

до побудови сховищ даних веб-додатків з використанням ORM технології від компанії Microsoft - ADO.Net Entity Framework.

**Ключові слова:** ASP.Net Code First; ASP.Net Database First; ADO.Net Entity Framework; технологія ASP.Net; ORM технологія.

This work is devoted to the modern trends in the development of storage technologies for applications on ASP.Net using C# programming language. In this article I present the main advantages and disadvantages of the most versatile and popular approaches Code First and Database First to data warehousing in Web-applications using ORM technology provided by Microsoft - ADO.Net Entity Framework.

**Keywords:** ASP.Net Code First; ASP.Net Database First; ADO.Net Entity Framework; ASP.Net technology; ORM technology.

## УДК 518.9+681.51.011

**М. Б. МУНИБ**, соискатель, Таврический национальный университет им.В.И.Вернадского, Симферополь

### МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ

Задачи управления решаются на основе многокритериальной оптимизации. Разработана последовательность действий формализующих решение задачи управления. Предлагается три основных метода применения многокритериальной оптимизации основанных на искусственном слиянии нескольких выбранных показателей в один. Это метод минимизации и максимизации, «метод последовательных уступок» и метод предложенный И. Никовським.

**Ключевые слова:** многокритериальная оптимизация, задачи управления, метод последовательных уступок, слияние показателей, система, критерии оптимизации, математические модели.

**Введение.** Обращаясь к классической постановке задачи математического программирования, необходимо, в первую очередь, отметить, что такая задача предполагает только одну целевую функцию, которая количественно определена. Рассматривая же реальные системы важно понимать, что на роль критерия оптимальности претендуют несколько десятков показателей. Так же, желательным является применение нескольких критериев синхронно, причем они могут быть вообще несовместимы, в частности, требование достичь максимальной эффективности при минимальных затратах с точки зрения математической постановки задачи является некорректной. Минимальные затраты – это нулевые затраты, имеющие место при полном отсутствии каких-либо процессов. Подобно максимальной эффективности может быть достигнута только в случае использования определенных объемов ресурсов. Поэтому корректными является постановки задач такого типа: достичь максимальной эффективности при заданных затратах или достичь заданного эффекта при минимальных затратах.

Так как не существует единого универсального критерия эффективности, то довольно часто прибегают к рассмотрению многокритериальной оптимизации. Хотя задача управления предусматривает одну целевую функцию, разработаны математические методы, позволяющие строить компромиссные планы, то есть осуществлять многокритериальную оптимизацию. Однако, на сегодняшний день, в научной литературе мало внимания уделено изучению многокритериальной оптимизации в задачах управления, поэтому данная работа будет посвящена этому вопросу.

Эффективное решения задач управления стало допустимым благодаря развитию средств вычислительной техники, информационных технологий, методов системного анализа, математического моделирования и теории оптимизации. Решением этих проблем, в свое время занимались такие ученые как: В. Михайлович, В. Волкович [1], И. В. Сергиенко [2], А. Волошин, В. Заславский, И. Ушаков [3], В. Танаев [4], В. Горелик [5], С. И. Наконечный, С.С. Савина [6], Ю. Н. Кузнецов, В. И. Кузубов, А. Б. Волощенко [7],

В. С. Михалевич, А. М. Гупал, В. М. Норкин [8], Б. Муртаф [9].

Повышение эффективности решения задач управления приводит к необходимости рассматривать некорректные задачи контроля, прогнозирования и многокритериальной оптимизации в условиях неопределенности. Со середины XX в. и до настоящего времени разработан широкий спектр различных подходов к решению некорректных задач. Базисной основой для исследований в данной области являются научные труды А.М. Тихонова [10], который стал основателем математической теории некорректно поставленных задач. Данная теория представлена методом регуляризации А.М. Тихонова, методом замены М.М. Лаврентьева [11] и другими методами. В то же время, следует обратить внимание, что имеется огромное количество разработанных методов регуляции как итеративной, статистической и локальной, так и дискриптивной. Исследования иностранных разработок приводят к широкому спектру трудов, основу которых составляют различные методы фильтрации. Такие методы являются более точными, однако требуют огромного количества дополнительной информации, чего не скажешь о разработках советских ученых.

**Методика экспериментов.** На сегодняшний день, в научных трудах освещаются различные аспекты проблем моделей, которые требуют принятия оптимального решения. При закономерности единичного критерия оптимальности, поиск решения осуществляется довольно просто, так как явно имеется разработанный аппарат методов оптимизации. Хотя, довольно часто, приходится принимать такое решение, которое бы синхронно удовлетворяло множество целевых функций, которые противоречат друг другу. Проблема выбора многокритериальной оптимизации в задачах управления является сложной и неоднозначной.

**Цель работы.** Решение задачи управления с помощью многокритериальной оптимизации. Разработка последовательности действий формализующих решение задачи управления. Вывод основных методов применения многокритериальной оптимизации, решения задач управления. Научная значимость данного исследования состоит в применении многокритериальной оптимизации для решения задач управления.

**Обсуждение результатов.** Подходя к исследованию проблемы многокритериальной оптимизации задач управления, прежде всего, нужно разработать последовательность действий, которые позволят формализовать и решить поставленную задачу.

Во-первых, примем что  $\bar{F}_1 = F_1(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$  - критерии, по которым можно оценить общее состояние системы ( $\alpha_1, \dots, \alpha_n$  - управляющие действия), тогда необходимо из всего множества выбрать те из них, за счет изменения которых возможно полное управление системой. По завершении этого этапа необходимо построить математические модели поведения определенных критериев, анализируя, при этом, имеющиеся в системе статистические данные. По окончанию первого этапа, можно будет получить набор функций целей  $\bar{f}_i = f_i(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$  с определенным направлением (максимизация или минимизация), по которым они должны приближаться к своим идеальным значениям  $\bar{f}_i^*(\alpha_1^*, \dots, \alpha_n^*)$  в условиях, которые рассматриваются.

Во-вторых, после того, как получен набор критериев оптимизации, необходимо построить общую модель многокритериальной оптимизации, или определить процедуру, использование которой позволит получить наиболее эффективное или оптимальное решение и определить ограничения к функциям цели.

В-третьих, Необходимо задать коэффициенты важности критериев  $\rho_i$ , которые приобретаются или экспертным методом, или по отдельной процедуре их исчисления, после чего проводится численная многокритериальная оптимизация.

Данный подход, возможно, реализовать при помощи пакета прикладных математических исследований "Mathematica", для этого в вышеуказанном программном обеспечении открываем раздел многокритериальная оптимизация, и при помощи путеводаителя выбираем необходимый рабочий файл. Получим окно приведенное на рис. 1.

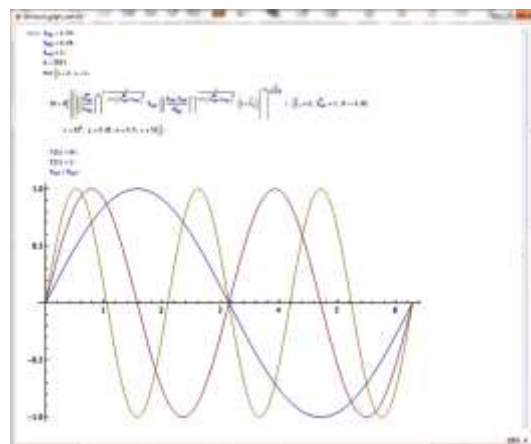


Рис. 1 – Окно рабочего пространства при многокритериальной оптимизации программной среды "Mathematica"

Все параметры модели зададим интуитивно. Данная система разработана для наглядного ознакомления процесса работы и вывода информации решения задачи управления при помощи многокритериальной оптимизации.

Довольно часто, различные способы применения многокритериальной оптимизации

объединяют к искусственному слиянию нескольких выбранных показателей в один. В общем случае таких методов три. Первый метод заключается в следующем. Пусть в задаче предпочтено  $\alpha$  критериев оптимальности  $F_i (i = \overline{1, n})$ . Тогда, исходя из этого, общий критерий может иметь вид суммы отдельных показателей эффективности с соответствующими коэффициентами:

$$F^* = F_1 \alpha_1 + \dots + F_n \alpha_n \quad (1)$$

где  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$  - положительные или отрицательные коэффициенты. Соответственно положительные коэффициенты нужно максимизировать, а отрицательные – минимизировать. Это предопределяет, что абсолютные значения коэффициентов  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$  отвечают приоритету того или иного показателя.

Если подходить к тому утверждению с экономической точки зрения решения задачи, то с положительными коэффициентами войдут такие величины, как объем прибыли, полученной от реализации товаров и услуг, с отрицательными – затраты ресурсов (времени, труда), себестоимость единицы продукции.

Такой общий критерий возможен в виде дроби, где в числителе находится произведение показателей, которые необходимо максимизировать, допустим  $F_1, \dots, F_n$ , а в знаменателе – произведение тех, которые нужно минимизировать  $F_{n+1}, \dots, F_n$ . Таким образом, вид общего критерия эффективности будет иметь вид:

$$F^* = \prod_{i=1}^n F_i / \sum_{i=n+1}^n F_i \quad (2)$$

Тотальным пробелом данных критериев (1), (2) является то, что существует возможность недостаточной эффективности одного критерия компенсироваться другим. То есть, представим снижение значения выполнения предварительных заказов, может покрыться уменьшением использования ресурсов. Так как, некоторые величины в числителе и знаменателе пропорционально уменьшились, исходя из этого, значение дроби не меняется, хотя собранные на основе таких расчетов планы могут привести к вполне неудовлетворительным последствиям.

Переходим ко второму методу применения многокритериальной оптимизации, который предложил И. Никовский [12]. Данный метод заключается в том, что оптимальный план находят отдельно по каждому из выбранных критериев, после чего получают множество значений целевой функции. И подходя к заключительному этапу, решают начальную задачу с одним критерием вида:

$$\min F = \left| \frac{F_1^* - F_1}{F_1^*} \right| = \dots = \left| \frac{F_n^* - F_n}{F_n^*} \right| \quad (3)$$

где -  $\bar{F}_i (i = \overline{1, n})$  значение  $i$ -го критерия оптимальности в оптимальном компромиссном плане.

Предложенный подход решение задачи предопределяется по критерию, что приравнивается к минимальному значению модуля частиц отклонений значений каждой целевой функции в компромиссном плане от их оптимальных значений в их же оптимальных значениях, что делает все критерии одинаково важными. Исходя из этого заключения, и для учета преимуществ одних критериев над другими достаточно важно применять обобщенный критерий следующего вида:

$$\min F = \alpha_1 \left| \frac{F_1^* - \bar{F}_1}{F_1^*} \right| = \dots = \alpha_n \left| \frac{F_n^* - \bar{F}_n}{F_n^*} \right| \quad (4)$$

Проанализировав первые два способа применения многокритериальной оптимизации, методом объединения к искусственному слиянию нескольких выбранных показателей в один, следует отметить некоторые недостатки.

Одним из первых недостатков такого подхода есть жесткое соотношение между значениями отклонений критериев оптимальности, что значительно сужает множество допустимых планов. Вторым же изъяном заключается в том, что одному значению некоторого критерия может соответствовать множество других, причем таких, по которым оптимальный план эффективнее. И последний, но не менее важный аспект это то, что отсутствует методика объективного определения коэффициентов  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$

Однако переход многокритериальной задачи к задаче с одним критерием может также осуществляться через выделение из выбранного набора показателей одного, который считают самым важным –  $F_k$  и пытаются достичь его максимального значения (если необходимо найти минимум, то достаточно изменить знак показателя). Все остальные показатели (критерии) являются не столь важными, и на них накладываются определенные ограничения вида:  $F_i \geq g_i$ , где  $g_i$  является нижней границей значение должного показателя, или  $F_i \leq g_i$ , если крайне важно, чтобы значение показателя не превышало  $g_i$

Третьим методом важно выделить «метод последовательных уступок». Основным его отличием есть то, что все выбранные критерии системы необходимо ранжировать в порядке убывания их важности. Это в общем случае выглядит следующим образом: выбирается самый главный, например  $F_1$ , за ним следует менее важный  $F_2$ , далее идет еще менее важный  $F_3$ , и так продолжается до конца критериев системы. В нашем случае, будем считать, что необходимо достичь максимального значения по всем критериям (если необходимо найти минимум, то меняют знак показателя). Сначала решается задача с одним главным критерием (находится значение  $\max F_1$ ), далее необходимо назначить некоторый небольшой по абсолютным значением «уступок»  $\Delta F_1$ , на который возможно изменение (уменьшение) значения критерия. Это делается для того, чтобы достичь максимального значения по следующему критерию  $F_2$ . В данном случае, величина «уступка» зависит от требуемой точности расчетов и достоверности исходных данных. Затем к системе исходных ограничений задачи присоединяют ограничения, которые устанавливают уровень возможного отклонения показателя:

$$F_1 \leq (\max F_1 - \Delta F_1) \quad (5)$$

и переходят к решению новой задачи с критерием оптимальности  $F_2$  и т.д. Предложенный процесс решения задачи, таким образом, показывает, ценой каких именно «уступок» достигается желаемый результат.

**Выводы.** Исходя из проведенного исследования, важно отметить, что задачи управления основаны на многокритериальной оптимизации не имеют универсального способа решения. А выбор и корректное применение одного из методов применения многокритериальной оптимизации, которые объединяют к искусственному слиянию нескольких выбранных показателей в один, остается за субъектом принятия решений.

Таким образом, решение задачи управления при помощи многокритериальной оптимизации заключается в обеспечении нужным количеством научно обоснованной информации, на основании которой осуществляется выбор управленческого решения.

**Список литературы:** 1. Халевич В., Волкович В. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М., 1982. – 327 с. 2. Сергиенко И. В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. – К.: Наук. думка., 1985. – 384 с. 3. Модели и алгоритмы оптимизации надежности сложных систем / Сост. В. Волкович, А. Волошин, В. Заславский, И. Ушаков / Под ред. В. Михалевица. – К., 1993. – 423 с. 4. Танаев В. Декомпозиция и агрегирование в задачах математического программирования / Под ред. А. Закревского. – М., 1987. – 523 с. 5. Горелик В., Ушаков И. Исследование операций. – М., 1986. – 324 с. 6. Наконечный С. И., Савина С. С. Математичне програмування: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2003. – 452 с. 7. Кузнецов Ю. Н., Кузубов В. И., Волощенко А. Б. Математическое программирование. – М.: Высш. школа, 1980. – 300 с. 8. Михалевиц В. С., Гупал А. М., Норкин В. М. Методы выпуклой оптимизации. – М.: Наука, 1987. – 326 с. 9. Муртаф Б. Современное линейное программирование. Теория и практика. – М.: Мир, 1984. – 624 с. 10. Тихонов Д. Н. О решении некорректно поставленных задач и методе регуляризации, «Доклады АН СССР», 1963. – т. 151. – № 3 11. Лаврентьев М. М. О некоторых некорректных задачах математической физики. – Новосиб., 1962. – 233 с. 12. Бугров Я. С., Никольский С. М. Дифференциальное и интегральное исчисление. М.: Наука. 1989. – 236 с.

*Надійшла до редколегії 20.03.2013*

УДК 518.9+681.51.011

**Многокритериальная оптимизация в задачах управления/ М. Б. Муниб // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. – № 1 (977). – С. 98-102. – Бібліогр.:12 назв.**

Задачі управління вирішуються на основі багатокритеріальної оптимізації. Розроблена послідовність дій що формалізують рішення задач управління. Пропонується три основних методи застосування багатокритеріальної оптимізації заснованих на штучному злитті кількох обраних показників в один. Це метод мінімізації та максимізації «метод послідовних поступок» і метод запропонований І. Никовським.

**Ключові слова:** багатокритеріальна оптимізація, задачі управління, метод послідовних поступок, злиття показників, система, критерії оптимізації, математичні моделі.

Management tasks are being solved on the basis of a multi-criteria optimization. Developed sequence of actions the decision of problems of management. There are three basic methods of application of multi-criteria optimization based on artificial merge several selected indicators into one. It is a method of minimization and maximization, «the method of successive concessions» and the proposed method of Nikovsky.

**Keywords:** multicriteria optimization, control problems, the method of successive concessions, the merger of indicators, the system, criteria of optimization, mathematical models.

УДК 681.178.9

**В. В. КАЛУШ**, нач. службы пути и тоннельных сооружений, КП «Харьковский метрополитен»

**А. А. НАКОНЕЧНЫЙ**, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харьков;

**А. А. ПОДОРОЖНЯК**, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харьков;

**Е. А. ПОЛЯКОВ**, ассистент, ХНАДУ, Харьков; ХНАДУ, Харьков;

**А. В. ПОЛЯРУС**, д-р техн. наук, проф., зав. каф., ХНАДУ, Харьков;

**В. В. СИДОРОВ**, с.н.с, Научно-исследовательский центр Воздушных

Сил Харьковского университета Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

## **ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ХОДОВЫХ РЕЛЬС НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ КОНТАКТНОГО РЕЛЬСА В ТОННЕЛЕ МЕТРОПОЛИТЕНА**

В статье на основе экспериментальных данных оценивается влияние разности взаимного по высоте положения ходовых рельс метрополитена на точность измерения положения контактного рельса с помощью измерительной тележки.

© В. В. КАЛУШ, А. А. НАКОНЕЧНЫЙ, А. А. ПОДОРОЖНЯК, Е. А. ПОЛЯКОВ, А. В. ПОЛЯРУС, В. В. СИДОРОВ, 2013

**Ключевые слова:** контактный рельс, ходовые рельсы, измерительная тележка.

**Введение.** Ходовые рельсы вместе с контактным рельсом и шпалами представляют собой единый комплекс, который создает необходимые условия для движения электропоезда. Геометрическое положение контактного рельса (КР) относительно ходовых рельс определяется при проектировании. В процессе эксплуатации отклонения положения КР в горизонтальной и вертикальной плоскостях не должны выходить за установленные допуски. Реально на практике с течением времени геометрия указанного комплекса изменяется. Несанкционированным изменениям подвергается взаимное положение по высоте ходовых рельс, кривизна последних, ширина рельсового пути и т. д. При движении измерительной тележки по рельсам с искаженной геометрией могут появиться ошибки измерения положения КР, величина которых представляет собой практический интерес.

**Решение задачи.** Рассмотрим ошибки, которые обусловлены отличием высот ходовых рельс. Как известно, положение КР измеряется относительно правого ходового рельса. Во время эксплуатации возможны проседания левого или правого рельса. При этом не исключаются некоторые пространственные эволюции контактного рельса, поскольку он связан со шпалами. Очень сложной математической задачей является описание физической картины деформаций единого комплекса “рельсы - шпалы” для процесса эксплуатации. Поэтому мы воспользуемся упрощенной моделью, которая предполагает независимость в перемещении (или деформациях) ходовых рельс и КР. Кроме того, для ориентировочного расчета примем также упрощенную (жесткую) модель измерительной тележки, которая движется по ходовым рельсам.

Проведем анализ случая, когда один из ходовых рельсов (например, правый) ниже левого на величину равную  $\Delta y$ . При таких условиях измерительная тележка наклонится в правую сторону, а ведомый ролик, который движется по нижней части контактного рельса, ослабит контакт с КР. Поскольку ролик через трос связан с измерительным механизмом, возникает иллюзия, что изменяется высота расположения КР, хотя реальное его положение осталось неизменным. Таким образом, возникает систематическая ошибка измерения высоты положения контактного рельса  $\Delta h$ . Рассчитаем ориентировочную величину этой ошибки, исходя из простых геометрических соображений. Учтем, что контактный рельс должен располагаться на расстоянии (по диагонали) от правого ходового рельса равном

$$l = \sqrt{s_1^2 + s_2^2},$$

где  $s_1 = 690$  мм и  $s_2 = 160$  мм – проектные расстояния КР от ходового рельса по горизонтали и вертикали соответственно. При указанных  $s_1$  и  $s_2$  диагональное расстояние  $l = 708,3$  мм. Разница по высоте расположения ходовых рельс приводит к возникновению наклона измерительной тележки влево или вправо на угол

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta y}{L},$$

где  $L$  - расстояние между ходовыми рельсами, которое должно быть равно 1520 мм.

При выбранной жесткой модели тележки ведомый ролик сместится на величину

$$\Delta h \approx l \cdot \Delta\alpha \approx l \cdot \frac{\Delta y}{L}.$$

Отношение  $\frac{l}{L} = \frac{708,3}{1520} \approx 0,466$ . Для ориентировочного анализа полагаем, что  $\frac{l}{L} \approx 0,5$  и тогда

$$\Delta h \approx \frac{\Delta y}{2}.$$

Таким образом, получаем, что при возникновении различий по высоте расположения ходовых рельс равном, например, 2 мм систематическая ошибка измерения высоты



расположения КР составляет примерно 1 мм. Еще раз подчеркнем, что такие данные получаем при жесткой модели измерительной тележки и отсутствии корреляции в изменении высоты ходовых рельс и КР. Отметим, что на поворотах изменяется взаимное положение ходовых рельс по высоте, однако, вместе с ними при выполнении требований проекта изменяется также и положение КР, т. е. систематическая ошибка не должна возникать. Упрощенные модели, которые применялись для теоретического анализа, требуют экспериментального подтверждения на измерительном стенде (рис.1).



Рис. 1 – Общий вид измерительного стенда

Методика проведения эксперимента требовала искусственного изменения высоты расположения одной из ходовых рельс. Для этого на левую или правую ходовую рельсу устанавливалась планка постоянной толщины 5 или 9 мм. По этой планке катились либо левые, либо правые колеса измерительной тележки, в результате чего эта тележка наклонялась вправо или влево на угол  $\Delta\alpha$  равный приблизительно  $0,2^\circ$  или  $0,34^\circ$ .

На рис. 2 приведены зависимости отклонений КР в горизонтальной или вертикальной плоскостях при разной толщине планки, которая накладывалась на левый ходовой рельс. Сплошной линией показаны отклонения, измеренные при одинаковой высоте ходовых рельс, штриховой линией – при наличии планки толщиной 5 мм и штрихпунктирной – при установке на левый рельс планки толщиной 9 мм. Аналогичные кривые показаны на рисунке 3 для случая, когда планки устанавливались на правый рельс. Короткий путь измерительной тележки на графиках (до 1,6 м) обусловлен длиной выбранных для эксперимента планок. Скачки отклонения в вертикальной плоскости поясняются наездом колес измерительной тележки на планку. Анализ графиков (рис. 2, 3) позволяет утверждать следующее.

Если высота левого ходового рельса превышает высоту правого на 5 мм, то появляется ошибка измерения положения КР в вертикальной плоскости, максимальное значение которой достигает приблизительно 1,8 мм (теоретическая ошибка равна 2,34 мм). Если же толщина планки увеличивается до 9 мм, то максимальное значение указанной ошибки достигает 3,4 мм (теоретическое значение 4,2 мм). Это свидетельствует о нелинейном характере зависимости ошибки измерения положения КР в вертикальной плоскости от разницы высот ходовых рельс.

Такая разница высот слабо влияет на ошибки измерения положения КР в горизонтальной плоскости и ее можно не учитывать.

Для случая, когда правый ходовой рельс выше по высоте левого (рис. 3), значение максимальной систематической ошибки измерения положения КР в вертикальной плоскости увеличивается до 10...15 мм, что является недопустимым. Существенных ошибок измерения положения КР в горизонтальной плоскости, как и в предыдущем

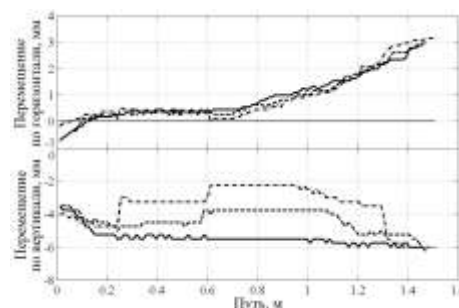


Рис. 2 – Зависимость отклонений контактного рельса в горизонтальной и в вертикальной плоскостях при разных высотах расположения ходовых рельс (левый рельс выше, чем правый)

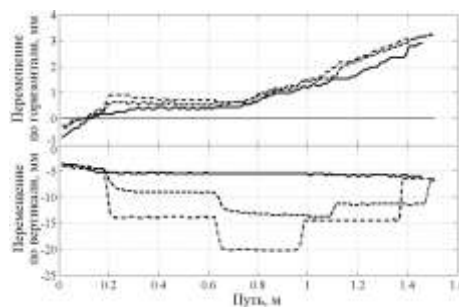


Рис.3 – Зависимость отклонений контактного рельса в горизонтальной и в вертикальной плоскостях при разных высотах расположения ходовых рельс (правый рельс выше, чем левый)

случае, не наблюдается. Отметим, что знаки ошибок (“плюс” или “минус”) для рассмотренных двух случаев разные, что полностью увязывается с физической картиной, описанной выше. Наличие больших ошибок измерения положения КР для второго случая можно объяснить тем, что высота правого ходового рельса изменялась искусственно, а при этом положение контактного рельса не изменялось по высоте. На практике это маловероятный вариант, поскольку правый ходовой рельс связан с КР через шпалы, и потому следует ожидать существенно меньших ошибок измерения.

**Вывод.** Проведенные исследования позволяют сделать выводы: разница высот расположения ходовых рельс слабо влияет на точность измерения положения контактного рельса в горизонтальной плоскости и поэтому систематическую ошибку измерения положения КР в этой плоскости можно не учитывать; при наличии разницы высот ходовых рельс систематическая ошибка измерения положения КР в вертикальной плоскости существенно увеличивается и может достигать порядка 30...40 % от разницы высот; в большей степени ошибки измерения положения контактного рельса в вертикальной плоскости чувствительны к изменению высоты расположения правого ходового рельса; полученные результаты не учитывают существующую механическую связь (через шпалы) ходовых рельс с положением контактного рельса; влияние этой связи на ошибки измерения положения КР должно рассматриваться в дальнейших исследованиях; дальнейшего исследования требуют также систематические ошибки измерения положения КР, обусловленные отсутствием учета веса электропоезда, который вынуждает прогибаться как правый, так и левый ходовые рельсы; при использовании измерительной тележки прогибы ходовых рельс отсутствуют.

*Надійшла до редколегії 20.03.2013*

УДК 681.178.9

**Влияние состояния ходовых рельс на точность измерения положения контактного рельса в тоннеле метрополитена/ В. В. Калущ, А. А. Наконечный, А. А. Подорожняк, Е. А. Поляков А. В. Полярус, В. В. Сидоров // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 1 (977). – С. 102-105. – Бібліогр.: О назв.**

У статті на основі експериментальних даних оцінюється вплив різниці взаємного по висоті положення ходових рейок метрополітену на точність вимірювання положення контактної рейки за допомогою вимірювального візка.

**Ключові слова:** контактна рейка, ходові рейки, вимірювальний візок.

In article influence of the difference of height position of the way metro rails to measurement accurate of the position contact rail using a measuring trolley have estimated base on experimental data.

**Keywords:** contact rail, way rails, measuring trolley.

УДК 621.396:004.78

*І. В. СВИД*, канд. техн. наук, доц., ХНУРЕ, Харків

### **ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МНОЖИННОГО ДОСТУПУ З КОДОВИМ РОЗПОДІЛОМ КАНАЛІВ**

Проведено аналіз параметрів м'якого хендовера та досліджено вплив його на характеристики системи множинного доступу з кодовим розподілом каналів.

**Ключові слова:** множинний доступ, хендовер, оптимізація, програмне забезпечення.

**Вступ.** Мобільна мережа зв'язку (ММЗ) на основі технології множинного доступу з кодовим поділом (CDMA) має реально доведені переваги, що призвело до орієнтації всіх розробників телекомунікаційного обладнання нового покоління на різні варіанти систем CDMA.

ММЗ складається з наступних основних елементів: BTS (базова приймально-передавальна станція), SU (пристрій оцінки якості й вибору блоків), BSC (контролер

© І. В. СВИД, 2013