

УДК 004.942

ББК 3 + 31

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ С УЧЁТОМ ТОЧНОСТИ ДАННЫХ И РЕАЛИЗАЦИИ РЕШЕНИЙ

Куров Б. Н.¹

(Учреждение Российской академии наук
Институт проблем информатики РАН, Москва)

Рассмотрена усовершенствованная версия метода сравнения эффективности алгоритмов управления с учётом точности данных и реализации решений. Метод выбора эффективного алгоритма, соответствующего условиям применения, инвариантен к типу задач управления, сложности сравниваемых алгоритмов и условий применения. Приведён пример сравнения алгоритмов распределения нагрузок в энергосистеме.

Ключевые слова: сравнение эффективности алгоритмов управления, точность данных и реализации решений, s-моделирование.

1. Введение

При разработке и выборе алгоритмов решения оптимизационных задач управления, рассчитанных на программную реализацию, необходимо оценивать их сравнительную эффективность.

В 1972 г. В.Д. Ильин предложил идею метода сравнения эффективности алгоритмов управления, учитывающего точность данных и реализации решений. Первая версия метода, конкретизированная применительно к алгоритмам распределения активных нагрузок в энергосистеме, была опубликована в [14]. С тех пор метод совершенствуется и применяется для оценки эффек-

¹ Борис Николаевич Куров, кандидат технических наук, доцент
(bnkurov@ipiran.ru).

тивности алгоритмов решения различных задач управления: оперативного распределения нагрузок в энергосистеме [11], расчета потоков мощности по линиям электропередач [15], идентификации установившихся режимов электрической сети при управлении в условиях неполной информации [16], идентификации и оперативных расчётов потоков мощности по межсистемным линиям энергообъединений [17], распределения ресурсов [5, 7, 8].

Совершенствованию обсуждаемого метода способствовало развитие методологии *s*-моделирования [9, 10, 18–20] программируемых задач, изучаемых как конструктивные объекты [6, 9, 10, 12].

Особое значение для развития метода имело применение языка *TSM* спецификации объектов *s*-моделирования [6, 9, 10], так как записи постановок задач, методов и алгоритмов на языке *TSM* имеют вид, привычный для разработчиков программно реализуемых алгоритмов и программистов².

Актуальность метода сравнения эффективности алгоритмов решения различных задач управления будет возрастать по мере нормализации экономических отношений [13].

2. Постановка задачи

Задача оценки сравнительной эффективности алгоритмов заключается в том, чтобы из заданной совокупности программно реализуемых алгоритмов решения некоторой задачи управления выбрать наиболее эффективный в заданных условиях применения. Рассматриваемый метод сравнения эффективности алгоритмов инвариантен к типу задач управления, сложности сравниваемых алгоритмов и условий применения.

Чтобы конкретизировать изложение метода, рассмотрим упрощённый пример сравнения эффективности алгоритмов распределения активных нагрузок между тепловыми станциями энергосистемы (ЭС). Пусть для каждой станции известны экономические характеристики, которые в сравниваемых алгорит-

² Запись алгоритма на языке *TSM* может применяться как задание на программирование.

мах представлены разными математическими моделями. Прогнозируемую суммарную нагрузку энергосистемы требуется распределить между станциями так, чтобы на заданном отрезке времени минимизировать суммарные затраты на топливо в энергосистеме при выполнении условий баланса мощностей и ограничений на изменения нагрузок станций. Вычисленные по сравниваемым алгоритмам вектора распределения нагрузок являются конкретными представителями сравниваемых алгоритмов.

Предположим, что ЭС включает n электростанций, экономичность работы которых определяется расходными характеристиками – функциями затрат на топливо $y|j|(x|j|)$, где $x|j|$ – нагрузка j -й станции. Известна суммарная нагрузка энергосистемы $x|c|$ (c – помета), включающая потери в электрической сети. Задача оптимального распределения нагрузок между электростанциями заключается в минимизации затрат

$$(1) \quad y = \sum|j|, j = 1...n| y|j|(x|j|) \rightarrow \min$$

при ограничениях, заданных условием баланса в ЭС:

$$(2) \quad \sum|j| x|j| - x|c| = 0,$$

и допустимыми изменениями нагрузок станций:

$$(3) \quad x|j|_{\min} \leq x|j| \leq x|j|_{\max}.$$

Чтобы облегчить дальнейшее восприятие записи формул на языке *TSM*³, приведём выражения (1)–(3) в традиционной записи:

$$y = \sum_{j=1}^n y_j(x_j) \rightarrow \min,$$

$$\sum_{j=1}^n x_j - x_c = 0,$$

$$x_j^{\min} \leq x_j \leq x_j^{\max}.$$

Решение сформулированной задачи сводятся к решению системы нелинейных уравнений [2]:

$$dy|j|/dx|j| + \lambda = 0,$$

$$\sum|j| x|j| - x|c| = 0.$$

На практике значения функций $y|j|(x|j|)$ получают путём натуральных испытаний для заданного набора значений $x|j|$. То есть $y|j|(x|j|)$ — это табличные функции. В алгоритмах оптимального распределения предусматривается их интерполирование.

³ Подробное описание языка *TSM* приведено в [10].

В сравниваемых далее алгоритмах используются различные способы построения интерполяционных функций. В первом из них (алгоритме A|1|) строится кубический сплайн [1] по точкам $(x|0|, y|0|)$, $(x|1|, y|1|)$, ..., $(x|N|, y|N|)$ произвольной расходной характеристики. Сплайн-функция $S(f, x)$ является многочленом третьей степени на каждом из отрезков $[x|i-1|, x|i|]$:

$$S(f, x) = f|i|(x) = a|i0| + a|i1|*x + a|i2|*x**2 + a|i3|*x**3$$

при $x|i-1| \leq x \leq x|i|$, $i = 1...N$, и удовлетворяет следующим условиям:

$$(4) f|i|(x|i|) = y|i|, f|1|(x|0|) = y|0|,$$

$$(5) f|k|; j|(x|j|) = f|k|; j+1|(x|j|), k = 1, 2; j = 1...(N-1),$$

где k – порядок производной.

Для отыскания коэффициентов $a|i0|$, $a|i1|$, $a|i2|$ и $a|i3|$ функции $S(f, x)$ методом прогонки [4] решается система линейных (относительно вторых производных сплайна в заданных точках z) уравнений. Разрешимость этой системы (при заданных нулевых краевых условиях) гарантирована [3], поскольку главная диагональ матрицы коэффициентов при неизвестных является доминирующей.

Сплайн $S(f, x)$ не всегда является наилучшим. Дело в том, что при интерполяции таким сплайном возникают посторонние точки перегиба, что требует алгоритмического контроля монотонности функции. Такого недостатка лишён кубический сплайн «с растяжением» [21], который применяется в конкурирующем алгоритме A|2|. Для кубического сплайна «с растяжением» вместо линейности вторых производных требуется линейность разности $f''; i|(x) - \alpha*f|i|(x)$ на $[x|i-1|, x|i|]$ (" – помета, обозначающая вторую производную от f):

$$(6) f''; i|(x) - \alpha*f|i|(x) = (z|i-1| - \alpha*y|i-1|)*(x|i-1| - x)/h|i| + \\ + (z|i| - \alpha*y|i|)*(x - x|i-1|)/h|i|, \alpha > 0$$

при сохранении условий (4) и (5).

Дифференцирование решения уравнения (6) приводит к системе $(N-1)$ -го линейного уравнения. Её решением (при заданных краевых условиях $f''; 1|(x|0|) = y''; 0|$, $f''; N|(x|N|) = y''; N|$) являются значения $z|0|$, $z|1|$, ..., $z|N|$.

Для кубического сплайна «с растяжением» решение получаем аналогично. При $\alpha < 0,001$ кубический сплайн «с растяжени-

ем» близок к кусочно-линейной функции, а при $a > 50$ – к кубическому сплайну.

Третьим конкурирующим алгоритмом (A|3|) является алгоритм, для которого исходными данными служат характеристики относительных приростов электростанций [14], при построении которых для вычисления производных от таблично заданных расходных характеристик применяется метод численного дифференцирования. Используется трёхточечная формула для равномерной сетки:

$y|i + 1| == (y|i + 2| - y|i|)/(2 * \delta x)$, где $y|i|$, $y|i + 1|$, $y|i + 2|$ – три последовательных значения функции, а δx – шаг дискретизации. Полученной табличной функции ставим в соответствие интерполирующую кусочно-линейную функцию. Вектор оптимальных нагрузок станций соответствует равенству относительных приростов.

Итак, в нашем примере сравниваем эффективность алгоритмов A|1|, A|2| и A|3|.

3. Сравнение решений без учета изменений состояния объекта

Решения, получаемые по конкурирующим алгоритмам, должны сравниваться посредством единого критерия оптимальности, соответствующего исходным расходным характеристикам. Для этих характеристик выполнена процедура интерполирования кусочно-линейными функциями $y|0; j|(x|j|)$. Сравним решения, полученные по двум конкурирующим алгоритмам, например, A|1| и A|2|. Схема сравнения без учёта изменения состояния объекта (детерминированное сравнение) такова.

Вначале определяются оптимальные векторы нагрузок $x(A|1|) = x|1j, j = 1...n|$ и $x(A|2|) = x|2j, j = 1...n|$ для алгоритмов A|1| и A|2|. Затем вычисляется разность расходов топлива, соответствующая векторам $x(A|1|)$ и $x(A|2|)$:

$$\begin{aligned} y(A|1|, A|2|) &= \\ &= \sum |j, j = 1...n| (y|0; 1j|(x|1j|) - y|0; 2j|(x|2j|)). \end{aligned}$$

Полученное значение $y(A|1|, A|2|)$ определяет сравнительную эффективность решений алгоритмов A|1| и A|2|. Если $y(A|1|, A|2|) > 0$, то следует предпочесть решение, полученное по

алгоритму $A|2|$, если же $y(A|1|, A|2|) < 0$ — по алгоритму $A|1|$. Аналогично проводится сравнение и для других пар алгоритмов.

4. Сравнение решений с учетом изменений состояния объекта

Случайным изменениям подвергаются исходные данные алгоритмов распределения нагрузок: характеристики электростанций и суммарная нагрузка системы. Ошибки вносятся и в вычисленные оптимальные значения нагрузок.

При оценке сравнительной эффективности алгоритмов (с учетом изменения состояния объекта при реализации решений) схема сравнения должна включать блоки имитации «истинного» значения суммарной нагрузки, случайных изменений компонент векторов $x(A|1|)$ и $x(A|2|)$, имитации поведения объекта при достижении баланса генерации и потребления, а также имитации «истинных» характеристик электростанций.

4.1. УЧЕТ СЛУЧАЙНОГО ХАРАКТЕРА НАГРУЗКИ СИСТЕМЫ

При работе сравниваемых алгоритмов векторы распределения нагрузок вычислены для прогнозируемого значения суммарной нагрузки системы $x|c|$. При реализации их в системе истинное значение $x|c|$ обычно отличается от расчётного. В предлагаемой схеме сравнения ошибка прогноза суммарной нагрузки является случайной величиной. В каждом испытании истинное значение $x|c|$ вычисляется следующим образом:

$$(7) \quad x|c| = (1 + d * u) * x|c|,$$

где d — коэффициент, задающий дисперсию ошибки прогноза; u — значение случайной величины с фиксированным законом распределения (закон распределения формируется путем обработки статистических данных об ошибках прогноза суммарной нагрузки).

Найденное значение $x|c|$ используется в блоке имитации поведения системы управления в процессе достижения баланса генерации и потребления путем изменения нагрузки выбранной регулирующей станции на величину разности $x|c| - x|c|$. В общем случае из-за ограничений нагрузки регулирующей станции предусматривается возможность изменения нагрузок нескольких станций.

4.2. УЧЕТ СЛУЧАЙНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ВЕКТОРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Вычисленные по разным алгоритмам значения векторов нагрузок, как правило, не являются целыми числами и на практике не задаются в качестве нагрузок станций, поэтому они округляются. Округлённые и сбалансированные значения нагрузок подвергаются случайным изменениям, отражающим неточность их реализации станциями:

$$(8) \quad x^j; j = x^j; j^*(1 + r*u|j|),$$

где $x^j; j$ – j -я компонента вектора с округленным значением (например, кратным 5 или 10 МВт), причем $\sum |j| x^j; j = x|c|$ (предполагается, что $x|c|$ тоже кратно 5 или 10 МВт); r – коэффициент, задающий дисперсию ошибок реализации; $u|j|$ – значение случайной величины с заданным законом распределения.

Полученные компоненты $x^j; j$ используются в блоке имитации поведения системы управления, обеспечивающем выполнение условия $\sum |j| x^j; j = x^j; c|$.

4.3. УЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНЦИЙ

Истинные характеристики станций неизвестны в силу ограниченной точности натурных испытаний и неконтролируемого изменения параметров оборудования с течением времени. Предположим, что известен закон распределения истинных характеристик, который используется при моделировании.

В рассматриваемом примере расчетными являются расходные характеристики, полученные путём кубической сплайн-интерполяции (в алгоритме $A|1|$), кубической сплайн-интерполяции «с растяжением» (в $A|2|$), характеристики относительных приростов (в $A|3|$). По расчетным характеристикам получаем оптимальные векторы распределения $x|1j, j = 1...n|$, $x|2j, j = 1...n|$ и $x|3j, j = 1...n|$, а по истинным определяем расход топлива ЭС. Сравнительная эффективность алгоритмов определяется в результате их попарного сравнения. Например, для алгоритмов $A|1|$ и $A|2|$ она вычисляется по формуле:

$$(9) \quad y(A|1|, A|2|) = \\ = \sum |s, s = 1...S| q|s|^* \sum |j| (y|s; j|(x|1j|) - y|s; j|(x|2j|)),$$

где $q|s|$ – вероятность того, что истинной будет характеристика $y|s; j|(x|j|)$; $x|1|j|$ и $x|2|j|$ – оптимальные нагрузки, полученные по алгоритмам $A|1|$ и $A|2|$

При положительном значении $y(A|1|, A|2|)$ лучшим является алгоритм $A|2|$, при отрицательном — алгоритм $A|1|$.

Функции $y|s; j|(x|j|)$ могут быть получены различными способами. Укажем два из них, которые соответствуют кусочно-линейному представлению характеристик:

$$(10) y|'; j| = y|j| + d^*u|j|*y|max; j|, x|'; j| = x|j|;$$

$$(11) y|'; j| = y|j|*(1 + d^*u|j|), x|'; j| = x|j|*(1 + r^*v|j|),$$

где d и r – коэффициенты, задающие разброс характеристик; $u|j|$ и $v|j|$ – значения случайных величин, распределенных по выбранным законам, причем значения $y|'; j|$ и $x|'; j|$ определяются в заданных точках характеристик, $y|max; j|$ – максимальное значение расхода топлива, полученное при натурных испытаниях.

В алгоритме получения характеристик предусмотрена проверка их неубывания. Характеристики, имеющие убывающие участки, бракуются.

5. Общий алгоритм оценки сравнительной эффективности решений

Взаимодействие основных блоков алгоритма сравнения решений покажем на примере сравнения алгоритмов $A|1|$ и $A|2|$:

1. Вычисляются расчётные характеристики путем их интерполяции кубическими сплайнами и кубическими сплайнами «с растяжением».

2. Производится оптимальное распределение по конкурирующим алгоритмам $A|1|$ и $A|2|$ для заданного значения суммарной нагрузки системы $x|c|$.

3. Округляются компоненты векторов $x(A|1|)$ и $x(A|2|)$.

4. Полученные значения приводятся в соответствии с условием $\sum|j| x|''; j| = x|c|$ путем изменения нагрузки регулирующих станций (где $x|''; j|$ – округленные значения компонент векторов $x(A|1|)$ и $x(A|2|)$).

5. Имитируется неточность поддержания значений $x|''; |(A|1|)$ и $x|''; |(A|2|)$ на станциях (в соответствии с (8)).

6. Имитируется случайное значение нагрузки $x|'$; $c|$ в соответствии с выражением (7).

7. Балансируются полученные в соответствии с п.5 векторы из условия равенства суммарной генерации значению $x|'$; $c|$.

8. Имитируются расходные характеристики в соответствии с (10) или (11).

9. По полученным характеристикам в соответствии с (9) вычисляется сравнительная эффективность решений алгоритмов $A|1|$ и $A|2|$.

Усреднение оценок сравнительной эффективности решений проводится по множеству истинных характеристик относительных приростов, а также по множеству случайных векторов распределения и случайных значений суммарной нагрузки системы. По этой же схеме сравниваются и другие алгоритмы.

6. Результаты сравнения

Сравнение алгоритмов выполнено применительно к ЭС из десяти станций с использованием реальных данных о составах работающего оборудования, о расходных характеристиках электростанций и об изменении суммарной нагрузки ЭС.

Суммарная нагрузка ЭС изменялась от 4200 до 5200 МВт. Сравнивались алгоритмы с расходными характеристиками, полученными путём кубической сплайн-интерполяции ($A|1|$), кубической сплайн-интерполяции с «растяжением» ($A|2|$) и характеристиками относительных приростов, построенными с применением формулы численного дифференцирования ($A|3|$).

В первой схеме сравнение проводилось без учета изменения состояния ЭС при реализации решений (детерминированное сравнение).

Во второй схеме осуществлялся учет округления компонент расчетных векторов распределения, изменения векторов при ведении режима станциями, случайного отклонения суммарной нагрузки от расчетного значения и учет неопределенности истинных характеристик станций.

Округление проводилось из условия кратности нагрузок 5 МВт, что составляло величину порядка 0,1%–0,5% генерации станций.

При получении истинных значений суммарной нагрузки и реализуемых векторов распределения использовался генератор случайных чисел с усеченным нормальным законом распределения и параметрами $(0, 1)$.

Для моделирования характеристик применялся генератор случайных чисел с равномерным законом распределения в интервале $(-1, 1)$.

При попарном сравнении всех алгоритмов использовалась функция оценки, построенная путём интерполяции кусочно-линейными функциями табличных расходных характеристик, полученных при натурных испытаниях.

Результаты моделирования показывают, что учёт изменения состояния объекта влияет на оценку сравнительной эффективности алгоритмов A|1|, A|2| и A|3|. Например, при значениях суммарной нагрузки 4200 и 4400 МВт при детерминированном сравнении эффективнее работал алгоритм A|1|, а при тех же значениях нагрузки с учётом изменения состояния объекта (ошибка прогноза $x|c|$ и реализации составляла 0,5%, а зона неопределённости характеристик – 5%) эффективнее уже был A|2|. В обоих случаях изменение оценок не превосходило 0,06%, что в абсолютном выражении составляло 0,9 т условного топлива в час. Сравнительная эффективность существенно зависит от суммарной нагрузки энергосистемы. Например, в диапазоне нагрузок 4200–4300 МВт эффективнее работал алгоритм A|3|, а в диапазоне 4430–4560 МВт – алгоритм A|1|. При детерминированной схеме сравнения наилучшие результаты показывали алгоритмы A|1| и A|2|, тогда как при учёте изменения состояния объекта перевес уже был на стороне алгоритма A|3|.

В каждой серии испытаний усреднение проводилось до получения устойчивых статистических оценок (50–200 испытаний) путем построения доверительных интервалов.

Оценка сравнительной эффективности алгоритмов для интервала значений суммарной нагрузки производилась путем усреднения результатов, полученных для отдельных значений этого интервала.

Основной вывод заключается в том, что усложнение s-моделей объекта моделирования и, как следствие, алгоритмов оптимизации не даёт гарантии улучшения результатов решений.

Приведённый пример сравнения эффективности алгоритмов показывает, что наиболее целесообразные стратегии управления должны основываться на применении совокупности программно реализованных алгоритмов, из которых осуществляется выбор, соответствующий заданным условиям функционирования.

7. Заключение

1. Рассмотрена усовершенствованная версия метода оценки сравнительной эффективности алгоритмов управления, в которой для описания постановок задач и алгоритмов их решения используется язык *TSM* спецификации объектов *s*-моделирования.

2. Метод инвариантен к типу задач управления, сложности сравниваемых алгоритмов и условий применения.

3. Область применения метода расширяется с ростом числа систем управления различного назначения.

Литература

1. АЛБЕРГ ДЖ., НИЛЬСОН Э., УОЛШ ДЖ. *Теория сплайнов и ее приложения*. – М.: Мир, 1972. – 316 с.
2. БЕРТСЕКАС Д. *Условная оптимизация и методы множителей Лагранжа*. – М.: Радио и связь, 1987. – 400 с.
3. ГАНТМАХЕР Ф.О. *Теория матриц*. – М.: Наука, 1966. – 576 с.
4. ГОДУНОВ С.К., РЯБЕНЬКИЙ В.С. *Введение в теорию разностных схем*. – М.: Физматгиз, 1962. – 340 с.
5. ИЛЬИН А.В. *Математическое обеспечение процессов преобразования ресурсов // Системы и средства информатики*. – 1999. – Вып. 9. – С. 159–177.
6. ИЛЬИН А.В. *Конструирование разрешающих структур на задачных графах системы знаний о программируемых задачах // Информационные технологии и вычислительные системы*. – 2007. – №3. – С. 30–36.
7. ИЛЬИН А.В., ИЛЬИН В.Д. *Интерактивный преобразователь ресурсов с изменяемыми правилами поведения // Информационные технологии и вычислительные системы*. –

2004. – №2. – С. 67–77.
8. ИЛЬИН А.В., ИЛЬИН В.Д. *Распределение ресурсов по обязательным и ориентирующим правилам: сравнительная эффективность алгоритмов* // Системы и средства информатики. – 2005. – Вып. 15. – С. 123–159.
 9. ИЛЬИН А.В., ИЛЬИН В.Д. *Основы теории s-моделирования*. – М.: ИПИ РАН, 2009. – 143 с.
 10. ИЛЬИН А.В., ИЛЬИН В.Д. *S-моделирование объектов информатизации*. – М.: ИПИ РАН, 2010. – 412 с. – URL: <http://smodeling.wordpress.com/2010/12/29/245/>.
 11. ИЛЬИН В.Д. *Оперативное распределение нагрузок в энергосистеме* // Сб. Автоматизированные системы контроля и управления. Киев, Ин-т кибернетики АН УССР – 1973. – С. 70–76.
 12. ИЛЬИН В.Д. *Система порождения программ*. – М.: Наука, 1989. – 264 с.
 13. ИЛЬИН В.Д. *Модель нормализованной экономики (НЭк-модель): основы концепции* // Управление большими системами: сборник трудов. – 2009. – №25. – С. 116–138.
 14. ИЛЬИН В.Д., КУРОВ Б.Н. *Сравнение алгоритмов распределения нагрузок с учётом изменения состояния энергосистемы при реализации решений* // Электричество. – 1972. – №9. – С. 7–10.
 15. ИЛЬИН В.Д., КУРОВ Б.Н. *Математическая модель для оперативного определения потоков мощности по ВЛ в автоматизированной системе диспетчерского управления* // Электричество. – 1973. – №11. – С. 23–28.
 16. ИЛЬИН В.Д., КУРОВ Б.Н. *Идентификация установившихся режимов электрической сети при управлении в условиях неполной информации* // Электричество. – 1976. – №1. – С. 18–22.
 17. ИЛЬИН В.Д., КУРОВ Б.Н., БАТАЛОВ А.Г. *Комплекс программ для идентификации и оперативных расчётов потоков мощности по межсистемным линиям энергообъединений* // Электричество. – 1980. – №8. – С. 53–54.
 18. ИЛЬИН В.Д., СОКОЛОВ И.А. *Символьное моделирование в человеко-машинной среде: основы концепции* // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2008. –

№1. – С. 51–60.

19. ИЛЬИН В.Д., СОКОЛОВ И.А. *Символьная модель системы знаний информатики в человеко-автоматной среде* // Информатика и её применения. – 2007. – Т. 1. – С. 66–78.
20. ИЛЬИН В.Д., СОКОЛОВ И.А. *Информация как результат интерпретации сообщений на символьных моделях систем понятий* // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2006. – №4. – С. 74–82.
21. SCHWEIKERT D.G. *An interpolation curve using a spline in tension* // Math. And Physics. – 1966. – Vol. 45. – P. 312–317.

COMPARISON OF CONTROL ALGORITHMS EFFICIENCY TAKING INTO ACCOUNT DATA ACCURACY AND SOLU- TIONS IMPLEMENTATION

Boris Kurov, Institute of Informatics Problems of RAS, Moscow, Cand. Sc., assistant professor (bnkurov@ipiran.ru).

Abstract: The article addresses to an improved version of the method of control algorithms efficiency comparison taking into account data accuracy solutions implementation. The method to choose an efficient algorithm that matches conditions of use is invariant to control problems type, complexity of algorithms compared and conditions of use. An example is given of algorithms comparison for division of load in a power system.

Keywords: control algorithms efficiency comparison, data accuracy and solutions implementation, s-modeling.

*Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии Д.А. Новиковым*