



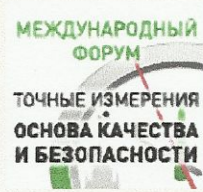
Издательство научно-технической литературы

Поиск по сайту:

Искать

- На главную»
- Контакты»
- Журналы»
- Новости»
- Оформление статей»
- Реклама в журналах»
- Обратная связь»
- Книги»
- О фирме»

реклама



http

Промышленные АСУ и контроллеры



Указатель статей, опубликованных в журнале "Промышленные АСУ и контроллеры" в №2 2016 года.

<< Назад

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.А. Елизаров, В.Н. Назаров, А.А. Третьяков Подход к управлению технологическим процессом многономенклатурного производства

[Подробнее »](#)

В.В. Бондарцев, Т.Г. Токмакова, А.А. Бордуков Принципы построения автоматизированной системы управления рисками при проведении летного эксперимента

[Подробнее »](#)

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭФФЕКТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ

М.Б. Насыров Обучение студентов и специалистов аэрокосмической техники модельно-ориентированным методам разработки ПО для критических по безопасности встраиваемых систем с применением программного комплекса SCADA от компании Esterel Technologies

[Подробнее »](#)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ

И.А. Дьяков Математическое обеспечение систем управления гальваническими ваннами

[Подробнее »](#)

С.М. Афонин Передаточные функции многослойного электромагнитоупругого актюатора нано- и микроперемещений

[Подробнее »](#)

Н.Ю. Энатская Комбинаторный анализ схем одновременных и последовательных действий

[Подробнее »](#)

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

В.И. Доманов, В.Н. Клячкин, А.И. Билалова Прогнозирование объемов энергопотребления в зависимости от исходной базы

[Подробнее »](#)

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

А.А. Двилянский, В.А. Иванов, А.А. Корнилов Модель маскирующей помехи на основе мод речевого сигнала

[Подробнее »](#)

разделы

- «О журнале
- «Архив журнала
- «Тематическая направленность журнала
- «Правила оформления статей
- «Этапы рассмотрения и публикации статей
- «Правила рецензирования статей
- «Редакционная и профессиональная этика
- «Обнаружение плагиата
- «Редакция и редакционная коллегия
- «Новости журнала

журналы

- Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика
- Приборостроение и средства автоматизации. Энциклопедический справочник
- Промышленные АСУ и контроллеры
- Экологические системы и приборы
- Авиакосмическое приборостроение
- Инженерная физика
- История науки и техники
- Музыка и время



МОСКВА
6-8.04.2016

29-31



**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВА**

Компания LEGRAND Проблемы электроснабжения офисов и способы их решения

[Подробнее »](#)

ОБЗОР НАУЧНЫХ ЗАДАЧ

Самхарадзе Т.Г. ОБЗОР результатов решения научных задач, изложенных в диссертационной работе, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» (промышленность)

[Подробнее »](#)

НОВОСТИ СИСТЕМОСТРОЕНИЯ

- -

[Подробнее »](#)

-
- Музыковедение
-
- Бюллетень Главного ботанического сада
-
- Всеобщая история
-
- Справочник инженера
-
- Прикладная физика и математика
-
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова
-

Последние новости:

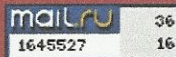
ИТОГИ КОНФЕРЕНЦИИ WONDERWARE 2015

ПРЕСС-РЕЛИЗ ПО ИТОГАМ ВЫСТАВКИ. Санкт-Петербург, 10 ноября 2015

14-я международная выставка электронных компонентов и модулей 13 – 15 Апреля 2016, Москва, ЭКСПОЦЕНТР, Павильон Форум

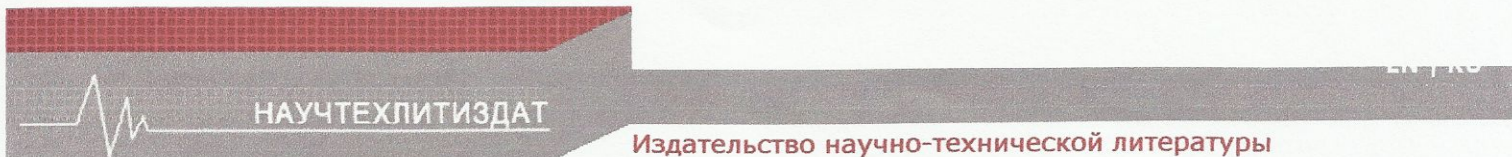
15 февраля завершается регистрация на конференцию «Покрытия и обработка поверхности», Казань

ПРЕСС-РЕЛИЗ ПО ИТОГАМ ВЫСТАВКИ «Силовая Электроника»



© Издательство "НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ", 2005-2016

Система управления разработана в: ananskikh.ru



НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ

Издательство научно-технической литературы

Поиск по сайту:

Искать

- [На главную»](#)
- [Контакты»](#)
- [Журналы»](#)
- [Новости»](#)
- [Оформление статей»](#)
- [Реклама в журналах»](#)
- [Обратная связь»](#)
- [Книги»](#)
- [О фирме»](#)

Промышленные АСУ и контроллеры



Аннотация к статье

[<< Назад](#)

Комбинаторный анализ схем одновременных и последовательных действий

Н.Ю. Энатская

Проведенный комбинаторный анализ состоит в установлении связи между схемами с исходами в общем траекторном виде, в определении числа исходов, в построении процедуры их перечисления, в решении задачи нумерации и в предложении двух способов моделирования их исходов. Ключевые слова: одновременные и последовательные действия; траекторный вид исхода; задача нумерации; моделирование.

Контактная информация: E-mail: nat1943@mail.ru

Стр. 35-41.

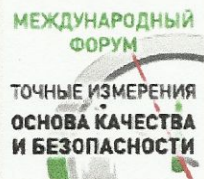
разделы

- [«О журнале](#)
- [«Архив журнала](#)
- [«Тематическая направленность журнала](#)
- [«Правила оформления статей](#)
- [«Этапы рассмотрения и публикации статей](#)
- [«Правила рецензирования статей](#)
- [«Редакционная и профессиональная этика](#)
- [«Обнаружение плагиата](#)
- [«Редакция и редакционная коллегия](#)
- [«Новости журнала](#)

журналы

- Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика
- Приборостроение и средства автоматизации. Энциклопедический справочник
- Промышленные АСУ и контроллеры
- Экологические системы и приборы
- Авиакосмическое приборостроение
- Инженерная физика
- История науки и техники
- Музыка и время

реклама





МОСКВА
6-8.04.2016

29-31

Е·Х·Р·О
ELECTRONICA



Музыковедение

Бюллетень Главного ботанического сада

Всеобщая история

Справочник инженера

Прикладная физика и математика

Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова

Последние новости:

ИТОГИ КОНФЕРЕНЦИИ WONDERWARE 2015

ПРЕСС-РЕЛИЗ ПО ИТОГАМ ВЫСТАВКИ. Санкт-Петербург, 10 ноября 2015

14-я международная выставка электронных компонентов и модулей 13 — 15 Апреля 2016, Москва, ЭКСПОЦЕНТР, Павильон Форум

15 февраля завершается регистрация на конференцию «Покрытия и обработка поверхности», Казань

ПРЕСС-РЕЛИЗ ПО ИТОГАМ ВЫСТАВКИ «Силовая Электроника»



© Издательство "НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ", 2005-2016

Система управления разработана в: ananskikh.ru



Промышленные Контроллеры АСУ

2/2016

ООО ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ» ISSN 1561-1531

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

- Елизаров И.А., Назаров В.Н., Третьяков А.А.
Подход к управлению технологическим процессом
многономенклатурного производства 3
- Бондарцев В.В., Токмакова Т.Г., Бордуков А.А.
Принципы построения автоматизированной системы
управления рисками при проведении летного эксперимента 11

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭФФЕКТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ

- Насыров М.Б.
Обучение студентов и специалистов аэрокосмической техники
модельно-ориентированным методам разработки ПО
для критических по безопасности встраиваемых систем
с применением программного комплекса SCADe
от компании Esterel Technologies 16

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ

- Дьяков И.А.
Математическое обеспечение систем управления
гальваническими ваннами 19
- Афонин С.М.
Передающие функции многослойного электромагнитоупругого
актюатора нано- и микроперемещений 24
- Энатская Н.Ю.
Комбинаторный анализ схем одновременных
и последовательных действий 35

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

- Доманов В.И., Клячкин В.Н., Биалалова А.И.
Прогнозирование объемов энергопотребления
в зависимости от исходной базы 42

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Двилянский А.А., Иванов В.А., Корнилов А.А.
Модель маскирующей помехи
на основе мод речевого сигнала 47

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

- Компания LEGRAND
Проблемы электроснабжения офисов и способы их решения 53

ОБЗОР НАУЧНЫХ ЗАДАЧ

- Самхарадзе Т.Г.
Обзор результатов решения научных задач,
изложенных в диссертационной работе Баулина Е.С.
«Автоматизированная актуализация оптимизационных моделей
планирования нефтеперерабатывающих/нефтехимических
производств» по специальности 05.13.06 –
«Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами» (промышленность) 56

НОВОСТИ СИСТЕМОСТРОЕНИЯ

63

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ООО «САТАГЕ»
ООО Издательство
«НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ»

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-1141
Подписной индекс 79216

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Рыбин В.М. – доктор техн. наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ

Зам. главного редактора
Мазурова С.В.

Редакция:

Мазурова С.В., Палеева Ю.С., Рыбин В.М.,
Сердюк В.С., Шабловская И.Ю.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Абрамов С.М. – доктор физико-математических наук,
профессор, член-корреспондент РАН
- Ахремчик О.Л. – доктор технических наук, доцент
Бабиченко А.В. – доктор технических наук, профессор
Бузановский В.А. – доктор технических наук
Галиев А.Л. – доктор технических наук, профессор
Галченко Ю. П. – доктор технических наук, профессор
Громов Ю.Ю. – доктор технических наук, профессор
Гуляев Ю.В. – доктор физико-математических наук,
профессор, академик РАН
- Дидрих В.Е. – доктор технических наук, профессор
Зольников В.К. – доктор технических наук, профессор
Калабин Г.В. – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ
- Каперко А.Ф. – доктор технических наук, профессор
Крапивин В.Ф. – доктор физико-математических наук,
профессор, заслуженный деятель науки РФ
- Матвеев В.А. – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ
- Михайлов Ю.Б. – доктор технических наук, профессор
Пиралишвили Ш.А. – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ
- Потапов И.И. – кандидат технических наук
Прокопкий Ю.М. – доктор технических наук
Романов А.А. – доктор технических наук
Рыбин В.М. – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ
- Самхарадзе Т.Г. – доктор технических наук, профессор
Скрыль С.В. – доктор технических наук, профессор
Сумин В.И. – доктор технических наук, профессор
Трубейской К.Н. – доктор технических наук, профессор,
академик РАН
- Чебышов С.Б. – доктор технических наук, профессор
Щербаков Н.С. – доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ

ОФОРМЛЕНИЕ, ВЕРСТКА, ДИЗАЙН

Шабловская И.Ю.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
Публикация статей бесплатная. Цирком внеочередной публикации
пользуются аспиранты и докторанты.
Материалы, опубликованные в настоящем журнале, не могут
быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы
и распространены без письменного разрешения редакции.
При перепечатке отдельных частей статей ссылка обязательна.

Подписано в печать 28.01.2016.
Формат 60×88 1/8. Бумага кп-журн. Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 8,7. Усл. кр.-отт. 13,74. Уч.-изд. л. 13,48. Зак. 565.
Тираж 3400 экз.

Адрес редакции: 107258, Москва, Альмов переулок,
дом 17, строение 2. Тел.: 8 (499) 168-23-28, 8 (916) 008-23-28.
E-mail: promasu_k@mail.ru www.tgizd.ru

По вопросам приобретения журнала обращаться
в бухгалтерию издательства по тел.: 8 (499) 168-24-28
Тел./факс: 8 (499) 168-13-69. E-mail: buchmauch@mail.ru

Оригинал-макет и электронная версия подготовлены
ООО Издательство «Научтехлитиздат»
Отпечатано в ООО Издательство «Научтехлитиздат».
107258, Москва, Альмов пер., д. 17, стр. 2

Н.Ю. Энатская
 канд. физ.-мат. наук, доцент
 E-mail: nat1943@mail.ru
 (Национальный исследовательский
 университет «Высшая школа экономики»)
 Москва, Российская Федерация

Комбинаторный анализ схем одновременных и последовательных действий

Проведенный комбинаторный анализ состоит в установлении связи между схемами с исходами в общем траекторном виде, в определении числа исходов, в построении процедуры их перечисления, в решении задачи нумерации и в предложении двух способов моделирования их исходов.

Ключевые слова: одновременные и последовательные действия; траекторный вид исхода; задача нумерации; моделирование.

N.Yu. Enatskaya
 Cand. of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor
 E-mail: nat1943@mail.ru
 (Higher School of Economics –
 National Research University)
 Moscow, Russian Federation

Combinatorial Analysis of the Scheme of Simultaneous and Sequential Actions

The fulfilled analyses of scheme consists of the establishment of the connection between the schemes with outcomes in the common traectorial form, in finding of the number of outcomes, in the construction of the procedure of their enumeration, in the solution of the enumeration problem and of the modelling of their outcomes

Keywords: simultaneous and sequential actions; traectorial form of outcome; enumeration problem; modelling.

Введение

Предложенная методом графов в работе [1] методика анализа комбинаторных схем по направлениям перечислительной комбинаторики позволяет рассматривать различные конфигурации ранее изученных схем одновременных и последовательных действий (ОД и ПД), имеющих аналогами соответственно работу параллельно и последовательно соединенных элементов в технической схеме. В качестве элементов таких конфигураций изучено по всем направлениям (визуального перечисления нумерованных исходов, решения для них задачи нумерации, т. е. установления взаимно-однозначного соответствия между видами и номерами исходов, определения их вероятностного распределения и их моделирования) достаточно большое число комбинаторных схем [1...6]. Здесь будет показано, как по известным результатам исследований составляющих схем можно получать аналогичные результаты заданных конфигураций.

Простейшие конфигурации, например, схема перестановок с повторением или схема делегаций, могут быть изучены без данного здесь обобщения. Однако,

по мере расширяющегося рассмотрения разнообразных комбинаторных схем с их постоянным усложнением по всем направлениям анализа при решении задач перечислительной комбинаторики, оказывается рациональным отдельное изучение конфигураций схем часто повторяющегося характера с последующими ссылками на полученные здесь результаты в последующих исследованиях. В качестве таких конфигураций предлагается изучать схемы ОД и ПД.

В схемах ОД нас интересует совокупный исход нескольких реализуемых схем, а в схемах ПД, когда каждому следующему действию подвергаются исходы предыдущего действия, исход схемы – это результат последнего действия. В схемах ПД считаем, что числа исходов на каждом следующем шаге (действии) одинаковы, т. е. зависят только от характера действия.

Замечание 1. В случае, когда схема состоит вперемежку из ОД и ПД, исход представляет собой последнюю объединенную информацию исходов ОД (в частности, если схема заканчивается одним из ПД, его можно считать одним ОД).

Наглядными примерами таких схем могут служить схема делегаций, когда строится делегация из

представителей по одному от разных непересекающихся множеств (схема независимых ОД), схема перестановок с повторением, описанная в работе [1], где действиями являются последовательные выборы заданных объемов по схемам сочетаний из оставшихся после предыдущих выборов элементов совокупности (схема зависимых ОД) или схема последовательного выбора элементов по схеме сочетаний совокупности заданных размеров из выбранных на предыдущем шаге элементов (схема ПД). Все эти схемы будут рассмотрены в примерах ниже.

Для стандартизации описания видов исходов в схемах ОД и ПД будем включать в запись исхода всю информацию о предыдущих исходах действий. Тогда, в условиях решенных для всех действий схемы задач нумерации, при замене всех исходов в записи его вида на соответствующие номера исходов в действиях, получим траекторию в графе перечисления всех исходов нашей составной схемы, а такую форму записи результата схемы из номеров или видов исходов всех действий будем называть *траекторной*.

Замечание 2. Оказывается, что схемы ОД и ПД могут быть сведены друг к другу при определенной интерпретации их исходов, а именно: считаем исходами схемы ПД последовательные объединенные с поединичным добавлением ОД в порядке их рассмотрения; а исходами схемы ОД – все последовательные исходы схемы ПД. То есть результат в траекторной форме представляет исход в обеих схемах ОД и ПД.

Замечание 3. При переходе к записи видов исходов в схеме ПД от траекторной формы к обычной, принятой для рассматриваемых действий, их число может уменьшиться за счет совпадения исходов последнего действия. Это зависит от характера действий и в каждой конкретной схеме исследуется отдельно.

После вышесказанного с траекторной формой представления исходов схемы все дальнейшие исследования схем ОД и ПД совпадают, а схемы будут называться, например, *схемами ПД* или *просто схемами*.

Будем проводить определение числа исходов схемы, их явное перечисление, решение задачи нумерации для всех исходов, и обсуждать приемы их моделирования.

В схеме проводится k действий, i -ое из которых ($i = 1, k$) совершается n_i числом способов.

Будем проводить комбинаторный анализ схемы по обозначенным направлениям, а здесь кратко обсудим этапы и проблемы исследований схем.

Явное перечисление исходов схемы производится методом графов [1], где для контроля представления визуального перебора исходов схемы нужно привести известную формулу числа исходов схемы, принять форму описания исходов, т. е. их вид на каждом шаге, и установить определенную дисциплину их нумерации.

Для дальнейших исследований схемы будет решаться задача нумерации всех ее исходов, состоящая в установлении взаимно-однозначного соответствия номеров и видов исходов, называемое прямой и обратной задачами нумерации.

Табличное решение задачи нумерации может быть использовано для проведения численных методов исследования схемы, а аналитические результаты дадут возможность ее теоретического анализа.

Анализ схемы последовательных действий приводит к конкретным результатам только по результатам подобных исследований комбинаторных схем действий.

1. Общее число исходов схемы и вид исхода

Общее число N исходов схемы известно и задано формулой

$$N = \prod_{i=1}^k n_i. \quad (1)$$

Для предстоящего описания процедуры явного перечисления исходов схемы на графе будем устанавливать виды как окончательных, так и ее промежуточных исходов.

Предварительно вид исхода обсужден во введении в замечаниях 1 и 2. Введем для его записи необходимые обозначения.

Вид исхода после совершения i действий будет формироваться из принятых видов исходов последовательных действий, которые будем соответственно обозначать через R_{i,j_i} , где i – номер действия, а j_i – номер исхода в результате его совершения.

Конкретный вид R_{i,j_i} определяется характером действия и должен приводиться при его конкретизации, поэтому в нашем рассмотрении обсуждаться не будет.

Условимся исход в результате совершения r действий ($r \leq k$) обозначать в виде $R^{(r)} = \{R_{1,j_1}, R_{2,j_2}, \dots, R_{r,j_r}\}$. Тогда окончательный исход схемы будет получаться при $r = k$ в *траекторном* виде $R^{(k)} = \{R_{1,j_1}, R_{2,j_2}, \dots, R_{k,j_k}\}$.

2. Перечисление исходов схемы

Для явного перечисления исходов схемы по методу графов [1] строится случайный процесс пошагового последовательного поединичного добавления действий с исходами всех предшествующих действий, изображаемого графом переходов из состояний предыдущего в состоянии последующего шага, в виде пучков соединенный соответствующих состояний ребрами графа. Тогда количество ребер, исходящих из каждого состояния на i -ом шаге, называемые в дальнейшем *размерами пучков*, будут для них одинаковы и равны n_i , $i = 1, k$.

Нумерацию исходов на каждом шаге будем проводить в порядке роста номеров, упорядоченных в схеме действий, и в порядке роста номеров исходов, заданных по каждому действию, который при конкретизации действий известен, поэтому будем считать его известным и при нашем общем рассмотрении схемы.

Количества исходов каждого шага определяется по формуле (1) при k , равном номеру шага.

Для наглядности описания процедуры перебора исходов схемы, представляющих комбинации каждого

результата предыдущего действия с каждым результатом всех последующих действий, приведем соответствующий ветвящийся граф на примере, т. е. граф с пучковой структурой $\bar{n} = (n_1, n_2, \dots, n_k)$, под которой понимается перечень размеров пучков графа перебора исходов по шагам (одинаковых на каждом шаге), определяемой заданными параметрами схемы: $k = 3, n_1 = 3, n_2 = 2, n_3 = 3$ (рис. 1).

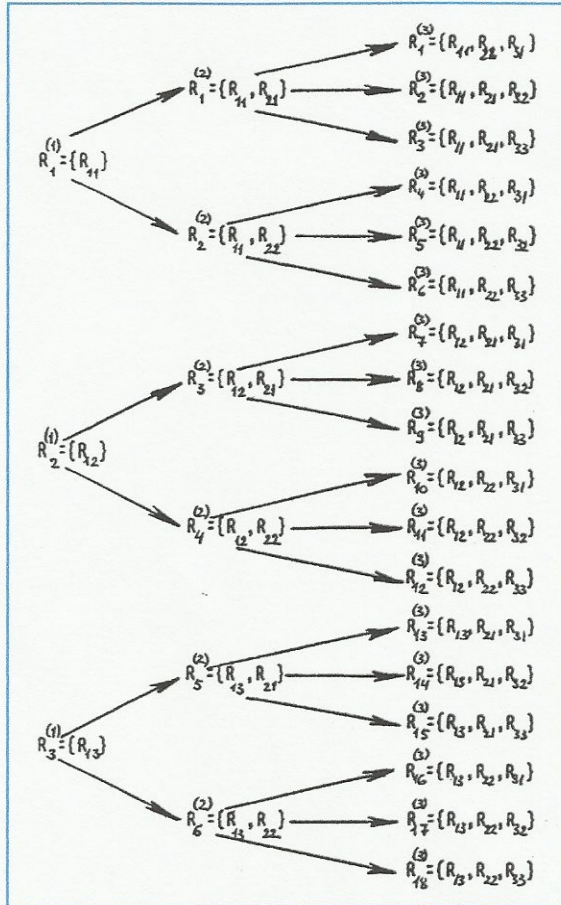


Рис. 1. Граф перечисления исходов в схеме ПД ($k = 3, n_1 = 3, n_2 = 2, n_3 = 3$)

3. Задача нумерации

Замечание 3. Запись вида исхода на каждом шаге в п. 2, определенная в п. 1 и замечании 1, представляет собой траекторию переходов процесса перечисления исходов схемы из состояния в состояние, т. к. первый индекс каждой компоненты указывает номер шага (действия), а второй – номер исхода в пучке этого шага. Такая интерпретация будет использована при решении задачи нумерации исходов схемы.

В рассматриваемой схеме будем считать решенными задачи нумерации для схем всех действий и без

дополнительных объяснений взаимно заменяя номера исходов действий и их видов, когда это требуется.

Прямая задача нумерации

Пусть дан номер исхода $N^{(k)}$. Нужно найти его вид $R^{(k)}$.

Используя замечание 2, для нахождения вида исхода $R^{(k)}$ будем определять соответствующие номера исходов в пучках графа по шагам, начиная с последнего, приводящие по графу на k -ом шаге к исходу с данным номером $N^{(k)}$, что эквивалентно нахождению вторых индексов компонент искомого вида исхода схемы, а их первые индексы известны и совпадают с номерами шагов процесса. Таким образом, при известности результатов задач нумерации для всех действий схемы, прямая задача нумерации сводится к нахождению вторых индексов компонент искомого вида $R^{(k)}$. Для этого сначала будем находить номера исходов $N^{(i)}$, $i = 1, 2, \dots, k$, приводящих к конечному исходу с данным номером, по шагам по формуле

$$N^{(i-1)} = \left[\frac{N^{(i)} + n_i - 1}{n_i} \right], \quad (2)$$

где $[Z]$ – целая часть числа Z , и $i = k, k-1, \dots, 1$.

Далее будем определять номера в пучках на каждом шаге (т. е. номера исходов ПД) по найденным в формуле (2) номерам исходов в шагах процесса с обозначением: $N^{(i)} \bmod n_i = v_i$, из соотношения при любом целом $n \geq 0$

$$j_i = v_i + C_{n-v_i}^n \cdot n_i. \quad (3)$$

Отсюда объединением результатов формулы (3) в терминах j_i получаем вид исхода во введенном ранее траекторном виде, или, выписывая компоненты известных по решенной задаче нумерации исходов с найденными индексами по принятой в п. 1 форме, получаем искомым вид исхода $R^{(k)}$.

Обратная задача нумерации

Пусть дан вид исхода $R^{(k)}$. Нужно найти его номер $N^{(k)}$.

Для решения задачи выводим формулу вычисления искомого номера $N^{(k)}$, исходя из структуры графа перечисления исходов схемы (рис. 1), где j_i – (как и раньше) номер исхода в j -ом пучке на i -ом шаге или номер j -го исхода в i -ом действии, известный из траекторного вида $R^{(k)}$ исхода схемы.

$$N^{(k)} = \sum_{i=1}^{k-1} (j_i - 1) \prod_{i=i+1}^k n_i + j_k. \quad (4)$$

4. Численные примеры анализа схемы последовательных действий

Для иллюстрации полученных в п.п. 1...3 результатов будут приведены примеры конкретных

комбинаторных схем с заданными числовыми параметрами, использующих рассматриваемую здесь схему последовательных действий.

Схема делегаций

Эта схема состоит в выборе делегации, т. е. в выборе из совокупности, состоящей из k типов элементов, численностями n_1, \dots, n_k , различимых внутри каждого типа, по одному элементу каждого типа.

Схема делегаций является простейшим примером, рассматриваемой схемы последовательных действий, где каждое действие состоит в равновероятном выборе одного элемента из элементов одного типа заданной численности с добавлением к ранее выбранному.

Положим для примера $k = 3, n_1 = 3, n_2 = 2, n_3 = 3$. Общее число исходов схемы по формуле (1) $N = 3 \cdot 2 \cdot 3 = 18$.

Для явного перечисления этих исходов схемы будем строить случайный процесс их последовательного перечисления при поединичном добавлении результатов действий (шагов процесса), нумеруя исходы в порядке их совершения.

Исход схемы делегаций по форме п. 1 заключаем в фигурные скобки, содержащие через запятую исходы действий, для записи которых элементы i -го типа ($i = 1, 2, \dots, n_i$) нумеруем с 1 до n_i ($i = 1, 2, \dots, k$), а в исходе в фигурных скобках указываем выбранный элемент на i -ом шаге на i -ом месте.

Тогда в обозначениях п. 1 по шагам получим исходы после первого шага:

$$\{R_{11}\} = \{1\}, \{R_{12}\} = \{2\}, \{R_{13}\} = \{3\};$$

после второго шага:

$$\{R_{11}, R_{21}\} = \{1, 1\}, \{R_{11}, R_{22}\} = \{1, 2\}, \{R_{12}, R_{21}\} = \{2, 1\}, \\ \{R_{12}, R_{22}\} = \{2, 2\}, \{R_{13}, R_{21}\} = \{3, 1\}, \{R_{13}, R_{22}\} = \{3, 2\};$$

после третьего шага:

$$\{R_{11}, R_{21}, R_{31}\} = \{1, 1, 1\}, \{R_{11}, R_{21}, R_{32}\} = \{1, 1, 2\}, \\ \{R_{11}, R_{21}, R_{33}\} = \{1, 1, 3\}, \{R_{11}, R_{22}, R_{31}\} = \{1, 2, 1\}, \\ \{R_{11}, R_{22}, R_{32}\} = \{1, 2, 2\}, \{R_{11}, R_{22}, R_{33}\} = \{1, 2, 3\}, \\ \{R_{12}, R_{21}, R_{31}\} = \{2, 1, 1\}, \{R_{12}, R_{21}, R_{32}\} = \{2, 1, 2\}, \\ \{R_{12}, R_{21}, R_{33}\} = \{2, 1, 3\}, \{R_{12}, R_{22}, R_{31}\} = \{2, 2, 1\}, \\ \{R_{12}, R_{22}, R_{32}\} = \{2, 2, 2\}, \{R_{12}, R_{22}, R_{33}\} = \{2, 2, 3\}, \\ \{R_{13}, R_{21}, R_{31}\} = \{3, 1, 1\}, \{R_{13}, R_{21}, R_{32}\} = \{3, 1, 2\}, \\ \{R_{13}, R_{21}, R_{33}\} = \{3, 1, 3\}, \{R_{13}, R_{22}, R_{31}\} = \{3, 2, 1\}, \\ \{R_{13}, R_{22}, R_{32}\} = \{3, 2, 2\}, \{R_{13}, R_{22}, R_{33}\} = \{3, 2, 3\}.$$

Видим, что здесь исходы по шагам совпадают со вторыми индексами общих обозначений для исходов шагов схемы последовательных действий, принятых в п. 1.

Визуально получаем 18 исходов схемы делегаций, что совпадает с ранее полученным результатом по формуле (1).

Представим графом (по рисунку 1) процедуру перебора всех исходов схемы делегаций, пронумеровав их в указанном в п. 2 порядке, совпадающем с выше представленным порядком их перечисления после третьего шага (рис. 2).

Имея теперь (по рисунку 2) визуальное соответствие номеров исходов и их видов, будем численно на примерах рассчитывать это соответствие по формулам (2), (3) и (4), полученными в п. 3 для решения задачи нумерации.

Прямая задача нумерации

Пусть дан номер исхода $N^{(3)} = 14$, требуется определить его вид $R^{(3)}$. По рисунку 2 $R^{(3)} = \{R_{13}, R_{21}, R_{32}\} = \{3, 1, 2\}$. Найдем его по формулам (2) и (3):

$$N^{(3)} = 14, N^{(2)} = [(14 + 3 - 1) / 3] = 5, N^{(1)} = [(5 + 2 - 1) / 2] = 3; \\ v_3 = 14 \bmod 3 = 2, v_2 = 5 \bmod 2 = 1, v_1 = 3 \bmod 3 = 0; \\ j_1 = 0 + 3 = 3, j_2 = 1 + 0 = 1, j_3 = 2 + 0 = 2;$$

откуда по замечанию получаем вид исхода $R^{(3)} = \{R_{13}, R_{21}, R_{32}\} = \{3, 1, 2\}$, что совпадает с визуальным результатом по рисунку 2.

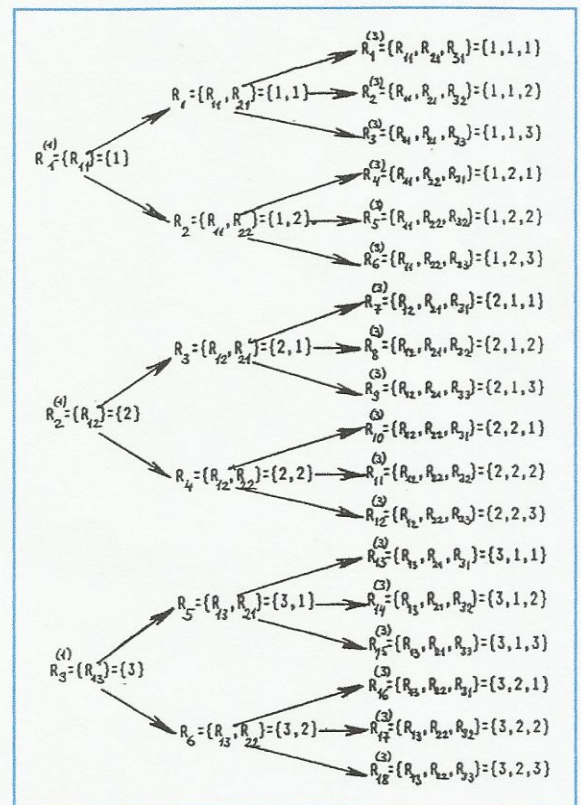


Рис. 2. Граф перечисления исходов схемы делегаций ($k = 3, n_1 = 3, n_2 = 2, n_3 = 3$)

Обратная задача нумерации

Пусть дан вид исхода $R^{(3)} = R_{13}, R_{21}, R_{32} = \{3, 1, 2\}$, требуется найти его номер $N^{(3)}$. По рисунку 2 $N^{(3)} = 14$. Определим его по формуле (4):

$$N^{(3)} = (3 - 1) \cdot 2 \cdot 3 + (1 - 1) \cdot 3 + 2 = 14,$$

что совпадает с визуальным результатом по рисунку 2.

Схема перестановок с повторением

Эта схема состоит в делении совокупности из n различных элементов на k частей, численностями n_1, \dots, n_k в порядке перечисления их численностей, ($n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$).

Эта схема является одним из примеров рассматриваемой схемы последовательных действий, где каждое действие состоит в равновероятном выборе числа элементов в заданной численности соответствующей части совокупности по схеме сочетаний (выбор без возвращения и без учета порядка) из невыбранных на предыдущих шагах элементов.

Положим для примера $k = 3, n_1 = 1, n_2 = 1, n_3 = 2$, где число элементов совокупности $n = n_1 + n_2 + n_3 = 1 + 1 + 2 = 4$. Общее число исходов схемы по формуле (1) $N = C_4^1 \cdot C_3^1 \cdot C_2^2 = 4 \cdot 3 \cdot 1 = 12$.

Для явного перечисления этих исходов схемы будем строить случайный процесс их последовательного перечисления при поединичном добавлении результатов действий (шагов процесса), нумеруя исходы в порядке их совершения.

Исход схемы последовательных действий по форме п. 1 заключаем в фигурные скобки, содержащие через запятую исходы действий, обозначаемые через R_{ij} , где i – номер шага (действия), а j – номер исхода в фиксированной размерности и участвующими элементами схеме сочетаний. В работе [3] проведен комбинаторный анализ схемы сочетаний, включающий в себя вопросы видов и перечисления всех исходов схемы при определенной дисциплине их записи и нумерации (в возрастающем порядке номеров элементов внутри исхода схемы сочетания в круглых скобках, а среди исходов – в порядке роста чисел, образуемых подряд идущими номерами элементов в их записи в круглых скобках), а также решена задача нумерации. Поэтому исход каждого шага R_{ij} , являющийся исходом конкретной схемы сочетаний, будем считать по задаче нумерации известным.

В данном примере в условиях небольших значений параметров схем сочетаний, составляющих шаги (действия) процесса перебора всех исходов схемы последовательных действий, все ее исходы на всех

шагах для наглядности будут выписаны с предварительной нумерацией всех элементов исходной совокупности от 1 до n .

Тогда в обозначениях п. 1 по шагам получим исходы после первого шага:

$$\{R_{11}\} = \{(1)\}, \{R_{12}\} = \{(2)\}, \{R_{13}\} = \{(3)\}, \{R_{14}\} = \{(4)\};$$

после второго шага:

$$\begin{aligned} \{R_{11}, R_{21}\} &= \{(1), (2)\}, \{R_{11}, R_{22}\} = \{(1), (3)\}, \\ \{R_{11}, R_{23}\} &= \{(1), (4)\}, \{R_{12}, R_{21}\} = \{(2), (1)\}, \\ \{R_{12}, R_{22}\} &= \{(2), (3)\}, \{R_{12}, R_{23}\} = \{(2), (4)\}, \\ \{R_{13}, R_{21}\} &= \{(3), (1)\}, \{R_{13}, R_{22}\} = \{(3), (2)\}, \\ \{R_{13}, R_{23}\} &= \{(3), (4)\}, \{R_{14}, R_{21}\} = \{(4), (1)\}, \\ \{R_{14}, R_{22}\} &= \{(4), (2)\}, \{R_{14}, R_{23}\} = \{(4), (3)\}; \end{aligned}$$

после третьего шага:

$$\begin{aligned} \{R_{11}, R_{21}, R_{31}\} &= \{(1), (2), (3, 4)\}, \{R_{11}, R_{22}, R_{31}\} = \{(1), (3), (2, 4)\}, \\ \{R_{11}, R_{23}, R_{31}\} &= \{(1), (4), (2, 3)\}, \{R_{12}, R_{21}, R_{31}\} = \{(2), (1), (3, 4)\}, \\ \{R_{12}, R_{22}, R_{31}\} &= \{(2), (3), (1, 4)\}, \{R_{12}, R_{23}, R_{31}\} = \{(2), (4), (1, 3)\}, \\ \{R_{13}, R_{21}, R_{31}\} &= \{(3), (1), (2, 4)\}, \{R_{13}, R_{22}, R_{31}\} = \{(3), (2), (1, 4)\}, \\ \{R_{13}, R_{23}, R_{31}\} &= \{(3), (4), (1, 2)\}, \{R_{14}, R_{21}, R_{31}\} = \{(4), (1), (2, 3)\}, \\ \{R_{14}, R_{22}, R_{31}\} &= \{(4), (2), (1, 3)\}, \{R_{14}, R_{23}, R_{31}\} = \{(4), (3), (1, 2)\}. \end{aligned}$$

Визуально получаем 12 исходов схемы делегаций, что совпадает с ранее полученным результатом по формуле (1).

Представим графом по рисунку 1 процедуру перебора всех исходов схемы, пронумеровав их в указанном

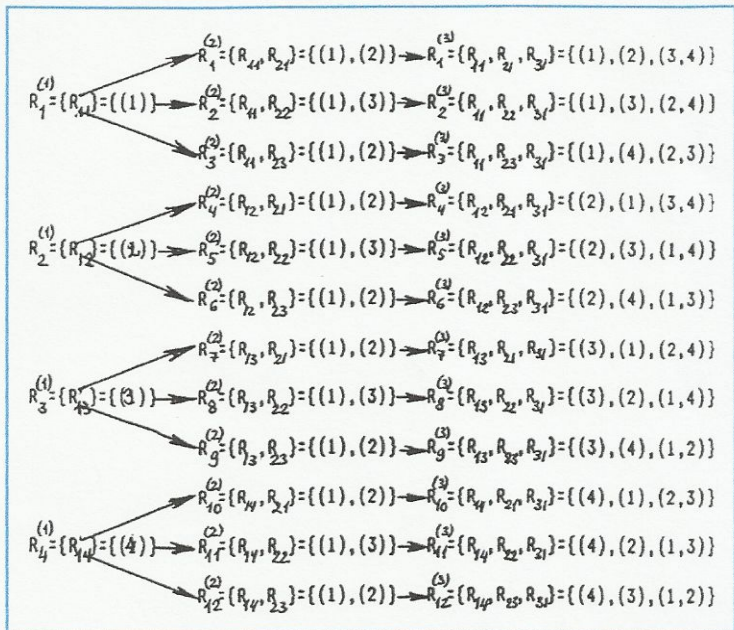


Рис. 3. Граф перечисления исходов схемы перестановок с повторением ($k = 3, n_1 = 1, n_2 = 1, n_3 = 2$)

в п. 2 порядке, совпадающем с выше представленным порядком их перечисления после третьего шага.

Имея теперь по рисунку 3 визуальное соответствие номеров исходов и их видов, будем численно на примерах рассчитывать это соответствие по формулам (2), (3) и (4), полученными в п. 3 для решения задачи нумерации.

Прямая задача нумерации

Пусть дан номер исхода $N^{(3)} = 9$, требуется определить его вид $R^{(3)}$. По рисунку 3 $R^{(3)} = \{R_{13}, R_{23}, R_{31}\} = \{(3), (4), (1,2)\}$. Найдем его по формулам (2) и (3):

$$N^{(3)} = 9, N^{(2)} = [(19 + 1 - 1) / 1] = 9, N^{(1)} = [(9 + 3 - 1) / 3] = 3; \\ v_3 = 9 \bmod 1 = 0, v_2 = 9 \bmod 3 = 0, v_1 = 3 \bmod 4 = 3; \\ j_1 = 3 + 0 = 3, j_2 = 0 + 3 = 3, j_3 = 3 + 0 = 3,$$

откуда по замечанию получаем вид исхода $R^{(3)} = \{R_{13}, R_{23}, R_{31}\} = \{(3), (1,2)\}$, что совпадает с визуальным результатом по рисунку 3.

Обратная задача нумерации

Пусть дан вид исхода $R^{(3)} = \{R_{13}, R_{23}, R_{31}\} = \{(3), (4), (1,2)\}$, требуется найти его номер $N^{(3)}$. По рисунку 3 $N^{(3)} = 9$. Определим его по формуле (4):

$$N^{(3)} = (3 - 1) \cdot 3 \cdot 1 + (3 - 1) \cdot 1 + 1 = 9,$$

что совпадает с визуальным результатом по рисунку 3.

Схема последовательного выбора состоит в последовательности выборов по схеме сочетаний из совокупностей элементов: сначала $n_1 = C_n^{r_1}$ способами, потом $n_2 = C_{n_1}^{r_2}$ способами и т. д., $n_k = C_{n_{k-1}}^{r_k}$ способами. Приведем решение задачи нумерации в схеме с исходами в траекторной форме на примере: $n = 5, r_1 = 3, r_2 = 2$.

Для контроля приведем табличное соответствие исходов схемы с их номерами в порядке перечисления исходов R :

$$\{(123), (12)\}, \{(123), (13)\}, \{(123), (23)\}, \\ \{(124), (12)\}, \{(124), (14)\}, \{(124), (24)\}, \\ \{(125), (12)\}, \{(125), (15)\}, \{(125), (25)\}, \\ \{(134), (13)\}, \{(134), (14)\}, \{(134), (34)\}, \\ \{(135), (13)\}, \{(135), (15)\}, \{(135), (35)\}, \\ \{(145), (14)\}, \{(145), (15)\}, \{(145), (45)\}, \\ \{(234), (23)\}, \{(234), (24)\}, \{(234), (34)\}, \\ \{(235), (23)\}, \{(235), (25)\}, \{(235), (35)\}, \\ \{(245), (24)\}, \{(245), (25)\}, \{(245), (45)\}, \\ \{(345), (34)\}, \{(345), (35)\}, \{(345), (45)\}. \\ n_1 = C_5^3 = 10, n_2 = C_3^2 = 3, N = 30.$$

Прямая задача нумерации

Пусть дан номер исхода $N^{(2)} = 20$, найти его вид $R^{(2)}$.

Отсюда $N^{(1)} = [(20 + 3 - 1) / 3] = 7; v^{(2)} = 20 \bmod 3 = 2, v^{(1)} = 7 \bmod 10 = 7; j_1 = 2, j_2 = 7$, откуда из схемы сочетаний $R^{(2)} = \{(234), (24)\}$, что совпадает с табличным соответствием.

Обратная задача нумерации

Пусть дан вид исхода $R^{(2)} = \{(234), (24)\}$, найти его номер $N^{(2)}$.

$$N^{(2)} = (7 - 1)3 + 2 = 20, \text{ что совпадает с таблицей.}$$

5. Моделирование исхода схемы последовательных действий

Первый способ. Соединяя результаты моделирования исходов ПД в вид исхода, данного в п.1, получаем смоделированное значение исхода схемы.

Второй способ использует результат решения прямой задачи нумерации в п. 3, что приводит к «быстрому» моделированию исхода схемы по одному случайному числу.

Шаги моделирования:

1. Делим отрезок $[0;1]$ на N (число исходов схемы, определяемое по формуле (1)) равных частей, нумеруя их подряд с 1.
2. Генерируем датчиком случайных чисел одно случайное число r .
3. Находим номер подотрезка попадания числа r , который и считаем номером моделируемого исхода схемы.
4. По решенной прямой задаче моделирования для схемы последовательных действий находим вид ее исхода в форме, указанной в п. 1, который при решенных задачах нумерации для всех действий схемы, приводит к получению ее конкретного смоделированного вида.

Список литературы

1. Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р. Метод графов для решения задач перечислительной комбинаторики // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. 2014, № 8. С. 15–21.
2. Колчин А.В., Энатская Н.Ю. *Комбинаторный анализ схемы перестановок / Труды КНЦ РАН. Серия «Математическое моделирование и информационные технологии»*. Петрозаводск. 2014, № 4. С. 80–86.
3. Энатская Н.Ю. Комбинаторный анализ схемы сочетаний // *Промышленные АСУ и контроллеры*. 2015, № 8. С. 33–38.
4. Энатская Н.Ю. Комбинаторный анализ схемы размещений // *Промышленные АСУ и контроллеры*. 2015, № 9. С. 34–39.
5. Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р. Анализ схемы равномерного размещения различных частиц по неразличимым ячейкам // *Приборы и системы*.

Управление, контроль, диагностика. 2015, № 1. С. 19–24.

6. Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р., Колчин В.А. Анализ схемы размещения неразличимых частиц по неразличимым ячейкам / Труды КНЦ РАН. Серия «Математическое моделирование и информационные технологии». Петрозаводск. 2014, № 4. С. 143–154.

References

1. Enatskaya N.Yu., Khakimullin Ye.R. Metod grafy dlya resheniya zadach perechislitel'noy kombinatoriki [Method graphs for solving enumerative combinatorics]. *Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol, diagnostika* [Instruments and systems: Monitoring, Control and Diagnostics]. 2014, no. 8, pp. 15–21.
2. Kolchin A.V., Enatskaya N.Yu. *Kombinatornyy analiz skhemy perestанovok. Trudy KNTs RAN. Seriya «Matematicheskoe modelirovanie i informatsionnye tekhnologii»* [Combinatorial analysis of the scheme of permutations. Proceedings of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Series «Mathematical Modeling and Information Technologies»]. Petrozavodsk. 2014, no. 4, pp. 80–86.
3. Enatskaya N.Yu. *Kombinatornyy analiz skhemy sochetaniy* [Combinatorial Analysis of Combination Scheme].

Promyshlennyye ASU i kontrollery [Industrial Automatic Control Systems and Controllers]. 2015, no. 8, pp. 33–38.

4. Enatskaya N.Yu. *Kombinatornyy analiz skhemy razmeshcheniy* [Combinatorial Analysis of Arrangement Scheme]. *Promyshlennyye ASU i kontrollery* [Industrial Automatic Control Systems and Controllers]. 2015, no. 9, pp. 34–39.
5. Enatskaya N.Yu., Khakimullin Ye.R. *Analiz skhemy ravnoveroyatnogo razmeshcheniya razlichimyykh chastits po nerazlichimym yacheykam* [The analysis of the scheme of equiprobable placement of instinctive particles of on indiscernible cells]. *Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol, diagnostika* [Instruments and systems: Monitoring, Control and Diagnostics]. 2015, no. 1, pp. 19–24.
6. Enatskaya N.Yu., Khakimullin Ye.R., Kolchin V.A. *Analiz skhemy razmeshcheniya nerazlichimyykh chastits po nerazlichimym yacheykam. Trudy KNTs RAN. Seriya «Matematicheskoe modelirovanie i informatsionnye tekhnologii»* [Analysis of a scheme of allocating indistinguishable particles to indistinguishable cells. Proceedings of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Series «Mathematical Modeling and Information Technologies»]. Petrozavodsk. 2014, no. 4, pp. 143–154.

Информация об авторе

Энатская Наталья Юрьевна, канд. физ.-мат. наук, доцент
E-mail: nat1943@mail.ru
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
101000, Российская Федерация, Москва, ул. Мясницкая, д. 20

Information about the author

Enatskaya Nataliya Yurevna, Cand. of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor
E-mail: nat1943@mail.ru
Higher School of Economics – National Research University
101000, Russian Federation, Moscow, Str. Myasnitskaya, 20

НОВОСТИ

Позиционные переключатели Ex HS 98 с аналоговым выходом для взрывоопасных зон Ex 1 и 21

Позиционный переключатель Ex HS 98, продемонстрированный подразделением «Extreme» компании Steute на выставке SPS IPC Drives, имеет ряд существенных отличий от других подобных устройств широкого модельного ряда steute. Вместо стандартного дискретного выходного сигнала «вкл/выкл.» он подает аналоговый сигнал, соответствующий положению роликового толкателя или исполнительного механизма. Положение определяется встроенным датчиком Холла, который, в зависимости от исполнения, формирует стандартные выходные сигналы трех типов: 0...20 мА, 4...20 мА или 0...10 В.

Эта функция была реализована в популярной серии позиционных переключателей Extreme 98, которую, помимо прочих достоинств, отличает обеспечивающий высокую степень защиты прочный коррозионноустойчивый корпус с крышкой из нержавеющей стали. Размеры аппаратов серии соответствуют стандарту DIN EN 50041. Аппарат может быть установлен с любой из четырех сторон (4×90°) контролируемого исполнительного механизма. Позиционный переключатель с аналоговым выходом отличается высокой гибкостью монтажа и может быть индивидуально запрограммирован на объекте, что обеспечивает идеальную адаптацию к требованиям приложения.

HS 98 во взрывозащищенном исполнении имеет сертификат АTEX/IECEx для использования в зонах 1 и 2 (взрывоопасные газовые смеси), а также в зонах 21 и 22 (горючая пыль). Благодаря этим характеристикам высоконадежный позиционный переключатель с аналоговым выходом можно использовать для точного контроля положения заслонок, клапанов и других органов регулирования во взрывоопасных средах.

МЕПАХ E-mail: info@mepax.com