

АНАЛИЗ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

А.П. Долгинцев, В.Г. Волик
Самарский государственный университет путей сообщения,
г. Самара

В настоящее время сформировался интерес к информационным системам (ИС), взаимодействующим с геоинформационной СРНС «ГЛОНАСС» и распределенными базами навигационных данных. В данной работе рассматривается задача синтеза ИС, использующей навигационные определения для железнодорожного потребителя. Анализ предметной области был проведен при помощи математической модели задачи, содержащей следующие модули.

1. Модуль расчета динамики СРНС $S_i^j = \Xi(S_i^j)$, в том числе модель прогноза движения навигационных ИСЗ (НИСЗ) с номерами $j \in \{N\}$ ($\{N\}$ – множество номеров в системе «ГЛОНАСС») в моменты времени t_i по своим орбитам [1].

2. Модуль расчета продольной динамики железнодорожного пользователя $\hat{q}_i = F(\bar{q}_{i-1})$ [2].

3. Модуль векторов рассчитываемых $\hat{D}_i = S_i^j - \bar{q}_i$ и измеряемых навигационных параметров \bar{D}_i (измерялись вторичные псевдодалности с интервалом осреднения $t_i - t_{i-1} = 2$ с). Включает в себя расчет дисперсий погрешностей измерений: $\sigma_{D_i}^2 = \hat{\sigma}_{D_i}^2 + \tilde{\sigma}_{D_i}^2 + \sigma_{ei}^2$ со случайной $\hat{\sigma}_{D_i}^2$ (шумовая помеха канала связи), систематической $\tilde{\sigma}_{D_i}^2$ (некомпенсированный уход эталона частоты в приемнике сигналов) составляющими, а также пересчитанными на канал измерений погрешностями эфемерид НИСЗ $\sigma_{ei}^2 = E[\Xi(S_i^j)]$.

4. Модуль обработки навигационных данных (построен на базе фильтра Калмана [1, 5]). Используется для построения оценок вектора состояния \bar{q}_i и ковариационной матрицы погрешностей K_{qi} .

5. Модуль планирования сеанса определений. Связан с оцениванием погрешности местоопределения. Использовался критерий L – оптимальности

$$\sigma_{\bar{l}_i} = \min \left[\left(\frac{\partial \bar{l}_i}{\partial \bar{q}_i} \right) K_{\varphi} \left(\frac{\partial \bar{l}_i}{\partial \bar{q}_i} \right)^T \right], \text{ где } \bar{l}_i - \text{ вектор направления путевой оси}$$

рассматриваемого участка с номером i железной дороги. Данный критерий оптимальности приводит к разбиению множества $\Xi(S_i^j)$ на информативную (с точки зрения критерия L – оптимальности) $\Xi(S_i^j)$ и неинформативную $\Xi(S_i^0)$: $\Xi(S_i^j) = \Xi(S_i^j) \cap \Xi(S_i^0)$ части. К первой будут отнесены НИСЗ с

максимальными проекциями векторов измерений (или минимальными угловыми отклонениями) на плоскость продольного профиля пути, что эквивалентно минимизации объема параллелепипеда, построенного на векторах положения \bar{q}_i , дальности \bar{D}_i и путевой оси \bar{l}_i , $(S_i^j) = \arg \min_{S_i^j} \{ \bar{q}_i, \bar{D}_i, \bar{l}_i \}$.

Был проведен анализ влияния параметров указанных моделей на точность информации, представляемой ИС.

Геопараметры - широта φ , долгота λ и высота места над уровнем моря h - являются условиями реализации сеанса навигационных определений (СНО) и влияют на геометрические условия приема сигналов спутников «ГЛОНАСС», а также связаны с используемой локальной контрольной станцией (при работе в дифференциальном режиме системы «ГЛОНАСС»). Высота h при этом является фиксированным параметром. Использование для оценивания погрешности безразмерного геометрического фактора [3]

$$\chi_i = \frac{\sigma_i}{\sigma_{\text{нн}}}$$

позволило провести анализ и синтез информационной системы без привязки к одному типу приемника сигналов СРНС (то есть к фиксированному уровню погрешностей канала измерений).

На рис. 1 построено поле навигационной точности [3] по долготе и широте в виде уровней погрешностей определений, проводимых после трехминутного сеанса определений. Показаны траектории поиска локального экстремума функции погрешности определений для метода координатного спуска по координатам долгота ($\lambda,^{\circ}$) – широта ($\varphi,^{\circ}$) (поиск занял 5 шагов) и градиентного метода (достиг локального экстремума за 2 шага).

В правой части рис. 1 показано изменение показателя погрешности при зондировании области определения функции погрешности по географической широте. Исследования показали связь точности определений с углом отклонения от профиля пути (приведены вместе с номером НИСЗ в

СРНС «ГЛОНАСС»). Не учитываемые при работе фильтра Калмана параметры компенсируются одновременной обработкой дифференциальных поправок от региональной или локальной контрольной станции. В России наиболее активно развивается последний тип дифференциальных подсистем. На рисунке представлена суммарная дифференциальная поправка для системы с коррекцией координат [4].

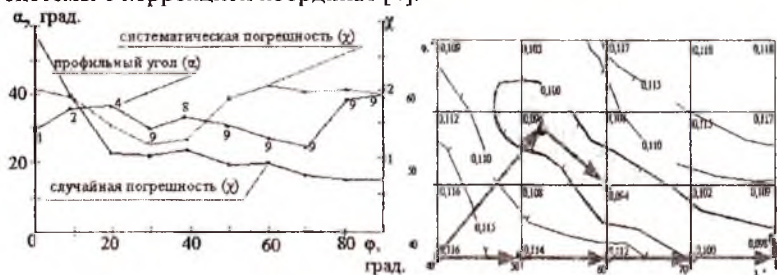


Рис. 1. Поле навигационной точности и его сечение

На рис. 2 приведены результаты моделирования работы ИС при изменении канальности приемника сигналов «ГЛОНАСС» от 1 до 12. Восемь – двенадцатиканальные приемники близки по своим характеристикам. Одноканальные приемники проигрывают им в точности определений в 5 – 6 раз.

Комплексирование аппаратуры «ГЛОНАСС» с другими системами (в первую очередь – с инерциальными системами) ведет к повышению точности работы ИС. На рис. 3 приведены результаты анализа точностных характеристик ИС, периодически использующей систему «ГЛОНАСС» для коррекции показаний инерциальной системы при уходе ее показаний на 500, 400 и 100 метров. Характеристики инерциальной системы влияют на погрешность ИС только при длительностях сеанса определений не более 30 с.

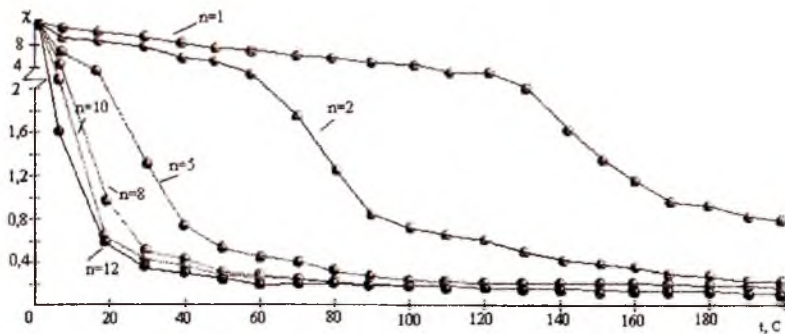


Рис. 2. Анализ влияния количества каналов связи на погрешность

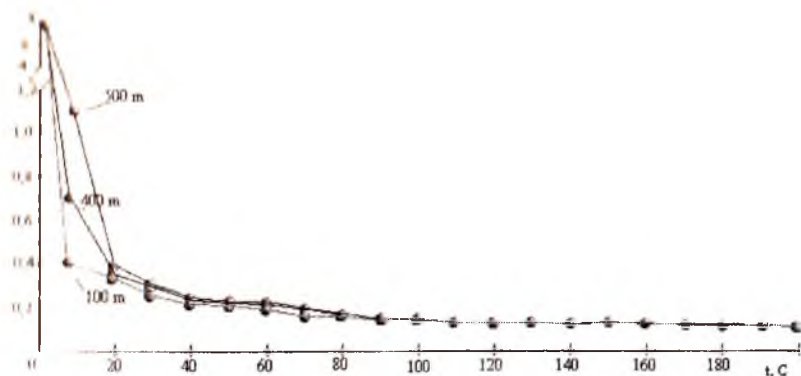


Рис. 3. Анализ влияния инерциальной системы на погрешность ИС

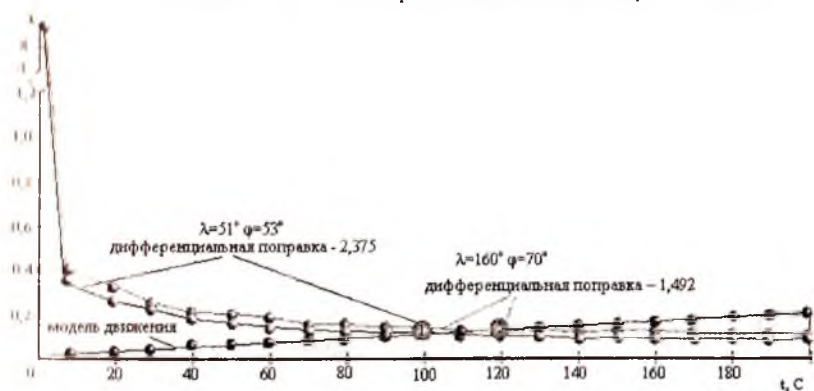


Рис. 4. Результаты работы навигационного алгоритма с различными локальными дифференциальными подсистемами

На рис. 4 приведены результаты синтеза СНО. Различные условия проведения сеанса привели к появлению двух несовпадающих точек (точки 1 и 2), в которых погрешности навигационных определений равны погрешностям модели движения потребителя, используемой фильтром Калмана. Продолжение сеанса за пределами указанных точек целесообразно только при коррекции модели движения.

Приведенные результаты показывают не только высокую эффективность применения ГЛОНАСС – технологий, но и сильную специфику в проектировании и практической реализации ИС на железнодорожном транспорте. Отличия от общецелевых систем проявляются при формулировке критерия оптимальности, при синтезе плана сеанса определений, при комплексировании аппаратуры «ГЛОНАСС» с

инерциальными средствами и при использовании локальных дифференциальных систем.

Список использованных источников

1. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 260 с.
2. Гребенюк П.Т. Пролольная динамика поезда: Труды ВНИИЖТ. – М.: Интекст, 2003. – 95 с.
3. Долгинцев А.П., Чикурин А.А. Глубинный анализ метаданных информационной GPS-базированной системы// Вестник СамГАПС. – Самара: СамГАПС, 2005. С. 47 – 50.
4. Милов Ю.Г. Концепция создания дифференциальной подсистемы КНС ГЛОНАСС и GPS. Среднеорбитальные СРНС. 2000. Вып.2. - С.25-28.
5. Сетевые спутниковые радионавигационные системы/В.С. Шебшаевич, П.И. Дмитриев, Н.В. Иванцевич. –М.: Радио и связь, 1982. – 272 с.

ЕМКОСТНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Г.А. Боднарчук

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

При исследовании дефектов кристаллической решетки необходимо ответить на два вопроса: определить параметры дефекта (электрические, физические) и определить природу возникновения (внешние воздействия, внутренние процессы в полупроводнике). Это позволит устранить причину возникновения дефектов. Определение параметров дефектов возможно путем измерения. Для ответа на вопрос о природе возникновения дефекта нужно получить возможность определения взаимосвязи между измеренными параметрами дефекта и его природой.

Рассмотрим методы измерения параметров дефектов кристаллической решетки. Дефекты, возникающие в кристаллической решетке полупроводников, проявляются в возникновении в запрещенной зоне глубоких уровней (ГУ). Соответственно, основными параметрами дефектов полупроводников являются: энергия ионизации, сечение захвата. Их измерение возможно производить следующими методами: емкостными, рентгеновскими, масс-спектрометрическими, использованием электронного микроскопа. Наиболее простыми являются емкостные методы. Приведем их краткую характеристику.

Емкостная спектроскопия глубоких уровней основана на изменении барьерной емкости р-п-перехода при изменении заполнения электронами или дырками энергетических уровней .