

Исследование влияния шумов измерений на точность оценивания уклонения отвесной линии инерциально-геодезическим методом при разных функциях интерполяции

Бездетко А.В. (Университет ИТМО, АО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор"),

Тимочкин С.А. (АО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор")

Научный руководитель – д.т.н. Литманович Ю.А.

(АО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор")

Введение. Уклонение отвесной линии (УОЛ) – один из факторов, порождающих методическую погрешность высокоточных инерциальных навигационных систем (ИНС), вызванный неоднородностью внутренней структуры и рельефа Земли. Знание величины УОЛ также необходимо для решения геологических задач.

Одним из методов нахождения УОЛ является инерциально-геодезический, в котором этот параметр определяется как разность инерциальных и геодезических координат в точке наблюдения [1,2]. Для решения задачи нахождения параметров УОЛ необходимо восстановить непрерывные значения в заданной области предварительно оценив их в конечном множестве реперных точек [3,4]. Целью этой работы является определение наиболее подходящей функции интерполяции при движении носителя аппаратуры вдоль прямого профиля.

Основная часть. При движении носителя вдоль прямого профиля значения УОЛ задаются и оцениваются как две составляющие: северная и восточная в n реперных точках вдоль траектории движения. Оценивание УОЛ производится посредством оптимального фильтра Калмана (ОФК), вектор состояния включает значения УОЛ в реперных точках и параметры модели систематической погрешности ИНС. Матрица динамики ОФК учитывает только динамику погрешностей ИНС, УОЛ в реперных точках считаются случайными постоянными величинами. Элементы матрицы измерений в части параметров УОЛ рассчитываются как весовые коэффициенты, соответствующие исследуемой в работе интерполяции, с учетом текущего положения носителя относительно реперных точек, поскольку измерения получаются с большей частотой и не синхронизированы с прохождением реперных точек. Априорные статистические характеристики значений УОЛ задавались согласно модели Джордана 3 порядка [5].

Интерполяции значений УОЛ между реперными точками осуществляется суммированием базисных функций с коэффициентом для каждой реперной точки. Задача оценивания УОЛ на траектории таким образом сводится к оцениванию этих коэффициентов. При исследовании рассмотрено два типа функций: линейная и нелинейные монотонно убывающие (например, функция Гаусса). В первом случае функция линейно убывает до нуля с ростом удаленности от реперной точки вплоть до целого числа интервалов, во втором же варианте функция асимптотически приближается к нулю, но для каждого местоположения учитываются все реперные точки в соответствии с их удаленностью от текущего местоположения и формой базисной функции.

Выводы. В работе проведено моделирование, в ходе которого выявлено, что оценивание УОЛ происходит удовлетворительно при наличии в измерениях шума, если полуширина графика базисной функции заметно не превышает одного интервала между реперными точками, то есть при интерполяции на значение УОЛ влияют коэффициенты двух соседних с текущим местоположением реперных точек, от формы функции (линейная или нелинейная) погрешности оценивания зависят слабо. При увеличении полуширины базисной функции до двух и более интервалов оценивание

происходит удовлетворительно только при отсутствии шумов в измерениях, иначе ошибки оценивания кратно превышают уровень шумов измерений, независимо от формы функции. Данный эффект подлежит исследованию

Список использованных источников:

1. Пешехонов В.Г. Проблема уклонения отвесной линии в высокоточной инерциальной навигации. Гироскопия и навигация. 2020. Том 28. №4 (111). С. 3–15. DOI 10.17285/0869-7035.0046.
2. Пешехонов В.Г., Степанов О.А., Августов Л.И., Блажнов Б.А., Болотин Ю.В., Вершовский А.К., Витушкин Л.Ф., Вязьмин В.С., Гайворонский С.В., Голован А.А., Евстифеев М.И., Емельянцева Г.И., Железняк Л.К., Конешов В.Н., Носов А.С. и др. Современные методы и средства измерения параметров гравитационного поля Земли. 2017. 390 с.
3. Емельянцева Г.И., Блажнов Б.А., Степанов А.П. О возможности определения УОЛ в высоких широтах с использованием прецизионного инерциального модуля и двухантенной спутниковой аппаратуры. Гироскопия и навигация. 2015. №3(90). С. 72–81. DOI 10.17285/0869-7035.2015.23.3.072-081.
4. Дмитриев С.П. Инерциальные методы в инженерной геодезии. –1997. –208 с.
5. Анучин О.Н., Емельянцева Г.И. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов. –2003. –390 с.

Бездетко А.В. (автор)

Подпись

Тимочкин С.А. (автор)

Подпись

Литманович Ю.А. (научный руководитель)

Подпись