|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДЕНО  на заседании Совета Факультета  Информационно-измерительных  и Биотехнических Систем (ИБС)  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_  Председатель Совета, д.т.н., профессор  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.М. Боронахин |

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальности 2.2.5

« Приборы навигации, технические науки »

Нгуен Чонг Иен

Тема диссертации:

методы повышения точности начальной выставки инерциальных навигационных систем

|  |  |
| --- | --- |
|  | Научный руководитель,  д.т.н., профессор каф. ЛИНС  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.М. Боронахин |

Санкт-Петербург

2023

**I. Список вопросов**

1. Класификация методов начальной выставки

2. Классификация гироскопов

3. Классификация акселерометров

4. Виды погрешностей инерциальных датчиков

5. Методы калибровки микромеханических акселерометров

6. Методы идентификации составляющих случайных шумов в сигналах инерциальных датчиков

7. Методика создания математической модели случайных шумов показаний гироскопа

8. Оптимальный фильтр Калмана

9. Нелинейные фильтры Калмана

10. Виды адаптивных фильтров Калмана, используемые в задаче подавления случайных шумов инерциальных датчиков

**II. Список литературы**

1. Боронахин А. М., Лукьянов Д. П., Филатов Ю. В. Оптические и микромеханические инерциальные приборы. СПб: Элмор, 2008. 400 с.

2. Матвеев В. В., Распопов В. Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. СПб: РНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. 208 с.

3. Распопов, В.Я. Микромеханические приборы: Учебное пособие / В.Я. Распопов – М.:Машиностроение, 2007. – 400с.

4. Анучин О. Н., Емельянцев Г. И. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов. Под общ. ред. чл.-кор. РАН В. Г. Пешехонова. СПб: РНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 1999. 357 с.

5. Мелешко В.В., Нестеренко О.И. Бесплатформенные инерциальные навигационные системыю. Учебное пособие. – Кировоград: ПОЛИМЕД, 2011. – 164 с.

6. Dan Simon. Optimal state estimation, Kalman, , and nonlinear approaches. Canada, 2006, «John Wiley & Sons» 502 pp.

7. Челпанов, И.Б. Методы испытаний микромеханических датчиков и приборов / И.Б. Челпанов, М.И. Евстифеев, А.В. Кочетков // Приборы. – 2014. – № 4(166). – С.16.

8. Аврутов, В. В. О скалярной калибровке блока гироскопов и акселерометров / В. В. Аврутов // Вестник НТУУ “КПИ”. Серия ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2010. – Вип. 40. – С. 10-17.

9. Дао Ван Ба, Ле Ван Чанг, Шалымов Р.В. Динамическая калибровка триады акселерометров на двухосном стенде. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 8/2014, с.72-76.

10. Боронахин, А. М. Исследование влияния инструментальных погрешностей испытательного средства на результаты калибровки блока микроакселерометров /А.М. Боронахин, П. А. Иванов, И. Л. Суров // Нано - и микросистемная техника. – 2011. – № 3. – С. 9.

11. Иванов П.А. Методика калибровки инерциальных измерительных модулей на базе микромеханических чувствительных элементов /П.А. Иванов, А.В. Маляева, И.Л. Суров //Навигация и управление движением. Материалы XIII Конференции молодых ученых «Навигация и управление движением» – СПБ.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». – 2011 – С.65.

12. Shipeng Han, Zhen Meng, Olatunji Omisore, Toluwanimi Akinyemi, Yuepeng Yan. Random Error Reduction Algorithms for MEMS Inertial Sensor Accuracy Improvement // A Review. Micromachines 2020, 11(11), 1021; <https://doi.org/10.3390/mi11111021>.

13. Yuanxi Yang, Weiguang Gao. Comparison of Adaptive Factors in Kalman Filters on Navigation Results. The Journal of Navigation, Volume 58 , Issue 3 , September 2005 , pp. 471 – 478n DOI: <https://doi.org/10.1017/S0373463305003292>.

14. J. Sun, X. Xu, Y. Liu, T. Zhang, and Y. Li, “FOG random drift signal denoising based on the improved AR model and modiﬁed Sage-Husa adaptive Kalman ﬁlter,” Sensors, vol. 16, no. 7, pp.1–19, 2016.

15. R. Van der Merwe and E. A. Wan, "The square-root unscented Kalman filter for state and parameter-estimation," 2001 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Proceedings (Cat. No.01CH37221), 2001, pp. 3461-3464 vol.6, doi: 10.1109/ICASSP.2001.940586.

Программа рассмотрена на заседании кафедры Лазерных измерительных и навигационных систем (ЛИНС)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_

Зав.каф., д.т.н., профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.В. Филатов