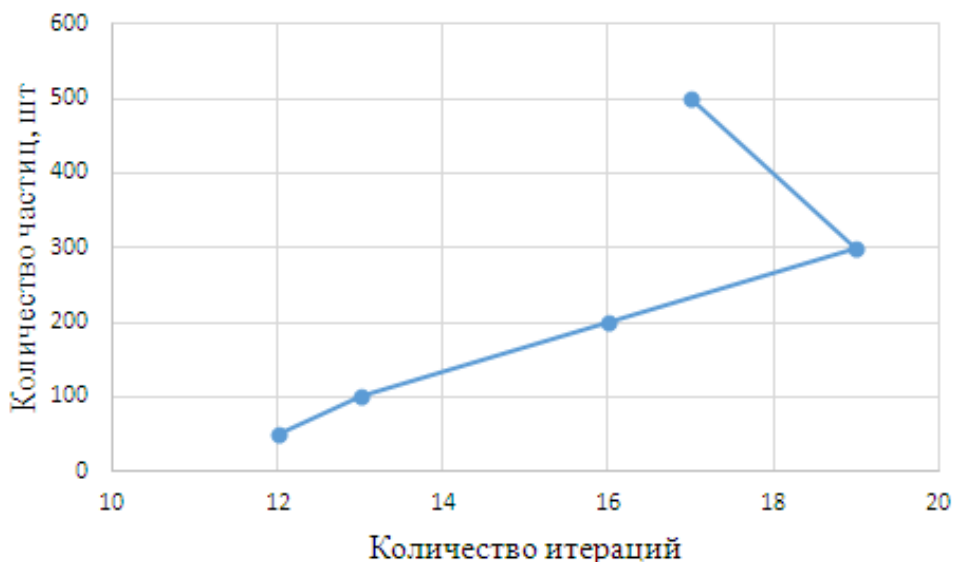


Рисунок 2 - График зависимости количества итераций, необходимых для решения задачи, от заданного количества частиц

По данным, полученным в результате исследования, можно сделать вывод: с увеличением числа частиц уменьшается число итераций, необходимых для решения поставленной задачи. Время работы алгоритма уменьшается до определенного момента, затем начинает вновь увеличиваться (при количестве частиц более 500).

Библиографический список

1. Мицель, А.А. Методы оптимизации : учебное пособие / А.А. Мицель, А.А. Шелестов. - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2004. -256 с. – Текст: непосредственный.
2. Эвристические методы. - URL: <http://studfiles.net> (дата обращения 15.05.2019). – Текст: электронный.
3. Скаков, Е.С. Пчелиный алгоритм оптимизации для решения задачи планирования беспроводной сети / Е.С. Скаков. - URL: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=4179> (дата обращения 21.05.2019). – Текст: электронный.
4. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с. – Текст: непосредственный.
5. Естественные алгоритмы. Алгоритма поведения роя пчёл. – URL: <https://habr.com/ru/post/104055/> (дата обращения 21.05.2019). – Текст: электронный.
6. Пантелеев, А.В. Методы глобальной оптимизации. Метаэвристические стратегии и алгоритмы / А.В. Пантелеев, Д.В. Метлицкая, Е.А. Алешина. – Москва: Вузовская книга, 2013. – 244с: ил. – Текст: непосредственный.

ПРОБЛЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАМЯТИ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ НА ЯЗЫКАХ "С"

Красулин А.В.

Научный руководитель: Новоселова О.И.

*Новокузнецкий институт (филиал) Кемеровского государственного университета,
г. Новокузнецк, Россия*

Память компьютера является важным и дорогим ресурсом, поэтому при построении сложных промышленных систем, работающих в режиме жесткого реального времени, необходимо правильное его распределение.

В модель памяти с высокоуровневой точки зрения входят 3 типа памяти: статический, автоматический и динамический.

Статический – выделение памяти до начала исполнения программы. Такая память доступна на протяжении всего времени выполнения программы. Во многих языках для размещения объекта в статической памяти достаточно задекларировать его в глобальной области видимости.

Автоматический, также известный как «размещение на стеке», — самый основной, автоматически выделяет аргументы и локальные переменные функции, а также прочую метаинформацию при вызове функции и освобождает память при выходе из неё.

Стек, как структура данных, работает по принципу LIFO («последним пришёл — первым ушёл»). Другими словами, добавлять и удалять значения в стеке можно только с одной и той же стороны.

Автоматическая память работает именно на основе стека, чтобы вызванная из любой части программы функция не затёрла уже используемую автоматическую память, а добавила свои данные в конец стека, увеличивая его размер. При завершении этой функции её данные будут удалены с конца стека, уменьшая его размер. Длина стека останется той же, что и до вызова функции, а у вызывающей функции указатель на конец стека будет указывать на тот же адрес.

Проще всего это понять из примера на C++.

Стек при вызове последней рекурсивной функции будет выглядеть следующим образом (рисунок 1).

Детали реализации автоматической памяти могут быть разными в зависимости от

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД, КАК ВЕЩЕСТВ ДРОБНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ Тагильцев-Галета К.В.	326
СЕКЦИЯ 5 СТУДЕНЧЕСКИЕ НИР	331
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ «ПЛАНИРОВАНИЕ И УЧЕТ РАБОТ» В СОСТАВЕ ПАКЕТА «1С: ЗУП» Матюшкин Г.В.	333
РАЗРАБОТКА ЭКРАНОВ НАСТРОЙКИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЯЧЕЕК «СИРИУС» АСОДУ ШАХТЫ «УВАЛЬНАЯ» Сидоренко В.К.	336
ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЯ «МЕТОД ПЧЕЛИНОЙ КОЛОНИИ» УЧЕБНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА «МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ. МЕТОДЫ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА» ПРИ ПОИСКЕ ГЛОБАЛЬНОГО МИНИМУМА ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ Лаптев В.В.	339
ПРОБЛЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАМЯТИ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ НА ЯЗЫКАХ "C" Красулин А.В.	343
О ПРИМЕНЕНИЕ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ РОБОТА-ГЕКСАПОДА, ОСНАЩЕННОГО СИСТЕМОЙ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ Гасымов Р.Р., Монастырева К.И., Тимошенко И.С.	346
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ DISC В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ КОМАНД Гейль К.Э.	348
К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСХОДА ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ Загидулин И.Р.	352
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕНЗОДАТЧИКА Процан Н.С.	355
РАЗРАБОТКА СТЕНДА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ Калабин М.Г.	358
ВИРТУАЛЬНАЯ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ Мастихин Д.К.	360
ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЦИФРОВИЗАЦИЮ ЭКОНОМИКИ Мерц М.В.	363
ВНЕДРЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИТ-СЕРВИСОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ DOCKER Руденко В.А.	365

Научное издание

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ AS' 2019

**Труды XII Всероссийской научно-практической конференции
(с международным участием)
28-30 ноября 2019 г.**

Под общей редакцией
д.т.н., проф. С.М. Кулакова,
д.т.н., проф. Л.П. Мышляева

Материалы докладов изданы в авторской редакции.

Подписано в печать 18.11.2019 г.
Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага писчая. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 22,12. Уч.-изд. л 24,59. Тираж 300 экз. Заказ № 289

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ