



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Кортаев

» 2017г.

**Рабочая программа дисциплины
«Теория инерциальных навигационных систем»**

Направление подготовки	27.06.01_ Управление в технических системах
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
Научная специальность	05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Прикладная математика (ПМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы):3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 3

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Теория инерциальных навигационных систем» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 892 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 27.06.01 – Управлений технических системах;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности), разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ПМ
Протокол от «29» мая 2017г. № 9.

Зав. кафедрой док. техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)

(подпись)

Первадчук В.П.
(Фамилия И.О.)

Разработчик канд. техн. наук, доц.
программы (учёная степень, звание)

(подпись)

Николаев С.Г.
(Фамилия И.О.)

Руководитель док. техн. наук, проф.
программы (учёная степень, звание)

(подпись)

Южаков А.А.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК

(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области управления технических систем (управление, ориентация и навигация подвижными объектами).

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- способность применять методы и алгоритмы теории инерциальных навигационных систем в разработке и производстве навигационных систем (ПК-1);
- готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления и навигации подвижными объектами (ПК-2).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• **формирование знаний**

- изучение основных направлений развития современных инерциальных навигационных систем;

• **формирование умений**

- формирование умения построения и разработки инерциальных навигационных систем;

• **формирование навыков**

- формирование навыков применения программно технических комплексов и разработки видов обеспечения инерциальных навигационных систем.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- *функциональные и структурные схемы навигационных систем*
- *алгоритмы бортового вычислителя навигационных систем*
- *инструментальные погрешности инерциальных датчиков и вредные внешние воздействия*
- *методы и способы обеспечения высоких тактико-технических характеристик навигационных систем*
- *методы системного анализа и моделирования навигационных систем.*

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.ДВ.01.1 «Теория инерциальных навигационных систем» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых инерциальных навигационных систем;
- принципы построения, функциональные и структурные схемы навигационных систем.

Уметь:

- разрабатывать компоненты навигационных систем;
- разрабатывать алгоритмы и встроенное программное обеспечение (ВПО).

Владеть:

- методами и средствами рационального выбора компонентов инерциальных навигационных систем;
- методами и средствами моделирования навигационных систем.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции Способность применять методы, алгоритмы и инструментальные средства автоматизации сложных технологических процессов и промышленных производств
-----------------	---

Код ПК-1.Б1.ДВ.01.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность применять методы и алгоритмы теории инерциальных навигационных систем в разработке и производстве навигационных систем
----------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов компетенций (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: знать основные положения и принципы построения инерциальных навигационных систем	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Задания к рубежному контролю.</i>
Уметь: применять теоретические положения теории навигационных систем при разработке средств управления и навигации подвижными объектами, разрабатывать компоненты и алгоритмы навигационных систем.	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)</i>	<i>Отчет по практическим занятиям</i>
Владеть: приемами исследования и моделирования навигационных систем.	<i>Самостоятельная работа.</i>	<i>Индивидуальное комплексное задание, комплексное задание экзамена</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код ПК-2	Формулировка компетенции Готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления технологическими процессами и производствами
-----------------	---

Код ПК-2.Б1.ДВ.01.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции Готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления и навигации подвижными объектами
----------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов компетенций (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: современный инструментарий и и информационно-коммуникационные технологии для разработки навигационных систем	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Задания к рубежному контролю.</i>
Уметь: уметь применять современный инструментарий и и информационно-коммуникационные технологии для разработки навигационных систем	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)</i>	<i>Отчет по практическим занятиям</i>
Владеть: приемами применения современного инструментария и и информационно-коммуникационных технологий для разработки навигационных систем.	<i>Самостоятельная работа.</i>	<i>Индивидуальное комплексное задание, комплексное задание экзамена</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	18
	В том числе:	
	Лекции (Л)	8
	Практические занятия (ПЗ)	8
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
	Самостоятельная работа (СР)	54
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	2	1	1			9	11
	2	2	1	1			9	11
Всего по разделу:		4	2	2			18	22
2	3	2	1	1			9	11

	4	2	1	1	1		9	12
Всего по разделу:		4	2	2	1		18	23
3	1	4	2	2			9	13
	2	4	2	2	1		9	14
Всего по разделу:		8	4	4	1		18	27
Промежуточная аттестация								
Итого:		16	8	8	2		54	72/2 ЗЕ

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Математические основы инерциальных навигационных систем

(Л –2ч. , ПЗ- 2ч., СРС –18ч.)

Тема 1. Математические основы инерциальных навигационных систем . Ключевые слова: СИСТЕМЫ КОРДИНАТ, ГИРОСКОП, АКСЕЛЕРОМЕТР, ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ, КОНТУР НАВИГАЦИИ, КОНТУР ОРИЕНТАЦИИ, ПЕРИОД ШУЛЕРА.

Тема 2. Общая классификация инерциальных навигационных систем. Ключевые слова: ПЛАТФОРМЕННЫЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, БЕСПЛАТФОРМЕННЫЕ ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ.

Раздел 2. Платформенные инерциальные навигационные системы (ПИНС). Калибровка полуаналитической ПИНС.

(Л – 2ч., ПЗ- 2ч., КСР – 1ч., СРС –18ч.)

Тема 3.Классификация ПИНС. Ключевые слова: АНАЛИТИЧЕСКАЯ ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА, ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА С ПОСТРОИТЕЛЕМ ВЕРТИКАЛИ, ПОЛУАНАЛИТИЧЕСКАЯ ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА.

Тема 4. Выставка и калибровка ПИНС. Ключевые слова: ВЫСТАВКА, ГИРОКОМПАСИРОВАНИЕ.

Раздел 3. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС).

(Л –4ч., ПЗ-4ч., КСР – 1ч., СРС –18ч.)

Тема 5.Математические основы БИНС. Математические ошибки акселерометров и гироскопов. Ключевые слова: ОБОБЩЕННЕ КООРДИНАТЫ, КИНЕМАТИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ЭЙЛЕРА, НАПРАВЛЯЮЩИЕ КОСИНУСЫ, КВАТЕРНИОНЫ, КИНЕМАТИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ПУАССОНА.

Тема 6.Функциональная схема и алгоритмы БИНС. Математическая модель ошибок БИНС. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА БИНС, АЛГОРИТМЫ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ, МОДЕЛЬ ОШИБОК БИНС.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

Лабораторных работ нет.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного	Представление оценочного
--------	-----------------------	---	-------------------------	--------------------------

			средства	средства
1	1	Системы координат, применяемые в навигационных системах. Матричные уравнения перехода из одной системы координат в другую.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	4	Калибровка полуаналитической ПИНС	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	6	Алгоритмы БИНС с углами Эйлера - Крылова	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	6	Алгоритмы БИНС с направляющими косинусами	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

Семинарских занятий нет..

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Математическая модель ошибок акселерометров	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	6	Анализ собственных частот БИНС.	Творческое задание	Темы творческих заданий
	6	Исследование погрешностей БИНС с углами Эйлера-Крылова	Творческое задание	Темы творческих заданий
	6	Исследование погрешностей БИНС с направляющими косинусами	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Теория инерциальных навигационных систем» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Теория инерциальных навигационных систем» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.01.1 «Теория инерциальных навигационных систем» <i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	БЛОК 1 <i>(цикл дисциплины/блок)</i>								
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 15%; text-align: center; height: 20px;"></td> <td style="padding: 0 10px;">базовая часть цикла</td> <td style="border: 1px solid black; width: 15%; text-align: center; height: 20px;"></td> <td style="padding: 0 10px;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">вариативная часть цикла</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 0 10px;">по выбору аспиранта</td> </tr> </table>		базовая часть цикла		обязательная	x	вариативная часть цикла	x	по выбору аспиранта
	базовая часть цикла		обязательная						
x	вариативная часть цикла	x	по выбору аспиранта						
27.06.01/ 05.13.06 <i>код направления / шифр научной специальности</i>	Управление в технических системах/ Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами <i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>								
2017 <i>(год утверждения учебного плана)</i>	Семестр(-ы): 3								
Николаев Станислав Георгиевич <i>(фамилия, инициалы преподавателя)</i> Факультет ФПММ	доцент <i>(должность)</i>								
Кафедра ПМ	тел. 8(342)2-198-340; rmpi@pstu.ru <i>(контактная информация)</i>								

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Матвеев, Валерий Александрович. Гироскоп - это просто / В. А. Матвеев ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012 .— 191 с.	3

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2	<i>Анучин , Олег Николаевич. Бортовые системы навигации и ориентации искусственных спутников Земли / О.Н. Анучин , И.Р. Комарова, Л.Ф. Порфирьев .— СПб : Электроприбор, 2004 .— 325 с.</i>	10
3	<i>Лебедев Д.В., Ткаченко А.И. Системы инерциального управления. Алгоритмические аспекты. –Киев: Наукова Думка, 1991. – 202 с.</i>	3
4	<i>Басараб, Михаил Алексеевич. Математическое моделирование физических процессов в гироскопии / М.А. Басараб, В.Ф. Кравченко, В.А. Матвеев .— М. : Радиотехника, 2005 .— 176 с</i>	5
5	<i>Джашиитов В. Э. Датчики, приборы и системы авиакосмического и морского приборостроения в условиях тепловых воздействий / В.Э. Джашиитов , В.М. Панкратов ; Под ред. В.Г. Пешехонова .— СПб : Электроприбор, 2005 .— 403 с.</i>	10
6	<i>Емельянцеv Г.И., Степанов А.П. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации/ Г.И.Емельянцеv , А.П.Степанов ; Под ред. В.Г. Пешехонова .— СПб : Электроприбор, 2016 .— 393 с.</i>	-
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	<i>Распопов В.Я. Микромеханические приборы.-М.: Машиностроение, 2007.-399 с.</i>	3
2	<i>Матвеев, Валерий Александрович. Проектирование волнового твердотельного гироскопа : учебное пособие для втузов / В. А. Матвеев, В. И. Липатников, А. В. Алехин .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998 .— 166 с.</i>	7
3	<i>Джашиитов В.Э., Панкратов В.М. Математические модели теплового дрейфа гироскопических датчиков инерциальных систем –СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор»», 2001.-150 с.</i>	2
2.2 Периодические издания		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1	<i>Гироскопия и навигация</i>	
2	<i>Известия вузов. Приборостроение</i>	
3	<i>Авиационная промышленность</i>	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	<i>ГОСТ РВ 15.203-2001. Военная техника. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ по созданию изделий и их составных частей.</i>	
2	<i>ГОСТ РВ 20.57.306-98. Методы испытаний на воздействие климатических факторов</i>	
2.4 Официальные издания		
1	<i>Конституция Российской Федерации</i>	<i>КонсультантПлюс</i>
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань» . – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы

1. *Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных*

электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.4.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Пер. номер*	Назначение
Прикладные пакеты				
1	Практическое	MATLAB 7.9 Classroom	568405	Моделирование навигационных систем
2	Практическое	Simulink 7.4 Classroom concurrent	568405	Моделирование навигационных систем
3	Практическое	SimlnTech	-	Моделирование навигационных систем

ОС и Серверные продукты				
4	Практическое	Windows 7 MS Imagine	MS лиц. №Tr000055831 от 18.11.15	Imagine дог.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	Диск с анимациями	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		<i>В.Э. Джашитов, В.М. Панкратов, А.В. Голиков. Общая и прикладная теория гироскопов с применением компьютерных технологий + СД. :С.Пб. Изд. ЦНИИ «Электроприбор», 2010, 154 с.</i>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	<i>Компьютерный класс</i>	<i>Кафедра ПМ</i>	<i>322А К.1 ПНИПУ</i>	<i>40</i>	<i>12</i>

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры Intel core I3	12	собственность	322А

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев
« 06 » 2017г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Теория инерциальных навигационных систем»**

Направление подготовки	27.06.01_ Управление в технических системах
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Автоматизированные системы обработки информации и управления производством
Научная специальность	05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Прикладная математика (ПМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 3

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теория инерциальных навигационных систем» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 892 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 27.06.01_ Управление в технических системах.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности), разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума по научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ПМ

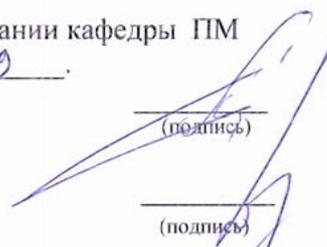
Протокол от «26» Мая 2017г. № 9.

Зав. кафедрой док. техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)

Руководитель док. техн. наук, проф.
программы (учёная степень, звание)

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации


(подпись)


(подпись)

Первадчук В.П.
(Фамилия И.О.)

Южаков А.А.
(Фамилия И.О.)

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.01.1 «Теория инерциальных навигационных систем» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ПК-1. способность применять методы и алгоритмы теории инерциальных навигационных систем в разработке и производстве навигационных систем.

ПК-2. готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления и навигации подвижными объектами.

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. В 3 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	3 семестр	
	Текущий	Зачёт
Усвоенные знания		
3.1 принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых инерциальных навигационных систем	С	ТВ
3.2 принципы построения, функциональные и структурные схемы навигационных систем	С	ТВ
Освоенные умения		
У.1 разрабатывать компоненты навигационных систем	ОТЗ	ПЗ
У.2 разрабатывать алгоритмы и встроенное программное обеспечение (ВПО)	ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения		
В.1 методами и средствами рационального выбора компонентов инерциальных навигационных систем	ОТЗ	ПЗ
В.2 методами и средствами	ОТЗ	ПЗ

моделирования навигационных систем		
------------------------------------	--	--

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (3 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (3 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровнем сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на

Оценка	Критерии оценивания
	большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 5

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Не зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые творческие задания:

1. Летательный аппарат вращается по крену с угловой скоростью $\dot{\gamma}$, измеряемой с помощью датчика угловой скорости. Составить кинематическое уравнение Пуассона для определения угла крена γ .
2. Взаимное расположение систем координат $OXYZ$ и $OX_1Y_1Z_1$ определяется уравнением перехода $OXYZ \xrightarrow{\alpha} OX_1Y_1Z_1$. В системе координат $OXYZ$ задан вектор $a = (a_x, a_y, a_z)^T$. Найти компоненты вектора a в системе координат $OX_1Y_1Z_1$ с помощью подобного преобразования.
3. Найти решение кватернионного уравнения $(3xi + 2yk) \circ j - 2i \circ j = -4i + 4k$.
4. Летательный аппарат вращается по крену с угловой скоростью $\dot{\gamma}$, измеряемой с помощью датчика угловой скорости. Составить кинематическое уравнение Пуассона в параметрах Родрига-Гамильтона для определения угла крена γ .

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Понятие метода инерциальной навигации.
2. Принцип работы полуаналитической инерциальной навигационной системы.
3. Какие математические объекты можно использовать при построении контура ориентации бесплатформенной инерциальной навигационной системы.
4. Почему неустойчив вертикальный канал бесплатформенной инерциальной навигационной системы.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Разработка алгоритмов компенсации с помощью калибровочных коэффициентов систематических погрешностей акселерометров БИНС.
 2. Разработка алгоритмов компенсации с помощью калибровочных коэффициентов систематических погрешностей гироскопов БИНС.
 3. Исследовать с помощью моделирования ошибок северного канала БИНС, обусловленные погрешностями акселерометров.
 4. Исследовать с помощью моделирования ошибок восточного канала БИНС, обусловленные погрешностями гироскопов.
1. Понятие интегрированной инерциальной навигационной системы.
 2. Критерии управляемости и наблюдаемости бесплатформенных инерциальных навигационных систем.
 3. Слабосвязанные и сильносвязанные интегрированные инерциальные навигационные системы.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ПМ».



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)**

Направление
27.06.01 Управление в технических системах
Программа
Автоматизация и управление
технологическими процессами и
производствами
Кафедра
Прикладная математика

Дисциплина
«Теория инерциальных навигационных систем»

БИЛЕТ № 1

1. Принцип работы полуаналитической инерциальной навигационной системы (*контроль знаний*)
2. Выполнить моделирование ошибок восточного канала БИНС, обусловленные погрешностями гироскопов (*контроль умений*)
3. Разработка алгоритмов компенсации с помощью калибровочных коэффициентов систематических погрешностей акселерометров БИНС (*контроль умений и владений*)

Составитель _____
(подпись)

Фамилия И.О.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Фамилия И.О.

«____» _____ 201____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		